تطبيقات الذكاء الاصطناعي
ومستقبل تكنولوجيا التعليم

Artificial Intelligence Applications &
The Future of instructional Technology

تأليف

د. أسماء السيد محمد

د. كريمة محمود محمد

مراجعة وتحرير

أ.د محمد إبراهيم الدسوقي

Arab group

تطبيقات الذكاء الاصطناعي

ومستقبل تكنولوجيا التعليم

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية - دار الكتب المصرية
عبد الصمد، أسماء السيد محمد
تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومستقبل تكنولوجيا التعليم = Artificial Intelligence Applications & the Future of instructional Technology/ تأليف:أسماء السيد محمد عبد الصمد، كريمة محمود محمد أحمد؛ مراجعة وتحرير: محمد إبراهيم الدسوقي، ط1، القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر، 2020
250 ص: 24x17 سم.
الترقيم الدولي: 978-977-722-159-7
1- الذكاء الصناعي
أ - العنوان

ديوي: 001,535 رقم الإيداع: 2019/13937

تحذير:
جميع الحقوق محفوظة للمجموعة العربية للتدريب والنشر ولا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي نحو أو بأية طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدما.

حقوق الطبع محفوظة

الطبعة الأولى
2020

الناشر
المجموعة العربية للتدريب والنشر
8 أ شارع أحمد فخري - مدينة نصر - القاهرة - مصر
تليفاكس: 23490242 - 23490419 (00202)
الموقع الإلكتروني: www.arabgroup.net.eg
E-mail: info@arabgroup.net.eg
elarabgroup@yahoo.com

تطبيقات الذكاء الاصطناعي
ومستقبل تكنولوجيا التعليم

Artificial Intelligence Applications & Future of the instructional Technology

تأليف

د. أسماء السيد محمد عبد الصمد
مدرس تكنولوجيا التعليم
كلية التربية- جامعة حلوان

د. كريمة محمود محمد أحمد
مدرس تكنولوجيا التعليم
كلية التربية- جامعة حلوان

مراجعة وتحرير

أ.د/ محمد إبراهيم الدسوقى علي

أستاذ تكنولوجيا التعليم
كلية التربية- جامعة حلوان

الناشر
المجموعة العربية للتدريب والنشر

2020

بسم اللـه الرحمن الرحيم

قَالُواْ سُبحَانَكَ لا عِلمَ لَنَا إلا مَا عَلَمتَنَا إِنَكَ أَنتَ العَلِيمُ الحَكِيمُ

صدق اللـه العظيم

سُـورَة البَقَرة

الآية (32)

قائمة المحتويات

الفصل الأول: الذكاء الاصطناعي والمستقبل	**41 : 15**
-الخلفية التاريخية للذكاء الاصطناعي	19
-مفهوم الذكاء الاصطناعي	21
-خصائص الذكاء الاصطناعي	22
-المجالات والتطبيقات الأساسية للذكاء الاصطناعي	23
-لغات الذكاء الاصطناعي	27
-أهمية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي	29
-معايير الحكم على نظم الذكاء الاصطناعي	30
-الذكاء الاصطناعي والتعليم	31
-الذكاء الاصطناعي ومهارات القرن الحادي والعشرين	33
-مقترحات لآليات تفعيل الذكاء الاصطناعي	40
الفصل الثاني: تعلم الآلة	**71:43**
-تعريف تعلم الآلة	47
-مصطلحات تعلم الآلة	48
-تصنيف تعلم الآلة	49
-الفرق بين تعلم الآلة والبرمجة التقليدية	60
-كيف يحدث تعلم الآلة؟	62
-المتطلبات السابقة لتعلم - تعلم الآلة	63
-طرق تعلم الآلة	63
-مشكلات تعلم الآلة	65
-الفرق بين تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي	69
-تطبيقات تعلم الآلة	71
الفصل الثالث: التعلم العميق	**94 :73**
- نبذة تاريخية عن التعلم العميق	77

- تعريف التعلم العميق 81
- مجالات توظيف التعلم العميق 83
- كيف يعمل التعلم العميق؟ 85
- كيف يحقق التعلم العميق نتائج مذهلة؟ 87
- الفرق بين تعلم الآلة والتعلم العميق 88
- الاختيار بين تعلم الآلة والتعلم العميق 89
- كيفية إنشاء وتدريب نماذج التعلم العميق 89
- تطبيقات التعلم العميق 91

الفصل الرابع: البيانات الضخمة 95 : 122

- مفهوم البيانات الضخمة 100
- تصنيف البيانات 101
- خصائص البيانات الضخمة 101
- مصادر البيانات الضخمة 103
- أهمية البيانات الضخمة 104
- استخلاص البيانات الضخمة وتحليلها 107
- الخطوات الأساسية للعمل مع البيانات 109
- الأدوات المساعدة على استخراج البيانات 110
- منهجية تحليل البيانات الضخمة 114
- أدوات تحليل البيانات الضخمة 114
- أهم لغات البرمجة المستخدمة في تحليل البيانات الضخمة 117
- أهمية تحليل البيانات الضخمة لترشيد اتخاذ القرارات في المؤسسات التعليمية 119
- مقترحات لتفعيل الاستفادة من البيانات الضخمة في تطوير التعليم 120

الفصل الخامس: إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية **161:123**

- مفهوم إنترنت الأشياء 126
- مميزات إنترنت الأشياء 129
- مكونات إنترنت الأشياء 130
- معمارية إنترنت الأشياء 132
- أشكال إنترنت الأشياء 133
- توظيف إنترنت الأشياء في مراكز المعلومات 136
- إنترنت الأشياء الاجتماعي 137
- أنواع العلاقات التي يقوم عليها إنترنت الأشياء الاجتماعي 139
- تطبيقات إنترنت الأشياء الاجتماعي 140
- تحديات توظيف إنترنت الأشياء في المؤسسات المختلفة 141
- مفهوم الحوسبة السحابية وعلاقته بإنترنت الأشياء 142
- مكونات بيئة الحوسبة السحابية 146
- نماذج بناء الحوسبة السحابية 146
- مميزات وخصائص الحوسبة السحابية 150
- مخاوف استخدام الحوسبة السحابية وأمنها 153
- اقتصاديات بيئة الحوسبة السحابية 156
- فوائد استخدام الحوسبة السحابية في العملية التعليمية 158
- مقترحات للاستفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية فى التعليم 159

الفصل السادس: تكنولوجيا التعرف على الإيماءات **187 : 163**

-ماهية التعرف على الإيماءات 165
- استخدام الإيماءا.ت للتفاعل مع الكمبيوتر بدلاً من لوحة المفاتيح والفأرة 166

- تطبيقات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات 168
- آلية التعرف على الإيماءات والتمييز بينها 170
- متطلبات تنفيذ تكنولوجيا التعرف على الإيماءات 172
- مراحل التعرف على الإيماءات 176
- تصنيفات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات 178
- التفاعل الإيمائي 181
- أنماط التفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد 183
- مستقبل تكنولوجيا التعرف على الإيماءات 186
الفصل السابع: تتبع حركة العين في الإنسان والكمبيوتر 189 : 215
- تحليل حركات العين لفهم جوانب التعلم الإنساني 193
- تعريف تقنية تتبع حركة العين 194
- التطور التاريخي لتقنية تتبع حركة العين 195
- الجديد الذي تقدمه اختبارات تقنية تتبع حركة العين 201
- أجهزة تتبع حركة العين 203
- التفاعل في بحوث تقنية تتبع العين 205
- فوائد توظيف تقنية تتبع حركة العين في مجال التصميم التعليمي 206
- أنماط النظر إلى مواقع الويب والتي يمكن أن تقيسها تقنية تتبع حركة العين 208
- برامج وأجهزة تتبع حركة العين 209
- خطوات تنفيذ تقنية تتبع حركة العين 213
- مجالات توظيف تقنية تتبع العين في مجال التعليم 214
قائمة المراجع 217 : 252

مُقَدِّمَة

إن التطورات السريعة التي أحدثها العلم والتكنولوجيا جلبت ما يسمى الثورة الصناعية الجديدة، أو "**عصر الماكينة الثاني**"، فقد عقدت شركة Dell Technologies شراكة مع معهد المستقبل لاستكشاف التقنيات الناشئة التي تُشكل مستقبل التجربة الإنسانية على مدى العقد القادم، والتأثيرات والانعكاسات المحددة التي ستتركها على المجتمع.

كما تدفع القدرات المتطورة للتكنولوجيات الناشئة اليوم العديد من الأكاديميين ورجال الأعمال والشركات إلى تصوّر ملامح العقود القادمة في المستقبل، فمن المتوقع أن تعزّز هذه التكنولوجيات تشكيل شراكات جديدة بين الإنسان والآلات لتحقّق أقصى استفادة من نقاط القوة التكميلية لكل منهما، والتي ستعيد ضبط التوقعات للعمل، وتتطلب من الشركات التكيف مع القدرات المتوسعة للجهود البشرية، فمن المؤكد أنها سوف تتفاعل مع الظروف الديموغرافية والاقتصادية القوية، والقوى الثقافية لرفع ظروف الحياة اليومية وإعادة تشكيل طرق العيش والعمل فيها، ويُجرى حاليًا إعادة تصور مجموعة كاملة من الوظائف المستقبلية، فمحاولات إدخال الروبوتات في حياتنا الشخصية سوف تستمر على مدى السنوات المقبلة، مع زيادة القدرة على تعزيز التحليلات التنبؤية التي يتم تطبيقها على البيانات، فهناك مجموعة من المهارات التي سيتطلبها سوق العمل الجديد في المستقبل، كمهارة التفكير الناقد، التفكير التكيفي، التفكير الحسابي، التصميم، ومهارة القيادة والمشاركة،...إلخ.

أما على الصعيد التعليمي فكان يقع على عاتق المؤسسات التعليمية تطوير البنية التحتية لتوظيف التكنولوجيا الحديثة، أما الآن فإنه يجب أيضًا عليها النظر في كيفية التكيف والمبادرة للاستجابة لمتطلبات

التكنولوجيا الناشئة، وما يرتبط بها من تطبيقات في مجال الذكاء الاصطناعى، التي من المتوقع أن يُحدث نقلة نوعية في حياة البشرية.

وفي ضوء المعطيات السابقة نقدم هـذا الكتـاب إلى البـاحثين والتربـويين وخـبراء تكنولوجيـا التعليم والمهتمـين بمجـال الـذكاء الاصـطناعي وتطبيقاتـه التـي سـتحدث طفـرة هائلـة في شـتى مجالات الحياة، وهو بعنوان "**تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومستقبل تكنولوجيـا التعلـيم**"، وقـد تم اختيـار هـذا العنـوان تحديـدًا، لأننـا في ظـل الثـورة الصـناعية الرابعـة وخاصَّـة عصر الـذكاء الاصطناعي، وهو العصر الذي تُعد فيه المعلومات بمثابـة السـلعة الأغـلى والأقـيم، وبـات هنـاك فجوة في هذا المجـال بـين الـدول، تتمثـل فـيمن تسـتطيع تطـوير وتوظيـف الـذكاء الاصـطناعي لتحقيق أهدافها، وبين من لا تتوفر لديها الفرصة لذلك، حيث تشهد بلدان العـالم المتقدمـة الآن نموًا متسارعًا في مجـال الـذكاء الاصـطناعي نتيجـة للتطـور التراكمـي والكبـير في مجـالي البيانـات الضخمة "Big Data"، ومجال التعلم العميق " Deep Learning" وبالتالي، حدث تطـور هائـل في الأبحاث والبرمجيات المرتبطة بتطوير تطبيقات هذا المجال، مما أدى إلى حدوث نقلة تاريخية بالبلدان المتقدمة تتمثل في الانتقال من الاقتصاد القـائم عـلى المعرفـة إلى الاقتصـاد القـائم عـلى الذكاء الاصطناعي.

ويتناول هذا الكتاب سبعة موضوعات تتضمن في مُجملهـا أهـم العنـاصر والأبعـاد المرتبطـة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، والطفرة التي ستحدث في التعليم بشكل عام ومستقبل تكنولوجيـا التعليم بشكل خاص، التي تهُم الباحثين والمتخصصين والتربويين والخبراء في مجال التعليم بشكل عام والمتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم بشكل خاص للاطـلاع عليهـا أو دراسـتها أو البحـث فيها.

حيث تم تسليط الضوء بهذا الكتاب على مجموعة من الموضوعات المرتبطة ببعض تطبيقات الـذكاء الاصطناعي، **فقد تناول الفصل الأول من الكتاب: موضوع "الذكاء الاصطناعي والمستقبل"**، مبتـدءًا بالخلفية التاريخية للذكاء الاصطناعي، مفهومـه، خصائصـه، والمجـالات والتطبيقـات الأساسـية التـي استخدم فيها، ثم عرض لأهم لغات الذكاء الاصطناعي، وأهميته، ثـم انتقـل الحـديث عـن مقـاييس نجاح تنفيذ نظم الذكاء الاصطناعي، ودور الذكاء الاصطناعي في التعليم، ثم استعرض الفصل أهميـة تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين في ظل الثورة الصناعية الرابعة والذكاء الاصـطناعي، واختُـتم الفصل بجموعة من المقترحات لآليات تفعيل الذكاء الاصطناعي بمصر والدول العربية.

ثم تناول الكتاب بالفصل الثاني أحد تطبيقات الذكاء الاصـطناعي "وهـي تعلـم الآلـة"، مـن حيث تعريفه، مصطلحاته، تصـنيفه، كيفيـة عمـل تعلـم الآلـة، والفـرق بـين تعلـم الآلـة والبرمجـة التقليدية، ثم استعرض هذا الفصل الشروط المسبقة لتُعلم الآلة، ثم اختُتم بتوضيح الفرق بين تعلـم الآلة والذكاء الاصطناعي.

وقد تناول الكتاب بالفصل الثالث تطبيقاً آخر من أهم تطبيقـات الـذكاء الاصـطناعي والـذي سيشكل تطورًا هامًا في جعل الآلات أكثر ذكاءً ألا وهو "التعلم العميق"، فقد بدأ الفصل بالحـديث عن نبذة تاريخية عنه، ثم تعريفه ومجالات تطبيقه، وكيفية عمله، ثم تناول الفصل توضـيح الفـرق بين تعلم الآلة والتعلم العميق، والاختيار بينهما، وكيفية إنشاء وتدريب نماذج الـتعلم العميـق، ثـم اختُتم الفصل بتوضيح أهم تطبيقات التعلم العميق.

كـما تنـاول الكتـاب بالفصـل الرابـع تطبيقـاً آخـر مـن تطبيقـات الـذكاء الاصطناعي وهو " البيانات الضخمة"، فقد بدأ الفصل بتعريف مفهوم البيانـات الضـخمة، ثـم اسـتعرض خصائصـها، مصـادرها، أهميتهـا، ثـم تنـاول تحليـل

البيانات وتحسين عملية التعلم، وتوضيح كيفية الاستفادة منها واستخلاصها وتحليلها، ثم استعرض الخطوات الأساسية للعمل مع هذه البيانات، والأدوات المساعدة على استخراجها، ومنهجية تحليلها، ثم تناول أهم لغات البرمجة المستخدمة في تحليل البيانات، واختُتم الفصل بتوضيح العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والويب العميق والبيانات الضخمة.

كما تناول الكتاب بالفصل الخامس موضوع " إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية"من حيث مفهوم إنترنت الأشياء، مكوناته، أشكاله، والإنترنت الاجتماعي للأشياء، وأنواع العلاقات التى يتم بنائها من خلاله، ومعماريته، وتطبيقاته، وتحديات توظيفه فى المؤسسات المختلفة، ثم استعرض الفصل العلاقة بين الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء، ومكونات بيئة الحوسبة السحابية، ونماذج بنائها، ودواعي استخدامها في العملية التعليمية، واقتصاديتها، وكذلك الحوسبة الخضراء وتقنياتها.

أما الفصل السادس بالكتاب فتناول موضوعاً آخر من موضوعات تعلم الآلة وهو "التعلم القائم على الإيماءات"، فهو أحد موضوعات علوم الكمبيوتر التي تهدف إلى تفسير الإيماءات البشرية عبر الخوارزميات الرياضية، حيث تناول الفصل مفهومه، وكيفية استخدام الإيماءات كبديل للوحة المفاتيح والفأرة فى التحكم بالكمبيوتر، كذلك أنواع الإيماءات، وتطبيقات التعلم القائم عليها، وآلية التعرف عليها والتمييز بينها، وتصنيفها، والتفاعل الإيمائى ثلاثي الأبعاد، ثم استعرض الفصل أخيراً مستقبل تكنولوجيا التعليم القائم على الإيماءات.

أما الفصل السابع والأخير بالكتاب فقد استعرض "تقنية تتبع حركة العين" كأحد أدوات البحث التي تساعدنا على تفسير السلوك البشري، والحصول على المعلومات التي تؤدي إلى الانخراط بالمهام المختلفة أثناء تفاعل الإنسان مع الكمبيوتر، لذا فقد تناول هذا الفصل تحليل حركات العين

لفهم جوانب التعلم الإنساني، وتعريفها، وتطورها التاريخي، والجديد الذي تقدمه اختبارات تقنية تتبع حركة العين، ومعايير إجراء اختباراتها، وبرامجها وأجهزتها، وخطوات تنفيذها، ومجالات توظيفها في التعليم، ثم اختُتم الفصل أخيراً بالتعرض لمحدودية تقنية تتبع حركة العين وصعوبات توظيفها في التعليم.

والله نسأل أن يتقبل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم، متمنين أن يحقق هدفه المنشود، وأن يعُم نفعه وخيره، وعلى الله قصد السبيل.

د.أسماء السيد محمد

د. كريمة محمود محمد

الفصل الأول

الذكاء الاصطناعي والمستقبل

- الخلفية التاريخية للذكاء الاصطناعي.
- مفهوم الذكاء الاصطناعي.
- خصائص الذكاء الاصطناعي.
- المجالات والتطبيقات الأساسية للذكاء الاصطناعي.
- لغات الذكاء الاصطناعي.
- أهمية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي.
- معايير الحكم على نظم الذكاء الاصطناعي.
- الذكاء الاصطناعي والتعليم.
- الذكاء الاصطناعي ومهارات القرن الحادي والعشرين.
- مقترحات لآليات تفعيل الذكاء الاصطناعي.

الفصل الأول

الذكاء الاصطناعي والمستقبل

Artificial Intelligence and the Future

يُمثل الذكاء الاصطناعي أهم مخرجات الثورة الصناعية الرابعة لتعدد استخداماته في المجالات العسكرية والصناعية والاقتصادية والتقنية والتطبيقات الطبية والتعليمية والخدمية وغيرها، حيث يُتوقع له أن يفتح الباب لابتكارات لا حدود لها، وأن يؤدي إلى مزيد من الثورات الصناعية بما يُحدث تغييرًا جذريًا في حياة الإنسان، إذ إنه مع التطور التكنولوجي الهائل والمتسارع وما يشهده العالم من تحولات في ظل الثورة الصناعية الرابعة سيكون الذكاء الاصطناعي محرك التقدم والنمو والازدهار خلال السنوات القليلة القادمة، وبإمكانه وما يتبعه من ابتكارات أن يؤسس لعالم جديد قد يبدو الآن من دروب الخيال، ولكن البوادر الحالية تؤكد على أن ميلاد هذا العالم بات قريبًا.

وقد بادرت بعض من الدول المتقدمة بالتطلع للمستقبل، بل والدخول إليه والتنافس على تقنياته والتصدي لتحدياته ووضع الحلول الناجحة له، وهذا ما يفسر توجه الدول الحثيث نحو الاستثمار في تفعيل تقنيات الجيل الرابع من الثورة الصناعية وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي لتحقيق أهدافها التنموية الطموحة باعتباره لغة المستقبل التي لا محيد عن إدراك أبجدياتها والقضاء على أمّيتها، واعتماد العديد من القطاعات الاقتصادية مثل الصحة والتعليم والخدمات والقطاعات الحيوية الأخرى عليه، وقدرته على تقديم الحلول للعديد من المشكلات، وتحقيق أرباح طائلة مع تطبيق استخداماته والاعتماد على ما يقدمه من معلومات واستشارات دقيقة، وتأثيراته الإيجابية في تقليل الاعتماد على العنصر البشري والعمالة، مما يرفع جودة المنتجات ويقلل من

الإنفاق، ولتعزيز تطوير وتفعيل تطبيقات الذكاء الاصطناعي قامت بعض الدول باتباع العديد من الآليات لتنمية وتطوير الكفاءات العلمية المتخصصة والقدرات المحلية في مجال الذكاء الاصطناعي، وخلق ثقافة الذكاء الاصطناعي لدى فئات المجتمع لتسهيل انتشار استخدام التطبيقات التي تعتمد على هذه التقنيات وخلق المواطن الرقمي القادر على التعامل معها، وتعزيز تضافر جهود المؤسسات المختلفة للتوعية بأساسيات هذا المجال.

فالأهمية الكبرى لمستقبل الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في عالمنا تظهر في الأولوية التي توليها دول العالم للثورة الصناعية الرابعة ورافدها الأبرز الذكاء الاصطناعي، والتسابق المحموم بينها للتحول نحو الثورة الصناعية الرابعة في شتى مجالات الحياة، خاصَّة المصانع والقطاعات الخدمية والطبية، وهو ما سيؤثر بالتبعية على طبيعة ونوعية المهن المتاحة للإنسان في المستقبل.

ففي عام 2017، كشفت الصين - التي تتنافس مع الولايات المتحدة الأمريكية على المقعد الأول عالميًا في الذكاء الاصطناعي عن خطة طموحة للاستثمار في هذا المجال، وخصصت له مبلغ 22 مليار دولار على مدى 5 سنوات، وفي يناير 2018 وقعت الإمارات اتفاقية تعاون مع المنتدى الاقتصادي العالمي لإنشاء مركز الثورة الصناعية الرابعة في الإمارات بهدف إعطاء دفعة للحصول على تقنيات المستقبل، وفي شهر مارس 2018، قال الرئيس الفرنسي إيمانويل ماكرون إن بلاده ينبغي أن تشغل موقعًا رياديًا في بحوث الذكاء الاصطناعي، وأقر خطة لتحقيق ذلك خصص لها 1.5 مليار يورو على مدى 5 سنوات لجذب خيرة العلماء المتخصصين للعمل في فرنسا وتشجيع الباحثين الفرنسين على التخصص فيه، وكان من الثمرات المبكرة لهذه الخطة إعلان شركة آي. بي .إم الأمريكية العملاقة عن مشاركتها بالخبرة التكنولوجية في عدد من مراكز البحوث الفرنسية وتلتها شركات ألمانية

ويابانية أخرى في هذا المضمار، وعكست ميزانية وزارة الدفاع الفرنسية لعام 2019 المزيد من الاهتمام بتطوير تطبيقات عسكرية تعتمد على الذكاء الاصطناعي فخصصت 2.8 مليار يورو لتكثيف برامج البحث والتطوير لإنتاج أسلحة ذكية تتوافق مع حروب المستقبل والإعداد لإنشاء وكالة وطنية للابتكار العسكري، وفي أكتوبر 2018 افتتح رئيس الوزراء الهندي نارندار مودي مركز الثورة الصناعية الرابعة فى بلاده بهدف أن تصبح الهند مركزًا عالميًا للبحث في مجالاتها، مشيراً إلى أن هذه الثورة تفتح أمام الهند آفاقًا جديدة في مجال الإنتاج والخدمات وتُوجد الفرصة لمزيد من الشراكات بين الدولة والقطاع الخاص.

ففي خلال العقدين الأخيرين كثر الحديث عن الذكاء الاصطناعى وتطبيقاته كعلم قد يصنع مصيراً جديدًا للبشر، ويعود تاريخ تطبيقات الذكاء الاصطناعي عندما بدأ العلماء منتصف القرن الماضي باستكشاف نهج جديد من أجل بناء آلات ذكية، مستندًا على الاكتشافات الحديث في علم الأعصاب، وتطور علم التحكم الآلى، حيث تم اختراع الحاسوب الرقمي، كما تم اختراع آلات يُمكنها محاكاة عملية التفكير الحسابي الإنساني.

الخلفية التاريخية للذكاء الاصطناعي:

ظهر التفكير في الآلات الاصطناعية في الأساطير اليونانية، إلا أن الظهور الفعلي لها كان مع تأسيس الأبحاث عام 1956م ، حيث بدأ ظهور الذكاء الاصطناعي(AI) بشكل رسمي في كلية دارتموث Dartmouth College، وذلك من قبل كل من(جون مكارثي، ومارفان مين سكي، وألن نيو يل، وآرثر صموئيل، وهربرت سيمون)، إذ تمكنوا من حل مشاكل في الجبر، وإثبات النظريات المنطقية والناطقة باللغة الإنجليزية، ويمكن سرد التسلسل التاريخي للذكاء الاصطناعي على المستوى العالمي على النحو التالي:

- في عام 1822 وضع تشارلز باي بيج تصميمًا لأول آلة حاسبة في العالم.

- في عام 1854 ابتكر جورج بول نظرية المنطق الجبري المعتمدة على قيمتي" الصفر والواحد الصحيح. "
- في عام 1921 تم استخدام مصطلح روبوت لأول مرة في المسرحية التشيكية " روبوتات رسوم عالمية."
- في عام 1940 بدأت المحاولات لابتكار شبكات إلكترونية بسيطة تحاكي الخلايا العصبية بصورة بدائية.
- في عام 1948 أتى العالم " آلان تيورنج " بأول فكرة عن الآلات ذات القدرة على التفكير كالإنسان.
- في العام 1958 اخترع العالم " جون مكارثي " لغة البرمجة فى مجال الذكاء الاصطناعي.
- في عام 1980 شهدت أبحاث الذكاء الاصطناعي صحوة عبر النجاح التجاري لمجال النظم الخبيرة" المحاكية للخبراء البشريين.
- في عام1985 وصلت أرباح أبحاث الذكاء الاصطناعي إلى أكثر من مليار دولار وبدأت الحكومات في تمويل تلك الأبحاث.
- في عام 1987 حصل انهيار لسوق آلة الـ lisp machine إحدى لغات البرمجة وشهدت أبحاث الذكاء الاصطناعي انتكاسة.
- في عام 1987 حقق الذكاء الاصطناعي نجاحات أكبر في المجال اللوجستي واستخراج البيانات والتشخيص الطبي.

ومع ظهور المشكلات المادية التي بات يعاني منها قطاع الصناعة، كان لابد من استغلال التقنية الحديثة في علاج هذه المشكلات، فظهر توظيف الذكاء الاصطناعي وأنتج الإنسان الآلي بصورته المبسطة، ولكن هذا التقدم لم يكن كافيًا لإرضاء تطلعات المستثمرين، الأمر الذي دفعهم إلى خفض حجم التمويل المخصص لهذا المجال، ثم استطاع الباحثون في منتصف الثمانينات من القرن العشرين تطوير أجهزة حاسوب قادرة على اتخاذ

بعض القرارات اعتمادًا على حلول لمشكلات مبرمجة مسبقًا، ولكن فشل المطوّرون في استغلال هذا الاختراع في التطبيقات العملية، ومع التقدم التقني المستمر ظهرت حواسيب قادرة على التعلم ومعالجة المشكلات بصورة ذاتية، وفي عام 1997م هزم الحاسوب الإنسان لأول مرة في لعبة الشطرنج، وتوالت الاختراعات والتحسينات التي دفعت بالذكاء الاصطناعيّ ليصبح اليوم حاجة ملحة ووسيلة فعالة لا غنى عنها.

مفهوم الذكاء الاصطناعي: Artificial Intelligence

لمعرفة ماهية الذكاء الاصطناعي يتعين أولًا تحديد المقصود بالذكاء الإنساني، فهو الذي يرتبط بالقدرات العقلية مثل القدرة على التكيف مع ظروف الحياة والاستفادة من التجارب والخبرات السابقة والتفكير والتحليل والتخطيط، وحل المشكلات والاستنتاج السليم والإحساس بالآخرين، بالإضافة إلى سرعة التعلم واستخدام ما تم تعلمه بالشكل السليم والمفيد، أما الذكاء الاصطناعي فهو محاكاة لذكاء الانسان وفهم طبيعته عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء.

فالذكاء الاصطناعي هو أحد علوم الحاسب الفرعية التي تهتم بإنشاء برمجيات ومكونات مادية قادرة على محاكاة السلوك البشري، فكما هو معروف أن للحاسبات قدرة على محاكاة بعض قدرات العقل البشري مثل إجراء العمليات الحسابية، معالجة الأرقام والحروف، اتخاذ بعض القرارات البسيطة بالإضافة إلي القدرة الفائقة على تخزين واسترجاع المعلومات، فعلم الذكاء الاصطناعي يهدف إلى محاكاة بعض عمليات الإدراك والاستنتاج المنطقي التي يجيدها الإنسان بشكل آلي وسرعة عالية، كذلك إنجاز العديد من المهام الصعبة والمعقدة التي كانت تتم يدويًا وذلك باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة، وهذه التقنيات يمكن أن تتكامل مع نظم

المعلومات المبنية على الحاسب لزيادة قدرات الحاسبات وتوسيع نطاق التطبيقات التي تتم باستخدامها.

وهو ذلك العلم الذي يجعل الآلة تتصرف بطريقة تحاكي الذكاء البشري، أو هو عبارة عن برامج حاسوبية طُوِّرَت لكي تفكر كالإنسان، من خلال ما تتميز به من قدرات على القيام بالاستنتاجات المختلفة، وقدرتهاعلى التعلم من أخطائها، وهو ما يجعلها تؤدي مهامها وأعمالها بسرعة ومهارة فائقة.

ويُعد الذكاء الاصطناعي أحد أهم مجالات التعلم التفاعلي القائم على الكمبيوتر؛ حيث يُشير إلي جهود تطوير نظم المعلومات المحوسبة بطريقة تجعلها تفكر بأسلوب مماثل للبشر تمامًا، بحيث تستطيع إنجاز مهام فعلية بتنسيق متكامل، أو استخدام صور وأشكال إدراكية لترشيد السلوك المادي، كما تستطيع في نفس الوقت خزن الخبرات والمعارف الإنسانية المتراكمة واستخدامها في عملية اتخاذ القرارات، حيث تستخدم نظم الذكاء الاصطناعي المعرفة الإنسانية التي تُخزَّن على شكل حقائق، مفاهيم، نظريات، وطرق استكشاف منهجية في وعاء إلكتروني افتراضي يطلق عليه" قاعدة المعرفة" Knowledge Base والتي تحتوي- أيضًا- على القواعد التي سوف يستخدمها النظام لاتخاذ القرارات.

لذا كان الهدف الرئيسي من الذكاء الاصطناعي هو محاكاة الذكاء البشري باستخدام برمجيات متطورة، يُستفاد منها في حل المشكلات غير النمطية أو التدريب على حلها، أواتخاذ قرارًا مناسبًا اعتمادًا على منطق مدروس وبدائل مطروحة تتطلب جهدًا بشريًا متعاظمًا للوصول إليها عن طريق الفرد العادي ذي الذكاء فوق المتوسط.

خصائص الذكاء الاصطناعي:

يمتلك الذكاء الاصطناعي خصائص كثيرة جعلت منه استثمارًا ذا فعالية في كثيرٍ من المجالات كما يلى:

- فتطبيقات الذكاء الاصطناعي على الأجهزة والآلات تُمكّنها من التخطيط وتحليل المشكلات باستخدام المنطق.
- التُعرّف على الأصوات والكلام، والقدرة على تحريك الأشياء.
- تستطيع الأجهزة المتبنّية للذكاء الاصطناعي فهم المدخلات وتحليلها جيّداً لتقديم مخرجات تلبي احتياجات المستخدم بكفاءةٍ عالية.
- يُمكّن من التعلّم المستمر، حيث تكون عملية التعلّم آليةً وذاتية دون خضوعه للمراقبة والإشراف.
- يقدر على معالجة الكم الهائل من المعلومات التي يتعرّض لها.
- يستطيع ملاحظة الأنماط المتشابهة في البيانات وتحليلها بفعاليةٍ أكثر من الأدمغة البشرية.
- يستطيع إيجاد الحلول للمشكلات غير المألوفة باستخدام قدراته المعرفية.

المجالات والتطبيقات الأساسية للذكاء الاصطناعي:

إن الذكاء الاصطناعي يطبق في العديد من المجالات العسكرية والصناعية والاقتصادية والتقنية والطبية والتعليمية والخدمية الأخرى، ومن بين أهم تطبيقاته، السيارات ذاتية القيادة والطائرات بدون طيار، الإنسان الآلي (الروبوت) وهو جهاز ميكانيكي مبرمج للعمل مستقلًا عن السيطرة البشرية، ومصمم لأداء الأعمال وإنجاز المهارات الحركية واللفظية التي يقوم بها الإنسان، فضلًا عن استخداماته الأخرى المتعددة بالمفاعلات النووية وتمديد الأسلاك وإصلاح التمديدات السلكية التحت أرضية واكتشاف الألغام وصناعة السيارات وغيرها من المجالات الدقيقة، التحكم اللاخطي كالتحكم بالسكك الحديدية، والأجهزة الذكية القادرة على القيام بالعمليات الذهنية كفحص التصاميم الصناعية، ومراقبة العمليات واتخاذ القرارات، والمحاكاة المعرفية باستخدام أجهزة الكمبيوتر لاختبار النظريات حول كيفية عمل العقل البشري، والوظائف التي يقوم بها كالتعرف على الوجوه المألوفة والأصوات

أو التعرف على خط اليد، ومعالجة الصور واستخلاص البيانات والمعلومات المفيدة منها وتفعيل الذاكرة، والتطبيقات الحاسوبية في التشخيص الطبي بالعيادات والمستشفيات وإجراء العمليات الجراحية، وكذلك تستخدم برامج الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الاقتصادية كالبورصة وتطوير أنظمة تداول الأسهم، وبرامج الألعاب كألعاب الشطرنج وألعاب الفيديو، وأيضًاعناقيد جوجل البحثية على جهاز الحاسوب عبر الإنترنت، والتطبيقات الخاصة بتعلم اللغات الطبيعية المختلفة وقواعد فهم اللغات المكتوبة والمنطوقة آليًا والرد على الأسئلة بإجابات مبرمجة مسبقًا، وأنظمة الترجمة الآلية للغات بشكل فوري، والأنظمة الخبيرة التي تستطيع أداء مهام بطريقة تشبه طريقة الخبراء وتساعدهم على اتخاذ قراراتهم بدقة اعتمادًا على جملة من العمليات المنطقية للتوصل إلى قرار صحيح أو جملة من الخيارات المنطقية، وخدمات المنازل الذكية، والأسلحة ذاتية العمل، والهواتف الذكية، وأجهزة التلفاز الذكية، ومئات التطبيقات الأخرى التي تُتطبق في الحاضر ومتوقع استخدامها وانتشارها في المستقبل.

ويمكن إيجاز بعض من المجالات والتطبيقات التي استُخدِم فيها الذكاء الاصطناعي باختصار، كمايلي:

1- معالجة اللغات الطبيعية: Natural Language Processing

ويقصد بها تطوير برامج ونظم لها القدرة على فهم أو توليد اللغة البشرية، بحيث يتم إدخال البيانات بصورة طبيعية، بينما يقوم الكمبيوتر بفهمها والاستخلاص منها، ولقد أدى البحث في معالجة اللغات الطبيعية إلي تطوير طرق لتمثيل المعرفة، ولغات برمجة ملائمة لهذا الغرض، حيث إن وسيلة اتصال الإنسان بالحاسب تتمثل في مجموعة من التعليمات والأوامر المحددة أو لغات البرمجة، ومثل هذه الوسائل لا تحقق المرونة الكافية في الاتصال بالحاسب، والهدف الأساسي من معالجة اللغات الطبيعية هو جعل الاتصال

بين الحاسب والإنسان يتم بصورة طبيعية أي باستخدام لغة الإنسان مثل العربية أو الإنجليزية، وينقسم هذا المجال إلي جزءين رئيسين كما يلي:

- **فهم اللغات الطبيعية: Natural Language Understanding**

ويبحث هذا المجال في إيجاد طرق تسمح للحاسب بفهم التعليمات المعطاة إليه بصورة طبيعية، أي إنه يستطيع فهم لغة الإنسان بسهولة.

- **إنتاج اللغات الطبيعية: Natural Language Generation**

ويبحث هذا المجال في إيجاد الطرق التي تجعل الحاسب قادرًا على إنتاج لغة طبيعية، أي يمكنه إنتاج جمل بالعربية أو الإنجليزية أو أية لغة طبيعية أخري.

2- التعرف على الكلام: Speech Recognition

فالهدف من معالجة اللغات الطبيعية هو جعل الحاسب قادرًا على التفاعل والاتصال بالإنسان عن طريق التعرف على لغته الحية من خلال الجمل المعطاة إليه عن طريق لوحة المفاتيح؛ أما مجال التعرف على الكلام فهو يجعل الحاسب أكثر تفاعلاً مع المستخدم، حيث إنه يبحث في الطرق التي تجعل الحاسب قادرًا على التعرف على حديث الإنسان أي إن الإنسان يصبح قادرًا على توجيه الأوامر إلي الحاسب شفهيًا ويقوم الحاسب بفهم هذه الأوامر وتنفيذها.

3- الإنسان الآلي: Robot

إن تكنولوجيا الإنسان الآلي من أكثر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تقدمًا من حيث التطبيقات التي تقدم حلولاً كاملةً للمشكلات، فهي عبارة عن آله كهروميكانيكية تتلقي الأوامر من كمبيوتر تابع لها، فيقوم بأعمال معينة، والذكاء الاصطناعي في هذا المجال يشتمل على إعطاء الروبوت القدرة على الحركة وفهم المحيط من حوله، والاستجابة لعدد من العوامل الخارجية بدرجة معينة من المرونة والحساسية.

4- البرمجة الآلية: Automatic Programming

ويقصد بها القدرة على إيجاد مفسرات أو مترجمات فائقة، تمكن الكمبيوتر من استلام برنامج المصدر مكتوب بلغة طبيعية، ثم القيام بتوليد برنامج يُمكن للكمبيوتر أن يتولي تنفيذه والتعامل معه.

فالبرمجة هي الوسيلة التي من خلالها يمكننا إبلاغ الحاسب بتنفيذ العمليات التي نريد منه القيام بها، أما الهدف من البرمجة الآلية فهو إنتاج البرامج الذكية، والتي تستخدم كأداة جيدة في مساعدة المبرمجين في تسهيل إنتاج برامجهم، ويوجد هدف أسمي للبرمجة الآلية وهو إنتاج البرنامج الذكي الذي يستطيع أن ينتج برنامجًا بنفسه، أي إعطاؤه تفاصيل المشكلة؛ ليقوم هو بتصميم وإنتاج البرنامج.

5- الرؤية بالحاسوب: Computer Vision

ويقصد بها تزويد الكمبيوتر بأجهزة استشعار ضوئية، بحيث تُمكِّنه من التعرف على الأشخاص أو الأشكال الموجودة، وذلك عن طريق تطوير عدة أساليب فنية لتحليل الصورة وتمييز الوجوه، فالهدف من مجال الرؤية بالحاسب هو جعل الحاسب قادر على رؤية الوسط المحيط به والتعرف عليه.

6- النظم الخبيرة: Expert Systems

وهي عبارة عن نظم كمبيوتر معقدة تقوم على تجميع معلومات متخصصة (أي في مجال محدد) من الخبراء البشريين، ووضعها في صورة تُمكِّن الكمبيوتر من تطبيق تلك المعلومات (الخبرات)على مشكلات مماثلة، وتعتمد على تكوين قاعدة معرفة مرتبطة بهذا المجال المحدد.

7- إثبات النظريات آليًا: Automatic Theorem Proving

ويقصد بها وجود مجموعة من البديهيات وقواعد الاستنتاج، والتي تعمل بطريقة ملائمة للوصول إلي نتيجة، وقد كان البحث في برهنة النظريات هو المسؤول عن كثير من العمل المثمر لتشكيل خوارزميات، وتطوير تمثيل

منهجي للغات، كما أثر البحث في طرق إثبات النظريات آليًا في مجالات أخرى لأنه يتطلب دراسة الوسيلة التي تتم بها الاستجابات.

8- ألعاب الكمبيوتر: Games

ويقصد بها تطوير برامج قادرة على دراسة الأساليب الفنية للألعاب، للبحث عن أفضل حركة من بين مجموعة مختلفة من الحركات الممكنة، وتأديتها في الوقت المناسب، وقد أنتجت الدراسات على مدى عدة سنوات برامج ألعاب الشطرنج، والتى تتميز بالقدرة على المبارزة بمستوى فائق، ولعل السبب وراء نجاح تلك النوعية من البرامج يكمن في كيفية تبني معلومات اللعبة واستخدامها بالبرنامج.

لغات الذكاء الاصطناعي: AI Languages

لغات الذكاء الاصطناعي، وتسمى أحيانًا لغات البرمجة الرمزية (Symbolic Programming Languages) ، وهي اللغات الفعالة في بناء نظم الذكاء الاصطناعي، ومن أهم هذه اللغات:

- **لغة البايثون: Python**

هي إحدى اللغات البرمجية القوية جدًا حيث يتم استخدامها على نطاق واسع في الكثير من المجالات، حيث يتم استخدامها في تطوير الذكاء الاصطناعي، وذلك لأنها تعتبر لغة مثالية تمتلك عددًا لا نهائي من الحقائب Packages ، فبايثون هي واحدة من أكثر لغات البرمجة المستخدمة على نطاق واسع في مجال الذكاء الاصطناعي بفضل بساطتها، ويمكن أن تستخدم بسلاسة مع هياكل البيانات، وغيرها من خوارزميات الذكاء الاصطناعي المستخدمة بشكل متكرر، لدى بايثون مئات المكتبات التي تجعل أي نوع من المشاريع ممكنًا، سواء كان تطبيقًا للجوال أو تطبيق ويب أو علم بيانات أو ذكاءً اصطناعيًا، على سبيل المثال "Numpy" للحساب

العلمي، "Pybrain" للتعلم الآلي، "Scipy" للحوسبة المتقدمة، و "AIMA"للذكاء الاصطناعي.

- **لغة: PROLOG**

هذه اللغة من أكثر لغات البرمجة المستخدمة في مجال برمجة الذكاء الاصطناعي، فلديها القدرة على برمجة المنطق ولعل هذا هو السبب الذي يجعلها أكثر لغات البرمجة استخدامًا في مجال برمجة الذكاء الاصطناعي، واخيرًا كلمة PROLOG هي اختصار لكلمة Programming in Logic، فهذه اللغة تبقى جنبًا إلى جنب مع lisp، عندما نتحدث عن التطوير في مجال الذكاء الاصطناعي، وتشمل المميزات التي يوفرها Tree-based Data Structuring و Efficient Pattern Matching وautomatic Backtracking كل هذه الميزات توفر إطار برمجة قويًا ومرنًا بشكل مدهش.

- **لغة: AIML**

هذه اللغة أهم ما يميزها هو كونها تقوم برسم الهيكل والتخطيط للذكاء الاصطناعي، وكلمة AIML اختصار لعبارة. (Artificial Intellegence Markup Language)

- **لغة: LISP**

تُعد LISP واحدة من أقدم لغات البرمجة (تم تطويرها في عام 1958) ولغة بارزة أنشأها الدكتور جون ماكارثي، الذي صاغ مصطلح "الذكاء الاصطناعي". على الرغم من أنها لا تستخدم كثيرًا هذه الأيام ، إلا أنها لغة مرنة وقابلة للاستخدام.

- **لغة: JAVA**

جافا أيضًا خيار عظيم، فهي لغة برمجة موجهة للكائنات تركز على توفير جميع الميزات عالية المستوى المطلوبة للعمل على مشاريع الذكاء

الاصطناعي، ومجتمع جافًا هو أيضًا نقطة إضافية لأنه سيكون هناك شخص لمساعدتك في الاستفسارات والمشكلات الخاصة بك، وأفضل ما في لغة Java هو تقنية Java Virtual Machineالتي تمكنك من إنشاء إصدار تطبيق واحد، والذي سيعمل على جميع الأنظمة الأساسية المدعومة من Java.

- **لغة:** C^{++}

هي أسرع لغة برمجة في العالم، فلها القدرة على التحدث على مستوى الأجهزة، تُمكن المطورين من تحسين وقت تنفيذ البرنامج الخاص بهم، وهى مفيدة للغاية لمشاريع الذكاء الاصطناعي، فعلى سبيل المثال ، يمكن استخدام C ++ على نطاق واسع في AI ، حيث يمكن استخدام C ++ لتقنيات AI الإحصائية مثل تلك الموجودة في الشبكات العصبية، يمكن أيضًا كتابة الخوارزميات بشكل موسع من خلالها.

أهمية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي:

أصبح الاهتمام بالذكاء الاصطناعي مثار اهتمام العالم المتقدم، وبدأ تأثير البحوث الخاصة بالذكاءالاصطناعي يظهر في العديد من المجالات بنهاية السبعينيات، وقد شمل ذلك تقنيات البرمجة والرياضيات والهندسة الوراثية، وعلم طبقات الأرض والكشف عن البترول، والطب والتجارة وعلم النفس، وغير ذلك من المجالات، حيث ظهر اهتمام كبير بالذكاء الاصطناعي التطبيقي؛ حيث ساهم الذكاء الاصطناعي في تطوير عديد من المجالات مثل النظم الخبيرة، ومعالجة اللغات الحية، والتعرف على الكلام المنطوق والرؤية بالحاسب والبرمجة الآلية والإنسان الآلي بالإضافة إلي مجالات أخرى عديدة.

ويعتبر تعلم الآلة والتعلم العميق أيضًا أحد أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي أصبحت موجودة ومطبقة في مجالات مختلفة كالإعلام والطب والإلكترونيات ونظم الحاسب وغيرها من المجالات، والتي يُمكن

استخدامها وتوظيفها أيضًا في البرامج والمواقع التعليمية، وتحسين العملية التعليمية وتطويرها، وأيضًا يمكن أن يستخدم في تعليم وتطوير الذات من خلال برامج الذكاء الاصطناعي كآلات التعليم والمنطق والتصحيح الذاتي والبرمجة الذاتية، وبالتالي سيتغير نظام التعليم كمفهوم وكنتيجة لتطبيق مبادئ الثورة الصناعية الرابعة، حيث سيتركز على التعليم الحسي ليلبي متطلبات قطاع الصناعة والذكاء الاصطناعي.

فالذكاء الاصطناعي يعطي للحاسب قدرات أعلي لحل مجال أوسع من المشكلات، أكثر من تلك التي تعتمد فقط على العمليات التقليدية البسيطة كالعمليات الحسابية، واسترجاع البيانات أو إمكانيات التحكم البسيطة.

إذ إنه من خلال قواعد المعرفة KB وتقنيات البحث المرتبطة بها، والتمثيل الرمزي للمعرفة يمكن للبرامج المبنية على الذكاء الاصطناعي أداء الكثير من العمليات المعقدة، مثل إجراء الاستدلالات المختلفة المبنية على حقائق معطاة، والتعرف على الصور والأشكال والنماذج، إلي جانب التعرف على الصوت والكلام، وغير ذلك من الإمكانيات المتعددة التي تسمح للبرامج المبنية على الذكاءالاصطناعي أن تتعامل مع مهام ومشكلات ذات مستوي أعلى من تلك التي تتعامل معها البرامج التقليدية.

معايير الحكم على نظم الذكاء الاصطناعي:

هناك مقاييس ومعايير وضوابط يجب أخذها في الاعتبار لقبول نظام الذكاء الاصطناعي، ومن ثم ضمان تنفيذه بنجاح، وبالتالي ضمان دقته، وهذه المعايير هي:

1- نسبة الوقت الفعلي لتنفيذ النظام إلي الوقت المقدر لذلك.
2- نسبة التكلفة الفعلية لإنشاء النظام إلي التكلفة الكلية.
3- رد فعل الإدارة التي ستستخدم النظام الذكي والقدرة على تلبيته لمتطلباتها.
4- تأثير النظام الجديد على شبكة الحاسبات الجديدة.

5- قدرة النظام على إسداء النصائح المعقولة.

6- نسبة الأرباح إلي التكلفة.

7- درجة التوافق بين النظام والخبراء عند تناولهما لنفس المشكلة.

8- النسبة الكلية للحالات أو المشكلات التي تناولها النظام إلي عدد الحالات التي أخفق النظام في إسداء النصيحة لها.

9- سرعة وصول النظام لمرحلة النضوج بمعني معدل عملية التعليم منذ بدء التشغيل.

الذكاء الاصطناعي والتعليم:

لعل الجمع بين كلٍ من مصطلح الذكاء الاصطناعي، ومصطلح التعليم إنما هو إشارة واضحة للطبيعة المميزة للنشاطات البحثية التي تُركِّز على إيجاد وتطوير نظم تعليمية تعتمد على التقنيات المتقدمة، وذلك من خلال الجمع بين التقنيات الحديثة في مجال المعلوماتية والاتصالات، والاتجاهات التربوية الحديثة، فبمجرد استحداث، ودخول مجال تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والمرتبط بعلم الحاسبات الآليه – وما نتج عنه من تطورات وإمكانيات، وأبعاد جديدة لم تكن تتوافر في الحاسبات من قبل – أصبح الذكاء الاصطناعي بنظمه ولغاته المختلفة يحظى باهتمام واسع في العملية التعليمية في الدول المتقدمة.

ويمكن تعريف التعليم والتعلم باستخدام الذكاء الاصطناعي على أنه: استخدام وتوظيف تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي من فروض وبديهيات لإنتاج برامج تعليمية وتدريبية قادرة على التعامل والتحاور مع المتعلم، وتحاكي بدرجة كبيرة قدرات المعلم ذاته وسلوكه وتصرفاته في المواقف التدريسية المختلفة، وإن توظيف واستخدام الذكاء الاصطناعي في البرامج التعليمية قد ساعد على زيادة مهارة المتعلم والوصول إلي هدف البرنامج التعليمي بسرعة كبيرة بحيث يمكن إعادة الأجزاء المهمة طبقًا لحاجة المتعلم، كذلك ترفع المستوي القيادي للمتعلم عن طريق تعليم نفسه بالخطو الذاتي باتباع الخطوات التحاورية

والتعليمية الشارحة للمادة العلمية والتدريب على الاختبارات ومعرفة الإجابات الصحيحة مما يؤدي إلي تقييم نفسه ومعرفة مستواه.

وعند الحديث عن دور الذكاء الاصطناعي في التعليم فإنه ينبغي أن نُركِّز على الطرق التي تمكننا من استخدامه في عمل برامج تعليمية جاهزة ذكية، كذلك يمكن من خلال الخبرات البشرية استخدامه في عمل طرق منهجية متميزة في التعلم والتفكير المنطقي الاستدلالي أو الاستدلال القائم على الخبرات البشرية، كما أنه يمكن استخدامه في ستة مجالات تعليمية مختلفة وهي:

1- **تمثيل المعرفة Knowledge Representation:** والتي تتضمن مفاهيم جديدة لعرض وتقديم المعرفة، الأنطولوجيا **Ontology**، تخزين المعرفة والوصول إليها، التخطيطات والرسوم البيانية لعرض المعرفة وغيرها.

2- **الاستدلال القائم على الحالة Case Based Reasoning :** ويتم من خلاله تطوير النظم التعليمية التفاعلية الذكية لخدمة عمليتي التعليم والتدريس.

3- **معالجة اللغات الطبيعية (NLP):** والتي تُستخدَم في تحليل صفحات الويب التعليمية.

4- **أدوات تأليف نظم التعليم الذكية Intelligent Tutoring Systems Authoring Shells:** والتي تُيسر على المعلم الدخول إلي المجال، وسائر المعارف الأخرى دون الحاجة لمهارات البرمجة.

5- **التعلم من خلال الذكاء الاصطناعي الموزع Distributed Artificial Intelligence :** والذي يهتم بالتفاعل مع دراسة وتصميم النظم ذات الوحدات المتفاعلة مع بعضها بأسلوب ذاتي منظم منهجيًا، يمكن وصفه بالذكاء.

6- **نظم التعليم الذكية Intelligent Tutoring Systems:** والتي تهتم بتوظيف ومواءمة عملية التدريس أو التعليم وفق احتياجات المتعلم، وبواسطة وسائل متعددة لعرض وتمثيل المعرفة المرتبطة بمجال الدراسة.

حيث تعتبر نظم التعليم الذكية ITSs من أهم نظم التعليم الإلكتروني، فهي عبارة عن أنظمة تربوية مُدارة بالحاسب الآلي مبنية على الذكاء الاصطناعي، تستخدم المنطق والقواعد الرمزية Symbolic Logic and Rules في التعليم والتدريس للطلاب، وتحاكي في ذلك المعلم البشري بدرجة كبيرة، ولا تعتمد هذه الأنظمة على تدريس الحقائق والمعارف الإجرائية فقط، لكنها بالإضافة إلى هذا تُعلِّم الطالب مهارات التفكير وحل المشكلات، مما يجعلها مناسبة بدرجة كبيرة لأغراض التعليم المختلفة، فهي تعني باستخدام وتوظيف تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتطوير برامج تعليمية وتدريبية قادرة على محاكاة المعلم البشري في سلوكه وتصرفاته وقرارته في المواقف التعليمية المختلفة وتفاعله مع الطالب.

فنظم التعليم الذكية هي محاولة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي ليتكيف مع المتعلمين بصورة فردية في كل من المادة المراد تعلمها وطريقة وأسلوب التعلم الذي يتلاءم مع كل متعلم وطالب.

فنجد أن نظم التعليم الذكية تأخذ صيغًا عديدةً، ولكنها - في جوهرها- تحتوي على عناصر منوعة في النظام التعليمي عن طريق استخدام مبادئ الذكاء الاصطناعي وأساليبه استخدامًا يتيح مرونة للطالب والبرنامج، ويمكن القول: إن بيئة التعلم في هذه النظم تشبه بدرجةٍ كبيرةٍ ما يمكن أن يحدث عندما يجلس الطالب والمعلم فردًا لفرد يحاولان التعلم معًا.

الذكاء الاصطناعي ومهارات القرن الحادي والعشرين:

نحن الآن في عصر الذكاء الاصطناعي، والذي تُعد فيه المعلومات بمثابة السلعة الأغلى والأقيم وستحل محل البترول في القرن الحادي العشرين، ففي العقد الأخير من القرن العشرين كان الحديث عن الفجوة الرقمية بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية؛ بل وداخل البلد الواحد أيضًا؛

وتدور هذه الفجوة الرقمية حول من يملك استخدام الكمبيوتر والإنترنت والهاتف النقال وبين من لا تتوفر لديه هذه الإمكانية بسهولة.

وفي العقد الأول من القرن الحادي والعشرين أصبح التطور يدور حول الفجوة المعرفية ما بين الدول، فأصبحت المقارنة بين من تتوفر لديه إمكانية تحصيل وامتلاك المعرفة بسهولة وبين من يواجه صعوبات في ذلك، وفي العقد الثاني من القرن الحادى والعشرين شهد العالم نقلة نوعية جديدة فبدأ الحديث عن الذكاء الاصطناعي، وبات هناك فجوة في هذا المجال بين الدول، بين من يستطيع تطوير وتوظيف الذكاء الاصطناعي لخدمة أهدافه وبين من لا تتوفر أمامه الفرصة لذلك، وتشهد بلدان العالم المتقدمة الآن نموًا متسارعًا في مجال الذكاء الاصطناعي نتيجة للتطور التراكمي والكبير في مجالي البيانات الضخمة (Big Data)، ومجال التعلم العميق (Deep Learning)، وبالتالي حدث تطور هائل في الأبحاث والبرمجيات المرتبطة بتطوير قدرات الآلات على التعلم الذاتي، مما أدى إلي إحداث تحول كبير في تاريخ البلدان المتقدمة يتمثل في الانتقال من الاقتصاد القائم على المعرفة إلى الاقتصاد القائم على الذكاء الاصطناعي.

ويُعد التعليم أساس تعزيز النمو الاقتصادي الشامل وتوفير مستقبل تتاح فيه الفرص أمام الجميع، وفي ظل الثورة الصناعية الرابعة ظهرت تحديات جديدة على أسواق العمل صار معها حتمية تطوير العملية التعليمية وأصبح أمر إصلاح التعليم والتعلم المستمر، ومبادرات إعادة تشكيل المهارات أمورًا أساسية للأفراد لضمان حصولهم على فرص تنافسية في عالم العمل الجديد.

وقد أشار تقرير حديث صادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي إلى أن ما يقرب من 65 في المائة من الوظائف في المستقبل لا توجد حتى الآن، ومع تزايد تأثير التطورات التكنولوجية على الأعمال، وخاصَّة التطور في مجال

الذكاء الاصطناعي، يبرز سؤال مهم عن ماهية المهارات التي تحتاجها الأجيال القادمة؟

إن للثورة الصناعية الرابعة والذكاء الاصطناعي تأثيرًا واضحًا على سوق العمل في المستقبل، فهناك بعض الأعمال حتمًا ستختفي، وبعض الأعمال الجديدة ستظهر؛ الأعمال التي ستختفي هي الأعمال التي تحتاج قدرات ومهارات عقلية أقل، وبالتالي انخفاض كبير في الوظائف التي ستصبح زائدة عن الحاجة لكونها تُؤدى بطريقة آليـة، وهـذا يتطلـب منـا اسـتشراف المسـتقبل القريـب والاستعداد له، من خلال العلم والخبرة والقراءة والنقاشات المستمرة لشكل العمـل الـذي نعمـل به، وإذا كان سيتطور أو سيختفي أو إذا كان هناك عمل آخر سيظهر في المجال الذي نعمـل بـه، وقياسًا على هذا الاستشراف سنحدد المهارات المطلوبـة، ونسـتعد لهـا مـن الآن، فمـثلاً إذا كنـت تعمل في بنك ووظيفتك إدخال بيانات معينة للكمبيـوتر فـإن هـذا العمـل في الغالـب سـيختفي ولكن سيظهر مكانه من يحتـاج إلى تحديـد البيانـات التـي يحتاجهـا الكمبيـوتر، وينقيهـا وهـذا يسمى علم المعلومات أو (Data Science)، وهناك من سيحتاج التعامل مـع بـرامج الـذكاء الاصـطناعي المتقدمة التي سيستخدمها البنـك، وهنـاك مـن سـيعمل عـلى صـيانة جهـاز الكمبيـوتر المتقـدم وهناك، من سيتعامل مع التحليلات المتقدمة التي سيخرجها الكمبيوتر... إلخ.

وعما قريب سوف يشهد العالم ظهورًا حقيقيًا لأنماط وظيفية غير اعتيادية في مجالات عديدة في الحياة من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي التى سـتجعل مسـتقبل الـبشر غامضًـا، وتجعـل التنبؤ به صعبًا للغاية.

وفيما يتعلق بالدرجة الجامعية، في القريب العاجل ستبدأ الشركـات الكـبرى (ثـم تتبعهـا الشركـات الصغرى) في تغيير صيغة إعلانات الوظائف فبدلاً مـن أن تكـون المواصـفات عـلى هيئـة "حاصـل عـلى شهادة كذا، بتقدير كذا، وعدد كذا من سنين الخـبرة" ستصـبح المواصـفات المطلوبـة عبـارة عـن قائمـة

بالمهارات، إذا كنت تمتلك هذه المهارات ستختبرك الشركة وإذا وجدتك في مستوى مناسب ستعينك حتى لو لم تمتلك شهادة جامعية، وفي نفس الوقت ستجد الجامعات نفسها أمام المزيد من الضغوط والتحديات لتطور من العملية التعليمية والتدريسية ليكون للشهادة الجامعية قيمة فعلية، وتحديدًا عند العرب والدول النامية فالمادة التعليمية في المدارس والجامعات لا يتم تحديثها بما يناسب تغيرات العصر وتطوراته، كما لا تتوافق مع تطور تطبيقات الذكاء الاصطناعي لاستيعاب التغييرات التي تحدث في كل وقت والاحتياط لها.

فوفقًا لما ورد في تقرير مستقبل الوظائف لعام 2018، فمن المتوقع أن يتم إلغاء حوالي 75مليون وظيفة بحلول عام 2022 في 20 اقتصادًا رئيسًا في حين يمكن للتطورات التكنولوجية وطرق العمل الجديدة أن تُوجد 133 مليون وظيفة جديدة مدفوعة في ذلك بالنمو الكبير في المنتجات والخدمات الجديدة التي ستتيح للناس استخدام الآلات والخوارزميات لتلبية متطلبات سوق العمل الجديد.

ويوضح الشكل التالي نسبة ساعات عمل البشر والآلات عام 2018 مقابل عام 2022 وفقًا لتقرير مستقبل الوظائف بالمنتدى الاقتصادي العالمي 2018.

شكل (1) تقرير مستقبل الوظائف بالمنتدى الاقتصادي العالمي عام 2018

وهذا معناه أن المهارات والتعليم سيكتسبا أهمية كبيرة جدًا تتزايد مع مرور الوقت لأن الأعمال التي ستبقى مطلوبة في سوق العمل ستحتاج علمًا وتدريبًا وليس لمجهود عضلي، لكن يجب أن نلاحظ نقطتين غاية في الأهمية وهما: عدد الأعمال التي ستختفي وعدد الأعمال الجديدة التي ستظهر لن يكونا متساويين والظهور والاختفاء لن يحدثا في نفس الوقت، وهذا يعتمد على عوامل كثيرة منها تقدم الدولة ففي الدول المتقدمة التغير سريع جدًا وهذا يجعل أعمالاً كثيرة تختفي بسرعة، ومن العوامل المؤثرة أيضاً نشاط رواد الأعمال في الدولة لأنه كلما زاد النشاط زادت وتيرة الأفكار الجديدة وزاد عدد الأعمال المطلوبة.

الذي سنلاحظه أيضًا نتيجة التقدم التكنولوجي المتسارع أن قائمة المهارات اللازمة لتجد عملاً في هذا المناخ التنافسي تتغير أيضًا بشكل متسارع، لا تظن أنك ستتعلم بعض الأشياء أثناء دراستك الجامعية ثم تظل تستخدمها لعشرات الأعوام بعد ذلك في عملك، مثلاً لغات البرمجة التي كانت تستخدم من عشر سنوات مختلفة عن لغات البرمجة الحالية حتى نفس لغة

البرمجة تتغير مع مرور الوقت، إذا فنحن في عصر التعلم الذاتي المستمر ونقول "ذاتي" لأنك لن تعود إلى الجامعة كلما احتجت أن تتعلم شيئًا جديدًا بل يجب أن تُعلم نفسك إما عن طريق القراءة أو عن طريق محاضرات على شبكة الإنترنت.

وهناك إدراك متزايد بضرورة ما يسمى بمهارات القرن الحادي والعشرين للإشارة إلى بعض الكفاءات الأساسية التي يعتقد الخبراء أهميتها لمساعدة الطلاب على الازدهار في عالم اليوم، وإعدادهم لبيئات العمل الحالية والمستقبلية.

فوفقًا للمنتدى الاقتصادي العالمي فإن المهارات العشرة المطلوبة عام 2020 وما بعده هي: مهارات حل المشكلات المعقدة، التفكير الناقد، الإبداع، إدارة الأفراد، التنسيق مع الآخرين، الذكاء العاطفي، الحكم واتخاذ القرارات، التوجه الخدمي، التفاوض، المرونة المعرفية.

ويمكن تقسيم هذه المهارات إلي ثلاث فئات، كما يلي:

1. **المهارات التأسيسة:** وتتمثل في"مهارات القراءة والكتابة" وهذه المهارات لا تساعد الطلاب على كسب المعرفة من خلال القراءة وتصفح وسائل الإعلام والتكنولوجيا فحسب، ولكنها تحفزهم أيضًا على صُنع تلك المعرفة عن طريق الكتابة والعمل على تطوير استخدام وسائل الإعلام والتكنولوجيا مثل (مهارات الثقافة التكنولوجية – الثقافة المعلوماتية – الثقافة الإعلامية، وغيرها).
2. **الكفاءات:** وتتمثل في"مهارات التعلّم"حيث تساعد هذه المهارات الطلاب على التعلم، لذلك فهي من مقومات النجاح في الدراسة وما بعدها من مجالات التعلّم المختلفة، مثل (مهارات التعاون، التفكير الإبداعي، التفكير النقدي، التواصل، وغيرها).
3. **الصفات الشخصية:** وتمثل في"المهارات الحياتية"حيث تعمل المهارات الحياتية على إعداد الطلاب وتجهيزهم، ليزدهروا في دراساتهم وكذلك كافة

مجالات الحياة، مثل (مهارات القيادة، المبادرة، المرونة، الإنتاجية، مهارات اجتماعية، وغيرها).

وفي ظل التقدم التكنولوجي والثورة الصناعية الرابعة وما أحدثه علم الذكاء الاصطناعي من تطورات، تظهر أهمية هذه المهارات التي يجب أن تكون هدفًا أساسيًا من أهداف العملية التعليمية وإعداد جيل المستقبل لسوق العمل الجديد، وبالتالي فنحن بحاجة إلى فهم أفضل لأساليب التعليم والتعلم الأكثر فعالية وسياقات التعلم التي تسمح بتطوير هذه المهارات، ويجب أن يستند ذلك على مؤشرات موثوقة وصحيحة تسمح لنا بتتبع تقدم الطلاب في جميع المهارات والقدرات اللازمة للنمو في القرن الحالي على مستوى الفرد والجماعة.

لقد حان الوقت للتغيير في عالمنا بانتهاج أفضل الطرق الاقتصادية لتطوير مجالي التعليم والاقتصاد، لتنشأ أجيال قادرة على استيعاب الواقع ومواجهة تحدياته، حتى يكون لنا نصيب في الاقتصاد المعرفي العالمي، سواء في جانب تصنيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتطويرها بما يتكيف مع ثقافاتنا، أو في جانب الابتكار والإبداع الذي يجعل الاحتياج العالمي لمنتجاتنا وارد ومُنافس أيضًا كأقل احتراز مما قد نواجهه مستقبلاً من تغييرات في العالم.

وأخيرًا فهل أنت مستعد من الآن للمهارات المطلوبة؟ أم ستظل تعمل في عملك الذي تدربت عليه حتى يُطلب منك تعلم مهارة جديدة في وقت قصير أو ترك العمل؟

وعلينا أن نتذكر قول ألبرت أينشتين: "الدلالة الصحيحة على الذكاء تتمثل في القدرة على التخيل وليس في كمية المعرفة".

مقترحات لآليات تفعيل الذكاء الاصطناعي:

نظرًا للفرص الاقتصادية الكبيرة التي يوفرها الذكاء الاصطناعي للكثير من القطاعات الاقتصادية بالدول، وقدرته على تحقيق أرباح طائلة مع تطبيق استخداماته والاعتماد على ما يقدمه من معلومات واستشارات دقيقة، فضلًا عن تأثيراته الإيجابية في تقليل الاعتماد على العنصر البشري والعمالة، مما يرفع جودة المنتجات ويقلل من الإنفاق، فقد انتهجت بعض الدول لتعزيز تطوير وتسريع تفعيل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على نطاق كافة المستويات الحكومية والخاصة العديد من الآليات ليس لتحسين أداء المشاريع فحسب، بل لتقليص أعداد العمالة وتعديل الخلل في هيكل سوق العمل والتركيبة السكانية، وقد قامت إدارة الدراسات والسياسات الاقتصادية بوزارة الاقتصاد بدولة الإمارات العربية المتحدة بتقديم مقترحًا لآليات تفعيل الذكاء الاصطناعي بالدولة، وفيما يلى أبرز تلك الآليات التى تم اقترحها بالتقرير، والتى يمكن الاستفادة منها وتفعيلها بمصر والدول العربية، وهى:

1. توعية وتثقيف الجمهور وفئات المجتمع بمفهوم الذكاء الاصطناعي لتسهيل انتشار استخدام التطبيقات التي تعتمد على هذه التقنية، من خلال تكاتف وتضافر جهود المؤسسات الحكومية والتعليمية والإعلامية لخلق المواطن الرقمي القادر على التعامل مع هذه التقنيات.

2. خلق وعى لدى قادة المؤسسات والمديرين والموظفين بالجهات الحكومية والعلمية بأهمية الذكاء الاصطناعي واستخداماته لتسهيل تبني هذه التقنية في عمل وتطوير الخدمات بتلك الجهات.

3. تكوين فرق عمل بمعرفة المديرين التنفيذيين للابتكار بالمؤسسات الحكومية والعلمية لدراسة الفرص والتحديات التي تواجه هذه الجهات في تطوير خدماتها وأنظمتها الإلكترونية بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، وعمل خطط لتطبيقها وإيجاد حلول للتحديات التي ستواجهها.

4. تنمية وتطوير الكفاءات العلمية والقدرات المحلية المتخصصة في مجال الـذكاء الاصـطناعي، وتدريب موظفي الحكومة من خلال تشجيعهم على الاهتمام بعلوم الحاسب الآلي وإشراكهـم في دورات متخصصة في علم البيانات الاصطناعي، لتنمية المعرفة بكيفية اسـتخدام تقنيـات الـذكاء Data Science.

5. إطلاق برامج تعليمية بالجامعات تواكب التغير المتوقع حدوثه بالوظائف المستقبلية.

6. إنشـاء مراكـز بحثيـة لتطـوير القطاعـات المختلفـة بالدولـة وتأهيلهـا لاسـتقبال متطلبـات واحتياجات الذكاءالاصطناعي.

7. قيام جامعة دبي بإبرام اتفاقية مع هيئة الطرق والمواصلات لتأسيس مركز بحثي يخدم قطاع النقل والمواصلات ويساهم في تطويره من خلال طرح كافة الخدمات المقدمة من قبل الهيئة عبر تقنيات الذكاء الاصطناعي مثـل التـاكسي الطـائر والمـترو وكافـة وسـائل النقـل البريـة والبحريـة، بالإضافة إلى اتفاقية أخرى مع مركز محمد بن راشد للفضاء لعمل مركز بحثي آخر يخـدم نفـس المجال، وتعتزم توقيع اتفاقية مع القيادة العامة لشرطة دبي لذات الهدف.

8. اتجـاه المؤسسـات التعليميـة إلى تقنيـة الـتعلم بـالواقع الافـتراضي لتـتماشى مـع الـذكاء الاصطناعي.

9. تطوير خدمات بعض الدوائر الحكومية الموجهة للجمهور في دبي وأبـو ظبـي بـالاعتماد عـلى تقنيات الذكاء الاصطناعي.

10. تخصيص مادة مسـتقلة للـذكاء الاصـطناعي في المـدارس والجامعـات. لترسـيخ مفهومـه بـين الطلاب. المتفوقين المقبولين بالجامعات، وأولئك الذين يملكون الفهم الـحسي والمهـارات اليدويـة خلال السنوات العشر المقبلة.

الفصل الثاني
تعلم الآلة

- تعريف تعلم الآلة.
- مصطلحات تعلم الآلة.
- تصنيف تعلم الآلة.
- الفرق بين تعلم الآلة والبرمجة التقليدية.
- كيف يحدث تعلم الآلة؟
- المتطلبات السابقة لتعلم- تعلم الآلة.
- طرق تعلم الآلة.
- مشكلات تعلم الآلة.
- الفرق بين تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي.
- تطبيقات تعلم الآلة.

الفصل الثاني

تعلم الآلة

Machine Learning

في عام 1959 أطلق آرثر صامويل " Arthur Samuel" مصطلح تعلم الآلة؛ وهو رائد أمريكي في مجال ألعاب الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي، وذكر أنه "يمنح الحواسيب القدرة على التعلم دون وجود مبرمج بشكل صريح"، وفي عام 1997، قدم توم ميتشل "Tom Mitchell" تعريفًا رياضيًا مرتبطًا بتعلم الآلة، فقد ذكر أن "برنامج الكمبيوتر يتعلم من التجربة E (Pxperience)، وعندما يقوم ببعض المهام T (Task)، وقياس بعض لأداءات (Performance) P، فإذا كان أداؤه في القيام ببعض المهام، وفقًا لقياس الأداءات، فإنه يحدث تحسن للتجربة.

ويعتبر مجال تعلم الآلة واحدًا من أكثر المجالات الفرعية جذبًا للاهتمام في علوم الكمبيوتر، فلكى نفهم تعلم الآلة والذى يُعد من المعاني الحياتية الشائعة، فمثلًا عندما تحاول قذف ورقة إلى سلة مهملات، فإنك تجد بعد المحاولة الأولى أنك وضعت الكثير من القوة في هذه المحاولة، أما بعد المحاولة الثانية فإنك تدرك أنك أقرب إلى الهدف، ولكنك تحتاج إلى زيادة زاوية الرمي، وبالتالي فإن ما يحدث بعد كل رمية نتعلم شيئًا ما، ونحسن الوصول للنتيجة النهائية فنحن مبرمجون للتعلم من تجاربنا.

ولذلك قد تم تقديم تعريفًا عمليًا وجوهريًا بدلاً من التعريف النظري طبقًا للمهام التي تتعلق بتعلم الآلة، وهذا يتفق مع المقترح الذي قدمه "آلان تورينج" " AlanTuring " في مقالته "آلات الحوسبة والذكاء" "Computing Machinery and Intelligence"، حيث تم استبدال السؤال "هل يمكن للآلات أن تفكر؟" بالسؤال "هل الآلات قادرة على القيام بما يمكننا القيام به؟"

فنجد أنه في مجال تحليل البيانات، يتم استخدام تعلم الآلة من أجل تصميم النماذج المعقدة والخوارزميات التي تتناسب مع التنبؤ؛ وهذا ما يُعرف تجاريًا باسم التحليلات التنبؤية، وتسمح هذه النماذج التحليلية للباحثين وعلماء البيانات والمهندسين والمحللين "بإصدار قرارات ونتائج موثوقة وقابلة للتكرار" وكشف "الأفكار الخفية" من خلال التعلم من العلاقات والاتجاهات التاريخية في مجموعة البيانات (المدخلات).

فعلى سبيل المثال لنفترض أنك قررت فحص العروض المتاحة لقضاء عطلة ما، فإنه يمكنك تصفح الموقع الإلكتروني لإحدى وكالات السفر والبحث عن فندق، فإنك عندما تنظر إلى فندق معين تجد أسفل وصف الفندق مباشرةً، أنه يوجد قسم بعنوان "قد يعجبك أيضًا هذه الفنادق"، فهذه حالة شائعة لاستخدام تعلم الآلة، وتسمى "محرك التوصية "Recommendation Engine"، حيث تم استخدام العديد من نقاط البيانات لتدريب نموذج للتنبؤ بما يُتوقع أنه أفضل الفنادق لتظهر لك تحت هذا القسم، بناءً على كثير من المعلومات التي تم تجميعها عنك بالفعل.

لذلك إذا كنت ترغب في أن يتنبأ برنامجك، على سبيل المثال، بأنماط حركة المرور عند تقاطع مزدحم ولتكن (المهمة T)، فيمكنك تشغيله من خلال خوارزمية تعلم الآلة مع بيانات حول أنماط الزيارات السابقة فتكون (تجربة E)، وإذا كان قد تم التعلم بنجاح"، سيعمل بعد ذلك بشكل أفضل في التنبؤ بأنماط الحركة المستقبلية فنحقق (مقياس الأداء P).

لذلك، فإن الطبيعة المعقدة لأغلب مشكلات العالم الحقيقي تجعل في كثير من الأحيان من أمر اختراع خوارزميات متخصصة يُمكنها حل هذه المشكلات بشكل مثالي في كل مرة أمرًا غير عملي، إن لم يكن مستحيلاً، فمن الأمثلة لمشكلات تعلم الآلة التي قد تواجههنا في الحياة ويمكن استخدام تعلم الآلة في إيجاد حلًا لها، ما يلي: "هل هذا مرض السرطان؟" لتحديد

مرض السرطان، "هل هؤلاء الأشخاص أصدقاء جيدون مع بعضهم البعض؟" "هل هذا الشخص أحب هذا الفيلم؟"؛ مثل هذه المشكلات هي أهداف ممتازة لتعلم الآلة، وبالفعل قد عالج تعلم الآلة مثل هذه المشكلات.

تعريف تعلم الآلة: A definition of Machine learning

قدم آرثر صامويل **"Arthur Samuel"**، وهو رائد في مجال الذكاء الاصطناعي وألعاب الكمبيوتر، تعريفًا لمصطلح "تعلم الآلة" حيث عرفه بأنه "مجال الدراسة الذي يعطي أجهزة الكمبيوتر القدرة على التعلم دون وجود مبرمج بشكل صريح؛ فتعلم الآلة هو أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) الذي يزود أوتوماتيكيًا الأنظمة بالقدرة على التعلم والتطور من خلال التجربة دون أن يكون مُبرمجًا بشكل واضح، ويركز تعلم الآلة على تطوير برامج الكمبيوتر التي يمكنها الوصول إلى البيانات واستخدامها في التعلم من تلقاء نفسها، وتبدأ عملية التعلم بالملاحظات أو البيانات، مثل الأمثلة أو الخبرة المباشرة أو التعليم، من أجل البحث عن أنماط البيانات واتخاذ أفضل قرارات في المستقبل استنادًا إلى الأمثلة التي نقدمها، فالهدف الأساسي هو السماح لأجهزة الكمبيوتر بالتعلم تلقائيًا دون تدخل أو مساعدة بشرية وتعديل الإجراءات وفقًا لذلك؛ وبطريقة بسيطة للغاية، يمكن توضيح تعلم الآلة (ML) كأتمتة وتطوير لعملية تعلم أجهزة الكمبيوتر بناء على تجاربهم دون أن تتم برمجتها فعليًا، أي بدون أي مساعدة بشرية، وتبدأ العملية بتغذية بيانات ذات نوعية جيدة ثم تدريب (أجهزة الكمبيوتر) عن طريق بناء نماذج تعلم الآلة باستخدام البيانات والخوارزميات المختلفة، ويعتمد اختيار الخوارزميات على نوع البيانات المتوفرة لدينا ونوع المهمة التي نحاول تنفيذها أوتوماتيكيًا.

ومثال على ذلك تدريب الطلاب أثناء الامتحان، فأثناء التحضير للامتحانات، لا يقوم الطلاب في الواقع بحفظ الموضوعات ولكن يحاولون أن يتعلمونها بفهم كامل، وقبل الامتحان يقومون بتغذية جهازهم (العقل) بكمية جيدة من

البيانات عالية الجودة (أسئلة وأجوبة من كتب أو مذكرات مدرسية مختلفة أو محاضرات فيديو عبر الإنترنت)، فهم في الواقع يقومون بتدريب عقولهم بالمدخلات إضافة إلي المخرجات، أي بالطرق أو المنطق الذي يساعدهم على حل أنواع مختلفة من الأسئلة، ففي كل مرة يقومون فيها بحل تمارين على الامتحانات يقومون بتقييم أداءهم (الدقة / الدرجة) من خلال مقارنة الإجابات مع مفتاح الإجابة المعطى، وتدريجيًا يستمر الأداء في التحسن، ويكتسبوا المزيد من الثقة بهذه الطريقة، فهذه هي الطريقة التي يتم بها بناء نماذج تعلم الآلة بالفعل، وتدريبها من خلال بعض البيانات (حيث يتم إدخال كلًا من المدخلات والمخرجات إلى نموذج التعلم) وعندما يحين الوقت، يتم اختبار البيانات (مع المدخلات فقط) وتحقيق نتائج النموذج من خلال مقارنة إجابته مع المخرجات الفعلية التي لم يتم تغذيته بها أثناء التدريب، ويبذل الباحثون جهود حثيثة لتحسين الخوارزميات والتقنيات حتى تحقق هذه النماذج أداءًا أفضل بكثير.

مصطلحات تعلم الآلة: Terminologies of Machine Learning

- **النموذج:Model**

النموذج هو تمثيل محدد يتم تعلمه من خلال إدخال بعض البيانات عن طريق تطبيق بعض خوارزميات تعلم الآلة، ويسمى النموذج أيضًا بالفرضية.

- **الخصائص أو السمات:Features**

الخصائص أو السمات هي الملامح الفردية القابلة للقياس لمجموعة البيانات، ويمكن وصف مجموعة من الخصائص الرقمية بشكل ملائم بواسطة متجه الخصائص، ويتم تغذية متجه الخصائص كمُدخل للنموذج، على سبيل المثال، لتحديد نوع فاكهة ما، قد تكون هناك مجموعة من الخصائص أو السمات التى تميزها عن غيرها مثل اللون والرائحة والطعم، ...إلخ.

- **الهدف (التصنيف):Target (Label)**

المتغير المستهدف أو التصنيف هو القيمة التي يجب توقعها بواسطة النموذج الخاص بنا، فبالنسبة لمثال الفاكهة السابق الذي تمت مناقشته في قسم الخصائص أو السمات، فسيكون التصنيف لمجموعة المدخلات (الفواكه)، هو اسم الفاكهة مثل التفاح والبرتقال والموز وغيرها، ويتم تصنيفها بناءً على خصائص كل نوع من أنواع هذه الفواكه، وبذلك يكون قد تم تحديد المتغير المستهدف.

- **التدريب: Training**

وتكمن الفكرة في تحديد مجموعة المدخلات (الخصائص أو السمات) والمخرجات المتوقعة (التصنيفات)، ويتم تدريب النموذج المصمم عليها، بحيث يصبح لدينا بعد التدريب النموذج الذي يصنف البيانات الجديدة إلى إحدى الفئات التي تم تدريبه عليها.

- **التنبؤ: Prediction**

فبمجرد أن يصبح نموذجنا جاهزًا بعد التدريب، يمكن إدخال مجموعة من المدخلات التي سيوفر لها النموذج المخرجات المتوقعة لها (أي التي قام النموذج بتصنيفها)، أي بمجرد إدخال مجموعة من المدخلات (الخصائص أو السمات) يقوم النموذج المدرب مسبقًا بتوقع وإجراء عملية التصنيف، ومن ثم الحصول على المخرجات المتوقعة منه (المصنفة).

تصنيف تعلم الآلة:Classification of Machine Learning

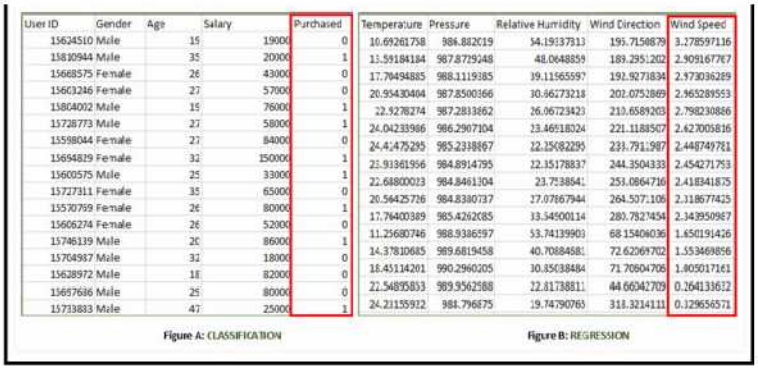
يُمكن تصنيف تطبيقات تعلم الآلة إلى ثلاث فئات رئيسية، اعتمادًا على طبيعة التعلم "الإشارة" أو "الاستجابة" المتوفرة لنظام التعلم، كما يلي:

1- التعلم المتابع (التعلم تحت الإشراف): Supervised learning

عندما تتعلم الخوارزمية من مجموعة بيانات "الأمثلة" فإن الاستجابات المستهدفة المرتبطة بها والتي يمكن أن تتكون من القيم الرقمية أو الدلالات

التسلسلية التي تستخدم للتنبؤ في وقت لاحق تكون الاستجابة الصحيحة عند طرحها مع أمثلة جديدة، وتأتي تحت مسمى فئة التعلم المتابع (تحت الإشراف)، ونجد أن هذا النهج يشبه بالفعل التعلم البشري تحت إشراف المعلم؛ فالمعلم يقدم أمثلة جيدة للطالب لحفظها، ثم يستنتج الطالب قواعد عامة من هذه الأمثلة المحددة.

فالتعلم المتابع يتم عن طريق تدريب النموذج على مجموعة من البيانات المصنفة؛ والتي تحتوي على كلًا من المدخلات والمخرجات، وفي هذا النوع من التعليم يتم تصنيف كل من قواعد التدريب والفاعلية كما هو موضح في الأشكال أدناه.



User ID	Gender	Age	Salary	Purchased
15624510	Male	19	19000	0
15810944	Male	35	20000	1
15668575	Female	26	43000	0
15603246	Female	27	57000	0
15804002	Male	19	76000	1
15728773	Male	27	58000	1
15598044	Female	27	84000	0
15694829	Female	32	150000	1
15600575	Male	25	33000	1
15727311	Female	35	65000	0
15570769	Female	26	80000	1
15606274	Female	26	52000	0
15746139	Male	20	86000	1
15704987	Male	32	18000	0
15628972	Male	18	82000	0
15697686	Male	29	80000	0
15733883	Male	47	25000	1

Figure A: CLASSIFICATION

Temperature	Pressure	Relative Humidity	Wind Direction	Wind Speed
10.69261758	986.882019	54.19137313	195.7158879	3.278597116
13.59184184	987.8729248	48.0648859	189.2951202	2.909167767
17.76494885	988.1119385	39.11565597	192.9271834	2.973036289
20.95430404	987.8500366	30.66273218	202.0752869	2.965289553
22.9278274	987.2833862	26.06723423	210.6589203	2.798230886
24.04233986	986.2907104	23.46518024	221.1188507	2.627005816
24.44475295	985.2338867	22.15082295	233.7915987	2.448749781
25.91361956	984.8914795	22.15178837	244.3504333	2.454271753
22.68800023	984.8461304	23.7538541	253.0864716	2.418341875
20.56425726	984.8380737	27.07867944	264.5071106	2.118677425
17.76400389	985.4262085	33.54500114	280.7827454	2.343950987
11.25680746	988.9386597	53.74139903	68.15406036	1.650191426
14.37810685	989.6819458	40.70884581	72.62069702	1.553469856
18.45114201	990.2960205	30.85038484	71.70604706	1.405017161
22.54895833	989.9562988	22.81738811	44.66042709	0.264133612
24.23155922	988.796875	19.74790765	318.3214111	0.329656571

Figure B: REGRESSION

شكل (2) تصنيف قواعد التدريب والفاعلية للتعلم المتابع

يحتوي كلا الشكلين السابقين على مجموعة من البيانات المصنفة، كما يلي:

- **الشكل A:** يقدم مجموعة بيانات لمتجر تسوق تفيد في التنبؤ بما إذا كان العميل سيقوم بشراء منتج معين مناسب له أم لا على أساس الجنس والعمر والراتب.

- **المدخلات:** الجنس، العمر، الراتب.

- **المخرجات:** مثلًا يشار إلى عملية الشراء برقمى (0 أو 1)؛ حيث رقم (1) يعني " **نعم**" أي أنه سيقوم العميل بالشراء، ورقم (0) يعني أن العميل **لن يشتري** هذا المنتج.

- **الشكل (B):** يقدم مجموعة من بيانات أرصاد جوية تخدم غرض التنبؤ بسرعة الرياح بناءً على معايير مختلفة.

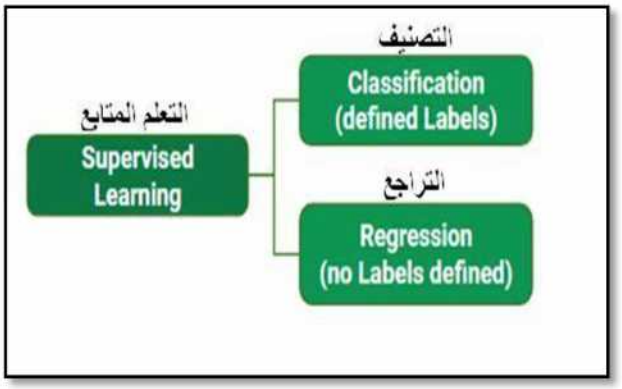
- **المدخلات:** مؤشر الندى، درجة الحرارة، الضغط، الرطوبة النسبية، اتجاه الرياح.

- **المخرجات:** سرعة الرياح.

- **تدريب النظام:** أثناء تدريب النموذج، يتم تقسيم البيانات عادًة في نسب مثلًا (80:20) أي 80٪ كبيانات تدريب والباقي كبيانات اختبار، وفي بيانات التدريب، نقوم بتغذية المدخلات والمخرجات بنسبة80 ٪ من البيانات حيث يتعلم النموذج من بيانات التدريب فقط، فنحن نستخدم خوارزميات لتعلم الآلة لبناء نموذجنا، وبالتعلم فإن النموذج سوف يقوم ببناء المنطق الخاص به، فبمجرد أن يكون النموذج جاهزًا، من الأفضل أن يتم اختباره، وفي وقت الاختبار، يتم تغذية المدخلات من البيانات المتبقية بنسبة20 ٪ والتي لم يسبق أن شاهدها النموذج من قبل، ويقوم النموذج بالتنبؤ ببعض القيم ثم مقارنها بالمخرج الفعلي ونقيس مدى دقته.

أنواع التعلم المتابع: Types of Supervised Learning

يوضح الشكل التالي أنواع التعلم المتابع.



شكل (3) أنواع التعلم المتابع

1. التصنيف:"Classification" هو عبارة عن مهمة تعليمية متابعة (خاضعة للإشراف) حيث يكون للمخرجات تصنيفات محددة (قيم منفصلة)، على سبيل المثال في الشكل أعلاه، تم تحديد المخرجات - التي تم شراؤها – مصنفة إلى 0 أو 1؛ وكان رقم (1) يعني أن العميل سيشتري والرقم (0) يعني أن العميل لن يشتري، والهدف هنا هو التنبؤ بالقيم المنفصلة التي تنتمي إلى فئة معينة وتقييمها على أساس الدقة.

ويمكن أن يكون التصنيف؛ إما تصنيف ثنائي أو متعدد الطبقات؛ وفي التصنيف الثنائي، يتوقع النموذج الرقمين (0 أو 1) نعم أو لا، ولكن في حالة تصنيف متعدد الطبقات يتنبأ النموذج بأكثر من فئة واحدة؛ ومثال عليه، يصنف البريد الإليكتروني Gmail الرسائل في أكثر من فئة واحدة مثل الرسائل الاجتماعية، والعروض الترويجية، والتحديثات، والمنتدى.

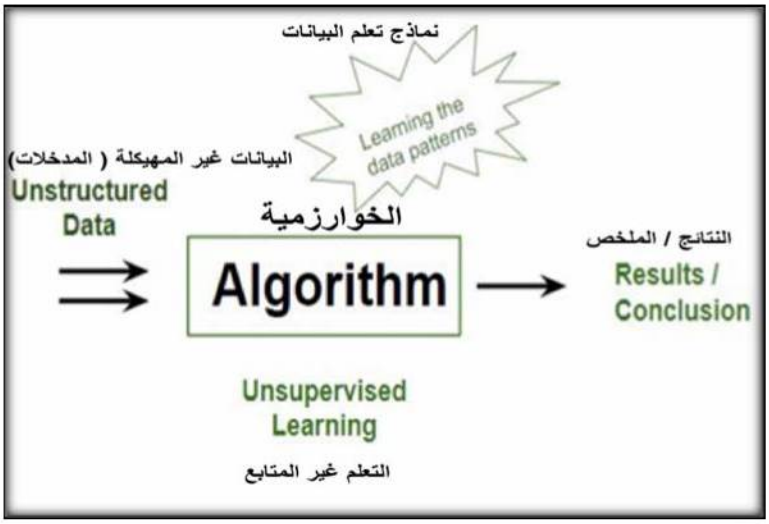
2. التراجع: "Regression" وهي مهمة التعلم المتابع حيث إن المخرجات لها قيمة مستمرة، ففي المثال أعلاه في الشكل B، فإن الناتج سرعة الرياح ليس له أي قيمة منفصلة، ولكنه مستمر بمعدل محدد - فمن الممكن مثلًا أن تكون سرعة الرياح شديدة أو متوسطة - فالهدف هنا هو التنبؤ بأقرب قيمة للمخرجات الفعلية، وعند تقييم النموذج المنفذ وفق هذا النوع فإنه تتم عملية التقييم عن طريق حساب قيمة الخطأ في عملية التنبؤ، فكلما كانت نسبة الخطأ أصغر كلما زادت دقة نموذج التراجع لدينا.

مثال على خوارزميات التعلم المتابع:

- Linear Regression
- Nearest Neighbor
- Decision Trees
- Support Vector Machine (SVM)
- Random Forest

2- التعلم غير المتابع (التعلم بدون إشراف): Unsupervised learning

حيث تتعلم الخوارزمية من الأمثلة الواضحة دون أية استجابة مرتبطة، أي يسمح للخوارزمية بتحديد أنماط البيانات من تلقاء نفسها، فنجد أن هذا النوع من الخوارزميات يميل إلى إعادة هيكلة البيانات إلى شيء آخر، مثل الصفات الجديدة المميزة لفئة أو سلسلة جديدة من القيم غير المرتبطة، وهي مفيدة للغاية في تزويد البشر بالمعلومات حول معنى مفيد للبيانات والمدخلات لخوارزميات تعلم الآلة الخاضعة للإشراف، كنوع من أنواع تعلم الآلة الذي يشبه الأساليب التي يستخدمها البشر لمعرفة الصفات المميزة لبعض الأشياء أو الأحداث من نفس الفئة، مثل ملاحظة درجة التشابه بين الأشياء، ويستخدم هذا النوع في بعض أنظمة التوصيات التي تجدها على شبكة الإنترنت في التسوق الإلكتروني.



شكل (4) التعلم غير المتابع

ففي هذا النوع من التعلم لا نعطي هدفًا لنموذجنا أثناء التدريب، أي أن نموذج التدريب يحتوي فقط على قيم المدخلات، ويجد النموذج بنفسه الطريقة التي يمكن أن يتعلم بها؛ فمجموعة البيانات في الشكل (A) أدناده هي بيانات متاجر التسوق التي تحتوي على معلومات لعملائها المشتركين فيها، وبمجرد الاشتراك في المتجر يتم التزويد ببطاقة عضوية، وبالتالي فإن متجر التسوق لديه معلومات كاملة عن العميل وعن كل عملية شراء، والآن باستخدام هذه البيانات وتقنيات التعلم غير المتابع يمكن لمتجر التسوق تجميع العملاء بسهولة استنادًا إلى المتغيرات (مثل النوع والعمر والدخل السنوى ومعدل الإنفاق لكل فرد) التي يتغذى بها.

CustomerID	Genre	Age	Annual Income (k$)	Spending Score (1-100)
1	Male	19	15	39
2	Male	21	15	81
3	Female	20	16	6
4	Female	23	16	77
5	Female	31	17	40
6	Female	22	17	76
7	Female	35	18	6
8	Female	23	18	94
9	Male	64	19	3
10	Female	30	19	72
11	Male	67	19	14
12	Female	35	19	99
13	Female	58	20	15
14	Female	24	20	77
15	Male	37	20	13
16	Male	22	20	79
17	Female	35	21	35

Figure A

شكل (5) مجموعة لبيانات متجر تسوق تمثل بيانات للتعلم غير المتابع

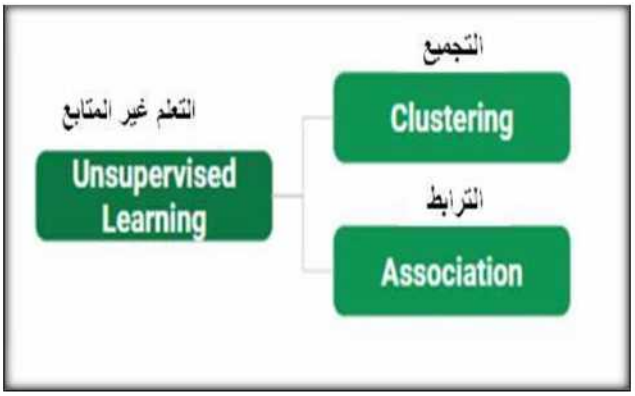
بيانات التدريب التي نقوم بتزويدها هي:

- **بيانات غير مهيكلة "Unstructured data ":** قد تحتوي على بيانات مختلفة بلا معنى أو دلالة، أو بيانات غير معروفة.

- **بيانات غير مصنفة: "Unlabeled data"** وتحتوي البيانات على قيم للمدخلات فقط، وليس هناك قيمة مستهدفة (ناتج)، ولكن من السهل جمعها مقارنةً بالمجموعة المصنفة في التعلم المتابع.

أنواع التعلم غير المتابع: Types of Unsupervised Learning

ويوضح الشكل التالي أنواع التعليم غير المتابع:



شكل (6) أنواع التعلم غير المتابع

أ- **التجميع "Clustering":** يتم تطبيق هذه التقنية على نطاق واسع لتجميع البيانات استنادًا إلى أنماط مختلفة، حيث نجد أن نموذج الآلة على سبيل المثال في الشكل رقم (5)، لا يمنح قيمة مميزة للمخرجات، لذا سيتم استخدام هذه التقنية لتجميع العملاء استنادًا إلى المدخلات التي يتم تزويدها بناء على بيانات العملاء.

ب- **الترابط "Association":** هذه التقنية مبنية على تقنية تعلم الآلة التي تكتشف بعض العلاقات بين المتغيرات لمجموعة كبيرة من البيانات؛ على سبيل المثال تستخدم متاجر التسوق الخوارزميات المستندة إلى هذه التقنية لمعرفة العلاقة بين بيع منتج واحد في مقابل باقي المنتجات بناءً على سلوك العميل، وبمجرد تدريب هذه الخوارزميات، يمكن استخدام هذه النماذج لزيادة مبيعاتهم من خلال التخطيط لعروض مختلفة.

أمثلة لبعض خوارزميات التعلم غير المتابع:

- K-Means Clustering
- DBSCAN – Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise

- BIRCH – Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies.
- Hierarchical Clustering

3- تعزيز التعلم: Reinforcement learning

ويستخدم عندما تُقدم للخوارزمية أمثلة تفتقر إلى الدلالات، كما هو الحال في التعلم غير المتابع، إلا أنه يمكنك إرفاق مثال مع تغذية راجعة إيجابية أو سلبية وفقًا للحل الذي تقدمه الخوارزميات ضمن فئة تعزيز التعلم، والذي يرتبط بالتطبيقات التي يجب أن تتخذ الخوارزمية قراراتها (لذلك يكون المنتج أمرًا إلزاميًا، وليس وصفيًا فقط، كما هو الحال في التعلم غير المتابع)، وفي هذه الحالة تتحمل الخوارزمية عواقب القرارات، كما هو الحال عندما يتعلم الإنسان بطريقة المحاولة والخطأ؛ حيث تساعدك الأخطاء على التعلم لأنك تدفع وقتها مقابل لها من (التكلفة، وفقدان الوقت، والندم، والألم، وما إلى ذلك)، فنتعلم وقتها أن طريقة إنجاز عمل معين قد تكون أقل نجاحًا من الآخرين، فتعزيز التعلم هو ما يحدث عندما تتعلم أجهزة الكمبيوتر لعب ألعاب الفيديو من بعضها البعض، ففي هذه الحالة، يقدم أحد التطبيقات الخوارزمية مع أمثلة لمواقف معينة، مثل وجود اللاعب عالق في متاهة عند تفادي العدو، ويسمح لتطبيق الخوارزمية بمعرفة نتيجة الإجراءات التي يتخذها، والتعلم يحدث أثناء محاولة تفادي ما يكتشفه من مخاطر ليبقى على قيد الحياة، ويمكنك إلقاء نظرة على كيفية قيام شركة Google DeepMind بإنشاء برنامج تعزيز تعلم يقوم بلعب ألعاب الفيديو القديمة ألتري Atari؛ فعند مشاهدة الفيديو، لاحظ بداية البرنامج ستجده غير محترف، ولكن يحدث تحسن مستمر مع التدريب حتى يصبح بطلًا، وفي هذا الأسلوب يستمر النموذج في زيادة أدائه باستخدام التغذية الراجعة لمعرفة السلوك، وتكون هذه الخوارزميات خاصة بمشكلة معينة، على سبيل المثال لعبة قيادة السيارة

الذاتية AlphaGo حيث يتنافس الروبوت مع الإنسان وحتى مع نفسه للحصول على أفضل أداء في هذه اللعبة، وفي كل مرة نقوم فيها بتغذية البيانات، يتعلم الروبوت ويضيف البيانات إلى معرفته، لذلك كلما تعلم أكثر كلما حصل على تدريب أفضل، وبالتالي تعزيز الخبرة لديه كما يلي:

- الوكلاء يلاحظون المدخلات.
- يقوم الوكيل بأداء إجراء معين من خلال اتخاذ بعض القرارات.

بعد أدائه، يتلقى الوكيل المكافأة ويعزز بالتالي النماذج المخزنة لديه.

شكل (7) تعزيز التعلم لدى الخوارزميات

أمثلة لبعض خوارزميات تعزيز التعلم:

-Temporal Difference (TD)

-Q-Learning

-Deep Adversarial Networks

4- التعلم شبه المتابع:Semi-supervised learning

وكما يوحي الاسم، فإن عمله يكمن بين تقنيات التعلم المتابع والتعلم غير المتابع، ونستخدم هذه التقنيات عندما نتعامل مع البيانات التي لا نستطيع تصنيفها إلى حد ما، حيث يمكننا استخدام تقنية التعلم غير المتابع لتوقع

التصنيفات، ثم تقديم هذه التصنيفات إلى تقنيات التعليم المتابع، هذه التقنية قابلة للتطبيق في الغالب في حالة مجموعات البيانات التي تتكون من الصور حيث لا يمكننا تصنيف جميع الصور عادةً، ويحدث هذا النوع من التعلم عندما تكون إشارة التدريب غير مكتملة، حيث إنه يتم التدريب غالبًا مع بعض النواتج المستهدفة المفقودة، وهناك حالة خاصة لهذا المبدأ تُعرف باسم المحولات(Transduction) حيث يمكن التعرف على مجموعة المشكلات المقترحة بأكملها في وقت التعلم مع عدم وجود جزء من الأهداف.

- **تصنيف تعلم الآلة على أساس الناتج المطلوب the basis of required Output Categorizing on**

ويظهر ثمة تصنيف آخر لمهام تعلم الآلة عند الوضع في الاعتبار النواتج المنشودة من نظام تعلم الآلة، كما يلي:

1- التصنيف: Classification

عندما تنقسم المدخلات إلى فئتين أو أكثر، يجب على المتعلم إنتاج نموذج يحدد مدخلات غير مرئية لواحد أو أكثر لهذه الفئات (تصنيف متعدد الأبعاد)، عادةً ما يتم التعامل مع هذا النوع بطريقة خاضعة للإشراف، وتُعد تصفية الرسائل غير المرغوب فيها مثالاً على هذا التصنيف؛ حيث تكون المدخلات في هذه الحالة هي رسائل البريد الإلكتروني (أو رسائل أخرى) وتكون الفئات هنا "رسائل مرغوب فيها" و"رسائل غير مرغوب فيها".

2- التراجع: Regression

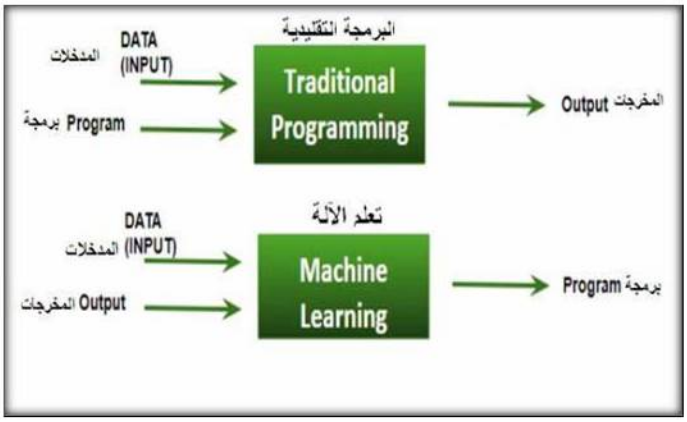
وهي أيضًا مشكلة خاصة بالنوع الخاضع للإشراف، وفي هذه الحالة تكون النواتج مستمرة بدلًا من أن تكون منفصلة (أى ذات قيمة واحدة).

3- التجميع: Clustering

عندما يتم تقسيم المدخلات إلى مجموعات، على عكس التصنيف، حيث لا تكون المجموعات معروفة مسبقًا، مما يجعلها مهمة غير خاضعة للإشراف.

الفرق بين تعلم الآلة والبرمجة التقليدية:

ويوضح الشكل التالي الفرق بين تعلم الآلة والبرمجة التقليدية:



شكل (8) الفرق بين تعلم الآلة والبرمجة التقليدية

- **في البرمجة التقليدية:** يتم إدخال البيانات (المدخلات Input) + البرنامج (المنطق logic)، وتشغيلها على الجهاز والحصول على المخرجات (النواتج Output).
- **أما في تعلم الآلة:** يتم إدخال البيانات (المدخلات Input) + (المخرجات Output)، وتشغيلها على الآلة أثناء التدريب، وتنتج الآلة برنامجها الخاص (المنطق logic)، والذي يمكن تقييمه أثناء الاختبار.

وبالتالي، يقصد بمفهوم التعلم لجهاز الكمبيوتر؛ أن الكمبيوتر يتعلم من التجارب فيما يتعلق بفئة معينة من المهام، فإذا قام الكمبيوتر بأداء مهمة معينة، فإن هذا الأداء يتحسن مع التجربة.

فالذي يحدث واقعيًا عند التحدث عن التسوق عبر الإنترنت، هو أن هناك الملايين من المستخدمين الذين لديهم مجموعة من الاهتمامات غير محدودة فيما يتعلق بالعلامات التجارية والألوان ومعدل الأسعار وغيرها، أثناء التسوق عبر الإنترنت، ويميل المشترون إلى البحث عن عدد من المنتجات، في هذه الحالة، سيؤدي البحث عن منتج بشكل متكرر إلى جعل الفيس بوك Facebook أو صفحات الويب أو محرك البحث الخاص بالمشتري أو المتجر عبر الإنترنت يبدأ في اقتراح أو طرح عروض على ذلك المنتج بعينه، وبالتالي، لا يوجد بشر يقوم بهذه المهمة لكل مستخدم، ولكن تتم كل هذه المهام أوتوماتيكيًا بالكامل، وهنا يلعب تعلم الآلة ML دوره، حيث يُنشئ الباحثون وعلماء البيانات ومعلمو الآلات نماذج آلالات باستخدام نوعية جيدة وكمية هائلة من البيانات، لكي تعمل أجهزتهم أوتوماتيكيًا، بل وتتطور أكثر واكثر مع المزيد من الخبرة والوقت.

وسابقًا، كان يتم الإعلان فقط باستخدام الصحف والمجلات والإذاعة ولكن الآن التكنولوجيا جعلتنا أذكياء بما فيه الكفاية للقيام بالإعلانات المستهدفة (نظام الإعلانات عبر الإنترنت) وهي طريقة أكثر فاعلية لاستهداف الجمهور المنشود.

ونجد أيضًا في مجال الرعاية الصحية، تعلم الألة (ML) يقوم بعمل رائع؛ فقد أعد الباحثون والعلماء نماذج لتدريب الآلات للكشف عن السرطان بمجرد النظر إلى صور الخلايا المنزلقة، فبالنسبة للبشر فإن أداء هذه المهمة قد يستغرق الكثير من الوقت، ولكن الآن لا مزيد من التأخير حيث تقوم الآلات بالتنبؤ بفرص الإصابة بالسرطان أو عدمه بشكل دقيق، ويقتصر دور

الأطباء فقط على إعطاء استجابة مضمونة، والجواب على كيفية أداء ذلك ببساطة، فأن كل ما هو مطلوب آلة حسابية ذات إمكانيات عالية، وكمية كبيرة من البيانات مصورة ذات كفاءة جيدة، ونموذج تعلم الآلة (ML) مع خوارزميات جيدة لتحقيق النتائج المنشودة، فالأطباء يستخدمون تعلم الألة (ML) لتشخيص المرضى بناءً على معايير مختلفة قيد الدراسة.

فكل ما عليك استخدامه تصنيفات IMDBratings، أو صور جوجل GooglePhotos لتتعرف على الوجوه، أو عدسات جوجل GoogleLens حيث يمكن لنموذج تعلم الآلة التعرف على النص- الصور واستخلاص النص من الصور التي تغذيها، ونجد أيضًا في خدمة البريد الإليكتروني التابعة لجوجل Gmail يتم تصنيف البريد الإلكتروني إلى اجتماعي أو ترويجي أو تحديثات أو منتدى باستخدام تصنيف النص، وهو جزء من تعلم الآلة ML.

كيف يحدث تعلم الآلة؟ ?How ML works

يُقال إن الآلة تتعلم من تجارب الماضي (تغذية البيانات) فيما يتعلق بفئة معينة من المهام، وإن أداء هذه المهام يتحسن مع التجربة، فيتم تعلم الآلة كما يلي:

- يتم تجميع البيانات السابقة في شكل ملف نصي أو ملف إكسل excel أو صور أو بيانات صوتية، وكلما كانت جودة البيانات أفضل، كلما كان تعلم النموذج أفضل.
- معالجة البيانات؛ فأحيانًا قد تكون البيانات التي تم جمعها في شكل صفي جمعت بشكل يفتقد إلى الخبرة وتحتاج إلى تصحيح ومراجعة.

مثال: إذا كانت البيانات تحتوي على بعض القيم المفقودة فلابد من تصحيحها، فمثلًا إذا كانت البيانات عبارة عن نصوص أو صور يجب

تحويلها إلى نموذج رقمي سواء كان في شكل قائمة أو مصفوفة أو ترتيبها بطريقة مبسطة، بحيث تصبح البيانات ذات صلة ومفهومة من قبل الآلة.

- بناء نماذج مع خوارزميات وتقنيات مناسبة ثم تدريبها.

- اختبار النموذج الذي أعدناه وفقًا للبيانات التي لم يتم إدخالها في وقت التدريب، وتقييم الأداء ومعرفة النتيجة وتحديد مستوي الدقة للنماذج.

المتطلبات السابقة لتعلم - تعلم الآلة: Pre-requisites to learn ML

- الجبر الخطي Linear Algebra
- الإحصاء والاحتمال Statistics and Probability
- حساب التفاضل والتكامل Calculus
- نظرية الرسم البياني Graph theory
- لغات البرمجة - لغة مثل Python، R، MATLAB، C ++ or Octave

طرق تعلم الآلة: Some machine learning methods

غالبًا ما يتم تصنيف خوارزميات تعلم الآلة على أنها متابعة (تحت الإشراف) أو غير متابعة (بدون إشراف)، كما يلي:

- تستطيع خوارزميات تعلم الآلة المتابع (الخاضع للإشراف) أن تطبق ما تم تعلمه في الماضي على البيانات الجديدة باستخدام أمثلة مميّزة للتنبؤ بالأحداث المستقبلية؛ بدءًا من تحليل مجموعة بيانات تدريبية معروفة، حيث تُنتج خوارزمية التعلم دالة مستنبطة لإجراء تنبؤات حول قيم المخرجات، بحيث يكون النظام قادراً على توفير أهداف لأي مدخلات جديدة بعد التدريب الكافي، ويمكن لخوارزمية التعلم أيضًا مقارنة ناتجها مع الناتج الصحيح المستهدف وإيجاد الأخطاء من أجل تعديل النموذج وفقًا لذلك.

- في المقابل، يتم استخدام خوارزميات تعلم الآلة غير المتابع (غير خاضع للإشراف) عندما تكون المعلومات المستخدمة للتدريب غير موصفة أو

مميزة بوصف معين أوغير مصنفة، حيث يدرس التعلم دون إشراف كيف يمكن للأنظمة استنتاج دالة لوصف بنية مستترة من البيانات غير الموصفة، وهنا لا يكتشف النظام المخرج الصحيح، ولكنه يستكشف البيانات، كما يمكنه استخلاص استنتاجات من مجموعات البيانات لوصف البنى المستترة من البيانات غير المُوصفة أو غير المصنفة.

- تقع خوارزميات تعلم الآلة شبه المتابع في مكان ما بين التعلم المتابع وغير المتابع، حيث تستخدم كلًا من البيانات المصنفة وغير المصنفة للتدريب - وهي عادًة كمية صغيرة من البيانات الموصَّفة وكمية كبيرة من البيانات غير المصنفة، والأنظمة التي تستخدم هذه الطريقة قادرة على تحسين دقة التعلم بشكل كبير؛ فعادًة، يتم اختيار التعلم شبه المتابع عندما تتطلب البيانات الموصفة مصادر خبيرة ومرتبطة من أجل تدريبها/ التعلم منها، أي أنه لا تتطلب البيانات غير الموصفة موارد إضافية.
- إن خوارزميات تعزيز تعلم الآلة هو طريقة تعلم للآلة يجعلها تتفاعل مع بيئتها من خلال إنتاج الإجراءات واكتشاف الأخطاء والمكافاءات، فطريقة البحث بالمحاولة والخطأ والمكافأة المتأخرة هما من خصائص التعلم المعزز حيث تتيح هذه الطريقة للآلات ووكلاء البرامج تحديد السلوك المثالي أوتوماتيكيًا في سياق محدد لتحقيق أقصى قدر من الأداء المطلوب وتغذية راجعة كمكافأة بسيطة للوكيل ليتعلم أفضل الإجراءات؛ ويعرف هذا باسم إشارة التعزيز.

فتعلم الآلة يتيح تحليل كميات هائلة من البيانات مع تقديم نتائج أسرع وأكثر دقة من أجل تحديد الفرص المربحة أو المخاطر، ويتطلب أيضًا المزيد من الوقت والموارد للتدريب بشكل صحيح؛ فالجمع بين تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي والتقنيات المعرفية يمكن أن يجعله أكثر فعالية في معالجة كميات كبيرة من المعلومات.

مشكلات تعلم الآلة: Types of machine learning problems

هناك طرق مختلفة لتصنيف مشكلات تعلم الآلة، نناقش بعضها فيما يلي:

أولًا: التصنيف على أساس طبيعة التعلم "الإشارة" أو "التغذية الراجعة" المتاحة بنظام التعلم: On basis of the nature of the learning "signal" or "feedback" available to a learning system

- **التعلم المُتابع"Supervised learning":** يُقدم للكمبيوتر مع المدخلات المثالية والنواتج المطلوبة، التي يقدمها المعلم، والهدف هو تعلم القاعدة العامة التي توضح كلًا من المدخلات والمخرجات، وتستمر عملية التدريب حتى يحقق النموذج مستوى الدقة المطلوب في بيانات التدريب، وفيما يلي بعض الأمثلة من الحياة الحقيقية كما يلي:

- **تصنيف الصورة "ImageClassification":** التدريب بالصور/ والتصنيف، وبالتالي، يتوقع من الكمبيوتر عند تقديم صور جديدة له التعرف عليها ككائن جديد.

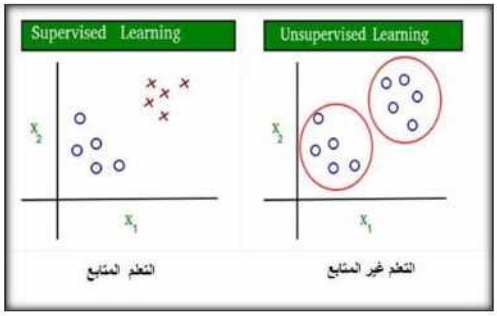
- **التنبؤ بالسوق/ التراجع "Market Prediction/Regression** يمكنك تدريب الكمبيوتر بتزويده ببيانات السوق التاريخية وعلى الكمبيوتر التنبؤ بالسعر الجديد في المستقبل.

- **التعلم غير المُتابع: Unsupervised learning**: حيث لا يتم إعطاء أية علامات لخوارزمية التعلم، وتركها تقوم بوضع بنية من تلقاء نفسها من مدخلاتها، فمثلًا يتم استخدامها لتجميع السكان في مجموعات مختلفة، كما يمكن أن يكون التعلم غير المتابع هدفًا بحد ذاته (اكتشاف الأنماط المختفية في البيانات).

- **التجميع "Clustering":** حيث يُطلب من الكمبيوتر فصل بيانات مماثلة إلى مجموعات، وهذا أمر ضروري في البحث والعلوم.

- **التمثيل البصري مرتفع الأبعاد: High Dimension Visualization** يتم استخدم الكمبيوتر لمساعدتنا في تصور البيانات الخاصة بالأبعاد المرتفعة.

- **النماذج التوليدية "Models Generative"**: بعد أن يلتقط النموذج التوزيع الاحتمالي لبيانات المدخلات الخاصة بك، سيكون بإمكانه توليد المزيد من البيانات، ويفيد ذلك في جعل النموذج قريبًا من عمل الروبوت، ويوضح الرسم البياني أدناه مفهوم التعلم المتابع والتعلم غير المتابع:



شكل (9) التعلم المتابع والتعلم غير المتابع

كما يتضح من الرسم البياني، فإن البيانات في التعلم المتابع مصنفة، بينما البيانات في التعلم غير المتابع غير مصنفة.

- **التعلم شبه المتابع "Semi-supervised learning "**: فعندما تكون المشكلات ناتجة عن وجود كمية كبيرة من بيانات المدخلات وبعض من هذه البيانات مصنفة، فمثل هذه المشكلات تُسمّى بمشكلات التعلم شبه المتابع، فهذه المشكلات تقع بين كلًا من التعلم المتابع والتعلم غير المتابع، على سبيل المثال، نلاحظ في أرشيف الصور وجود بعض صور مصنفة (على سبيل المثال، كلب، قطة، شخص) والأغلبية بدون تصنيف.

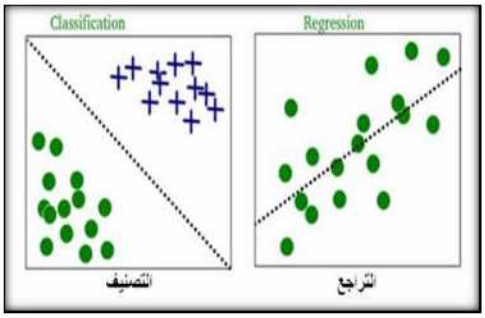
- **تعزيز التعلم "Reinforcement learning"**: يتفاعل برنامج الكمبيوتر مع بيئة ديناميكية يجب أن يؤدي فيها هدفًا معينًا (مثل دفع السيارة أو لعب لعبة ضد مقاتل)، ويقدم البرنامج تغذية راجعة من حيث المكافآت والعقوبات تُقدم وفقًا للمشكلة.

شكل (10) تعزيز التعلم

ثانيًا: التصنيف على أساس "المخرجات" المطلوبة من نظام تعلم الآلة: On the basis of "output" desired from a machine learned system

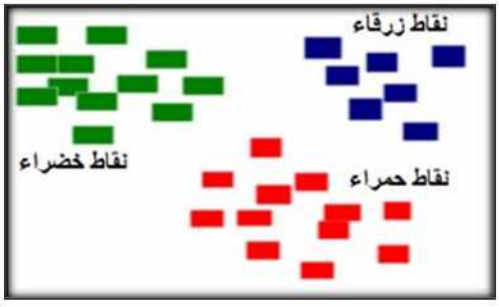
- **التصنيف" Classification "**: حيث يتم تقسيم المدخلات إلى فئتين أو أكثر، ويجب على المتعلم إنتاج نموذج يحدد مدخلات غير مرئية لواحد أو أكثر من هذه الفئات (تصنيف متعدد التصنيفات)، عادةً ما يتم التعامل مع هذا بطريقة التعلم المتابع، وتُعد تصفية الرسائل غير المرغوب فيها مثالاً على هذا التصنيف، حيث تكون المدخلات هي رسائل البريد الإلكتروني (أو رسائل أخرى) وتكون الفئات "رسائل غير مرغوب فيها" و"رسائل مرغوب فيها".

- **التراجع "Regression"**: وهي أيضًا مشكلة خاصة بالتعلم الخاضع للإشراف، ولكن المخرجات مستمرة وليست مستقلة، على سبيل المثال، توقع أسعار الأسـهم باسـتخدام البيانـات التاريخيـة، ويوضح الرسم أدناه مثال على التصنيف والتراجع لمجموعتين مختلفتين من البيانات:



شكل (11) التصنيف والتراجع لمجموعتين مختلفتين من البيانات

- **التجميع "Clustering"**: حيث يتم تقسيم مجموعة المـدخلات إلى مجموعـات، عـلى عكـس التصنيف، فالمجموعات لا تكون معروفة مسبقًا، مما يجعل هـذه المهمـة غـير خاضـعة لـلإشراف (تعلم غير متابع)، كما ترى في المثال أدناه، تـم تقسـيم نقـاط البيانـات المحـددة إلى مجموعـات يمكن تحديدها من خلال الألوان الحمراء والخضراء والزرقاء.



شكل (12) تقسيم نقاط البيانات المحددة إلى مجموعات

- **تقدير الكثافة "Density estimation "**: فالمهمة هي العثور على توزيع المدخلات في المساحة.
- **تقليل الأبعاد "Dimensionality reduction"**: يبسط المدخلات عن طريق عرضها بأبعاد أقل، حيث تتعلق المشكلة بموضوعات النموذج، حيث يتم إعطاء البرنامج قائمة بمستندات اللغة البشرية، وبناء عليها يقوم بالتعرف على الوثائق التي تغطي مواضيع مشابهة.

الفرق بين تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي:

الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة هي مصطلحات تابعة لعلوم الكمبيوتر، **فالذكاء الاصطناعي**: يتكون من كلمتين "اصطناعي" و"ذكاء"، حيث يشير مصطلح " اصطناعى" إلى شيء مصنوع بواسطة البشر أي غير طبيعي، أما مصطلح "الذكاء" فيعني القدرة على الفهم أو التفكير، وهناك فكرة خاطئة مفادها أن الذكاء الاصطناعي هو نظام، ولكنه ليس نظامًا، فالذكاء الاصطناعي هو تطبيق للنظام، كما يمكن أن يكون هناك الكثير من التعريفات للذكاء الاصطناعي، وأحد هذه التعريفات"هو دراسة كيفية تدريب أجهزة الكمبيوتر بحيث يمكن لأجهزة الكمبيوتر أن تفعل أشياء يمكن للبشر فعلها في الوقت الحاضر بشكل أفضل، لذلك فهو ذكاء حيث نريد أن نضيف بعض القدرات التي يمتكلها الإنسان إلي الآلة؛ **بينما يُقصد بتعلم الآلة،** أن الآلة يمكن أن تتعلم من تلقاء نفسها دون الحاجة إلى برمجة واضحة، فهذا هو أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تُمكّن النظام من التعلم والتطور تلقائيًا من خلال الخبرة، وهنا يمكننا إنشاء برنامج عن طريق دمج مدخلات ومخرجات ذلك البرنامج، وأحد التعريفات البسيطة لتعلم الآلة هو "التعلم من الخبرة "، والجدول التالي يوضح الفروق الجوهرية بين تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي:

جدول (1) الفروق الجوهرية بين الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة

الذكاء الاصطناعي	تعلم الآلة
يُشير "AI" إلى الذكاء الاصطناعي ويُعرف بأنه القدرة على اكتساب وتطبيق المعرفة.	يشير "ML " إلى تعلم الآلة والذي يُعرف بأنه اكتساب المعرفة أو المهارة.
الهدف هو زيادة فرصة النجاح وليس الدقة.	الهدف هو زيادة الدقة، لكنه لا يهتم بالنجاح.
يعمل كبرنامج كمبيوتر يقوم بعمل ذكي .	هو مفهوم بسيط لآلة تأخذ البيانات وتتعلم من البيانات.
الهدف هو محاكاة الذكاء الطبيعي لحل مشكلة معقدة.	الهدف هو التعلم من البيانات لأداء مهمة معينة لتعظيم أداء الماكينة في هذه المهمة.
الذكاء الاصطناعي هدفه صنع القرار.	يتيح تعلم الألة نظامًا لتعلم أشياء جديدة من البيانات.
يؤدي إلى تطوير نظام لمحاكاة الإنسان والتصرف في ظروف معينة.	ينطوي على خلق خوارزميات للتعلم الذاتي.
يؤدي الذكاء الاصطناعي لإيجاد الحل الأمثل.	يؤدي تعلم الألة إلي إيجاد الحل الوحيد.
الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى الذكاء أو الحكمة.	تعلم الآلة يؤدي إلى المعرفة.

تطبيقات تعلم الآلة: Machine Learning – Applications

يُعد تعلم الآلة من أحد أكثر التقنيات إثارة، والتي يمكن للمرء أن يجدها على الإطلاق، فكما هو واضح من الاسم، فإنه يجعل الكمبيوتر أكثر شبهًا بالإنسان من خلال القدرة على التعلم، وحاليًا يتم استخدام تعلم الآلة في العديد من المجالات، ومن تطبيقات تعلم الآلة ما يلي:

- **محرك بحث الويب"Web Search Engine"**: أحد الأسباب التي تجعل محركات البحث مثل google، bing ..إلخ تعمل بشكل جيد؛ هو أن النظام قد تعلم كيفية ترتيب الصفحات من خلال خوارزمية تعلم معقدة.
- **تطبيقات مشاركة الصور"Photo tagging Applications"**: سواء كان ذلك في الفيس بوك facebook أو أي تطبيق آخر، فمشاركة الصور مع الأصدقاء، ووضع علامات عليها يتم من خلال خوارزمية التعرف على الوجه والتي تعمل خلف التطبيق.
- **البريد المزعج "Spam Detector"**: حيث يقوم وكيل البريد بالكثير من الجهد في تصنيف الرسائل ونقل رسائل البريد العشوائي إلى مجلد الرسائل غير المرغوب فيها، ويحدث ذلك بواسطة مصنف الرسائل غير المرغوب فيها والذي يعمل في تطبيق البريد الإلكتروني مثل Gmail أو Hotmail.

واليوم، تستخدم الشركات تعلم الآلة لتحسين القرارات التجارية، وزيادة الإنتاجية، واكتشاف الأمراض، وتوقع الطقس، وفي مجالات كثيرة أخرى، لمواكبة النمو المتسارع للتكنولوجيا.

الفصل الثالث
التعلم العميق

- نبذة تاريخية عن التعلم العميق.
- تعريف التعلم العميق.
- مجالات توظيف التعلم العميق.
- كيف يعمل التعلم العميق؟
- كيف يحقق التعلم العميق نتائج مذهلة؟
- الفرق بين تعلم الآلة والتعلم العميق.
- الاختيار بين تعلم الآلة والتعلم العميق.
- كيفية إنشاء وتدريب نماذج التعلم العميق.
- تطبيقات التعلم العميق.

الفصل الثالث

التعلم العميق

Deep Learning

قد نسمع عن مصطلح التعلم العميق "Deep Learning " وخصوصًا المهتمين بمجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته، فما هو التعلم العميق؟ ولماذا سمي بالعميق؟ ومتى ظهر؟ وما هى مجالات تطبيقه؟ وكيف يعمل التعلم العميق؟ وكيف يحقق نتائج مذهلة؟ وما الفرق بين تعلم الآلة والتعلم العميق ؟ وكيف يمكن إنشاء وتدريب نماذج التعلم العميق؟ وما هى تطبيقاته؟ ففي هذا الفصل نستعرض أهم المحاور التى تختص بالتعلم العميق؛ فمنذ السبعينيات وعلماء الحاسب يحاولون تطوير خوارزميات لتعليم الحاسب الآلي القيام بمجموعة عمليات دون الحاجة لتدخل الإنسان بإعطائه أوامر جديدة – كما في البرمجيات التي نستخدمها الآن- وقد ظل معدل تطوير هذه الخوارزميات والعمليات الحسابية بطيئًا حتى الثمانينيات، أما اليوم، فهذه الخوارزميات التي تندرج تحت مسمى "التعلُّم العميق" لها تطبيقات عملية في مجالات مختلفة من حولنا، وتمثل صميم عمل كبرى الشركات في العالم.

ففي كثير من الأحيان نسمع عن "تعلّم الآلة "Machine Learning أو "الشبكات العصبية "Neural Networks و"البيانات الضخمة "Big Data، وهي مرتبطة بشكل كبير بـ "التعلم العميق "Deep Learning الذي يُفهَم على أنه بمثابة "تدريب" للآلات والحواسيب، وهو عبارة عن نموذج حسابي يُمكِّن الحاسب أو الآلات من فهم اللغة الطبيعية (وهي المكونات البدائية التي تشكّل طبيعة كل لغة، من حيث طريقة تركيب الحروف والمصطلحات وعلاقة الكلمات ذات المعاني المتشابهة ببعضها البعض، والمترادفات والمتشابهات) وبمجرد تغذية الحواسيب بالبيانات والمعلومات الكافية لفهم تلك العلاقات، يمكنها الخروج

بمعنى معين أو أداء مهمة ما اعتمادًا على الاستنتاج المنطقي، ومع كثرة البيانات والمعلومات التي يحصل عليها الحاسب أو الآلة فمن المفترض أنه "يتعلم" أو يكتسب خبرة جديدة.

وتنتشر تطبيقات" التعلُّم العميق" و"تعلُّم الآلة" الآن في كثير من المجالات كالبنوك حيث تتعرف الحواسيب على مدى رضا العملاء عن الخدمات المقدمة لهم، وكذلك تصنيفهم إلى عملاء جيدين أو غير ملتزمين بالدفع مثلاً، وفي مجال الطب الحيوي لتشخيص الأمراض والكشف عن المخدرات، والتعرف على بصمات الوجه واليد والبصمة الوراثية، وفي مجال الكمبيوتر والإنترنت يستخدم في الوقت الحالي في فلترة البريد الإلكتروني من الرسائل المزعجة وفي خدمات الترجمة والتصنيفات وتحويل الكتابة النصية إلى كلام مسموع.

ومع تحسين القدرة الحسابية وتوفير كمية هائلة من البيانات، توصل الباحثون إلى طريق الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence، حيث إن كم المعلومات التي يمكن تزويد الآلات بها يُمكّنها من القيام بعمليات أكبر من تلقاء نفسها، حتى أُطلق على الآلات أنها ذكية، فمنذ أشهر قليلة كانت "جوجل ديب مايند "google deep mind" ذراع الذكاء الاصطناعي في ألفابت Alphapet، وقد كشفت عن تقنية جديدة تتقن هذا النوع من المهمات التي كانت صعبة في السابق، من خلال تطبيقها على أخبار جوجل، ثم إنها في طريقها البحثي لتطوير ذكاء الآلة ليكون مقاربًا بدرجة كبيرة للذكاء البشري.

ونجد أن كبرى الشركات العملاقة قامت بالاستثمار بكثافة في "التعلُّم العميق" الفترة الماضية، حيث إن كبرى الصناعات التقنية اليوم قائمة بشكل كبير على هذه التقنية أو الخوارزميات إن صحت التسمية، كمحركات البحث، وخدمات الترجمة، البحث الصوتي، والتراسل الصوتي المتطور مثل خدمة مترجم Skype، والبحث عبر الهاتف الجوال، وغيرها.

أما فيما يخص علاقة التعلُّم العميق بالذكاء الاصطناعي أو الإنسان الآلي فالأمثلة عديدة، شاهدناها في السيارات ذاتية القيادة، والجنود العسكريين الآليين، وفي السكرتيرة الآلية التي تخطط لجدول الأعمال وترد على المكالمات التليفونية دون تدخل بشري، ولا يزال المجال يخرج علينا بغير المعقول كل يوم.

فإذا كان الأمر كذلك بالنسبة للتطور الذي يُشكل ذكاء الآلة، فماذا تظن ما ستبدو عليه الآلات عندما يبلغ تطوير هذه الخوارزميات ذروتها؟!

نبذة تاريخية عن التعلم العميق:

تاريخيًا، نشأ مفهوم التعلم العميق من بحوث الشبكات العصبية الاصطناعية، ومن هنا، يمكن للمرء أن يسمع من حين لآخر نقاشًا حول "جيل جديد من الشبكات العصبية" أو الشبكات العصبية المتقدمة أو MLPs مع العديد من الطبقات المخفية، والتي غالبًا ما يشار إليها باسم الشبكات العصبية العميقة (DNNs)، وهي أمثلة جيدة للنماذج ذات البنية العميقة، وقد كان الانتشار الخلفي (BP)، الذي شاع في الثمانينات، هو خوارزمية معروفة لتعلم مُعلمات هذه الشبكات، وبالرغم من ذلك عمليًا لم تعملBP وحدها جيدًا في تعلم الشبكات مع عدد صغير من الطبقات المخفية، ومع وجود انتشار واسع لشبكات أوبتيما وتحديات أخرى للتحسين مثل عدم التجانس للوظيفة الموضوعية للشبكات العميقة هو المصدر الرئيسي للصعوبات في التعلم، وتعتمدBP على تدرج المعلومات المحلية، وتبدأ عادةً ببعض النقاط الأولية العشوائية، وغالبًا ما يتم احتجازها في وضعية محلية ضعيفة عندما يكون نمط التدفّق أو حتى التدرج العشوائي stochastic gradient يتم باستخدام خوارزمية BP النسبية بشكل كبير، حيث تزداد صعوبتها بشكل كبير مع زيادة عمق الشبكات، وهذه الصعوبة مسؤولة جزئيًا عن إبعاد معظم عمليات التعلم الآلي ومعالجة الإشارات من الشبكات العصبية إلى النماذج الضحلة

التي تجعلها تفقد وظيفتها؛ على سبيل المثال، نماذج (CRFs – SVMs MaxEnt) ، وعلى الرغم من استمرار العمل على الشبكات العصبية ذات النطاق المحدود والتأثير، ظلت هناك صعوبة فى تطوير النماذج العميقة.

وفي عام 2006 تم نشر بديلين لنماذج عميقة غير احتمالية وغير توليدية وغير خاضعة للإشراف، أحدهما هو متغير التشفير التلقائي مع تدريب فائق للطبقة يشبه إلى حد كبير التدريب الذي يحدث في شبكات DBN والآخر هو نموذج قائم على الطاقة مع التعلم دون إشراف من التمثيلات المتناثرة أكثر من اللازم، وكلاهما يمكن أن يستخدما بشكل فعال لتدعيم شبكة عصبية عميقة، يشبه إلى حد كبير DBN.

فبالإضافة إلى تزويد نقاط التهيئة الجيدة لشبكات DBN نجد أن هناك ثمة خصائص مميزة أخرى وهي: **أولًا** أن تعليم الخوارزمية يجعل استخدام البيانات غير المصنفة أكثر فعالية، **وثانيًا:** يمكن تفسيره على أنه نموذج مولِّد احتمالي، **وثالثًا:** يمكن تفادي المشكلة بشكل كبير، والتي غالبًا ما تتم ملاحظتها في النماذج التي تحتوي على ملايين المتغيرات مثل DBNs، والتي تحدث في كثير من الأحيان في الشبكات العميقة، والتغلب عليها.

إن استخدام طبقات مخفية مع العديد من الخلايا العصبية في DNN من شأنه أن يحسن قوة النمذجة في DNN ويخلق العديد من التكوينات المثلى عن كثب بحيث يمكن أن يستمر في الأداء بشكل جيد مما هو عليه عند استخدام عدد صغير من الخلايا العصبية في الشبكة، ومع ذلك، فإن استخدام الشبكات العصبية العميقة والواسعة سيطرح طلبًا كبيرًا على القوة الحاسوبية خلال عملية التدريب وهذا هو أحد الأسباب التي جعلت الباحثين قد بدأوا حتى السنوات الأخيرة في استكشاف كل من الشبكات العصبية العميقة والواسعة على نحو غير مسبوق.

وقد ساهمت خوارزميات التعلم الجيدة واللاخطية المختلفة في نجاح DNNs، ونجد أن خوارزميات الانحدار العشوائي التنازلي أو ما تُسمى Stochastic gradient descend (SGD) هي الخوارزمية الأكثر كفاءة عندما تكون مجموعة التدريب كبيرة ومتكررة كما هو الحال بالنسبة لمعظم التطبيقات، إن تقنية تهيئة الشبكة DNN التي تجذب أكبر قدر من الاهتمام هي تقنية ما قبل التدريب غير الخاضعة للإشراف المقترحة في المناقشة السابقة.

إن الإجراء السابق للتدريب على DBN ليس هو الإجراء الوحيد الذي يسمح بالتهيئة الفعالة لـ DNNs، وهناك نهج بديل غير خاضع للإشراف يعمل بشكل جيد بنفس المقدار يتمثل في جعل طبقة في DNN متبوعة بطبقة أخرى يتم ضبطها عن طريق تعيين مجموعة فرعية عشوائية من نقاط المدخلات إلى الصفر، وقد ثبت أيضًا أن عملية ما قبل التدريب تحت الإشراف، أو التي يطلق عليها أحيانًا ما يسمى التحيز التمييزي، فعالة في الحالات التي تكون فيها بيانات التدريب المصنفة تتطلب أداءات كثيرة.

ولعلنا نسأل من اخترع لأول مرة كلمة "التعلم العميق"؟

يعود إلى العمل الذي قام به جيفري هينتون "Geoffrey Hinton" في منتصف عام 2000 من خلال ورقة عمل بعنوان "تصور للتعلم متعدد الطبقات"، ومع ذلك أعتقد أن ما جعل التعلم العميق ذا كيان واقعي هو المشروع الذي قام به" أندرو" ".Andrew Ng" بالاشتراك مع فريق عمل تابع لمحرك البحث جوجل، وكان هذا المشروع بعنوان " بناء ملامح عالية المستوى لاستخدام التعلم غير الخاضع للإشراف على نطاق أوسع Building high-level features using large scale unsupervised learning، فقد تطورت تقنيات التعلم العميق البحثية خلال السنوات الماضية وأثرت على مجال واسع من العمل على معالجة الإشارة والمعلومات بشكلها التقليدي

والحديث، وذلك ضمن المجالات المتسعة المتضمنة المفاهيم الأساسية لتعلم الآلة والذكاء الاصطناعي.

فقد كانت معظمُ تقنيات تعلّم الآلة ومعالجة الإشارة حتى وقتٍ قريب تعتمد على معماريات ذات بُنى سطحيّة ضئيلة، حيث احتوت هذه المعماريات على مستويين من تحويلات الخصائص غير الخطية على الأكثر، ومن الأمثلة على هذه المعماريات السطحية:

- Conditional Random Fields (CRFs).
- Gaussian mixture models (GMMs)
- Support Vector Machine (SVMs).
- Logistic Regression.

وقد كانت هذه المعماريات السطحية فعّالةً في حل المشكلات البسيطة أو المبنية بشكلٍ جيد، ولكن محدودية نمذجتها وقدرتها التمثيلية تسبب صعوباتٍ في مواجهة التطبيقات الحقيقية الأكثر تعقيدًا كالتطبيقات الحاوية على إشارات طبيعية كخطاب الإنسان والصوت واللغة الطبيعية والصور الطبيعية والمشاهد البصرية، ولكن ميكانيكية معالجة المعلومات ذات المصدر البشري تتطلّب معماريات عميقة لاستخراج البنى المعقدة وبناء التمثيلات الداخلية بالاستفادة من الدخل المعطى، فعلى سبيل المثال، أنظمة إنتاج الكلام والأنظمة المستقبلة له مجهزة ببنى هرمية طبقية من أجل تحويل المعلومات من طبقة الشكل الموجي إلى الطبقة اللغوية، وكذلك يكون النظام البصري البشري هرميًا بشكل طبيعي ليس فقط في القسم المتخصص بالاستقبال، بل كذلك في الجزء المولد للمعلومات.

وقد ظهر التعلّم العميق من المجال البحثي الخاص بشبكات الذكاء الاصطناعي العصبية، وتُعد الشبكات العصبية ذات التغذية المسبقة MLPs والمجهزة بعدّة طبقات مخفيّة وتدعى الشبكات العصبية العميقة (DNNs) مثالاً

جيدًا عن نماذج البنى العميقة، وقد كان الانتشار الخلفي Back propagation(BP) والذي أصبح منتشراً خوارزمية معروفة لتعلّم معاملات هذه الشبكات، ولكن الانتشار الخلفي لوحده لم يعمل بشكلٍ جيدٍ مع شبكات التعلّم التي تملك عددًا كبيرًا من الطبقات المخفيّة، وقد كانت الصعوبة تزداد كلّما ازداد عمق هذه الشبكات.

ولأن استعمال الشبكات العميقة والواسعة يتطلب طاقةً حسابيةً كبيرة خلال عملية التدريب، فكان ذلك سبب امتناع الباحثين عن العمل مع هذه الشبكات حتى فترة قريبة، كما ساهمت خوارزمياتٌ تعليم أفضل في نجاح الشبكات العصبية العميقة، وكانت خوارزميات (SGD - stochastic gradient descent) هي الأكثر فعّالية مع مجموعات التدريب الكبيرة وهذه هي حالة معظم التطبيقات، كما أثبتت فعاليتها حديثًا في العمل التفرعي عبر عدة آلات في الوضع غير المتزامن، أو عبر عدة وحدات معالجة رسومية من خلالBP.

تعريف التعلم العميق:

التعلم العميق هو تقنية من تقنيات تعلم الآلة حيث يتم تعليم الكمبيوتر كيفية إجراء الأعمال كما يقوم بها البشر بشكل طبيعي، على سبيل المثال فإن التعلم العميق هو التقنية الرئيسية التي يكمن وراءها قيادة السيارات بدون سائق، حيث تتمكن السيارات من التعرف على علامة الوقوف، وكذلك التمييز بين مرور أحد المشاة من عمود إنارة تمامًا مثلما يحدث عند استخدام التحكم الصوتي في أجهزة الهواتف المحمولة والأجهزة اللوحية وأجهزة التلفزيون وسماعات الأذن بدون استخدام اليدين، والآن يتمتع التعلم العميق بالكثير من الاهتمام في الآونة الأخيرة، حيث إنه يحقق نتائج مذهلة لم تكن ممكنة من قبل، ففي التعلم العميق يتم إعداد نموذج الكمبيوتر بحيث يقوم بأداء المهام التصنيفية مباشرًة من الصور أو النصوص أو الصوت، وبالتالي، يمكن

لنماذج التعلم العميق أن تحقق دقة متطورة تتجاوز أحيانًا مستوى الأداء البشري حيث يتم تدريب إعداد هذه النماذج باستخدام مجموعة كبيرة من البيانات المصنفة، وبنيات الشبكات العصبية التي تحتوي على العديد من الطبقات، وقد استعرض أيضًا دينج ودونج (Deng,Dong) عدّة تعاريف للتعلّم العميق منها:

إن التعلم العميق مجالٌ جديد ضمن بحوث تعلّم الآلة لتقريب تعلّم الآلة باتجاه واحدٍ من أهدافه الأساسية وهو الذكاء الاصطناعي، ويدور حول تعليم مستويات متعددة من التمثيل والتجريد ممّا يساعد في تحقيق فهمٍ أكبر للمعطيات كالصور، الفيديو، والنصوص.

كما يُعرف بأنه حقلٌ فرعي ضمن مجال تعلّم الآلة يعتمدُ على تعلّم عدّة مستويات من التمثيلات المقابلة لبنيةٍ هرمية من السمات أو العوامل أو المفاهيم، ويتم تعريفُ السِّمات والمفاهيم عالية المستوى بالاعتماد على المفاهيم ذات المستوى الأدنى، وقد تساعد مفاهيم المستوى الأدنى ذاتها في تعريف العديد من مفاهيم المستوى الأعلى.

وكذلك يُعرف التعلّم العميق بأنه جزءٌ من عائلة أكبر من أساليب تعلّم الآلة المعتمدة على تعلّم التمثيلات، فمن الممكن تمثيل صورة ما بعدّة طرق، لكن توجد بعض التمثيلات التي تجعل تعلّم المهام أكثر سهولة (هل هذه الصورة تمثّل وجه إنسان مثلاً؟). فمجال البحث الذي يهتم بإيجاد وتعريف هذه التمثيلات وكيفية تعليمها هو ما يُطلق عليه التعلم العميق.

ويعرف أيضًا أنه نوع من تقنيات تعلّم الآلة التي تُستخدم عدّة طبقات من المعالجة غير الخطية للمعلومات لاستخراج ونقل الخواص بإشراف أو بدون إشراف بالإضافة لتحليل وتصنيف الأنماط.

ويُعرف أيضًا بأنه حقل فرعي ضمن تعلّم الآلة، يُطبق خوارزميات التعلم على تمثيل متعدد المستويات، وذلك من أجل نمذجة العلاقات المعقدة ضمن

المعطيات، وبذلك يتم تعريف السِّمات والمفاهيم العالية المستوى بناءً على ماهو أدنى منها تُدعى هذه البنية الهرمية من السمات بالبنية العميقة، كما تعتمد مُعظم هذه النماذج على منهجية التعلم بدون إشراف (معلم) للتمثيلات.

ومما سبق نجد أن التعلّم العميق يقع في المنطقة المشتركة ما بين عدّة مجالات وهي بحوث الشبكات العصبية والذكاء الاصطناعي والنمذجة الرسومية والتعرّف على الأنماط ومعالجة الإشارات.

ومثال على تطبيق التعلّم العميق: النمذجة الصوتية من أجل التعرّف إلى الخطاب (خاصية التعرف الصوتي): إن التعرف على الخطاب هو من أوائل التطبيقات الناجحة للتعلّم العميق في مجال الذكاء الاصطناعي، وتعتمد على نموذج GMM-HMM وهو نموذج خليط جاوس مع أداة HMM التي تطوّر التصنيف الساكن (static classifying) ليدعمَ الأنماط الديناميكية والتسلسلية، وقد بدأت تأثيراتُ التعلّم العميق والشبكات العصبية العميقة بالتعرّف إلى الخطاب في عام 2010بعد تعاون الباحثين الأكاديميين والصناعيين، حيث بدأ هذا التعاون بمهمّات تعتمد على الهاتف ثم تتابع إلى مهمّات التعرّف على المفردات ممّا حقق نجاحًا كبيرًا عن طريق استعمال شبكات عصبية عميقة كبيرة جدًا ومماثلة لبنية الوحدات الصوتية في نموذج-GMM. HMM

مجالات تطبيق التعلم العميق:

تستخدم تطبيقات التعلم العميق في الصناعات المختلفة بدايًة من القيادة الآلية إلى الأجهزة الطبية، حيث تستخدم هذه التقنية الآن فى الكثير من المجالات؛ في مجالات الاتصالات، والبنوك، والطب الحيوي، والكشف عن المخدرات، والبصمة الوراثية، والحصول على عقاقير جديدة فى مجال الصيدلة، والكمبيوتر والإنترنت فى خدمات البريد الإلكتروني للتعرف على البريد الإلكتروني المزعج Spam، وخدمات البحث عن الصور، والبحث

بالصوت، وغيرها، وفيما يلي عرض أمثلة لاستخدام التعلم العميق في بعض المجالات:

- **القيادة الآلية:**

يستخدم التعلم العميق في مجال السيارات لاكتشاف الأشياء تلقائيًا مثل علامات الوقوف وإشارات المرور، بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام التعلم العميق للكشف عن المشاة، مما يساعد على تقليل الحوادث.

- **الفضاء والدفاع:**

يستخدم التعلم العميق لتحديد الأشياء من الأقمار الصناعية التي تحدد مجالات الاهتمام، وتحديد المناطق الآمنة أو غير الآمنة للقوات.

- **البحث الطبي:**

يستخدم باحثوا السرطان التعلم العميق لاكتشاف الخلايا السرطانية تلقائيًا، فقد قامت الفرق في جامعة كاليفورنيا الأمريكية (UCLA) ببناء مجهر متقدم ينتج مجموعة بيانات عالية الأبعاد تستخدم لتدريب تطبيق تعليمي عميق لتحديد الخلايا السرطانية بدقة.

- **الأتمتة الصناعية:**

يُساعد التعلم العميق على تحسين سلامة العمال حول الآلات الثقيلة من خلال الكشف التلقائي عندما يكون الأشخاص أو الأشياء على مسافة غير آمنة من الآلات.

- **الإلكترونيات:**

يتم استخدام التعلم العميق في الترجمة الآلية للسمع والكلام، على سبيل المثال، يتم تشغيل أجهزة المساعدة المنزلية التي تستجيب لصوتك وتتعرف على اختيارك من خلال تطبيقات التعلم العميق.

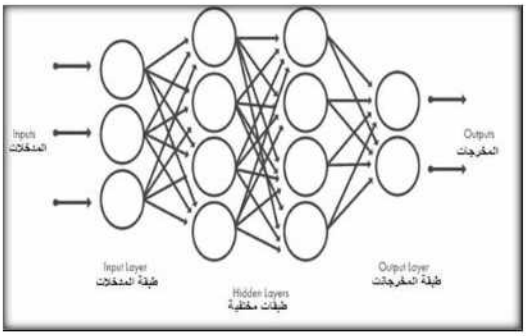
كما يستخدم البيولوجيون والباحثون هذه التقنية لتحليل صور طبقية ثلاثية الأبعاد للدماغ البشرى للتعرف على الوصلات العصبية، كما تستخدم هذه التقنية أيضًا للتعرف على الأحماض الأمينية والتنبؤ ببنية البروتين.

وتعتمد شركة جوجل Google على هذه الطريقة فى نظام الأندرويد للتعرف على الكلام، وقد حققت انخفاضًا بنسبة 25 % فى أخطاء التعرف على الكلمات وبعد النجاح الكبير لهذه التقنية فى التعرف على الصور والكلمات سعت جوجل إلى تطبيق هذه التقنية في فهم لغة البشر بما يكفي لإعادة صياغة الجمل ويمكن الاستفادة منها فى ترجمة جوجل أيضًا، كما مكّن التعلم العميق جوجل من تسويق الإعلانات بشكل آلي وتسعى الشركات الكبرى الأخرى فى مجالات تكنولوجيا المعلومات مثل ميكروسوفت وفيس بوك فى استثمار هذه التقنية.

كيف يعمل التعلم العميق؟

تستخدم معظم طرق التعلم العميق معماريات الشبكات العصبية، وهذا هو السبب وراء الإشارة إلى نماذج التعلم العميق على أنها شبكات عصبية عميقة، حيث يشير مصطلح "عميق" عادة إلى عدد الطبقات المختفية في الشبكة العصبية، حيث تحتوي الشبكات العصبية التقليدية فقط من 2-3 طبقات مختفية، في حين أن الشبكات العميقة يمكن أن تحتوي على ما يصل إلى 150 طبقة.

ويتم تدريب نماذج التعلم العميق باستخدام مجموعات كبيرة من البيانات المصنفة وبنيات الشبكات العصبية التي تتحدد الملامح المميزة مباشرة من البيانات دون الحاجة إلى استخراج هذه السمات يدويًا.



شكل (13) الشبكات العصبية، والتي يتم تنظيمها في طبقات تتكون من مجموعة من العقد المترابطة، ويمكن أن تحتوي هذه الشبكات على عشرات أو مئات الطبقات المختفية

ومن أكثر أنواع الشبكات العصبية العميقة شيوعًا ما يُعرف باسم:

– الشبكات العصبية الالتفافية **(CNN or ConvNet)**، حيث تقوم شبكة CNN بتعلم السمات المكتسبة بدايّة من بيانات الإدخال، وتستخدم طبقات إلتفافية ثنائية الأبعاد، مما يجعل هذه البنية مناسبة تمامًا لمعالجة البيانات ثنائية الأبعاد، مثل الصور، تلغي شبكات CNN الحاجة إلى استخراج هذه السمات يدويًا، لذلك لا تحتاج إلى تحديد الملامح المميزة المستخدمة لتصنيف الصور، حيث تقوم شبكة CNN باستخراج الملامح المميزة مباشرة من الصور، مع العلم، بأن هذه الشبكة لم تكن تتعامل مع هذه الملامح مسبقًا، وإنما يتم تعليم وتدريب الشبكة علي كيفية التعامل واستخراج الملامح المميزة لمجموعة من الصور، ومن ثم يتم استخراج هذه الملامح بشكل آلي من خلال تدريب هذه الشبكة علي استخراج الملامح المميزة لمجموعة من الصور مسبقًا، وبناء عليه فإن عملية استخراج الملامح المميزة بشكل آلي يجعل نماذج التعلم العميق أكثر دقة بحيث تُمكن الكمبيوتر من القيام بمهامه مثل تصنيف الكائنات.

وتتعلم شبكات CNN أن تكتشف الملامح المميزة المختلفة في الصورة الواحدة باستخدام عشرات أو مئات الطبقات المختفية، كل طبقة مختفية تزيد من تعقيد عملية تعلم الملامح المميزة الموجودة في الصورة، على سبيل المثال، يمكن أن تحدد الطبقة المختفية الأولى كيفية اكتشاف الحواف، بينما تحدد طبقة أخرى ملامح خاصة أكثر تعقيدًا للشكل الذي نحاول التعرف عليه.

كيف يحقق التعلم العميق نتائج مذهلة؟

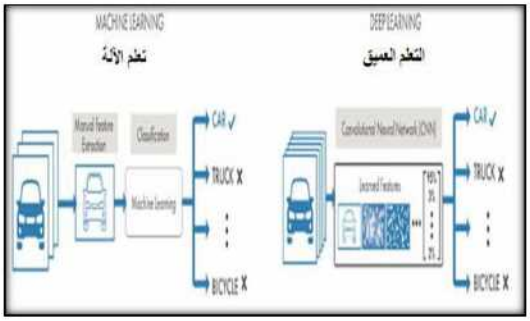
في كلمة واحدة إنها الدقة، إن التعلم العميق يحقق معدلات عالية من التعرف الدقيق أعلى من ذي قبل، وبالتالي، تتمكن هذه الإلكترونيات من تلبية توقعات المستخدمين بكفاءة ودقة، وهذا أمر هام وحاسم بالنسبة للتطبيقات المستخدمة للأمن والسلامة مثل قيادة السيارات التي تعمل بدون سائق، حيث ساعد التعلم العميق على تحسين الأداءات للقيام ببعض المهام مثل تصنيف الصور لدرجة أنها قد تتفوق في بعض الأحيان على الأداءات البشرية.

وعلى الرغم من أنه قد تم وضع نظرية التعلم العميق لأول مرة في الثمانينيات إلا أن هناك سببان رئيسان أبرزا أهمية التعلم العميق موخرًا هما:

1. يتطلب التعلم العميق كميات كبيرة من البيانات المصنفة،على سبيل المثال، يتطلب لتطوير نظم قيادة السيارات بدون سائق ملايين الصور وآلاف الساعات من الفيديوهات.
2. يتطلب التعلم العميق بنية كمبيوترية قوية، بحيث مثلًا يحتوى على وحدات لمعالجة الرسوم عالية الأداء لتكافئ متطلبات التعلم العميق، وهذا من شأنه يمكن فريق التطوير من تقليل وقت التدريب لشبكة التعلم العميق من أسابيع إلى ساعات أو أقل.

الفرق بين تعلم الآلة والتعلم العميق:

التعلم العميق هو شكل متخصص من تعلم الآلة، حيث يبدأ سير العمل في تعلم الآلة باستخراج الملامح المميزة من الصور يدويًا، ثم يتم استخدام هذه الملامح المميزة لإنشاء نموذج يقوم بتصنيف الكائنات في الصورة، أما بالنسبة لسير العمل في التعلم العميق فإنه يتم استخراج الملامح المميزة ذات الصلة أوتوماتيكيًا من الصور، بالإضافة إلى ذلك، يتسم الأداء في التعلم العميق بـ "التعلم من طرف إلى طرف" - حيث تُعطي الشبكة البيانات والمهام المطلوب أدائها، مثل التصنيف، ومن ثم تقوم الشبكة بالتعلم بشكل أوتوماتيكي، وثم اختلاف رئيسي آخر وهو مدى تعامل خوارزميات التعلم العميق مع البيانات، في حين يتقارب التعلم السطحي إلى تعلم الآلة حيث يشير التعلم االسطحي إلى أساليب تعلم الآلة التي تحقق مستوًى معينًا من الأداء عند إضافة المزيد من الأمثلة وبيانات التدريب إلى الشبكة، وهناك ميزة رئيسية هامة لشبكات التعلم العميق تتمثل في أنها غالبًا ما تستمر في التطور باستمرار مع زيادة حجم بياناتك.



شكل (14) مقارنة نهج تعلم الآلة لتصنيف المركبات (يسار) مع التعلم العميق (يمين) في تعلم الآلة، يتم اختيار الملامح المميزة والتصنيف لفرز الصور يدويًا، أما في التعلم العميق فتكون خطوات استخراج الملامح المميزة وخطوات النمذجة بشكل أوتوماتيكيًا

الاختيار بين تعلم الآلة والتعلم العميق:

يقدم تعلم الآلة مجموعة متنوعة من التقنيات والنماذج التي يمكنك اختيارها بناءً على طلبك، وحجم البيانات التي تقوم بمعالجتها، ونوع المشكلة التي تريد حلها، ويتطلب تطبيق التعلم العميق الناجح كمية كبيرة جدًا من البيانات (آلاف الصور) لتدريب النموذج، بالإضافة إلى وحدات معالجة الرسومات (GPUs, or graphics processing units)، لمعالجة البيانات الخاصة بك بسرعة، فعند الاختيار بين تعلم الآلة والتعلم العميق، ضع في اعتبارك ما إذا كان لديك وحدة معالجة الرسومات (GPU) عالية الأداء والكثير من البيانات المصنفة، فإذا لم يكن لديك أي من هذه الأشياء، فقد يكون من الأفضل استخدام تعلم الآلة بدلاً من التعلم العميق، فالتعلم العميق بشكل عام أكثر تعقيدًا، لذلك ستحتاج إلى بضعة آلاف من الصور على الأقل للحصول على نتائج موثوقة، ويساعدك على ذلك أيضًا امتلاك GPU وحدة معالجة رسومات عالية الأداء، وبذلك فإن النموذج سيستغرق وقتًا أقل لتحليل كل تلك الصور.

كيفية إنشاء وتدريب نماذج التعلم العميق:

فيما يلي الطرق الثلاث الأكثر شيوعًا التي يتم استخدامها في التعلم العميق لتصنيف الكائنات:

1- **التدريب من نقطة الصفر: Training from Scratch**

لتدريب شبكة عميقة من نقطة الصفر، يمكنك تجميع مجموعة كبيرة جدًا من البيانات المصنفة وتصميم البنية الشبكية التي ستتعلم الملامح المميزة والنماذج، وهذه الطريقة ملائمة جدًا للتطبيقات الجديدة، أو التطبيقات التي تمتلك عددًا كبيرًا من المخرجات التصنيفية، إلا أن هذه الطريقة أقل شيوعًا نظرًا لأن حجم البيانات ومعدل التعلم في هذه الطريقة عادةً ما تستغرق أيام وربما أسابيع للتدريب.

2- **نقل التعلم: Transfer Learning**

تستخدم معظم تطبيقات التعلم العميق نهج تعلم النقل، وهي عملية تنطوي على ضبط نموذج مُدرب من قبل، حيث تبدأ بشبكة موجودة بالفعل، مثل AlexNet أو GoogLeNet، وتغذيتها ببيانات جديدة تحتوي على فئات غير معروفة من قبل، وبعد إجراء بعض التعديلات على الشبكة، يكون بإمكانك تنفيذ مهمة جديدة، مثل تصنيف الكلاب أو القطط بدلاً من تصنيف1000 كائن مختلف، وتتميز هذه الطريقة بأنها تحتاج إلى بيانات أقل بكثير (معالجة آلاف الصور، بدلا من الملايين)، بحيث ينخفض وقت الحساب إلى دقائق أو ساعات، كما يتطلب نقل التعلم لواجهة تفاعل للأجزاء الداخلية للشبكة الموجودة مسبقًا، بحيث يُمكن تعديلها وتحسينها وفقًا للمهمة الجديدة، ويحتوي تطبيق MATLAB® على أدوات ووظائف مصممة لمساعدتك على نقل التعلم.

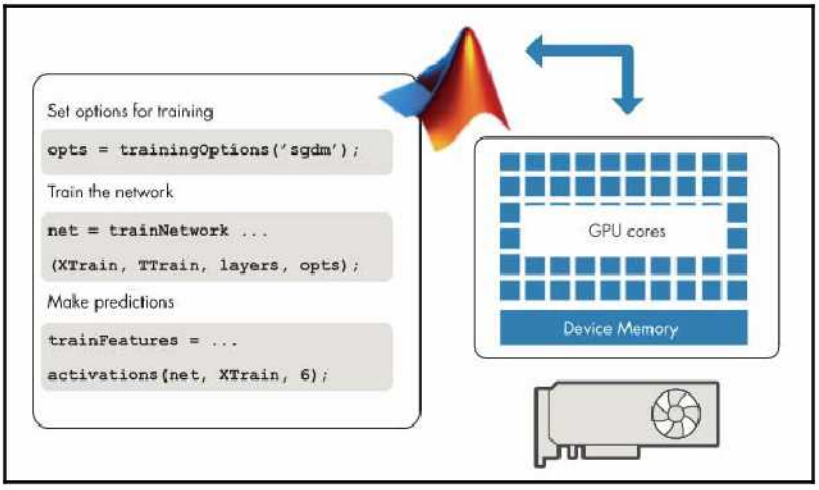
3. **استخراج الملامح المميزة: Feature Extraction**

هناك نهج أقل شيوعًا وأكثر تخصصًا للتعلم العميق وهو استخدام الشبكة لاستخراج الملامح المميزة، نظرًا لأن جميع الطبقات مُكلفة بتعلم الملامح المميزة في الصور، ويُمكن سحب هذه الملامح المميزة خارج الشبكة في أي وقت أثناء عملية التدريب، ويُمكن استخدام هذه الملامح المميزة كمدخلات في نموذج تعلم الآلة مثل support vector machines (SVM).

4. **زيادة سرعة نماذج التعلم العميق مع وحدات معالجة الرسومات GPUs:**

قد يستغرق تدريب نموذج التعلم العميق وقتًا طويلاً، من أيام إلى أسابيع، وباستخدام تسريع وحدة معالجة الرسومات GPU يمكنك زيادة سرعة هذه العملية بشكل ملحوظ، وباستخدام تطبيقMATLAB مع وحدة معالجة الرسومات يمكنك تقليل الوقت اللازم لتدريب الشبكة، وكذلك يمكنك تقليل وقت التدريب

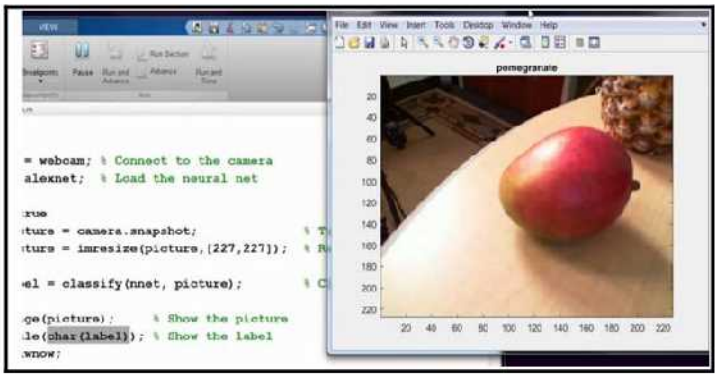
لمشكلة تصنيف الصور من أيام إلى ساعات في تدريب نماذج التعلم العميق، يستخدم تطبيق MATLABوحدات معالجة الرسومات (عند توفرها) دون الحاجة إلى فهم كيفية برمجة وحدة معالجة الرسومات GPU.



شكل (15) الأوامر بصندوق الأدوات لتدريب شبكة CNN سواء بطريقة التدريب من الصفر أو باستخدام نموذج مُدرب مسبقًا لنقل التعلم في التعلم العميق

تطبيقات التعلم العميق:

يمكن استخدام نماذج الشبكات العصبية العميقة المدربة مسبقًا لتطبيق التعلم العميق بشكل أسرع لمشاكلك عن طريق تنفيذ عملية نقل التعلم أو استخراج الملامح المميزة، بالنسبة لمستخدمي تطبيق MATLAB، تحتوي بعض النماذج المتوفرة على AlexNet و VGG-16 و VGG-19، بالإضافة إلى طرازات كافي Caffe.



شكل (16) مثال لاكتشاف الكائن باستخدام التعلم العميق

بالإضافة إلى التعرف على الكائن، حيث يمكن التعرف علي كائنًا محددًا في صورة أو مقطع فيديو، يمكن أيضًا استخدام التعلم العميق في اكتشاف الكائنات والذي يعني التعرف على الكائن وتحديد موقعه في مشهد ما، مع وجود كائنات أخرى داخل الصورة

شكل (17) التعرف علي كائنًا محددًا في صورة أو مقطع فيديو

التعلم العميق وتطبيق ماتلاب MATLAB:

يجعل تطبيق MATLAB التعلم العميق أسهل باستخدام الأدوات والوظائف لإدارة مجموعات البيانات الكبيرة، ويقدم تطبيق MATLAB أيضًا

مجموعة من الأدوات المتخصصة للعمل مع تعلم الآلة والشبكات العصبية ورؤية الكمبيوتر والقيادة الآلية، مع وجود بضعة أسطر من الشفرات (الأكواد)، كما يسمح لك تطبيق MATLABأداء التعلم العميق دون أن تكون خبيراً في المجال حيث يمكنك البدء بسرعة في إنشاء النماذج وعرضها ونشر النماذج على الخوادم والأجهزة المتضمنة.

ومن مميزات استخدام تطبيق MATLAB في التعلم العميق ما يلي:

1- **إنشاء وتصور نماذج باستخدام أسطر أكواد قليلة: Create and Visualize Models with Just a Few Lines of Code** حيث يتيح لك تطبيق MATLAB بناء نماذج التعلم العميق بأقل عدد من الأكواد، كما يمكنك بشكل سريع من استيراد نماذج معدة مسبقًا وتصور متوسط النتائج وتصحيحها بمجرد ضبط متغيرات التدريب.

2- **تنفيذ التعلم العميق دون أن تكون خبيراً: Perform Deep Learning Without Being an Expert** يمكنك استخدام تطبيق MATLAB للتعلم واكتساب الخبرات في مجال التعلم العميق، فالكثير لم يأخذ دورة في التعلم العميق، وبالتالي، فإن تطبيق MATLAB يجعل عملية التعلم في هذا المجال متاحة وعملية، بالإضافة إلى ذلك، فإنه يُمكن خبراء المجال من القيام بالتعلم العميق - بدلاً من تسليم المهمة إلى علماء البيانات الذين قد لا يعرفون ما تريد عمله.

3- **وضع العلامات الحقيقة أتوماتيكيًا في الصور والفيديوهات: Automate Ground Truth Labeling of Images and Video**، يُمكّن تطبيق MATLAB المستخدمين من تمييز الأشياء داخل الصور بشكل تفاعلي، وكذلك وضع علامات حقيقة على الأرض أوتوماتيكيًا داخل مقاطع الفيديو للتدريب واختبار نماذج التعلم العميق، وهذا النهج التفاعلي والأوتوماتيكي يُمكن أن يؤدي إلى نتائج أفضل في وقت أقل.

4- **دمج التعلم العميق في سير عمل واحد: Integrate Deep Learning in a Single Workflow** يُمكّن تطبيق MATLAB من توحيد مجالات متعددة في سير عمل واحد، حيث يمكنك القيام بالتفكير والبرمجة في بيئة واحدة فهو يقدم أدوات ووظائف للتعلم العميق، وكذلك مجموعة من النطاقات التي تدعم خوارزميات التعلم العميق، مثل معالجة الإشارات ورؤية الكمبيوتر وتحليل البيانات، كما يُمكنك دمج النتائج في تطبيقاتك الحالية، ونشر نماذج التعلم العميق الخاصة بك على أنظمة المشروع، والمجموعات، والسحب، والأجهزة المدمجة أوتوماتيكيًا.

والسؤال الآن: هل يمكن تحقيق التعلم العميق إنسانيًا؟ إن التعلم العميق المتعدد الطبقات في كل ما سبق يشير لتحقيقه في الآلة ولكن هل يحتاج الإنسان إلي التعلم العميق كنمط تعلم في تعلمه؟ وهل يمكن تحقيق ذلك؟ قد يكون الصعوبة في توفير سعة عقلية بشرية تسمح بذلك، ولكن من المهم أن يتحقق المفهوم؛ فالتعلم الذي ينتهي عند ورقة الامتحان هو تعلم سطحي لا يرقى بالفرد ولا بالمجتمع، وبالتالي، يصبح تحقيق التعلم العميق بشريًا وفق استراتيجية تعليمية مختلفة ومتكاملة.

الفصل الرابع

البيانات الضخمة

- مفهوم البيانات الضخمة.
- تصنيف البيانات.
- خصائص البيانات الضخمة.
- مصادر البيانات الضخمة.
- أهمية البيانات الضخمة.
- استخلاص البيانات الضخمة وتحليلها.
- الخطوات الأساسية للعمل مع البيانات.
- الأدوات المساعدة على استخراج البيانات.
- منهجية تحليل البيانات الضخمة.
- أدوات تحليل البيانات الضخمة.
- أهم لغات البرمجة المستخدمة في تحليل البيانات الضخمة.
- مقترحات لتفعيل الاستفادة من البيانات الضخمة فى تطوير التعليم .

الفصل الرابع

البيانات الضخمة

Big Data

كان أول ظهور لمصطلح البيانات الضخمة في بدايات عام 2000، وفى الآونة الأخيرة زاد انتشار المصطلح من ضمن أوائل الاتجاهات التكنولوجية الحديثة لما له من أهمية أكدت عليها مراكز الأبحاث؛ مثل: جارتنر، وماكينزي، وشركة أي بي إم العملاقة، ففي عام 2007، كانت البشرية قادرة على تخزين 290 إكسا بايت من البيانات المضغوطة، وتستطيع التواصل تقريبًا عبر 2 x2 زيتًا بايت، وتنفيذ 6.4إكسا بايت من التعليمات في الثانية على أجهزة الحاسب للأغراض العامة، ونمت القدرة الحاسوبية للحواسيب عامة الغرض بمعدل سنوي قدره 58%، وارتفعت قدرة العالم على القيام بالاتصالات ثنائية الاتجاه بنسبة 28% سنويًا، تلتها زيادة في المعلومات المخزنة عالميًا بنسبة23%، بينما نمت الاتصالات أحادية الاتجاه نموًا سنويًا متواضعًا نسبيًا (6%)، وقد هيمنت التكنولوجيا الرقمية على الاتصالات السلكية واللاسلكية منذ عام1990 حتى بلغت 99.9% عام 2007، وكانت أغلبية الذاكرة التقانية لدينا في هيئة رقمية منذ أوائل عام 2000 حتى بلغت 94% عام 2007، وستتجاوز كمية البيانات الرقمية المنتجة خلال السنوات الثماني المقبلة 40 زيتا بايت، وهو ما يعادل 5200 جيجا بايت من البيانات لكلّ رجل وامرأة وطفل على وجه الأرض، ولوضع الأمور في نصابها 40 زيتا بايت هو 40 تريليون جيجابايت، وتشير التقديرات إلى أن هذه الكمية تبلغ 57 أضعاف عدد كل حبات الرمال على جميع الشواطئ على وجه الأرض، ومن المتوقّع أن تتضاعف جميع البيانات كل عامين حتى عام2020، ومن الآن حتى عام 2020، لن ينتج البشر معظم البيانات، بل

تنتجها الأجهزة التي ستتحدث معًا عبر شبكات البيانات، ويشمل ذلك على سبيل المثال: أجهزة الاستشعار، والأجهزة الذكية التي تتواصل مع الأجهزة الأخرى تواصلاً مباشرًا، ومن آلة إلى آلة في إنترنت الأشياء والمدن الذكية والسيارات ذاتية القيادة، لكن حتى الآن، لم يتم اكتشاف سوى جزء صغير جدًا من قيمة البيانات التي تمّ إنتاجها من خلال استخدام تحليلات البيانات، ويقدَّر بحلول عام2020 أن 33% من جميع البيانات ستحتوي على معلومات قد تكون ذات قيمة إذا أُجري تحليلها.

ويشمل العالم الرقمي كل شيء؛ من الصور ومقاطع المرئيات على الهواتف النقالة التي يتمّ تحميلها على اليوتيوب إلى الأفلام الرقمية ومحتويات أجهزة التلفاز العالية الوضوح، ويشمل - بطبيعة الحال- مزيدًا من البيانات للشركات التقليدية؛ مثل: البيانات المصرفية وأجهزة الصراف الآلي، وتسجيلات كاميرات الأمن في المطارات والأحداث الكبرى مثل دورات الألعاب الأولمبية، فضلاً عن البيانات الخاصة بمنظمة الأبحاث النووية الأوروبية، وباستخدام (تحليلات البيانات) يمكن أن نكتشف أنماط الاستخدام في وسائل الإعلام الاجتماعية، والعلاقات المتبادلة في البيانات العلمية والطبية من الدراسات المنفصلة وتقاطع المعلومات الطبية مع البيانات الاجتماعية، فضلاً عن وجوه بلايين الناس في لقطات كاميرات الأمن، إضافةً إلى ذلك، فإن البيانات التي تم التنقيب فيها لابد من توصيفها مع البيانات الوصفية لإعطائها سياقًا، ويشمل ذلك على سبيل المثال: إضافة التاريخ إلى مرئية أو معلومات تحديد الموقع الجغرافي لصور أو مرئيات الهاتف الذكي، أو الحصول على معلومات مفيدة من مخازن البيانات الضخمة مثل الاتجاهات الشرائية للمستهلك، فقد مكّن التقدّم في خدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والإنترنت الناس من إنشاء بيانات ضخمة ونقلها وتخزينها مع تزايد وتيرة هذا النمو الهائل باستمرار، وبالتالي، قواعد البيانات

كبيرة جدًا ومعقدة، ويجري توالدها بسرعة، لدرجة أنه ثبت عدم كفاية الأساليب التقليدية لمعالجة البيانات وفشلت فى ملاحقة هذا النمو الكبير.

وتتجلى لنا ثلاث مراحل رئيسية على مستوى البيانات الرقمية ساهمت في الدفع إلى مرحلة البيانات الضخمة التي نعيشها اليوم، وهى:

المرحلة الأولى: من الثقافة الورقية إلى الأوعية الرقمية: حيث شكل اختراع الطباعة وتصنيع الكتاب وتوزيعه الواسع ثورة رائدة غير مسبوقة في نشر المعلومات، فقد أنتجت انفجارًا هائلًا للبيانات في جميع المجالات وفي كافة الأشكال (بيانات ضخمة ورقية حسب مقاييس عصرها)، ثم ظهرت التكنولوجيا الرقمية في وقت لاحق لتستوعب الانفجار الورقي، وإعادة هيكلته من خلال اختراع أجهزة الكمبيوتر الشخصية أولًا، ثم من خلال ربط أجهزة الكمبيوتر في شبكات محلية تعمل وفق معايير التطابق الدولية.

المرحلة الثانية: من جهاز الكمبيوتر والشبكات المحلية إلى شبكة الإنترنت: فبعد أن نفذت قدرة أجهزة الكمبيوتر والشبكات المحلية على متابعة التدفق الهائل للبيانات (خاصَّة بعد تطور تقنيات الوسائط المتعددة)، أصبح الانفتاح على الشبكات الافتراضية العالمية لتقاسم الموارد وتبادلها أمرًا لا مفر منه، لذلك تم إنشاء محركات وأدلة البحث على الشبكات الافتراضية مثل شبكة الإنترنت للمساعدة على التحكم بكمية البيانات المنتجة والمتبادلة، كما تم تصميم معايير دولية جديدة لوحدات التكشيف والفهرسة (ميتاداتا) وأدوات بحث أكثر تطورًا، وذلك للتعبير عن الحاجة إلى تحسين إمكانيات الوصول والاستخدام للكم الهائل من البيانات المتاحة على شبكة الإنترنت.

المرحلة الثالثة: من شبكة الإنترنت الكلاسيكية إلى البيانات الضخمة: تُعد البيانات الضخمة واقعًا جديدًا أفرزته التطورات المتواصلة من حيث الكم والكيف للنظم الآلية لإنتاج المعلومات ومعالجتها، ففي عام 2013، وصل حجم التداول اليومي من البيانات التي تم إنشاؤها إلى 2.5 تريليون بايت

و90٪ منها تم إنشاؤها خلال العامين الماضيين، وبالتالي، فالبيانات الضخمة هي مصطلح يستخدم للتعبير عن حجم موارد البيانات المستعملة للرد على تساؤلات كانت صعبة المنال في السابق، من أجل ذلك، اعتمدت البيانات الضخمة على التكنولوجيا الحديثة وتطبيق المعايير الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، فالحوسبة السحابية، وشبكات البيانات فائقة السرعة وبرامج تحليل البيانات هي من بين الترسانة التكنولوجية الهائلة التي تدعم ظهور البيانات الضخمة في مختلف القطاعات.

مفهوم البيانات الضخمة: Big Data

عرف معهد ماكنزي العالمي سنة 2011 البيانات الضخمة على أنها "مجموعة من البيانات بحجم يفوق قدرة أدوات قواعد البيانات التقليدية من التقاط، وتخزين، وإدارة وتحليل تلك البيانات"؛ بينما عرفتها شركة جارتنر.Gartner Inc المتخصصة في أبحاث واستشارات تقنية المعلومات بأنها "الأصول المعلوماتية كبيرة الحجم وسريعة التدفق وكثيرة التنوع، والتي تتطلب طرق معالجة مجدية اقتصاديًا ومبتكرة من أجل تطوير طرق اتخاذ القرارات"، أما المنظمة الدولية للمعايير(ISO) فعرفتها بأنها "مجموعة أو مجموعات من البيانات لها خصائصها الفريدة (مثل الحجم، السرعة، التنوع، التباين، صحة البيانات... إلخ)، والتي لا يمكن الاعتماد على التكنولوجيا الحالية والتقليدية في معالجتها بكفاءة لتحقيق الاستفادة منها".

ويعرفها الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) بأنها "مصطلح يشير إلى مجموعات البيانات التي تتميز بأنها فائقة حجمًا وسرعًة أو تنوعًا، بالقياس إلى أنواع مجموعات البيانات المعهودة الاستخدام".

ومما سبق يمكن تعريف البيانات الضخمة بأنها مجموعة من البيانات الكبيرة جدًا والمعقدة والتي يصعب معالجتها وإدارتها باستخدام الطرق والتطبيقات المتعارف عليها، حيث يتم تجميعها في قواعد للبيانات، والقيام

بعمليات بحث ومشاركة وتحليل ومقارنة واستخلاص نتائج، وتخزين كافة المعلومات مهما كانت صغيرة أو غير مجدية، وإجراء مئات من العمليات عليها والتي تحتاج بالطبع لعدد كبير من الأجهزة، والأشخاص للقيام بمعالجتها وتحليلها وتفسيرها.

ويجب أن نفرق هنا بين مفهوم كل من" البيانات" و"المعلومات" و"المعرفة"، **فالبيانات** هي حقائق غير منظمة قد تكون أرقامًا - حروفًا أو كلاهما ولا تعطي معنى وهي منفردة؛ أما **المعلومات**: فهي عبارة عن بيانات تم تصنيفها وتحليلها لتصبح ذات معنى، مثال متوسط أعمار الموظفين 20 سنة؛ بينما **المعرفة**: هي فهم المعلومة من خلال الخبرة والتطبيق ومعرفة كيفية الاستفادة منها في اتخاذ قرار لصالح المؤسسة، مثال: الحاجة لإطلاق مبادرات تزيد من ولاء الموظفين للمؤسسات التى يعملون بها.

تصنيف البيانات: Data classification

يمكن أن تصنف البيانات الخام إلى ثلاثة أنواع:

- **بيانات مهيكلة: Structured Data**

وهى البيانات المنظمة في جداول أو قواعد بيانات Data Base

- **بيانات شبه مهيكلة: Semi-structured data**

وتُعد نوعًا من البيانات المهيكلة، إلا أن البيانات لا تكون في صورة جداول أو قواعد بيانات.

- **بيانات غير مهيكلة: Unstructured Data**

وتمثل النسبة الأكبر من البيانات، وهى البيانات التي يتم الحصول عليها يوميًا من كتابات نصية وصور وفيديو ورسائل ونقرات على مواقع الإنترنت.

خصائص البيانات الضخمة:

كثير منا يعتقد بأن البيانات الضخمة تصنف وفقًا للحجم فقط، لكن فى حقيقة الأمر هي تصنف وفقا لمبدأ يتكون من (**3V's**) وهو كالتالي:

1. **الحجم: Volume**

ويعني حجم البيانات المستخرجة من مصدر ما، وهو ما يحدد قيمة وإمكانيات البيانات لكي تصنف من ضمن البيانات الضخمة؛ وقد يكون الخاصية الأكثر أهمية في تحليل البيانات الضخمة، كما أن وصفها بالضخمة لا يحدد كمية معينة؛ فالحجم يقاس عادةً بالبيتا بايت أو بالإكسا بايت، وللمعلومية بحلول العام 2020 سيحتوى الفضاء الإلكتروني على ما يقرب من 40.000 ميتابايت من البيانات الجاهزة للتحليل واستخلاص المعلومات؛ ويقدر أن 90 % من البيانات الموجودة في العالم اليوم قد استحدثت خلال السنتين الأخيرتين، بواسطة أجهزة وعلى أيدي بشر ساهم كلاهما في تزايد البيانات.

2. **التنوع: Variety**

ويقصد به تنوع البيانات المستخرجة، والتي تساعد المستخدمين سواء كانوا باحثين أو محللين على اختيار البيانات المناسبة لمجال بحثهم، وتتضمن بيانات مهيكلة في قواعد بيانات وبيانات غير مهيكلة تأتي من طابعها غير المنهج، مثل: الصور ومقاطع وتسجيلات الصوت وأشرطة الفيديو والرسائل القصيرة وسجلات المكالمات وبيانات الخرائط ...(GPS) وغيرها الكثير؛ وتتطلب وقتًا وجهدًا لتهيئتها في شكل مناسب للتجهيز والتحليل.

3. **السرعة: Velocity**

ويقصد بها سرعة إنتاج واستخراج البيانات لتغطية الطلب عليها؛ حيث تعتبر السرعة عنصرًا حاسمًا في اتخاذ القرار بناء على هذه البيانات، وهو الوقت الذي نستغرقه من لحظة وصول هذه البيانات إلى لحظة الخروج بالقرار بناء عليها، فسابقًا كانت الشركات تستخدم لمعالجة مجموعة صغيرة من البيانات المخزنة في صورة بيانات مهيكلة في قواعد بيانات عملية تسمى بالـ

Batch Process حيث يتم تحليل كل مجموعة بيانات واحدة تلو الأخرى في انتظار وصول النتائج، ومع الازدياد الضخم في حجم البيانات وسرعة تواترها أصبحت الحاجة أكثر إلحاحًا إلى نظام يضمن سرعة فائقة في تحليل البيانات الضخمة في الوقت اللحظي Real Time أو سرعة تقارب الوقت اللحظي، أدت تلك الحاجة إلى ابتكار تقنيات وحلول مثل ; SAP Apache HANA Hadoop، وغيرها الكثير.

مصادر البيانات الضخمة:

تنتج البيانات حاليًا بشكل تلقائي فى صيغة رقمية بطرق مختلفة وكثيرة، ويمكن أن تكون هذه المصادر المختلفة للبيانات محل اهتمام لغرض استخدامها في الإحصاءات الرسمية من أجل قياس بعض الاتجاهات الاجتماعية أو البيئية أو المالية أو الاقتصادية بمزيد من الدقة وحسن التوقيت، والسبب فى زيادة حجم البيانات هو أنها تستمر فى التزايد بشكل أكبر بكثير من السابق من خلال عدة أجهزة ومصادر، والأهم من ذلك أن معظم تلك البيانات ليست منظمة، كتغريدات تويتر والفيديوهات على يوتيوب وتحديثات الحالة على فيس بوك وغيرها، مما يعني أنه لا يمكن استخدام أدوات إدارة قواعد البيانات التقليدية وتحليلها مع هذه البيانات لأنها ببساطة ليست وفق الهيكل الذي تتعامل معه كجداول، ويمكن تصنيف مصادر البيانات الضخمة على النحو التالي:

- **المصادر الناشئة عن إدارة أحد البرامج، سواء كان برنامجًا حكوميًا أو غير حكومي:** على سبيل المثال، السجلات الطبية الإلكترونية، وزيارات المستشفيات، وسجلات التأمين، والسجلات المصرفية، وبنوك الطعام.
- **المصادر التجارية أو ذات الصلة بالمعلومات، الناشئة عن معلومات بين كيانين:** على سبيل المثال، معاملات البطاقات الائتمانية والمعلومات التي تُجرى بواسطة الأجهزة المحمولة.

- **مصادر شبكات أجهزة الاستشعار:** ومثال على ذلك، القمر الصناعي Satellite، أجهزة استشعار الطرق، وأجهزة استشعار المناخ.
- **مصادر أجهزة التتبع:** مثل، تتبع البيانات المستمدة من الهواتف المحمولة والنظام العالمي لتحديد المواقع.
- **مصادر البيانات السلوكية:** ومثال على ذلك، عدد مرات البحث على الإنترنت عن منتج أو خدمة ما أو أي نوع آخر من المعلومات، وعدد مرات مشاهدة إحدى الصفحات على الإنترنت.
- **مصادر البيانات المتعلقة بالآراء:** ومثال على ذلك، التعليقات على وسائل التواصل الاجتماعي.

وهذه المعلومات تتسم بخصائص فريدة للغاية تميزها عن البيانات المستمدة من المصادر التقليدية، وتحقق البيانات المستسقاة من هذه المصادر المبتكرة مستويات عالية في التوزيع، وهي ذات هياكل ضخمة وكميات كبيرة، وكثيرًا ما تُتاح في وقتها، فالبيانات الضخمة فعالة من حيث التكلفة، ومصادر البيانات يمكن وصفها بأنها: "بيانات تتسم بضخامة كميتها وسرعتها الفائقة وشدة تنوعها بحيث تتطلب أشكالًا مبتكرة لفهمها على نحو أعمق واستخدامها على نحو أفضل في عملية اتخاذ القرارات".

أهمية البيانات الضخمة:

تُمثل البيانات الضخمةBig Data مرحلة هامة من مراحل تطور نظم المعلومات وتكنولوجيا الاتصالات، وهي تعبر في مفهومها المبسط عن كمية هائلة من البيانات المعقدة التي يفوق حجمها قدرة البرمجيات والآليات الحاسوبية التقليدية على تخزينها ومعالجتها وتوزيعها، الأمر الذي حدا بالأخصائيين إلى وضع حلول بديلة متطورة تُمكن من التحكم في تدفقها والسيطرة عليها، كما تمتلك تقنية البيانات الضخمة إمكانية تحليل بيانات مواقع الإنترنت وأجهزة الاستشعار، وبيانات شبكات التواصل الاجتماعى،

حيث إن تحليل هذه البيانات يسمح باستكشاف ارتباطات بين مجموعة من البيانات المستقلة لكشف جوانب عديدة، ومنها على سبيل المثال:

- يمكن أن تكون البيانات الضخمة ذات قيمة كبيرة من خلال جعل المعلومات شفافة وقابلة للاستخدام على نطاق واسع.
- تسمح البيانات الضخمة بتجزئة العملاء الأكثر تميُزًا، وبالتالي، توفير منتجات أو خدمات مصممة بدقة أكبر.
- يمكن للتحليلات المتطورة لهذه للبيانات أن تسهم بدقة فى عملية اتخاذ القرارات.
- يمكن استخدام البيانات الضخمة فى تحسين وتطوير الجيل التالي من الخدمات والمنتجات.
- عندما تقوم المؤسسات بتحويل جميع تعاملاتها إلكترونيًا يمكنها جمع معلومات عن الأداء أكثر دقة وتفصيلًا، مما يسهم فى تحسين الأداء المؤسسي.
- تحسين الحوار مع العملاء من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، حيث يمكن الحصول على معلومات عن العملاء والتوجه إليهم بفاعلية أكبر، ومن خلال جمع البيانات غير المهيكلة مع البيانات المهيكلة، يمكن للمنشأة الحصول على نظرة شاملة عن العملاء فمثال على ذلك، حينما يدخل عميل إلى أحد البنوك، تتيح أدوات البيانات الضخمة لمسؤولي البنك مراجعة معلومات العميل في الزمن الحقيقي ومعرفة المنتجات أو الخدمات التي قد تهم العميل.
- المساعدة في إعادة تطوير المنتجات، حيث يمكن للبيانات الضخمة أن تساعد فى التعرف على نظرة العملاء للمنتجات، بحيث يمكن تعديل هذه المنتجات بما يناسب مختلف الرغبات، وتحليل محتوى وسائل التواصل

الاجتماعي غير الهيكلي يُمكن من التعرف على آراء العملاء، بل وتصنيفها حسب المواقع الجغرافية أو حسب المجموعات السكانية.

- تحليل المخاطر: فالتحليلات التوقعية المعززة بالبيانات الضخمة ستمكننا من مسح وتحليل التقارير الصحية أو الآراء من وسائل التواصل الاجتماعي بحيث تتمكن من مواكبة أحدث التطورات في صناعة معينة وفي البيئة المحيطة، وتقديم اختبارات صحية مفصلة عن موردي الخدمات والعملاء، والتي ستمكننا من اتخاذ إجراء مناسب في حال وجود مخاطر بتأخر أحدهم.
- أمن البيانات: حيث تساعد البيانات الضخمة فى وضع خارطة لبيئة البيانات بأكملها في شركة ما، وذلك بالاستفادة من أدواتها التى تمكن من تحليل التهديدات الداخلية، ورصد المعلومات التي قد تكون هامة وغير محمية بطريقة مناسبة والتأكد من تخزينها حسب المتطلبات التنظيمية، وعلى سبيل المثال، يمكن أن تقدم لنا البيانات الضخمة تحذيرًا حينما يتم تخزين أعداد تتكون من 16خانة قد تكون بيانات بطاقة ائتمانية أو إرسالها عبر البريد الإلكتروني وإجراء تحقيق في ذلك الأمر.
- التخصيص في الزمن الحقيقي: تتيح تحليلات البيانات الضخمة تخصيص المحتوى أو شكل وطبيعة بوابتنا أو موقعنا الإلكتروني في الزمن الحقيقي بما يلائم كل مستخدم أو عميل يدخل إلى موقع إلكتروني، حيث يعتمد ذلك على سبيل المثال على الجنس أو الجنسية أو موقع الدخول للعميل، و تقديم التوصيات الخاصة بذلك مثال، فالعميل الذي يشتري منتجًا معينًا قد يشتري كذلك "منتج معروضًا على أمازون" أو لدى" أشخاص قد يعرفهم" أو "شركات قد يرغب في متابعتها على Linked in.

- تقليل تكلفة الصيانة: وذلك من خلال تصميم الرصد الاستباقي والتوقعي لتحديد أجهزة أو معدات الشبكة وتوقع موعد احتياجها للتغيير، وبالتالي، تعزيز الاستخدام ومنع عمليات التغيير غير الضرورية.

ويتم تسجيل تريليونات من البيانات في الساعة الواحدة مع أنها معلومات لا طائل منها، وعلينا أولًا أن نعرف من هم الأشخاص المخوّل لهم الحصول على هذه المعلومات، فقد تم تقنين الوصول إلى معلومات البيانات الضخمة من طرف الشركات سنة 2011، مما يمكنهم من الحصول على ما يريدون، فالفيسبوك مثلًا تستغل البيانات الضخمة لتعرف ما الذي نحبه أكثر، وما الذي نريده أكثر، وذلك لسببين، أولًا من أجل أن تقدم لنا إعلانات مناسبة لنا تثير اهتمامنا، وثانيًا من أجل معرفة وجهة نظرنا في شيء ما، مثل رضانا عن أداء الحكومة، وليس الفيسبوك فقط الذى يهتم بذلك، بل كل شركات العالم وخصوصًا الاقتصادية منها لها حق الوصول للبيانات الضخمة، فشركة كوكاكولا تراجع البيانات الضخمة الخاصة بمحبي منتجها للتعرف إن كانوا يحبون كوكاكولا لايت أو كوكاكولا زيرو، بالإضافة إلى أن الحكومات والمنظمات لها أيضًا حق الوصول للبيانات الضخمة، حيث إنه من الواجب عليها تعقُّب تحركات الشعب تفاديًا لأي أعمال إرهابية أو ميليشيات متعصبة، لذلك أصبح عالم الويب والتكنولوجيا يلعبان دورًا قويًا في تتبع تحركات الإرهابيين ومعرفة مخططهم وأماكنهم وحتى القبض عليهم، لذلك من وجهة النظر الأمنية، يُمنع العاملين في المجالات العسكرية أو المجالات السرية الحصول على حسابات في عالم الويب أو حتى اشتغالهم عليها.

استخلاص البيانات الضخمة وتحليلها:

إن البيانات دون تحليلها لا تحمل أية قيمة تُذكر، حيث تُجمع المعلومات وتُربط وتحلل معًا، لذا تقوم الشركات والمعاهد بتحليل كميات ضخمة من البيانات لاستخراج البيانات المفيدة منها، ومن ثم تقوم بواسطة

الحواسيب الكبيرة بتحليل معلومات وكميات هائلة، فمعظم العمل والتحليل الذي تخضع له هذه البيانات يستهدف معرفة أنماط محددة وارتباطات تستطيع الكشف عن ثغرات معينة لتقوم الشركات بحلها، كسلوكيات المشترين على سبيل المثال، ونوعية المنتجات التي يرغبون في رؤيتها وشرائها، واليوم تقوم بعض الشركات بإرسال إعلانات مباشرة لأولئك الذين قد أنهوا للتو شراءً بواسطة البطاقات الائتمانية، وتعرض عليهم الأماكن الأقرب والأيسر للوصول لها وشراء منتجاتها، **ومن التقنيات التحليلية المستخدمة فى تحليل البيانات الضخمة مايلي:**

- الأساليب الإحصائية، التنبؤ، تحليل الانحدار.
- الاستعلام عن قاعدة البيانات.
- مستودع البيانات.
- تعلم الآلة واستخراج البيانات.

وهذه البيانات الضخمة تتخذ التخزين السحابي موطنًا لها، ولكن عندما تكون بحوزتنا كل هذه المعطيات، فإنّه لا بد أن تكون الخصوصية أمرًا يشغل بالنا بشكل مستمر، لكن باستخدام هذه المعطيات نستطيع أيضًا أن نوقف الهجمات الإلكترونية ونمنعها، وذلك بدراسة وتحليل عدد مرات تسجيل الدخول في أماكن معينة، لتنبيه المستخدم بالتدخل مباشرةً والقيام بالاحتياطات اللازمة لمنع اختراق بياناته، فبواسطة البيانات الضخمة تستطيع الحكومات تحليل نمط السير، وتتبع أماكن الجريمة واستخدام المرافق العامة، وبذلك تستطيع إعطاء المسؤولين قدرةً أكبر على تحسين الاختيارات بشكل مستمر، وتطوير قوانين تلائم القرن الجديد، وقد تكون الاستفادة الحقيقة فى القدرة على قراءة التحليلات والربط بينها لإيجاد علاقات تضيف جديد لرصيد المعرفة البشرية.

الخطوات الأساسية للعمل مع البيانات:

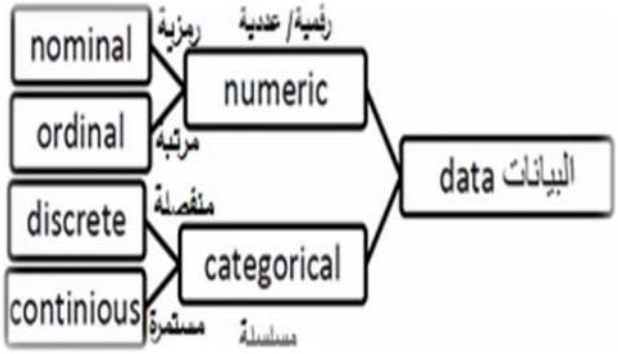
عندما نبدأ في التعامل مع البيانات، سنكون بحاجة إلى استيعاب مايلى:

- عند التعامل مع البيانات لأول مرة لابد وأن نبدأ بقائمة من الأسئلة نريد الإجابة عليها، فعادًة ما تكون البيانات عشوائية وتحتاج إلى تنظيم، فيجب أن نكون على علم بالأسئلة التي نود الإجابة عليها، والعمل مع البيانات شبيه بإجراء مقابلة على الهواء، فنحن نطرح الأسئلة على البيانات ونجعلها تفصح عن الإجابات، وكما الحال في الضيف الذي يمكنه فقط الإجابة عن الأسئلة التي لديه معلومات عنها، كذلك يمكن لمجموعة البيانات ألا تجيب سوى عن الأسئلة التي تمتلك سجلات صحيحة ومتغيرات مناسبة خاصة بها، وهذا يعني أنه ينبغي لنا التفكير بدقة في الأسئلة التي نود الحصول على إجابات لها حتى قبل أن نحصل على بياناتنا، لذا يجب أن نضع قائمة بالعبارات المدعومة بأدلة من البيانات التي نود أن نحصل عليها أولًا، ثم نحدد أي المتغيرات والأرقام التي يجب أن نحصل عليها ونحللها.

- قد تكون للبيانات خواص غير موثقة لا يمكن التأكد من دقتها، فما يدعى بقاموس البيانات هو بالنسبة لنا قاعدة بيانات آلية، فعادة، ما يخبرنا هذا الملف أنه قد يكون نصًا أو PDFأو حتى جداول بيانات (بصيغة ملف البيانات) نص محدد أو نص ذو عرض ثابت أو إكسل أو ما إلى ذلك، وترتيب المتغيرات وأسماء ونوع البيانات لكل منها سلسلة نصية أو عدد صحيح أو رقم عشري ستستخدم تلك المعلومات لمساعدتنا فى استيراد ملف البيانات إلى برنامج التحليل الذي ننوي استخدامه Excel، SPSS Acess، SQL أو ما إلى ذلك.

- تنظيم البيانات العشوائية: فمن أكبر مشكلات عمل قواعد البيانات هي أننا عادةً ما نستخدمها من أجل التحليل لبيانات تم جمعها لأسباب بيروقراطية، لذا، فالمشكلة هنا هي ضرورة توافر معيار الدقة والتنظيم.

- فهم طبيعة البيانات والتي تنقسم لقسمين رئيسيين وهما بيانات رقمية عددية Numeric، وبيانات فئوية Categorical data



شكل (18) طبيعة البيانات

الأدوات المساعدة على استخراج البيانات:

هناك عديد من البرامج التي يمكن استخدامها لاستخراج البيانات المختلفة، مثل:

1. منصة: MongoDB

وهي منصة مجانية مفتوحة المصدر تصنف ضمن فئة قواعد البيانات NoSQL، وتقوم بتخزين ومعالجة البيانات في صيغة JSON، وهي أداة مفيدة جدًا لتحليل البيانات الضخمة.

2. منصة: Cassandra

وهي عبارة عن نظام لإدارة قواعد البيانات الموزعة، كما أنها مفتوحة المصدر، وقد تم إنشاؤها من قِبل شركة فيسبوك، وهي قادرة على معالجة كمية كبيرة من البيانات الموزعة على عدة خوادم Servers.

3. منصة: Spark

هي واحدة من أكثر مشاريع Apache نشاطًا، وهي منصة حوسبة عنقودية مفتوحة المصدر.

4. منصة: Hadoop

هي حزمة برمجية مفتوحة المصدر مكتوبة بلغة جافا JAVA، وتتميز بقدرتها الكبيرة على تخزين ومعالجة البيانات الضخمة سواء المنتظمة منها أو غير المنتظمة.

5. منصة: Google Fusion Tables

هي منصة ذات إمكانيات كبيرة في تحليل البيانات وتجسيدها على شكل رسوم بيانية وخرائط، ولا شك أن خرائط جوجل لها فضل كبير في جعل هذه الأداة واحدة من أهم أدوات تحليل البيانات.

6. منصة: NodeXL

وهي منصة لتحليل وتجسيد العلاقات والشبكات، وهي مجانية ومفتوحة المصدر وتمتلك القدرة على تجميع البيانات من منصات التواصل الاجتماعي، مما يجعلها واحدة من أهم أدوات الإحصاء وتحليل البيانات الكبيرة.

7. منصة: CouchDB

وهي قاعدة بيانات مفتوحة المصدر من فئة NoSQL قادرة على تخزين ومعالجة البيانات الضخمة في صيغة JSON.

8. منصة: Apache Hive

وهي واحدة من أفضل منصات تحليل البيانات الضخمة.

9. منصة: Tableau

وهي أداة مجانية تمكن من التأكد من صحة الفرضيات واستكشاف البيانات بشكل سريع.

10. منصة: Rapid Miner

وهي منصة تحليل بيانات مفتوحة المصدر تساعد على تمثيل البيانات ومعالجتها إضافة إلى النشر والتقييم والتحليلات التنبؤية، كما وفر بيئة متكاملة للتحليلات الخاصة بالأعمال business analytics والتحليلات التنبؤية وتعلم الآلة machine learning.

11. منصة: Knime

تُعد واحدة من أهم منصات تحليل البيانات الضخمة والتي تساعد على اكتشاف الإمكانيات الخفية في البيانات والتنبؤ بخصائص جديدة والحصول على رؤى جديدة.

12.محرك: Wolfram Alpha

هو محرك بحث متطور قادر على تحليل البيانات المتعلقة بموضوع البحث، ومن ثم تقديم جدول ورسوم بيانية حول الأسعار، وأحدث المعاملات، ومقارنة الأداء وغيره.

13. منصة: Solver

هي أداة مضافة على برنامج Microsoft Office Excel، وهي أداة معالجة متقدمة تساعد على تحليل البيانات بشكل سريع.

أما عن كيفية عمل أدوات استخراج البيانات من الويب فعادًة ما تكون هذه الأدوات عبارة عن أجزاء صغيرة من الرموز مكتوبة بلغة برمجة مثل بايثونPython أو PHP، واختيار اللغة المناسبة يعتمد في الغالب على المجتمع الذي نتواصل معه، فإذا كان لدينا أحد في غرفة الأخبار أو في مدينتك يعمل بالفعل باستخدام إحدى تلك اللغات، فمن المنطقي أن تستخدم نفس اللغة، فبعض أدوات استخراج البيانات والتي تعمل 'بالنقر والتوجيه' قد تفيد كبداية، ولكن يكمن التعقيد الحقيقي المتعلق باستخراج البيانات من الويب في التعامل مع الصفحات والعناصر المناسبة داخل تلك الصفحات لاستخراج

المعلومات المنشودة، وتتعلق هذه المهام بالبرمجة، بل بفهم هيكل الموقع الإلكتروني وقاعدة البيانات، فعند عرض الموقع الإلكتروني، سيحاول المتصفح دائمًا استخدام تقنيتين HTTP وهي طريقة للتواصل مع خادم الويب "Server"، ولطلب مورد محدد، مثل الوثائق أو الصور أو مقاطع الفيديو، و HTML وهي اللغة التي تتكون منها المواقع الإلكترونية.

أما فيما يتعلق بما يمكن وما لا يمكن استخراجه من البيانات، فعملية استخراج البيانات لها حدود، ومن ضمن العوامل التي تزيد من صعوبة استخراج البيانات من المواقع الإلكترونية:

- الصياغة السيئة لرمز HTML مع وجود القليل من المعلومات المنظمة – أو انعدامها – مثل المواقع الحكومية القديمة.
- أنظمة التوثيق التي من المفترض أن تمنع الدخول التلقائي، مثل رمز CAPT CHA- أو paywalls الذي يمنع الدخول إلى المواقع قبل تسديد الرسوم.
- الأنظمة القائمة على الجلسات، والتي تستخدم ملفات Cookies لتتبع ما يفعله المستخدم.
- نقص القوائم الكاملة واحتمالات البحث بحروف بديلة Wildcard.
- منع الدخول الجماعي للموقع من قبل مسؤولي مزود خدمات الويب.

وهناك أيضًا مجموعة أخرى من العوائق وهي الحواجز القانونية، حيث تعترف بعض البلدان بحقوق التأليف والنشر لقواعد البيانات، مما قد يحد من حقك في إعادة استخدام المعلومات التي سبق نشرها على الإنترنت، وأحيانًا يمكنك تجاهل الحصول على إذن والقيام بالنشر على أية حال، وهذا يعتمد على صلاحياتك، أما المنظمات غير الحكومية المعنية، فقد تتعامل بقدر قليل من التسامح وقد تحاول الادّعاء بأنك 'تخرب' أنظمتها، وقد يتسبب استخراج

البيانات من معلومات أخرى في انتهاك خصوصية الأفراد، وبالتالي، خرق قوانين خصوصية البيانات.

منهجية تحليل البيانات الضخمة:

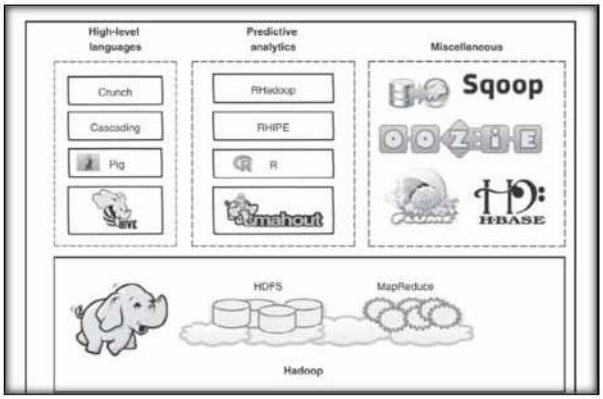
يتبع محللو البيانات منهجية محددة من أجل بناء نموذج تنبؤي، يبين الخطوات المتبعة في تحليل البيانات، حيث يجب من البداية تحديد طبيعة المشكلة بدقة، فمنهجية بناء هذه النماذج التنبؤية قد تختلف في بعض المراحل، وعلى هذا الأساس فقد تم بناء عدة برامج قادرة على معالجة هذه النماذج، وفيما يلي ثمان مستويات من أجل بناء نموذج تنبؤى لعملية التحليل، وهي:

1. تحديد الهدف.
2. جمع البيانات.
3. تحضير البيانات.
4. اختيار المتغيرات وتحديد نوعها.
5. اختيار طرق التحليل.
6. الأداء والتقييم.
7. تحديد النموذج المناسب.
8. تطبيق النموذج.

أدوات تحليل البيانات الضخمة:

تعتمد عملية تحليل البيانات الضخمة على تكنولوجيا حديثة متطورة، ومن البرامج الأكثر استعمالًا في ذلك البرنامج مفتوح المصدر القائم على Appache Hadoop حيث يسمح هذا البرنامج بمعالجة مجموعة كبيرة من البيانات عبر تقنية الجمع بين العديد من الحواسيب المتصلة فيما بينها باستعمال نماذج برمجية بسيطة، وقد صُممت هذه التقنية لتعديل خدمة

الحواسيب القاعدية إلى آلاف الحواسيب الأخرى التى تضمن عملية حساب وتخزين محلي، والشكل التالي يبين هيكل Hadoop ولواحقها.



شكل (19) هيكل تكنولوجيا Hadoop ولواحقها

ويُعد هادوب Hadoop برنامجًا قابلًا للتشغيل فقط عبر نظام التشغيل Linux ونظام التشغيل Mac، والميزة التى يقدمها هذا البرنامج هي إمكانية توزيع وتخزين البيانات والعمليات السابقة عبر أكثر من جهاز، فقراءة وتخزين البيانات على القرص نفسه بطيئة جدًا، وبالتالي، فإن قراءة البيانات نفسها من أقراص عدة سيؤدي إلى تقليص ذلك الزمن لأن الأمر يتعلق بكم كبير من البيانات بوحدة Beta Bytes، أما عن إمكانية التوزيع التى يقدمها البرنامج فلا تخص التخزين فحسب؛ بل عملية المعالجة أيضًا، إذا تم اعتبار جانب البنية الهيكلية، ويتكون برنامج Hadoop من جزئين أساسيين هما:

- جانب النظام Hadoop file system
- جانب برمجي Map Reduce

أما بالنسبة للبنية الهيكلية للبرنامج، فإن هدف البرنامج هو التعامل مع التخزين والتحليل أو المعالجة، فالجانب الأول يتعامل مع التخزين والجانب الثاني يتعامل مع التحليل وتتكون بنيته الهيكلية من:

- Hadoop Distributed file system

ويعني أن النظام قد صمم للتعامل مع أحجام كبيرة جدًا من البيانات مهما كان حجمها ضمن أنماط معينة للوصول إلى هذه البيانات.

- Map Reduce

وهو الجانب الذى يتعلق بلغات البرمجة في عملية تحليل البيانات، حيث يمكن القيام بتحليل البيانات بالعديد من لغات البرمجة مثل C++,Java, Ruby, Python، كما أن هذا النموذج يقوم بتقسيم عملية التحليل إلى مرحلتين Map/ Reduce-Task وهذا المبدأ يرجع الفضل فيه إلى لغة Lisp، حيث إن كل مرحلة تحتوي عديد من الثنائيات كمدخلات ومخرجات، ويقوم المبرمج بالعديد من العمليات وهو المسؤل عن تحديد كل مرحلة، وتوافقها مع العديد من الثنائيات كمدخلات لتأتي مرحلة Reduce، من أجل الحصول على مخرجات نهائية، كما أن المرحلة الأولى Map التي تتعامل مع Hadoop Distributed file system أي مصدر الثنائيات الداخلة، أما المرحلة الثانية Reduce فهي تعتمد أساسًا البرنامج أو الأوامر المكتوبة من طرف المبرمج في حد ذاته، كمثال للانتقال من المرحلة الأولى للمرحلة الثانية.

فعند التعامل مثلًا مع لغة Python مع نوعية المتغيرات كالجداول والقوائم والقواميس Tables, Lists, and Dictionaries فانطلاقًا من هذه المتغيرات يمكن القيام بعديد من الثنائيات عن طريق التفكيك والتركيب، وهذه المرحلة تعتمد على البرمجة وكيفية تعامل المبرمج مع الوضع ونوعية البيانات وفاعلية العملية أيضًا تعتمد على مرونة هذه المرحلة.

أما لواحق Hadoop فهي عديد من لغات البرمجة التي تتبع خوارزميات عديدة لـ Hadoop لتبويب وتنظيم البيانات ومن بينها لغةR, SQL وانضمامها لـHadoop أدى إلى تسهيل عملية التحليل بشكل كبير.

أهم لغات البرمجة المستخدمة في تحليل البيانات الضخمة:

توجد عدة لغات للبرمجة تعمل على تحليل البيانات الضخمة والتي، من أهمها مايلي:

1. **لغة البايثون Python:** وهي من اللغات القوية جدًا والتي ذاع صيتها، فالبايثون يتم استعمالها في عديد من الأشياء، سواء برمجة تطبيقات مكتبية أو برمجة مواقع وغيرها، فللبايثون مستقبلًا أفضل في مجال التكنولوجيا الحديثة.

2. **لغة SQL:** بالطبع في الـ Big Data نحن نتعامل مع قواعد البيانات بكل تأكيد، والـ SQL من أشهر وأقوى لغات إنشاء وإدارة قواعد البيانات، صحيح أننا سنتعامل مع بيانات ضخمة ربما تكون فيها أكواد ال SQL ضئيلة، لكن هذا لا يعني أن تعلمها لن يفيدك.

3. **لغة Scala:** هي لغة برمجية تعتمد على الجافا، الـ Scala وتعتمد على مبدأ الـ Scalability كما جاء في اسمها، أي أنها تعتمد على المرونة والتحليل قبل كل شيء، لذلك، فتعلمها أو على الأقل أخذ فكرة عنها ليست بفكرة سيئة إن كنت تريد الولوج إلى عالم الـ Big Data

وهناك في الحقيقة عديد من اللغات والتطبيقات التي يجب عليك تعلمها، فإلى جانب اللغات الثلاثة السابقة، يمكنك تعلم Matlab، وأيضًا كلا من HiveQL وPig Lating، علاوة على ذلك، تعلم أيضًا Sas وJulia

أما في مجال الـ Big Data برمجيًا وعمليًا، فهناك مراتب بالطبع لكل من العاملين في هذا المجال، فليس ضروريًا أن يتقن جميع أخصائي المعلومات لغات البرمجة فهم غير مؤهلين للتعامل مع جميع قواعد البيانات

الضخمة تلك، لذلك تم تقسيم العمل في مجال الـ Big Data إلى المجالات التالية:

- **مستودع البيانات Data Warehousing:** وهي الفئة التي تعمل على تجميع البيانات بكل حذافيرها، لكنها تقوم بعملية التنقية أو العزل (Filter) فقط، من أجل عزل البيانات غير المناسبة والتي لا داعي لحفظها، أو ربما قد تكون بيانات ضارة، فليس كل ما يتم رفعه على الإنترنت يتم تخزينه، فهناك فئة المخترقين الذين يرفعون أيضًا تطبيقاتهم الضارة لعالم الويب، لذلك وجب فلترة هذه الملفات وعدم تسجيلها، وهي واحدة من أهم خصائص البيانات الضخمة.

- **تجميع البيانات Data Collection:** في هذا القسم يتم الاعتماد على تجميع البيانات، وحفظها في المكان المخصص لها، حيث يتم تقسيم البيانات لأجزاء صغيرة وتخزين كل فئة (Category)على سبيل المثال في جداول وقواعد محددة، ففي هذه المرحلة يتم تجميع البيانات المأخوذة من مرحلة مستودع البيانات وتقسيمها وتجزئتها وحفظها، وبالطبع فلترة المعلومات غير المفيدة أو غير الكاملة، وفي الغالب يمكن تصفية الأمر إلى أن يتم عزل المعلومات الخاصة بمجال معين فقط.

- **تحليل البيانات Data Analysis:** إن وجود محللي قواعد البيانات في أي مؤسسة تستخدم البيانات الضخمة، أمر في غاية الأهمية، فلا فائدة من بيانات متكدسة إن لم تكن قادرًا على فهمها وتحليلها واستخراج الجزء الأهم منها وهو كيفية استغلالها.

- **تحويل البيانات Data Transformation:** فبعد عرض مجموعة من الوسائل والمنهجيات والطرق لتحليل وتعديل وفلترة البيانات القادمة لنا، واستنتاج الخلاصة انطلاقًا من تلك البيانات عن طريق التحليل، فقد حان الوقت لتطبيق التغييرات اللازمة من أجل اتخاذ مرحلة تطوير المنتج منهجها الخاص إنطلاقًا من التحليلات، في هذه المرحلة، نسميها مرحلة تحويل البيانات، وهي

تطبيق كل ما تم استنتاجه من بيانات على أرض الواقع، وتطبيق سلسلة التحليلات من أجل الحصول على أفضل عائد.

أهمية تحليل البيانات الضخمة لترشيد اتخاذ القرارات في المؤسسات التعليمية:

تُعد عملية اتخاذ القرارات محور العملية المالية والإدارية وجوهرهما، كما أن نجاح المؤسسات التعليمية يتوقف إلى حد كبير على قدرة وكفاءة القيادة الإدارية على اتخاذ القرارات المالية والإدارية المناسبة، فعملية اتخاذ القرارات تبدأ بتجميع البيانات ومعالجتها وتخزينها واستخلاص المعلومات التي بناء عليها يتم اتخاذ القرارات، حيث تعتمد العديد من المؤسسات على سياسة تحليل البيانات الضخمة والمعقدة والتي تحتاج إلى برمجيات متخصصة في مجال إدارة البيانات والتحليلات، والتي لا يمكن معالجتها باستخدام أداة واحدة فقط أو العمل على تطبيقات معالجة بيانات تقليدية، فمن المعروف أن جمع البيانات والمعلومات يساعد على التوصيف الدقيق للمشكلة وتحليلها للوصول إلى نتائج دقيقة، لذلك كان لابد من اعتماد نظام مالي وإداري يشمل تحليل البيانات الضخمة والهائلة جدًا، حيث تقوم كثير من المؤسسات التعليمية بتحليل البيانات الضخمة من أجل:

- تحسين العمليات المالية والإدارية.
- تحسين الخدمات المقدمة للمستفيدين من الطلاب والهيئة التدريسية والجهات المعنية.
- تطوير الخدمات التعليمية الجديدة.
- الاستفادة من المعلومات المناسبة وتقديم الخدمات للمستفيدين في الوقت المناسب.
- تقدم ميزة عالية للمؤسسات التعليمية إذا استطاعت الاستفادة منها ومعالجتها وتخزينها وإدارتها لأنها تقدم فهمًا أعمق للمستفيدين ومتطلباتهم، ويساعد ذلك على اتخاذ القرارات الملائمة والرشيدة داخل هذه المؤسسات

بطريقة أكثر كفاءة وفاعلية وذلك بناء على المعلومات المستخرجة من قواعد بيانات المستفيدين، وبالتالي، تخفيض التكاليف الخاصة بالطلاب والهيئة التدريسية.

كما يُمكن تحديد دور البيانات الضخمة في مساعدة المؤسسات التعليمية فيما يلي:

- اكتشاف الرؤى المهمة القابلة للتنفيذ.
- تحديد البيانات الأكثر أهمية للفئات التي تستهدفها من الطلاب والهيئة التدريسية وغيرهم من ذوي المصالح المشتركة وتوجيه القرارات المستقبلية.
- تفهم احتياجات المستفيدين بشكل أكبر، والتعرف على كيفية زيادة المعلومات، وزيادة الكفاءة، وتحسين العمليات وخدمات المستفيدين، وتحسين إدارة المخاطر.

مقترحات لتفعيل الاستفادة من البيانات الضخمة في تطوير التعليم:

أدى استخدام أدوات التعلم عبر الإنترنت والبرامج القائمة على التفاعل بصورة متزايدة في مجال التعليم إلى زيادة حجم البيانات، وتختلف نوعية البيانات الضخمة التي يمكن جمعها من بيئات التعلم، فهناك بيانات ضخمة عن المتعلمين، وخبرات التعلم لديهم، وبيانات متعمقة داخل بيئات التعلم، والتفاعلات الاجتماعية داخلها، وبيانات مفصلة عن أنشطة التعلم من نصوص ووسائط ومقاطع فيديو، وتختلف هذه البيانات في نوعيتها وعمقها حيث:

- يمكن الاستفادة من تحليل هذه الأنواع من البيانات الضخمة في التعليم، لتوفير مجموعة متنوعة من الفرص والخيارات بهدف تحسين تعلم الطلاب من خلال التعلم التكيفي أو التعلم القائم على الكفاءة، مما ينتج عنه تعلم أفضل نتيجة لتشخيص أسرع وأكثر تعمقًا لاحتياجات المتعلم أو المشكلات التي تواجهه أثناء عملية التعلم، بما في ذلك تقييم المهارات مثل التفكير المنظم،

والتعاون، وحل المشكلات في سياق عميق، وتقييم أصيل لمجال وموضوع المعرفة، بالإضافة لتحديد التدخلات المستهدفة لتحسين نجاح الطلاب وخفض التكاليف الإجمالية للطلاب والمؤسسات، واستخدام البيئات والمعلومات المعقدة في صنع القرارات وتحديد السياسات، وهذا يعنى أنه كلما زاد حجم البيانات المجمعة عن تعلم كل متعلم وأمكن تحليل العلاقة بين مكونات وعناصر هذه البيانات، كلما أمكن توفير بيئة تعلم أكثر تكيفًا مع احتياجات هذا المتعلم وأكثر قدرة على حل مشكلات تعلمه وأكثر مرونة في تعديل مكوناتها وإجراءات عملها ومستويات تفاعلها لتصبح أكثر قدرة على تحقيق الأهداف.

- يمكن أن توفر هذه البيانات أدوات حديثة وفعالة لقياس أداء الطلاب للمهام التعليمية.
- يمكن أن تساعد كذلك في تصميم بيئات تعلم وفقًا لاحتياجات الطلاب، ويمكن أن تعطي تحليلًا واضحًا لردود الفعل الفردية والجماعية لمجموعة من القضايا التعليمية.

فمثلما يشير التعلم إلى "اكتساب القدرة على القراءة والكتابة من أجل المعرفة، والتفكير النقدي"، فإن تعلم قراءة البيانات يعني "القدرة على استخدامها من أجل المعرفة والإنتاج والتفكير بمنظور نقدي متكامل لهذه البيانات"، حيث يشمل تعلُّم البيانات كما تم ذكره سابقًا الإلمام بالإحصاءات، وفهم كيفية التعامل معها، وكيفية إنتاجها، والربط بينها وتفسيرها، وهذا ما ينبغي تطبيقه في جميع المؤسسات التعليمية.

وختامًا نود التأكيد على أن العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق والبيانات الضخمة علاقة مترابطة؛ فلقد أصبحت أجهزة الحاسوب أقوى مما كانت عليه في أي وقت مضى، وحفزت قدرتها على تجهيز كميات ضخمة من البيانات للعمل في مجال الذكاء الاصطناعي، وقد ثبت

أن فئة جديدة من الخوارزميات تعرف باسم "شبكات التعلم العميق"، مستوحاة من الشبكات العصبية البيولوجية، لديها قوة هائلة فى محاكاة الطريقة التي يعمل بها المخ البشري، وقدمت أمثلة ناجحة عديدة على الذكاء الاصطناعي، والتعلم العميق هو منهجية إحصائية تستخدم شبكات عصبية اصطناعية بهدف الربط بين عدد كبير من متغيرات المدخلات ومتغيرات المخرجات، أي عملية تحديد الأنماط، ويتم تحليل المعلومات من خلال شبكة من الخلايا العصبية القائمة على السيليكون والبرمجيات، وتستخدم البيانات لتعزيز الروابط بين هذه الخلايا العصبية مثلما يتعلم البشر من التجارب مع مرور الوقت، وتنقسم أسباب النجاح المذهل للتعلم العميق إلى شقين، هما:

- توافر كميات ضخمة من البيانات لتتعلم منها الآلات.

- النمو المطرد في قوة الحوسبة، المدفوع بالتطور في رقاقات الحاسوب ذات الأغراض الخاصة والمتعلقة بتطبيقات التعلم العميق.

فالتعلم العميق قوة دفع لجزء كبير من التكنولوجيا المعاصرة التي بدأ العالم يعتبرها أمرًا مسلمًا به، مثل الترجمة الآلية، والسيارات ذاتية القيادة، والتعرف على الصور والتوسيم، ومن المرجح أن تغير هذه الفئة من التكنولوجيا علم الاقتصاد والسياسة فى القريب العاجل، وتستخدمها بالفعل هيئات التصنيف الائتماني لإعداد تقارير بدون تدخل بشري، وقد تُقدم الشبكات العصبية الكبيرة للتعلم العميق قريبًا تنبؤات وتحدد العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية بطريقة أفضل من الأساليب الإحصائية القياسية، ومن الصعب التنبؤ بمجالات العلوم غير المثيرة التي ستشهد أكبر نمو في استخدام تعلم الآلة، ولكن هذا العصر الجديد قد وصل بالتأكيد.

الفصل الخامس

إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية

- مفهوم إنترنت الأشياء.
- مميزات إنترنت الأشياء.
- مكونات إنترنت الأشياء .
- معمارية إنترنت الأشياء.
- أشكال إنترنت الأشياء:
- توظيف إنترنت الأشياء في مراكز المعلومات.
- إنترنت الأشياء الاجتماعي.
- أنواع العلاقات التى يقوم عليها إنترنت الأشياء الاجتماعي.
- تطبيقات إنترنت الأشياء الاجتماعي.
- تحديات توظيف إنترنت الأشياء في المؤسسات المختلفة.
- مفهوم الحوسبة السحابية وعلاقته بإنترنت الأشياء.
- مكونات بيئة الحوسبة السحابية.
- نماذج بناء الحوسبة السحابية.
- مميزات وخصائص الحوسبة السحابية.
- مخاوف استخدام الحوسبة السحابية وأمنها.
- اقتصاديات بيئة الحوسبة السحابية.
- فوائد استخدام الحوسبة السحابية في العملية التعليمية.
- مقترحات للاستفادة من تطبيقات إنترنت الاشياء والحوسبة السحابية في التعليم.

الفصل الخامس

إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية

Internet of Things & Cloud Computing

لقد أصبح إنترنت الأشياء Internet of Things (IoT) من أكثر الموضوعات التي وجدت اهتمامًا متزايدًا على جميع الأصعدة سواء البحثية، الصناعية، الاقتصادية، الاستثمارية، والتعليمية، ويرجح أن أول ظهور لهذا المصطلح كان في بدايات القرن الواحد والعشرين بالتحديد في سنة 1999م، على يد الرائد والمبتكر التكنولوجي البريطاني (كيفن أشتون) الذي كانت فكرته أن يتم تطوير منظومة تحليل البيانات لدي الحاسب باستخدام تكنولوجيا أجهزة الاستشعار وربطها ببعض من خلال الإنترنت، وكما يبدو فإن مجالات "إنترنت الأشياء" تتعلق بالمستقبل، حيث إن حجم الاهتمام والاستثمار والمشاريع التي نُفذت فعليًا، جعلت الدخول إلى هذا المجال مبشر جدًا، حيث بلغ حجم الاستثمار العالمي1.9 تريليون دولار عام 2013، ومن المتوقع ارتفاعه إلى 7.1 تريليون دولار عام 2020، ذلك ما أشارت إليه دراسات منظمة International Data Corporation (IDC)، فإنترنت الأشياء تقوم بتوصيل الأشياء التناظرية من حولنا بطريقة رقمية، وهذا يشمل كل شيء من الهواتف المحمولة، والبرامج، والغسالات، وسماعات الرأس، والمصابيح، والأجهزة القابلة للارتداء، وأي شيء آخر يمكننا التفكير فيه، حيث يتم ربط أي شيء يمكن توصيله، والأشياء التي يمكن أن تتفاهم عبر الإنترنت هي جميع الأشياء التي لها عنوان وهوية محددة على الإنترنت سواء من خلال موقع حقيقي لها أو عبر توصيل شريحة ذكية أو سوار ذكي به مستشعر خاص أو نظارة أو ساعة جوجل على سبيل المثال، حيث يكون بمقدور الشيء الآخر الاتصال والتفاهم معه عبر عنوانه بواسطة

الإنترنت من خلال المستشعرات الموجودة في الشيء أو القطعة الذكية المضافة له، والإنسان نفسه يمكن أن يكون من ضمن هذه الأشياء، ويتم ذلك بمجرد وجود شريحة ذكية خاصة به وملاصقة له على شكل ساعة أو سوار أو ما شابه.

فهى شبكة عالمية من الكائنات المترابطة يمكن التعامل معها بشكل فريد على أساس بروتوكولات الاتصال القياسية، وبالتالي، يمكن وصف إنترنت الأشياء كما يلي:

- تُعد الأشياء مشاركة نشطة في الأعمال والمعلومات والعمليات الاجتماعية، حيث يتم تمكينها للتفاعل والتواصل فيما بينها وبين البيئة من خلال تبادل البيانات والمعلومات المستشعرة حول البيئة، مع الاستجابة بشكل مستقل لأحداث العالم الحقيقية / المادية والتأثير عليها لتشغيل العمليات التي تؤدي إلى اتخاذ إجراءات وإنشاء خدمات مع أو بدون تدخل بشري مباشر.
- بيئة ذكية تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لجعل مكونات البنية التحتية الحيوية والخدمات لإدارة المدينة، والتعليم، والرعاية الصحية، والسلامة العامة، والعقارات، والمواصلات والمرافق أكثر وعيًا وتفاعلًا وكفاءة.
- إنترنت الأشياء للبيئات الذكية تعني الترابط بين أجهزة الاستشعار والتحفيز الذي يوفر القدرة على تبادل المعلومات عبر المنصات من خلال إطار موحد، وتطوير صورة تشغيلية مشتركة لتمكين التطبيقات المبتكرة، ويتحقق ذلك عن طريق الاستشعار على نطاق واسع سلس، من خلال تحليلات البيانات وتمثيل المعلومات باستخدام الاستشعار في كل مكان والاستفادة من خدمات الحوسبة السحابية.

مفهوم إنترنت الاشياء (IoT):

إنترنت الأشياء عبارة عن منصة تجمع بين الأجهزة المُدّعمة (إلكترونيًا وبرمجيًا)، الحساسات، المُحِرَكات، الأجهزة الذكية، وتُسمّى بالأشياء؛ وتتصل

هذه الأشياء مع بعضها باستخدام وسائل الاتصال القائمة على الإنترنت (الوسيلة الأساسية)، وشبكات الجوال (الواي فاي، أو البلوتوث...إلخ).

ويُعرِف الاتحاد الدولي للاتصالات إنترنت الأشياء بأنه "بنية تحتية عالمية لمجتمع المعلومات تُمكن من تقديم الخدمات المتقدمة عن طريق الربط (المادي والفعلي) بين الأشياء، استنادًا إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الحالية والمتطورة القابلة للتشغيل البيني"، ويوفر هذا التعريف الأساسي الذي وضعه الاتحاد، ونُشِر في 4 يوليو 2012، رؤية مفيدة ونقطة انطلاق سليمة نحو إجراء مزيد من التحليلات والأبحاث عن إنترنت الأشياء، والشيء المهم هو أن الاتحاد يشير إلى أن إنترنت الأشياء هي "**رؤية**"، وليست تكنولوجيا منفردة، وأن "**لها آثارًا تكنولوجية ومجتمعية**".

أي يتضمّن إنترنت الأشياء (IoT) أو كما يُشار إليه بإنترنت كل شيءٍ (Internet of Everything (IoE كل الأجهزة التي تستطيع العمل على شبكة الإنترنت والتي بإمكانها جمع وإرسال ومعالجة البيانات التي تلتقطها من بيئتها المحيطة مستخدمةً لذلك حساساتٍ مضمنة ومعالجات بالإضافة إلى وسائط اتصال، وتُدعى غالبًا بالأجهزة المتصلة أو الذكية لأنها تستطيع التواصل مع الأجهزة الأخرى المرتبطة بها بعملية تُعرف باتصال آلةٍ بآلةٍ (machine-to-machine(M2M، والتفاعل مع المعلومات التي تُجلب من الجهاز الآخر، ويستطيع البشر التفاعل معها لتهيئتها وإعطائها تعليماتٍ أو الوصول إلى البيانات، ولكنها تقوم بمعظم علمها دون تدخل بشري. أصبح وجود مثل هذه الأجهزة ممكنًا بفضل جميع عناصر الهاتف الذكي الصغيرة المتوفرة بكثرة هذه الأيام بالإضافة إلى كون الاتصال الدائم بالإنترنت هو الحالة الافتراضية لشبكاتنا المنزلية أو شبكات العمل.

ومن التطبيقات القائمة على إنترنت الأشياء مايلي:

- **المنازل الذكية:**

تم تصنيف المنازل الذكية كأعلى تطبيق لإنترنت الأشياء على جميع القنوات المقاسة، حيث يبحث أكثر من 60،000 شخص حاليًا عن مصطلح " المنزل الذكي" كل شهر، كما يوجد أكثر من 256 شركة خاصة بالمنازل الذكية، والمبلغ الإجمالي لتمويل الشركات الناشئة الذكية يتجاوز حاليا 2.5 مليار دولار.

- **الأجهزة القابلة للارتداء:**

تبقى الأجهزة القابلة للارتداء موضوعًا مهما أيضًا، فهناك الكثير من الابتكارات القابلة للارتداء مثل Sony Smart B Trainer أو Myo gesture control أو سوار LookSee.

- **المدن الذكية:**

تعمل حلول إنترنت الأشياء في مجال المدن الذكية على حل مشاكل الازدحام المروري والحد من الضوضاء والتلوث والمساعدة في جعل المدن أكثر أمانًا.

- **الشبكات الذكية:**

تقوم الشبكة الذكية المستقبلية باستخدام معلومات حول سلوكيات مزودي الكهرباء والمستهلكين بطريقة آلية لتحسين كفاءة وموثوقية واقتصاد الكهرباء.

- **الصحة الذكية:**

يحمل مفهوم نظام الرعاية الصحية الرقمية والأجهزة الطبية الذكية إمكانات هائلة، ليس فقط للشركات بل من أجل رفاهية البشر بشكل عام.

- **التجزئة الذكية:**

إن التجزئة الذكية هو مصطلح يستخدم لوصف مجموعة من التقنيات الذكية المصممة لمنح المستهلك تجربة أكبر وأسرع وأكثر أمانًا وذكاءً عند التسوق.

- **المزارع الذكية:**

يمكن أن يؤدي إنترنت الأشياء إلى إحداث ثورة في طريقة عمل المزارعين، لكن هذه الفكرة لم تصل بعد إلى اهتمام واسع النطاق، ومع ذلك، فإنها أحد تطبيقات إنترنت الأشياء التي لا ينبغي الاستهانة بها، وسوف تصبح الزراعة الذكية مجال التطبيق المهم في البلدان المصدرة للمنتجات الزراعية في الغالب.

شكل (20) تطبيقات إنترنت الأشياء

مميزات إنترنت الأشياء:

- توفير التكاليف المختلفة للعمليات عن طريق الاستخدام الأفضل للموارد ومتابعة الفاقد.
- إعطاء المستخدمين القدرة على التحكم فى الأجهزة والموارد بمستوى عال من الدقة أو بدون تدخل مباشر منهم على الإطلاق مما يزيد من قدرة الأنظمة على أداء عملها.

- المراقبة المستمرة للعديد من المتغيرات التي تقوم بمعالجتها وتوفير الأمن وإرسال التحذيرات الخاصة بتفادى الأخطاء.
- توفير الوقت بالتحكم عن بُعد بالكثير من الأنظمة مما لا يتطلب الوجود فى نفس الوقت.
- رفع كفاءة الأنظمة والأجهزة بنقص الاعتماد على الجهد البشري.
- تزيد من مستوى جودة الحياة بشكل عام.
- تنفيذ العمليات بدقة عالية وإدارة المصادر بشكل أفضل.
- تجميع قدر كبير من المعلومات من مصادر مختلفة للحصول على المعلومات بسرعة شديدة، فتوافر المعلومات بشكل واسع وصحيح يصحح مسار المعدات.
- زيادة الاعتماد على التحكم الآلي والأجهزة عن بعد يوفر الجهد البشري وتقليل الانبعاثات الملوثة للبيئة وتوفير الطاقة.
- خلق فرص عمل جديدة للبشر وتعلم المهارات الحديثة لتحقيق التواصل مع الثورة الرقمية لإنترنت الأشياء.

مكونات إنترنت الأشياء (IoT) :

يُعد نظام إنترنت الأشياء (IoT) نظام متكامل يضم أربع مكونات وهي:

1 . **مجسات/ الأجهزة (Sensors/Devices):** المجسات أو الأجهزة هى التى تقوم بجمع البيانات من البيئة المحيطة، حيث يمكن أن تكون ذات مهام بسيطة كقراءة درجة الحرارة أو معقدة كبث فيديو حي، ويمكن ربط عدة مجسات مع بعضها البعض أو يمكن أن يكون المجس جزءًا من جهاز ما، ولا تقتصر مهامه على التحسس للأشياء فقط، على سبيل المثال، هواتفنا الذكية عبارة عن أجهزة تحوي عديدًا من المجسات (الكاميرا، GPS,... إلخ)، ولكن الهاتف ليس عبارة عن مجس فقط، وسواء كان لدينا مجس فقط أو جهاز كامل، في هذه المرحلة الأولية يتم جمع البيانات من البيئة

المحيطة وكل شيء له ما يقابله في البنية المرجعية لكل من المجسات والأجهزة.

2. **الربط (Connectivity)**: فالبيانات تُرسل إلى السحابة، فالمجس/ الجهاز يمكن أن يكون متصلًا بالسحابة عبر عدة طرق من ضمنها: الشبكات اللاسلكية (Wi-Fi)، البلوتوث، وشبكات المنطقة الواسعة منخفضة الطاقة (LPWAN)، أو متصلة مباشرةً بالإنترنت، وهذه الطرق يمكن الاختيار فيما بينها بناءً على استهلاك الطاقة، ومجال التغطية وعرض الحزمة، أي أن تحديد خيار الربط الأمثل يجب أن يتناسب مع تطبيق إنترنت الأشياء الذي تحدده، ولكن جميع هذه الطرق تحقق مهمة واحدة وهي إيصال البيانات إلى السحابة التى تقابلها في البنية المرجعية للنظام.

3. **معالجة البيانات (Data processing)**: فبمجرد وصول البيانات إلى السحابة، تُجري البرمجيات بعض أنواع المعالجة عليها، هذه المعالجة يمكن أن تكون بسيطة جدًا، كاختبار درجة الحرارة المقروءة ضمن المجال المقبول، أو قد تكون معقدة جدًا، كاستخدام رؤية الحاسوب على الفيديو لتحديد الأغراض، كتحديد الدخلاء في منزلك.

4. **واجهة المستخدم (User Interface)**: فالمعلومات تكون قابلة للاستخدام من قبل المستخدم بطريقة ما، عن طريق إرسال تنبيه للمستخدم (رسالة إلكترونية، نص، إشعار،... إلخ) على سبيل المثال، تنبيه نصي عندما ترتفع درجة الحرارة في مستودع مبّرد لشركة ما، أيضًا، المستخدم قد يكون لديه واجهة تسمح له مسبقًا بتفحص النظام، على سبيل المثال، مستخدم ما قد يريد تفقد بث الفيديو في منزله عن طريق تطبيق هاتفه المحمول أو متصفح ويب.

وبعض الإجراءات قد تُتخذ بشكل أوتوماتيكي، بدلًا من الانتظار لضبط درجة الحرارة، فالنظام يستطيع ضبطها أوتوماتيكيًا من خلال قواعد معروفة

مسبقًا، وبدلاً من الاتصال بنا لتنبيهنا بوجود دخيل في المنزل، فنظام إنترنت الأشياء يمكنه أوتوماتيكيًا إبلاغ السلطات القريبة من المنزل، ويقابله في البنية المرجعية Application.

معمارية إنترنت الأشياء:

إن التقدم التقني المستمر في شبكات الاتصالات والنظم الكهربائية الميكانيكية الصغيرة (Micro-electromechanical systems) يعزز من انتشار تطبيقات إنترنت الأشياء التي يجب أن تمتلك القدرة اللازمة على إرسال واستقبال البيانات بشكل فوري، وتتكون معمارية إنترنت الأشياء من ثلاث طبقات وهي:

1. **طبقة الاستشعار:** وهي تقوم بالاستشعار أو تتعرف على حالة معرفة مسبقًا وبناءً على الحدث في تلك اللحظة تحدث ردة الفعل بشكل فوري، وتوصف هذه الطبقة بأنها طبقة مادية لاحتوائها على أجسام مادية (أشياء) تتعلق بالتقاط البيانات، مثل المجسات، التعرف باستخدام بموجات الراديو (Radio-Frequency Identification)، مجسات الشبكة اللاسلكية، نظام تحديد المواقع العالمي وغيرها.
2. **طبقة بوابة الاتصال:** تُعد شبكات الحاسوب الجسر الرابط بين منطقتين، نظرًا لربط إنترنت الأشياء بشبكات الحاسوب – الإنترنت تحديدًا – لنقل البيانات من طبقة واحدة للطبقة التالية لإجراء مزيد من المعالجة، قد يكون النقل من شبكة حاسوب شخصية (مثل البلوتوث) مرورًا بشبكة محلية (مثل المنزل) إلى شبكة واسعة (مثل الإنترنت) أو بوجود أنواع أخرى من الشبكات مثل الشبكة المتوسطة، فمن المهم أن يكون عنوان كل جهاز متصل بالشبكة عنوان فريد (IP) ليميزه عن الأجهزة المتصلة بالشبكة عند نقل البيانات ولتفادي تداخلات العناوين، وقد يكون العنوان مادي Media Access Control أو افتراضي Internet Protocol، ونظراً للزيادة الهائلة في أعداد الأجهزة المتصلة

بشبكة الإنترنت دعت الحاجة إلى استخدام النسخة الأحدث من بروتوكول الإنترنت وهي النسخة السادسة(IPv6) التي توفر ما يزيد عن x10383 عنوان مميز.

3. **طبقة المعالجة والخدمات**: في الطبقة الثالثة يتم تخزين البيانات والمحافظة عليها لمعالجتها وتحليلها ثم تقديمها كخدمات مفيدة، أو مجرد مشاركتها مع أجهزة أخرى، فطبيعة التطبيق تحدد أين تخزن وتُعالج البيانات، فتطبيق لشركة تجارية قد يلجأ لاستخدام الحوسبة السحابية لإمكانية تخزين الكم الهائل من البيانات ومعالجتها وتحليلها باستخدام برمجيات خاصة والقدرة على وصولها من أي مكان عن طريق الاتصال بشبكة الإنترنت.

أشكال إنترنت الأشياء:

توجد أشكال متعددة لإنترت الأشياء يمكن توضيحها فيما يلي:

1. إنترنت الأشياء المركزي: Centralized IoT

وهو عبارة عن شبكات للحصول على البيانات (أي شبكات لربط الأشياء مثل الهواتف المحمولة وأجهزة الاستشعار الراديوية والسيارات)، ومهمتها الوحيدة هي توفير البيانات، ويتم استرجاع كل هذه البيانات من كينونة مركزية واحدة، والتي ستقوم بمعالجتها والجمع بينها وتقديمها إلى العملاء، وبالتالي، إذا كان المستخدمون يريدون الاستفادة من خدمات إنترنت الأشياء فإنهم سيقومون بالاتصال عن طريق الإنترنت إلى واجهات مقدمة من قبل الكينونة المركزية، ومن الملاحظ أن هناك عديد من الاستراتيجيات لتحقيق هذا النهج، على سبيل المثال، يمكن تمثيل الكينونة المركزية بخادم بسيط أو بمجموعة من التجهيزات تشكل سحابة Cloud كما يمكن أن تقدم هذه الواجهات البيانات الخام أو غير المعالجة لتمكين خلق المزيد من الخدمات ثلاثية الأبعاد المعقدة.

2. إنترنت الأشياء التشاركي: Collaborative IoT

إن الـذكاء الإصـطناعي في هـذا الـنهج لازال يتشـكل داخـل الكينونـات المركزيـة (أي أن شـبكات الحصول على البيانات لازالت ذات سلوك سلبي فالمستخدمون مازالوا يصـلون إلى المعلومـات عـن طريق واجهات الكينونة المركزية)، والفرق الرئيسي بين هذا النهج، والـنهج السـابق أن هـذا الـنهج استند إلى مبدأ التعاون، ونتيجة لذلك فإن هنـاك عـدة كينونـات مركزيـة تقـوم بتبـادل البيانـات، والمعلومات فيما بينها، وتوليد خدمات جديدة أو إثراء وتطـوير الخـدمات الموجـودة، عـلى سـبيل المثال، يمكن لخدمات إنترنت الأشياء التي تقوم بتحليل الاشعاع في الغلاف الجوي في كـل المـدن في دولة معينة أن تتشارك بالمعلومات لتوفير صور عن مستوى الإشعاع في هذه الدولة بأكملها.

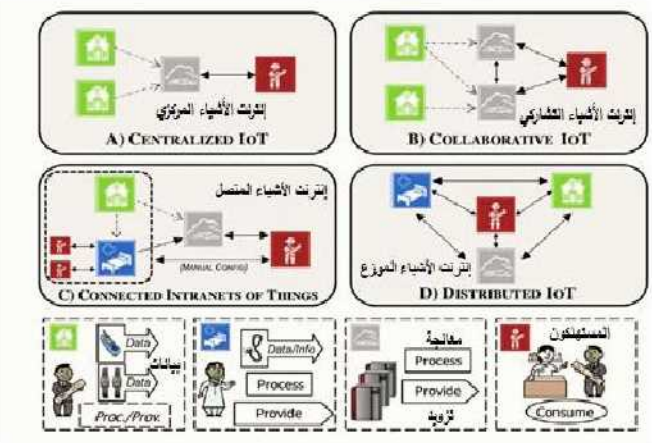
3. إنترنت الأشياء المتصل: Connected Intranet of Things

وفي هذا النهج، فإن شبكات إنترنت الأشياء يمكنها في الواقع معالجة المعلومات المحليـة وتقـديمها ليس فقط لكينونات مركزيـة، وإنمـا للمسـتخدمين البعيـدين والمحليـين، وهنـا لا توجـد تقنيـات ضمنية كالأنطولوجيا أو خدمات الاكتشاف التي تسهل التعـاون بـين الكينونـات، ونتيجـة لـذلك، فإن المعلومات سوف تتدفق عن طريق الإنترانت (الشبكة الداخلية) إلى الكينونة المركزية والتـي سوف تكون قادرة على توفير نظرة كلية لكامل النظام، على سبيل المثال، فإن المستشـفيات التـي تستخدم تقنيات إنترنت الأشياء تحتاج إلى إمكانية الولوج إلى خدمات الكينونة المركزية للحصول على معلومات خارجية، فإذا فشلت الكينونات المركزية يمكن الولوج إلى الخدمات المحلية.

4. إنترنت الأشياء الموزع: Distributed IoT

في هذا النهج يمكن لكل الكينونـات القيـام باسـترجاع ومعالجـة ومشـاركة وتـوفير المعلومـات والخـدمات للكينونـات الأخـرى، والتـي تمتـد مـن شـبكات شخصـية محليـة إلى شـبكات المـدن الذكيـة، أي تتطـور مـن كينونـات معزولـة إلى أنظمـة

مرتبطة مع بعضها البعض، ليس فقط لتوفير الخدمات على المستوى المحلي، ولكن للتشارك والتعاون مع بعضهم البعض ومع بنى إنترنت الأشياء الأخرى لتحقيق الغايات المشتركة، ومن الملاحظ أنها قادرة على التكامل مع الخدمات السحابية عالية المستوى مع الكينونات المركزية الأخرى في هذه البنية، مثلًا يمكن لشبكة إنترنت أشياء في مستشفى ما أن تتعامل مع شبكة إنترنت أشياء تقع في منزل مريض لتحقيق الفائدة المرجوة، ويوضح الشكل التالي أشكال إنترنت الأشياء الأربعة:



شكل (21) أشكال إنترنت الأشياء

ومن أشهر محركات البحث القائمة على إنترنت الأشياء:

- **محرك البحث: Shodan**

وموقعه على شبكة الإنترنت هو **https://www.shodan.io** :وهو محرك بحث يعمل في الخفاء على رصد وجمع عناوين جميع الأشياء المتصلة بالإنترنت في العالم وينقلها عبر القنوات الخلفية للإنترنت، ويسمح للمستخدم العثور على أنواع معينة من أجهزة الكمبيوتر والأشياء المتصلة

بالإنترنت باستخدام مجموعة متنوعة من قنوات التتبع، وقد تم إطلاقه في عام 2009، ويعمل هذا المحرك بشكل دائم على جمع المعلومات، حيث يقوم بجمع معلومات عن حوالي 500 مليون جهاز، والخدمات المرتبطة بهذه الأشياء كل شهر.

- **محرك البحث: Thingful**

وموقعه على شبكة الإنترنت هو **https://thingful.net** وهو محرك بحث بريطاني خاص بإنترنت الأشياء ويتيح الاكتشاف الآمن للملايين من الأجهزة والأشياء المتصلة بالإنترنت مع إمكانية التشغيل البيني بينها في مختلف العالم عبر إنترنت الأشياء، ومهمته تمكين التشغيل والتبادل عبر إنترنت الأشياء لجميع الأشياء المتصلة والتي لها عنوان ثابت على الإنترنت لإيجاد وتبادل البيانات في ما بينها بموافقة أصحاب تلك الأنشطة، ويُمكن هذا المحرك أصحاب البيانات المتصلة بإنترنت الأشياء من التحكم في كيفية استخدام الآخرين لهذه البيانات، ويمكنهم من اتخاذ قرارات ذات فاعلية وقيمة أكبر عبر مجال آمن يتم من خلاله البحث والوصول للبيانات.

توظيف إنترنت الأشياء في مراكز المعلومات:

- إن إنترنت الأشياء تعمل من خلال ربط الأشياء ببعضها من خلال هوية تعريف خاصة.
- تطبيقات إنترنت الأشياء لا تختلف كثيراً على العاملين فى مؤسسات المعلومات ممن سبق لهم التعامل مع تقنية تتبع الأشياءRFID حيث إنها تتشابه فى تتبع الأشياء عبر مستشعرات يتم الاتصال بها عن بُعد، إلا أن الاختلاف هنا يكمن فى أن الاتصال بين الأشياء والأجهزة فى إنترنت الأشياء يتم من خلال شبكة الإنترنت.
- تُعد إنترنت الاشياء وسيلة فعالة لمواجهة المشكلات التي تقابل المكتبات التقليدية مثل مشكلة فقد الكتب، أو عدم القدرة على الوصول إليها، ومعرفة

أين توجد الآن إذا لم تكن على الأرفف بل مع مستفيدين آخرين داخل المكتبة، أو تمت إعارتها.

- يمكن لإنترنت الأشياء المساعدة في تعزيز العلاقة بين الكتب والقراء من خلال مفهوم (رانجثان الشهير) لكل قارئ كتاب (فيستطيع القارئ الوصول إلى كتابه عبر إنترنت الأشياء قبل أن يصل لهم بالفعل، من خلال الحجز المسبق ومستقبلًا يمكن إعطاء أمر للكتاب بالتحرك نحو الجهة التي يلتقيه فيه القارئ إذا توفرت الربوتات المخصصة لخدمة القراء التي تتولى تنفيذ الطلب وتسحب الكتاب وتضعه على الطاولة التي طلب القارئ وضعه عليها.
- كل إنسان في وقتنا الحاضر يتوقع أن لديه هاتف ذكي يستخدم عليه تطبيقات لخدمات متعددة ويمكن للمكتبة من خلال التطبيق الخاص بها إتاحة الفرصة للمستفيدين الاتصال بالمكتبة عبر الإنترنت واستخدام مصادرها الإلكترونية، أو الورقية من خلال بطاقات الكتب المخصصة للتبع بتقنية RFID.
- إنترنت الأشياء تقدم وسيلة ناجحة للتسويق الفعال لخدماتها عبر الاتصال بين مقتنياها والأشخاص المسجلين لديها بشكل مستمر.

إنترنت الأشياء الاجتماعي (SIoT):

ظهر في الآونة الأخيرة عدد كبير من الأنشطة البحثية المستقلة التي تبحث في إمكانية دمج مفاهيم الشبكات الاجتماعية في إنترنت الأشياء (IOT)، في سياق أسموه إنترنت الأشياء الاجتماعي (SIOT)، وهو نظام لديه القدرة على دعم التطبيقات الجديدة والخدمات الشبكية لإنترنت الأشياء بطرق أكثر فعالية وكفاءة، فهناك أدلة علمية على أن عددًا كبيرًا من الأفراد أكدوا أنه يمكن للشبكات الاجتماعية تقديم إجابات أكثر دقة عن المشكلات المعقدة الرتبطة بأكثر من فرد واحد أو مجموعة صغيرة من الأفراد ذوي

الدراية الفائقة، وقد تم البحث على نطاق واسع في كيفية استغلال مثل هذا المبدأ في البحوث المتعلقة بالإنترنت، ونتيجة لذلك، تم تقديم عديد من الخطط التى اقترحت استخدام الشبكات الاجتماعية للبحث عن موارد الإنترنت، لتحديد السياسات الإلكترونية لتوزيع المحتوى، ويتكامل إنترنت الأشياء (IoT) مع عدد كبير من التقنيات ويربط بين مجموعة متنوعة من الأشياء من حولنا من خلال التعامل مع المخططات وبروتوكولات الاتصال القياسية، القادرة على التفاعل مع بعضها البعض والتعاون للوصول إلى أهداف المشتركة، ويمكن أن يؤدي تطبيق مبادئ الشبكات الاجتماعية على إنترنت الأشياء إلى عديد من المزايا والتى من أهمها:

- يمكن تشكيل هيكل إنترنت الأشياء الاجتماعي SIoT على النحو المطلوب لضمان قابلية التنقل عبر الشبكة، بحيث يتم تنفيذ واكتشاف الأشياء والخدمات الخاصة بالإنسان، وقابلية التوسع فى تطوير خدمات وموارد الشبكات اجتماعية.

- يمكن إنشاء مستوى من الثقة للاستفادة من درجة التفاعل بين الأشياء المراد تحقيق الاتصال بينها.

- يمكن إعادة استخدام النماذج المصممة لدراسة الشبكات الاجتماعية للتصدي للقضايا المتعلقة بإنترنت الأشياء، والمرتبطة جوهريًا بشبكات واسعة النطاق من الكائنات المترابطة عبر هذا النظام.

- تحديد السياسات المناسبة لإنشاء وإدارة العلاقات الاجتماعية بين الأشياء بطريقة تجعل الشبكة الاجتماعية قابلة للإبحار عبر موارد الشبكة.

- تقديم وصفٍ معماريٍ لبنية إنترنت الأشياء، لدمج الأشياء في شبكة اجتماعية.

- دراسة خصائص هيكل شبكة إنترنت الأشياء الاجتماعي SIoT.

أنواع العلاقات التى يقوم عليها إنترنت الأشياء الاجتماعي:

فمن تحليل أنواع الخدمات والتطبيقات الممكنة، التي تم إنشاؤها عبر إنترنت الأشياء الاجتماعي يمكن للفرد أيضًا أن يستمد بعض العلاقات الأساسية التي سيتم على أساسها إنشاء علاقة داخل بنية النظام المرجعي للإنترنت الاجتماعي للأشياء، فهذه العلاقات هي:

1. العلاقة الأبوية للأشياء: Parental object relationship (POR)

وتنشأ هذه العلاقة بين الأشياء التي تنتمي إلى نفس مجموعة الإنتاج، أي عدة أشياء متجانسة نشأت في نفس الفترة من قبل نفس الشركة المصنعة.

2. علاقة الموقع المشترك للأشياء: "Co-location object relationship"(C-LOR)

وهي علاقة تنشأ بين الأشياء (إما متجانسة أو غير متجانسة) وتربط دائمًا بين أشياء في نفس المكان، كما في حالة الربط بين المستشعرات والمشغلات والكائنات المعززة المستخدمة في نفس البيئة مثل المنزل الذكي أو المدينة الذكية، ويتم تأسيس مثل هذه العلاقة بين الأشياء التي من غير المحتمل أن تتعاون مع بعضها البعض لتحقيق هدف مشترك، ومع ذلك، فإنها لا تزال مفيدة في الشبكة ذات الروابط القصيرة.

3. علاقة العمل المشترك للأشياء: "Co-work object relationship":(C-WOR)

وهي التي تنشأ بين الأشياء لتقديم تطبيق مشترك قائم على إنترنت الأشياء، كما في حالة التطبيقات التي تستخدم فى مجال معين كاستخدامها، فى مجال الطب من بعد.

4. علاقة الملكية للأشياء: "Ownership object relationship "(OOR)

وتنشأ هذه العلاقة بين الأشياء المتجانسة التي تنتمي إلى نفس المستخدم (الهواتف المحمولة والسماعات ووحدات التحكم للاعبين في الألعاب ...إلخ).

5. **العلاقة الاجتماعية للأشياء: "(SOR)" Social object relationship**

هي علاقة يتم تأسيسها عند دخول الأشياء للاتصال بشكل متقطع أو مستمر، لأن أصحابها يتواصلون مع بعضهم البعض أثناء حياتهم (على سبيل المثال، أجهزة الاستشعار التي ينتمي إليها الأبناء والأصدقاء، ورفاق السفر).

ويُرجى ملاحظة أن إنشاء وإدارة مثل هذه العلاقات يجب أن تحدث دون تدخل بشري، وهذا لا يتناقض مع رؤية مستقبلية للإنسان / الاجتماعي الكامل، هذا الأخير مسؤول فقط لتعيين قواعد الكائنات والتفاعلات الاجتماعية ومن ثم يتمتع بالخدمات الناتجة عن مثل هذه التفاعلات.

تطبيقات إنترنت الأشياء الاجتماعي:

يُمكن للعديد من التطبيقات الاستفادة من توافر العلاقات الاجتماعية بين الأشياء المترابطة مع شبكة تتألف من تريليونات من العقد، ويتوقع في السنوات القادمة زيادة عدد الأشياء القادرة على الاتصال بالإنترنت، ويمكن توضيح بعضها فيما يلي:

- **جهاز جياكومو: Giacomo** هو جهاز كمبيوتر محمول من ماك، يمكنه الاتصال ببعض معدات الشبكة على سبيل المثال (الطابعات وأجهزة الفاكس وقارئات البطاقات الذكية) التي تظهر بالفعل مع أجهزة ماكنتوش، من خلال استغلال العلاقات الاجتماعية مع أجهزة ماك الأخرى في نفس الشبكة المحلية.
- **مندوب مبيعات لويجي: Luigi** فهو يتحرك كثيرًا بالسيارة حول العالم لمقابلة موكليه، حيث يقوم باستغلال الشبكة الاجتماعية، فسيارته قادرة على تجميع المعلومات مقدمًا عن ازدحام الطرق، واختيار أفضل الطرق الممكنة للوصول إلى الاجتماع في الموعد المحدد، والعثور على المصدر الصحيح للمعلومات في شبكة إنترنت الأشياء الاجتماعية، فمن السهل

على السيارة الاتصال بالأجهزة الأخرى عن طريق ربطها بعلاقات الموقع المشترك.

- **أنطونيو Antonio** وهي عبارة عن وحدات تحكم وأجهزة استشعار قادرة على إدارة وقياس استهلاك الطاقة والإنتاج (الخلايا الضوئية والخلايا الشمسية) طوال اليوم، بالوسائل المتاحة عبر شبكة إنترنت الأشياء الخاصة بهم.
- **دانيل: Daniele** هو المسافر الدائم للعمل ويحتاج إلى شبكة للاتصال بالزملاء، والعملاء، والأسرة، فالهاتف الذكي هو عضو في الشبكة الاجتماعية لإنترنت الأشياء، وقادر على الحصول على معلومات حول الأماكن في المناطق المحيطة به التي تغطيها إشارات قوية.

وهناك عديد من أجهزة الاستشعار التي سيتم تثبيتها بشكل كبير في البيئة، وتوفر معلومات حول وضع البيئات من حيث درجة الحرارة، والازدحام المروري، والغرف والمسارح، وهوية الأشخاص، ومستوى الرطوبة، وغيرها عن أحوال الطقس.

تحديات توظيف إنترنت الأشياء في المؤسسات المختلفة:

هناك عديد من التحديات ستواجه توظيف إنترنت الأشياء بالمؤسسات المختلفة ومنها:

- زيادة اعتماد البشر على التكنولوجيا، مما سيؤثر بالسلب على ممارستهم للأنشطة اليومية.
- اختراق الخصوصية بسبب كثرة تواجد الأنظمة والمجسات التي تراقب أنشطة البشر بشكل مزعج، فهي خطر في حالة تعرضها للسرقة.
- وجود كل تلك الأشياء متصلة ببعضها يزيد من فرصة تعرضها للقرصنة والتخريب.
- تعقيدات الأنظمة وبناؤها وصياناتها وتحديثها.

- زيادة الاعتماد على مراقبة الأنظمة سيؤدي لخسارة الملايين من البشر لأعمالهم التقليدية.
- الخوف من تعرض الأنظمة لأي حالات فشل، وبالتالي، توقفها عن العمل وتعطل حركة الحياة العامة بشكل كارثي.
- ضعف المهارات البشرية لبعض المجالات واختفاء العامل البشري فى بعض مناحي الحياة واختفاء اللمسة البشرية في الإنتاج.

مفهوم الحوسبة السحابية وعلاقته بإنترنت الأشياء:

الحوسبة السحابية هي أحد الأساليب التي يتم فيها تقديم الموارد الحاسوبية كخدمات ويُتاح للمستخدمين الوصول إليها عبر شبكة الإنترنت "السحابة " دون الحاجة إلى إمتلاك المعرفة أو الخبرة أو حتى التحكم بالبنى التحتية التي تدعم هذه الخدمات.

وتُعرف أيضًا على أنها تكنولوجيا استخدام الإنترنت والخوادم البعيدة للمحافظة على مركزية البيانات والتطبيقات، حيث تسمح للمستخدمين من استخدام البرامج بدون تطبيقها على الحاسب الخاص بهم، كما تسمح أيضًا بالوصول إلى الملفات المحفوظة على أجهزة الحاسب أثناء الاتصال بالإنترنت، كما تمكن هذه التكنولوجيا المستخدمين من العمل في وقت واحد في المشروعات المختلفة بغض النظر عن مواقعهم، وسميت بالحوسبة نظرًا لإمكانية الاستفادة من عملية تخزين البيانات ومشاركتها عبر الإنترنت أو السحابة.

أما فيما يتعلق بمفهوم الحوسبة السحابية في إطار علاقتها بإنترنت الأشياء فيمكن استعراضها فيما يلي:

في فترة السبعينيات كان من الشائع للشركات أن تقوم باستئجار حواسيب ضخمة مركزية، لكن هذه الأنظمة كانت كبيرة للغالية وغير مجدية من الناحية الاقتصادية، ولم يكن من المنطقي أن تمتلك هذه الشركات هذه القدرات

الحاسوبية الضخمة بأنفسها، عوضًا عن ذلك كانت مملوكة من قبل شركات كبيرة، كالوكالات الحكومية أو الجامعات البحثية، وسمحت تقنية المعالجة الدقيقة بتخفيض كبير في الحجم والمصاريف، مما أدى إلى ظهور الكمبيوتر الشخصي، الذى كان أكثر شعبية في فترة الثمانينيات، وعلى الرغم من ذلك، ومع اتساع نطاق الاتصالات عالية السرعة، انعكس التوجه من جديد، فعادت الشركات من جديد لاستئجار القدرات الحاسوبية الضخمة من الشركات بدلًا من امتلاكها، ولكن ما السبب في ذلك؟

بدلاً من شراء أجهزة باهظة الثمن للتخزين والمعالجة داخل الشركة، من السهل استئجارها بسعر رخيص في التطبيقات السحابية، لأن التطبيقات السحابية عبارة عن شبكة ضخمة ومترابطة من الخوادم القوية التي تقدم خدمات للشركات وللمستخدمين، كما تم ذكره سابقًا.

أما في الوقت الراهن فإن أكبر مزودي الخدمات السحابية هم شركاتAmazon ، Google، Microsoft، حيث إن لديهم مجموعة ضخمة من الخوادم والتي يأجرونها للشركات كجزء من خدماتهم السحابية، أما بالنسبة إلى الشركات التي لديها احتياجات متغيرة، فمعظم الوقت لا تحتاج إلى الكثير من خدمات الحوسبة، فهذا يعد فعالًا من حيث التكلفة لأنه يمكن ببساطة الدفع حسب الحاجة، أما بالنسبة لنا كمستخدمين، فإننا نستخدم هذه الخدمات السحابية طوال الوقت، ويمكننا تخزين ملفاتنا في Google Drive بدلاً من تخزينها على جهاز الكمبيوتر الشخصي، أو يمكننا الاستماع إلى الأغاني على Spotify بدلاً من تنزيل الأغاني إلى جهاز الكمبيوتر أو الهاتف، حيث يستخدم Spotify الخدمات السحابية في Amazon .

بشكل عام، فإن أي شيء يحدث في السحابة هو عبارة عن نشاط يحدث عبر اتصال بالإنترنت، ولقد ظهرت إنترنت الأشياء بهذا المسمى في عام 2000 لتضيف فصلًا جديدًا من فصول التطور في تقنيات المعلومات ولتنقل

بيئة الإنترنت من كونها إنترنت اتصالات لتصبح إنترنت الأشياء، وبناءً على ذلك، فقد اتجهت مؤسسات المعلومات إلى العمل المستمر على توظيف إمكانيات إنترنت الأشياء لتلبية احتياجات المكتبات ومؤسسات المعلومات وتطويرها بما يحقق أفضل الممارسات وأجود الخدمات، بينما الحوسبة السحابية هي منصة افتراضية للغاية توفر خدمات الحوسبة والتخزين والاتصال بين الشبكات والأجهزة الطرفية ومراكز بيانات الحوسبة السحابية التقليدية، ويمكن أن تؤثر الحوسبة السحابية على إنترنت الأشياء من خلال:

- اتساع نطاق التوزيع الجغرافي للموارد مع وجود سحابة مركزية للخدمات والتطبيقات المستهدفة.
- التوسع في استخدام شبكات استشعار واسعة النطاق لمراقبة البيئة، والشبكة الذكية هي أفضل الأمثلة على ذلك، حيث تقوم على الحوسبة الموزعة وموارد التخزين.
- الاتصال بعدد كبير جدًا من العقد، نتيجة لتوزيع جغرافي واسع، كما هو واضح في شبكات الاستشعار بشكل عام، والشبكة الذكية على وجه الخصوص.
- دعم التنقل، فمن الضروري للعديد من تطبيقات الحوسبة التواصل مباشرة مع الأجهزة المحمولة، وبالتالي، دعم تقنيات التنقل، مثل بروتوكول LISP1، الذي يفصل هوية المضيف عن الموقع.
- تشمل تطبيقات الحوسبة الهامة تفاعلات في الوقت الفعلي.
- هيمنة الوصول اللاسلكي.
- التجانس، حيث تأتي نقاط الحوسبة السحابية بعوامل شكلية مختلفة، ويتم نشرها عبر مجموعة متنوعة من البيئات.
- قابلية التشغيل البيني: لذا فيجب أن تكون مكونات الحوسبة قادرة على التعامل مع الخدمات ومتحدة عبر النطاقات.

ويمكن لتطبيقات إنترنت الأشياء تسخير خدمات الحوسبة السحابية واستخدام موارد التخزين لتقابل متطلبات المعالجة كثيفة الحوسبة، وإن أساليب التصميم الشائعة حاليًا لتحقيق التكامل بين السحابة وإنترنت الأشياء قائمة على بنى من ثلاث طبقات، حيث تتألف الطبقة السفلى من أجهزة إنترنت الأشياء، وتتكون الطبقة الوسطى من اتصال الإنترنت، فى حين أن الطبقة الثالثة تستضيف التطبيقات المختلفة والبروتوكولات عالية المستوى.

كما أصبحت الحوسبة السحابية أحد ركائز عمل التطبيقات فى الأجهزة الذكية، لكن الاعتماد المتزايد على أجهزة انترنت الأشياء IOT والتطبيقات البرمجية بشكل متصاعد أدى إلى قيام هذه الأجهزة الصغيرة بتوليد كم كبير من البيانات وحاجتها إلى قدرات تحليل وسرعة استجابة كبيرة جدًا من قبل السحابة، مما فرض بعض القيود على الحوسبة السحابية بسبب بطء سرعة الانترنت وتخزين واسترجاع المعلومات، لاسيما في التطبيقات التي تُعد سرعة الانترنت فيها مهمة جدًا، مثل التطبيقات الطبية والعمليات الجراحية والقيادة على الطريق.

وأحد النماذج المستخدمة لحل المشكلات السابقة هي "الحوسبة الضبابية" Fog computing حيث تقوم الأجهزة الطرفية بعمليات المعالجة وتخزين البيانات وغيرها عوضًا عن السحابة، ومن ثم يتم إرسال المعلومات والتقارير الدورية إلى السحابة، فبهذه التقنية يتم الاستفادة من قرب الأجهزة الذكية واستخدامها لتسريع عملية تخزين واسترجاع المعلومات، ومن هنا تم اشتقاق الاسم، فالضباب هو الأقرب إلى الأرض وإلى الأجهزة الذكية IOT، أما السحابة فهي الأبعد، ولكن يجب أن لا ننسى أن الحوسبة الضبابية هي امتداد للحوسبة السحابية ولا تقوم باستبدالها بأي حال من الأحوال، فهي وسيلة للاستفادة من العتاد والأجهزة القريبة للمساعدة في موازنة الحمل الملقى على عاتق السحابة.

مكونات بيئة الحوسبة السحابية:

وتتكون بيئة الحوسبة السحابية من:

- **التطبيقات: Applications** وهي البرامج والخدمات التى يمكن أن يشغلها العميل فى السحابة، ومع خدمة Software as a Service تم تخفيف عبء الصيانة والتطوير عن المستخدم.
- **المستخدم: Client** حيث يستخدم جهازه (سواء كان موبايل أو كمبيوتر) للاستفاده من الخدمة، ومن الممكن أن يمتلك نظام تشغيل يدعم السحابة أو يستخدم المتصفح فقط.
- **البنية: Infrastructure** ويُقصد بها البنية الأساسية للسحابة، والتي تقدم كخدمة Instastructure As a Service
- **المنصة: Platform** وهي المنصة التى تستخدمها فى السحابة، مثل Python Django, Java Google Web Toolkit
- **الخدمة: Service** وهي الخدمة التى تقدمها على السحابة، ويتعلق الموضوع أكثر بمصطلح Software as a service وهي عملية تحويل منتجات الحاسب إلى خدمات.

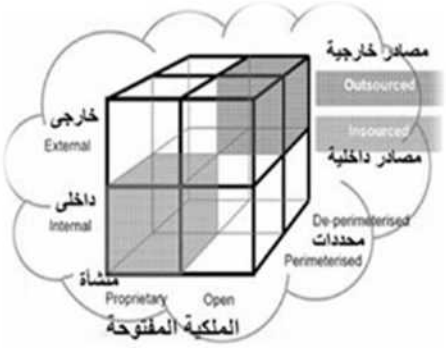
نماذج بناء الحوسبة السحابية:

- **سحابة خاصة: Private Cloud** وهذا النوع من الحوسبة يكون عادًة داخل المنشأة، بحيث يمكن الوصول إليها من خلال الشبكة المحلية، ويتم تقديم الخدمات للمستفيدين بشكل تلقائي، كما يمكن أن تكون موجودة لدى شركة استضافة، وفي جميع هذه الحالات تستطيع المنشأة مراقبة مكونات البنية التحتية والتحكم فيها.
- **سحابة عامة: Public Cloud** وهي عبارة عن خدمات تجارية يقدمها مزود الخدمة لعملاء متعددين، وتكون موجودة في مكان بعيد عن العميل، وهي وسيلة لتوفير التكاليف والوقت والجهد.

- **سحابة هجينة :Hybrid Cloud** وهي تجمع بين خصائص السحابة الخاصة والعامة، إذ يمكن لأى منشأة أن يكون لها سحابة خاصة تقوم من خلالها بتوفير بعض الخدمات للمستفيدين، بينما تلجأ إلى حلول السحابة العامة لتأمين خدمات آخرى، وبعض الشركات تحصل على بيئة سحابية خاصة ضمن السحابة العامة لمزود تجارى كبير، ثم تقوم بدورها فى بيع الخدمات لعملاء آخرين، وهذا يندرج ضمن مفهوم السحابة الهجينة.

- **سحابة مجتمعية: Community Clouds**: وهي نتيجة تعاون جماعي بين مجموعة من المنشآت لها نفس الاهتمامات، وتكون البنية التحتية مشتركة فيما بينهم بغرض تحقيق أهداف مشتركة مثل أمن المعلومات أو الامتثال التنظيمي أو تحقيق الأداء العالي، ويمكن أن تكون إدارتها داخليًا أو خارجيًا من طرف ثالث.

هذا وقد وضع Jericho forumtm (2009) نموذجًا للتمييز بين تشكيلات السحب عن بعضها البعض وطريقة تقديمها، فالنموذج المكعب للحوسبة السحابية يُلخص هذه الأبعاد الأربعة والمتمثلة في الشكل التالى:



شكل (22) النموذج المكعب لأبعاد اختيار نوع الحوسبة السحابية

البعد الأول: وهو البعد الذي يحدد الكيان المادي كاستخدام الحوسبة داخل أو خارج حدود المؤسسة أو المنظمة.External, Internal

البعد الثاني: وهو البعد الذي يحدد ملكية الدولة لتكنولوجيا الحوسبة السحابية، وخدماتها، وهو ما يشير إلى درجة التوافقية، فضلاً عن تمكين"البيانات / تطبيق قابلية النقل" بين نظم وأشكال أخرى من السحابات الأخرى دون قيود على مشاركة التطبيقات، كما هو الحال في القدرة على تبادل البيانات، والتعاون مع الأطراف المحددة باستخدام نفس التكنولوجيا المفتوحة على نطاق واسع.

البعد الثالث: ويمثل "العقلية المعمارية" ويعني الاستمرار في العمل ضمن محيط التكنولوجيا التقليدية IT، في كثير من الأحيان.

البعد الرابع: ويتضمن كل من:

- **المصادر الخارجية:Outsourced** وفيها يتم توفير هذه الخدمة من قِبل طرف ثالث.

- **المصادر الداخلية:Insourced** ويتم توفير هذه الخدمة من قِبل الموظفين الموجودين داخل المؤسسة.

ومن أمثلة بعض تطبيقات الحوسبة السحابية ما يلي:

كثيرًا ما يتم تعريف الحوسبة السحابية على أنها تقديم لخدمات إنتاجية مثل تجهيز البيانات، جداول البيانات، والعروض التقديمية، والرسم وبرامج المؤتمرات، ومحررات مستندات جوجل، والذي يعتبر من أشهرهم خلال العقود الأربعة الماضية، والخدمات التى يقدمها موقع زوهو (http://www.zoho.com)، وكذلك Google Chrome وهي تجربة ناجحة، فالنظام تم بناؤه ليتم تثبيته في دقائق معدودة، على عدد كبير من أنظمة التشغيل، وهو يتيح للمستخدم أن يستخدم واجهة تشغيل تتماثل لحد كبير مع المتصفح Google Chrome وهو يقوم على مفهوم الحوسبة السحابية فقط،

حيث إن النظام ما هو إلا نافذة متصفح تتيح للمستخدم استخدام كل التطبيقات المتاحة على الإنترنت والموجودة على Google Web Store والذى أثبت نجاحًا هائلاً في تقديم تطبيقات وبرامج تُغطي كل الوظائف التى نقوم بها على أنظمة التشغيل العادية بداية من كتابة رسائل التذكير وحتى إنتاج الأفلام، وكذلك Google Docs وهي مجموعة مكتبية متاحة مجانًا من Google لجميع مستخدميها وهي متضمنه الخدمات داخل Gmail، حيث يمكن لكل المستخدمين من مشاهدة مرفقاتهم على الإنترنت دون الحاجة لتحميلها، والمجموعة تضم برامج المكتب المهمة للكتابة، وعمل عروض تقديمية، وعمل جداول الحسابات، والمخططات، والاستبانات، وكل هذا بشكل متزامن مع حساب Google وبإتاحة صلاحيات مختلفة لكل مستند ومشاركته مع الآخرين.

ويُوصي محمد محمد الهادى (2012) المنظمات والمنشآت بكافة أنواعها وأحجامها ضرورة تحقيق ثلاث متطلبات أساسية جوهرية لكي تسرع في تطويع بنياتها، وتعظيم العائد من الاستثمار في توفير بنية سحابية أساسية ديناميكية بها، وتقديم خدمات تكنولوجيا المعلومات الرقمية، إلى جانب طرح استراتيجية ملائمة للتكنولوجيا الرقمية بها وفقًا لما يلي:

1. **البنية الأساسية التكنولوجية الديناميكية:** والتي تُعد جوهر الحوسبة السحابية حيث إنها تحدد أبعاد التكنولوجيا التي تستخدم الآلية إلى جانب توفير تكنولوجيا المعلومات التي تستجيب بسهولة إلى الأعمال والأوضاع المتغيرة، وتقوم هذه البنية على تكامل القدرات التكنولوجية المتاحة مثل القدرات الافتراضية وقدرات معمارية الخدمة وشبكة الويب 2.0 مع إدارة خدمة الآلية وأشكال النظم المعمارية والعمليات المتعلقة بتحسين الكفاءة التشغيلية.

2. **خدمات تكنولوجيا المعلومات:** حيث إن المنظمات والمؤسسات التي تتفهم خدماتها من تكنولوجيا المعلومات للحوسبة السحابية يمكنها أن تتسم بالقدرة

فى تقليل المخاطر وزيادة أرباحها الناتجة من توظيف تكنولوجيا الحوسبة السحابية بها.

3. **تأكيد استراتيجية الحوسبة السحابية كمدخل مرحلي**: وفى هذا الصدد يمكن التنبؤ بمستقبل التكنولوجيا السحابية فيما يتصل بوجهة نظر الإتاحة والخبرة التى تنشأها للمستخدمين النهائيين.

مميزات وخصائص الحوسبة السحابية:

تمتاز بيئة الحوسبة السحابية بالعديد من المزايا العملية، حيث إنها تتيح للمستخدم إمكانية تخزين الصور والأفلام والمستندات والمواعيد وجهات الاتصال على شبكة الإنترنت واستدعاؤها بواسطة حاسوب مكتبي أو حاسوب محمول أو هاتف ذكي ومعالجتها وتعديلها فى أي وضع وأي مكان وتتم عملية مزامنة البيانات بين الأجهزة المختلفة عبر شبكة الإنترنت، ومواقع الحوسبة السحابية ليست مكانًا غامضًا أو مجهولاً لتخزين البيانات لكنها عبارة عن مجموعة خوادم تابعة لشركات الإنترنت، فتكنولوجيا الحوسبة السحابية هي تكنولوجيا إفتراضية تعمل على تقليل عدد الماكينات والأجهزة المستخدمة، لذا فهي طريقة مبتكرة وذكية لتقديم الخدمات والتطبيقات بشكل مبسط وسهل، من خلال إمكانية حفظ جميع البيانات والمعلومات الرقمية في سحابة واحدة يتم حفظها على الإنترنت، كما تتمتع الحوسبة السحابية بعديد من المميزات جعلتها تستحق لقب الثورة الثالثة بعد الحاسوب والإنترنت ومن هذه المميزات، ما يلى:

1. الدخول على البيانات والتطبيقات من أي مكان تتوافر فيه خدمة الإنترنت.

2. لا تحتاج إلى نظام تشغيل معين أو تصفح معين للوصول إلى الملفات والبيانات المخزنة على الإنترنت.

3. قلة التكلفة في التجهيزات المادية Hardware

4. ستُغني المستخدم (فرد / شركة) من شراء تراخيص البرمجيات.

5. عدم احتياج المؤسسات والشركات إلى تخصيص مكان للأجهزة التي تدير العمل.

6. عدم الحاجة للدعم الفني أو الصيانة داخل المنشأة.

7. يمكن الاعتماد عليها في الأبحاث الكبيرة والمعقدة مما يوفر الوقت.

8. الحفظ والنسخ الاحتياطي يخدم كثير من المستخدمين وخاصة المبرمجين.

9. التحجيم أو ربط التكلفة بالاستخدام Scalability

10. يمكن للمستخدم أن يشارك ملفاته مع عدد لا نهائي من المستخدمين، فهو الذي يسمح لمستخدمين بعينهم بأن يقوموا بالتوصل لملفاته، مما يخفض المساحة التخزينية.

11. إمكانية تحديث وتطوير البرامج في وقت بسيط جدًا، وستكون البرامج ذات قوة مماثلة لقوة البرامج المتاحة على أجهزتنا وربما تكون أقوى، كما ستتمتع بمزيد من الأمان.

12. فصل المشاكل البرمجية، فحين يتعطل أي مكون ينتقل العمل تلقائيًا إلى خادم بديل بينما يُجرى إصلاح ما تعطل.

13. كما تتميز الحوسبة السحابية بقدرتها الذاتية على التفاعل بشكل تلقائي مع المستخدمين ومقدار استخدامهم للتطبيقات وحاجاتهم لمعالجة البيانات وتخزينها، لأنها تعتمد على التواجد في أكثر من موقع جغرافي، فهي تختار أسرع نقطة اتصال بالمستخدم، وحين يزيد عدد المستخدمين بمقدار كبير، تقوم السحابة بتكليف المزيد من الخوادم بمعالجة هذا الضغط الإضافي فلا يتاثر عمل الموقع، وتستمر خدمة العملاء بشكل طبيعي.

14. الحوسبة السحابية صديقة للبيئة: حيث تشغل حجمًا أقل وتستهلك طاقة أقل بالمقارنة بالخادم التقليدي.

15. تقدم الدعم الفني على مدار الساعة.

16. توفر سعة تخزين أكبر.

17.تخفض التكاليف عند شراء خوادم متعددة وشراء مكونات خاصة لها وكل ما يحتاجه المستخدم.

18. كلما زاد حجم الشركة وعدد موظفيها كلما زاد خفض التكاليف .

19. يُمكن للمستخدم الدخول على ملفاته وتطبيقاته من خلال هذه السحابة، دون الحاجة لتوفر التطبيق في جهاز المستخدم، وبالتالي تقل المخاطر الأمنية وموارد العتاد المطلوبة وغيرها.

أما عن خصائص الحوسبة السحابية فيمكن ذكرها فيما يلي:

- خدمة ذاتية تعتمد على الطلب On-Demand self service
- الوصول الواسع للشبكة Broad network access
- حزمة الموارد Resource Pooling
- المرونة السريعة Rapid elasticity
- قياس الخدمة Measured service
- سهولة الاستخدام: Ease of use
- الإتاحة والموثوقية: Availability and Reliability:

بينما يضيف محمد محمد الهادي (2012) أن من خصائص الحوسبة السحابية أنها:

1. تقدم خدمة ذاتية متحركة تسمح للمستخدمين في التساؤل عن الأجهزة المادية والبرمجيات والتطبيقات من خلال فهرس متاح على الخط يتسم بسهولة الاستخدام.
2. إدارة ذاتية تتمثل في إتاحة نظم آلية تمكن توفير قدرة اتخاذ القرارات.
3. إدارة خدمة تكنولوجيا المعلومات والعمل بديناميكية أكبر بدون التدخل البشري الذي يؤدي إلى تكاليف إدارية زائدة.
4. المرونة المتشابهة لمجال الموارد الكمبيوترية من أعلى لأسفل كما هي مطلوبة لتحقيق غايات الحاجات المتغيرة بدون تعطيل الخدمة المقدمة.

5. التطبيقات المرنة والمؤمنة بطريقة كبيرة والبنية الأساسية الحاكمة القادرة على تلبية مستويات التوافر والمصداقية والوثوق والسلامة المتوقعة.

6. بيئة معمارية بدرجة عالية لتزامن أكثر يسهل من انتشار الخدمة وترقيتها للمستخدمين بغض النظر عن أماكن تواجدهم.

7. زيادة الكفاءة التشغيلية حيث إنها تعتمد على التوحيد القياسي المتسم بدرجة عالية في أبعاد التوافق والاعتماد.

مخاوف استخدام الحوسبة السحابية وأمنها:

- **مخاوف أمنية:** حيث يخشى البعض من وضع كل معلوماته وملفاته لدى الشركات المقدمة للخدمات السحابية، فلو تعرضت الخدمة لعملية إختراق ناجحة، قد يتمكن المخترق من الحصول على معلومات المستخدمين، ومن الممكن أن تبيع الشركة هذه المعلومات أو الاستفادة منها.

- **الخصوصية وملكية البيانات** (حماية حقوق الملكية الفكرية): حيث تعاني هذه البيئة من ضعف الاتفاقية بين الموقع والمستخدم فيما يخص حماية حقوق المستخدم.

- **ضمان استمرار الخدمة:** وذلك بعدم التمكن من الوصول إلى البيانات عند وجود عطل في الموقع أو الشبكة.

أما عن أمن السحب الإلكترونية: فيثير موضوع أمن معلومات السحب الإلكترونية الكثير من الجدل، فالبعض يرى أن المعلومات لا تكون آمنة إلا عند إدارتها في شبكة داخلية والبعض الآخر يرى أن السحب الإلكترونية تستطيع توفير الأمان اللازم لضمان حفظ المعلومات وسلامتها.

فالحوسبة السحابية تُمكن من تخزين كميات متزايدة من البيانات بما فيها البيانات الشخصية في سحابة على الإنترنت وعند التخزين يتم نقل البيانات الشخصية عبر الإنترنت مما قد يشكل خطرًا حقيقيًا على مدى قدرة الفرد في التحكم في تلك البيانات، وبمجرد تخزين البيانات في السحابة،

تستمر هذه المخاطر حيث يمكن على سبيل المثال لمزود السحابة ودون إشعار المستخدم، نقل معلومات المستخدم من مكان لآخر أو من مزود خدمة لمزود آخر أو من جهاز إلى آخر.

ومن ثم، فإنه يمكن القول بأن مشاكل أمن المعلومات فى السحب الإلكترونية يمكن أن يتمثل في جهتين وهما: موفر الخدمة والعميل، لكن يقع الحمل الأكبر على موفر الخدمة فهو الملزم بتوفير بنية تحتية قوية وأدوات ومستودعات تخزين آمنة خصوصًا إذا كان سيحصل على مقابل مادي عليها.

ويعمد موفرو الخدمة عادًة إلى التركيز على الأوجه التالية من أجل ضمان حفظ المعلومات على السحابة الإلكترونية:

- **حماية البيانات:** ضمن هذا النطاق العريض يمكن القول بأن أساسيات معالجة البيانات وتخزينها لها الأولوية، بالإضافة إلى تعريف الأصول الموجودة وتوقع الهجمات المحتملة فمن جهة العميل عند القيام بأي عملية معالجة وتخزين للبيانات ينبغي عليه التأكد من جودة اتصاله بالإنترنت وأنه قام فعلاً بتخزين الملف على الشبكة، وأن معلومات حسابه لا يعلمها أحد سواه ومن جهة موفر الخدمة فإنه سيحرص دائمًا على حفظ المعلومات، وعدم تسربها، وعدم دخول طرف آخر فى الحساب.

- **نظام إدارة الهوية:** وهو نظام يهدف إلى التحقق من هوية المستخدم والتأكد من أنه الصاحب الحقيقي للحساب.

- **الأمن المادي:** ويأتي من جانب مزود الخدمة، حيث يجب عليه التأكد من جودة الشبكة والتطبيقات والخوادم التى يستعملها وعدم وجود أي ثغرات أمنية بها، ويمكنه عمل ذلك عن طريق اختبار الاختراق (PenetrationTest) والذي يفحص جميع الأجهزة والأنظمة، ومتعلقاتها بهدف اكتشاف ما بها من نقاط ضعف وثغرات يمكن أن يستغلها أي مخترق للحصول على المعلومات.

- **أمن التطبيقات**: فالسحب الإلكترونية تقوم بتوفير أدوات معالجة للبيانات والأدوات البرمجية التى تساعد المستخدم بتطوير أي كود برمجى وتجربته، لذا، ينبغي أن تكون هـذه الأدوات عـلى قدر عال من الكفاءة.

- **الخصوصية**: تبقى هي السمة الرئيسـة التـي يسـعى كـل مـزود خدمـة إلى تـوفير السياسـات والإجراءات المناسبة التي تصاحبها لما فى ذلك من حفاظ لحقوق العميل ومزود الخدمة كما إنهـا تُعطي إجمالاً رسالة واضحة عن احترافية وقـوة مـزود الخدمـة وعـدم تهاونـه مـن الاحتيـاط في مواجهة العابثين.

فالحوسبة السحابية تجعل السحابة ذاتها هي التي تقود تكنولوجيا الأمن بطريقـة أكـثر وضـوحًا وإمكانية في الوصول إليها، وخاصةً فيما يتعلق بالمنظمات المتنافسة والمتصارعة التي تعمـل عـلى تنفيذ عملها بفاعلية تبرر تكلفتها، وفي البيئـة السـحابية يُتـاح الأمـن كخدمـة تقـدم في مسـتوى مناسب مع كل من احتياجات المستخدم ومستوى التهديد مما يتطلب اتخاذ قرارٍ إما بالاسـتثمار في الأمن أو القيام بعمليات الصيانة الناجمة عن عـدم تـوافر أدوات الأمـن أو عـدم الحاجـة إلى تلك الأدوات كليًّة، وتتمثل نتيجة ذلك في تواجد مؤسسة تتسم بالذكاء قادرة على إدارة المخـاطر التي تواجهها بتكلفة أقل جدًا من خلال استخدامها للسحابة العامة أو الخاصة عما توفره بيئـات البيانات الأساسية التقليدية، فالخصوصية والبيانات الأمنية التي تواجه قضـايا امتثـال مؤسسـات التعليم الجامعي عندما تستخدم الحوسبة السحابية فإنها تنطوي الاعتماد على طرف ثالث، الأمر الذي يتطلب مؤسسة لتنفيذ الحماية العملية والقانونية لتسـهيل الامتثـال للالتزامـات مـن هـذا القبيل، ويجب أن يتبع نهج شامل في ذلك مع التركيز على ثلاثة أنشطة:

(1) تطوير نظام إدارة الهوية.

(2) إنشاء مجموعة قياسية من الخصائص لكل شخص.

(3) تمكين الوصول الخارجي من خلال سياسة مشتركة.

ومن خلال هذه الأنشطة الثلاثة، يمكن لمؤسسات العمل مع مقدمي الخدمات المحليين والخارجيين إنشاء معايير مشتركة واتباع النهج القائم على المصادقة.

اقتصاديات بيئة الحوسبة السحابية:

يمكن لنمو الحوسبة السحابية أن يؤدي إلى توفير التكاليف، ويحقق الكفاءة والابتكار للمؤسسات التعليمية في جميع أنحاء العالم، هذا النمو سيعتمد على شبكة عريضة النطاق تتسم بالشمولية والفاعلية من حيث التكاليف، ومن المقترحات التي قدمتها (منظمة الامم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم، 2012) مايلي:

- إذكاء الوعي وتشجيع القطاع العام على اعتماد خدمات الحوسبة السحابية.
- إرساء البنية التحتية واسعة النطاق: وذلك من خلال تسهيل بناء شبكات الألياف البصرية الوطنية والوصلات التوصيلية الدولية بما في ذلك الكابلات البحرية وتشجيع تقاسم البنية التحتية وتقديم حوافز لإقامة شبكات تقديم المحتوى وشركات مراكز البيانات على الصعيد المحلي.
- التوصيل البيني باستعمال بروتوكولات الإنترنت: حيث ينبغي أن يسعى المنظمون إلى ضمان حصول جميع المستفيدين على الفوائد القصوى من حيث اختيار الخدمة وأسعارها وجودتها والحد من أي إخلال بالمنافسة أو تقييد لها.
- ينبغي أن يضع المسؤولين ضوابط لتحديد الانتهاكات ويمكن تحقيق ذلك من خلال آليات التنظيم الذاتي وقيام مقدمي خدمات المحتوى بإخطار هيئة التنظيم المختصة بالانتهاكات الأمنية، وتعديل جوانب معينة من التشريعات المتعلقة بحماية البيانات التي يستحيل مراقبتها.

- يتعين على مُقدمي خدمات الإنترنت تقديم ممارسات أكثر شفافية للعملاء، وخاصَّة فيما يتعلق بممارسات إدارة الحركة التي تتبعها الشركات في شبكاتهم.

- يجب أن يتشاور المنظمون مع مقدمي خدمات الحوسبة السحابية والأطراف الفاعلة الأخرى في السوق بشأن المعالجة التنظيمية المناسبة لبعض خدمات الحوسبة السحابية وتصنيفها من أجل إصدار توجيهات توفر الضمان القانوني للوافدين إلى السوق واستعمال خدمات الحوسبة السحابية.

- من الضروري دومًا تأمين مستوى معين من إدارة الحركة للحد من ازدحام الشبكة، وقد يحتاج المنظمون أيضًا إلى إعادة النظر في قوانين المنافسة القائمة لتحديد ما إذا كانت الأدوات التنظيمية مثل القوانين واللوائح التنظيمية المناهضة للتمييز والمطبقة فعلًا تعالج بشكل ملائم قضايا المنافسة التي تميل إلى التأثير على حيادية الشبكة.

- يجب أن يفرض المنظمون حد أدنى من جودة الخدمة لضمان توفير خدمات موثوقة، ومتواصلة للعملاء ومقدمي خدمات الشبكات ولتحقيق ذلك يجب اخطار المستفيدين بالحد الأدنى من متطلبات جودة الخدمة، ونشر معلومات قابلة للمقارنة بشأن توفر الخدمة وجودتها، ووضع شروط شفافة ومحددة في العقود التي يوقع عليها المستهلك.

- مراقبة بيانات المستخدمين الشخصية وحماية خصوصياتهم من خلال تسهيل الإلمام بخدمات الحوسبة السحابية.

- يتعين على الوكالات الدولية وواضعي السياسيات الوطنية والمنظمين العمل معًا لوضع قوانين تتسم بالكفاءة والفاعلية لحماية الخصوصية فى الحدود المعقولة التي يتوقعها المستهلك.

- هناك حاجة إلى تطوير معايير تقنية وتنظيمية على المستوى الدولي والإقليمي والوطني واعتمادها لإمكانية نقل البيانات والتطبيقات وأمنها.

- ضرورة الاهتمام بالبحث والتطوير، حيث يُعد تشجيع البحث والتطوير أداة أساسية لإقامة اقتصاديات رقمية مستدامة مستقبلاً.

فوائد استخدام الحوسبة السحابية في العملية التعليمية:

- تمكين الطالب من الدخول إلى ملفاته، وتطبيقاته من خلال الحوسبة السحابية، دون الحاجة لضرورة وجود التطبيق في جهازه، وبالتالي تقليل المخاطر الأمنية وموارد الأجهزة المطلوبة.

- توفير الكثير من المال اللازم لشراء البرمجيات التي يحتاجها الطالب، فكل ما يحتاجه هو جهاز حاسب متصل بالإنترنت، وأن يكون متصلًا بأحد المواقع التي تقدم البرمجيات التي يحتاجها.

- مساعدة الطلاب والمعلمين على استخدام تطبيقات دون تحميلها على أجهزتهم.

- تقليل التكاليف، وذلك من خلال تقليل عدد الأجهزة الخاصة بالبنية التحتية، وتوفير عدد العاملين في صيانة الأجهزة والبرمجيات في المؤسسة

- ضمان عمل الخدمة بشكل دائم، مع توفير الكثير من الوقت والتكلفة، حيث تلتزم الشركة مقدمة خدمة التخزين السحابي بالتأكد من أن الخدمة تعمل بكفاءة وبشكل مستمر، كما تلتزم بإصلاح أي أعطال فجائية بأسرع وقت ممكن.

- تضمن البنية التحتية الحالية للحوسبة السحابية توافر مراكز للبيانات والتي تكون قادرة على تقديم الخدمة للعملاء الموجودين على مستوى العالم ككل.

- إعطاء المحاضرات أو الحصص الدراسية عن بعد بحيث تكون متوفرة ومخزنة في السحابة الإفتراضية للإطلاع عليها في أي مكان وأي زمان.

- مشاركة المقرر الدراسي.

- التواصل بين المعلم والطالب سواء في التعليم العام أو التعليم العالي.

- تسليم الواجبات والتكاليف المطلوبة ومتابعتها مع الأستاذ .

- الدراسة بشكل جماعي على الإنترنت" التعلم التعاوني".

- تقدم للمعلم أدوات للمحاكاة والتفاعل والمصادر المختلفة للإبداع والابتكار.

- تستخدم كوسيلة لتوصيل التكنولوجيا إلى بيئات التعليم المختلفة بغض النظر عن مواقعهم أو قوة المعالجة للكمبيوتر المحلي.

- تخزين ومزامنة الملفات وإنشاء المستندات والتعاون مع الآخرين في البحث والكتابة.

مقترحات للاستفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية في التعليم:

كما ذُكر سابقًا أن الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء تعملان على زيادة الكفاءة في مهامنا اليومية، ولكل منهما علاقة قوية ببعضهما حيث تُنشئ إنترنت الأشياء كميات هائلة من البيانات، وتوفر الحوسبة السحابية مسارًا لنقل تلك البيانات إلى وجهتها، وفيما يلى تقديم بعض المقترحات للاستفادة منهما فى العملية التعليمية:

- مع وجود عديد من الطلاب في المؤسسات التعليمية فإن مراقبتهم تعد مهمة صعبة، وعلاوة على ذلك، فإن الطلاب في المؤسسات التعليمية أكثر عرضة للخطر لذلك يجب استخدام الأمن الذكي، حيث يمكن لإنترنت الأشياء والحوسبة السحابية أن يعززا أمن المدارس والكليات وأي مراكز تعلم أخرى بشكل كبير، بمساعدة التقنيات مثل تحديد المواقع ثلاثي الأبعاد، يمكن مراقبة الطلاب على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع والإبلاغ عن وجودهم في أي وقت، بالإضافة إلى توفير خيار أزرار الاستغاثة فبواسطة هذه التقنيات يمكن دق ناقوس الخطر عند الحاجة إلى ذلك، ولمراقبة سلوك الطلاب يمكن استخدام الكاميرا الذكية في الحرم الجامعي أو المدرسة، وفي الآونة الأخيرة تحسنت تقنيات الرؤية الحاسوبية كثيرًا بما يمكننا مراقبة أي حركة مما يساعد على إيقاف الحوادث غير متوقعة الحدوث.

- وجانب آخر من تطبيقات إنترنت الأشياء الحوسبة السحابسة ما يتعلق بأقفال وفتح أبواب الفصول والمدارس لاسلكيًا، حيث توفر التكنولوجيا المتقدمة إمكانية التحكم في جميع الأبواب لاسلكيًا عن طريق الإنترنت، ويشمل التدبير الأمني للمدارس نظام مراقبة الدخول إلى الباب الذي يتحقق من الزوار قبل فتح الأبواب الخارجية للدخول، وبذلك يمكن للمسؤول فتح أو قفل الأبواب من بعد باستخدام الأجهزة النقالة وأيضًا تلقي الإخطار عندما يصل شخص ما إلى الباب، فذلك ميزة مفيدة لسلطات المدرسة ومساعدتهم على تجنب أي مشكلات.

- يساهم إنترنت الاشياء والحوسبة السحابية في تحسين البيئة المادية والهيكلية، فالمدرسة الذكية لديها مرافق تعمل بسلاسة لتوفر مستوى أعلى من التعلم الشخصي، فالأجهزة الذكية التي تستخدم في المؤسسة التعليمية باستخدام شبكة لاسلكية لإرسال البيانات وتلقي التعليمات مما يساعد على ايجاد خطط للدروس أكثر ذكاءً، والحفاظ على مسار الموارد الهامة وتحسين الوصول إلى المعلومات، فهي بذلك تساهم في الاتصال السريع بين الطلاب والمعلمين في الفصول الدراسية، وخارجها في أي وقت وأي مكان.

- جعل العملية التعليمية أكثر تفاعلية، فالمنهج لا يقتصر على مجموعة من النصوص والصور فقط، ولكن يتم إتاحة معظم الكتب المدرسية على شبكة الإنترنت، والتي تشتمل أيضًا على مقاطع الفيديو والرسوم المتحركة وغيرها من المواد لدعم التعلم، وهذا يعطي نظرة أوسع لعملية التعلم، فبتطبيق إنترنت الأشياء نتمكن من الربط بين أجهزة الطلاب والمعلمين، مثل أجهزة الهواتف الذكية وأجهزة الحواسيب اللوحية، والأجهزة التعليمية (كالسبورة الذكية)، والذي من شأنه إتاحة أدوات للطلاب والمعلمين لمشاركة المحتوى التعليمي وإجراء تعديلات فعلية على أجهزتهم والتحكم بها وتنظيمها، وتتبع أدائهم، وبالتالي، يبقى المعلمون على اتصال دائم مع الطلاب في أي وقت، وفى أي مكان،

وهذا يسمح للمعلمين بالبقاء على اتصال مع الطلاب عبر وسائل مختلفة، والتحقق من الرسائل والأحداث القادمة بعيدًا عن الفصول الدراسية، فذلك من التطبيقات التى توفر شبكة آمنة وخصوصية كاملة، كما تسمح بتخزين الأفكار الفريدة وضمان السرية الكاملة.

- يكفل نظام الحضور المدرسي المبنى على إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية للمعلمين إدخال المعلومات اللازمة مباشرة في النظام وهذا سوف يساعد على تقليل الوقت الذي يستغرقه لتقديم بيانات الحضور ويسمح للمسؤولين في المدرسة بإرسال رسالة إلكترونية إلى أولياء الأمور، حيث تتمتع إنترنت الأشياء بإعتبارها طريقة جديدة لإدارة الفصول الدراسية باستخدام أدوات متقدمة، مما يساعد ويسهل مهام الإدارة، مع إمكانية أكبر لإزالة جميع الحواجز في العملية التعليمية مثل الموقع الجغرافي واللغة والوضع الاقتصادي...إلخ.

الفصل السادس

تكنولوجيا التعرف على الإيماءات

- ماهية التعرف على الإيماءات.
- استخدام الإيماءات للتفاعل مع الكمبيوتر بدلاً من لوحة المفاتيح والفأرة.
- تطبيقات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات .
- آلية التعرف على الإيماءات والتمييز بينها.
- متطلبات تنفيذ تكنولوجيا التعرف على الإيماءات.
- مراحل التعرف على الإيماءات.
- تصنيفات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات.
- التفاعل الإيمائي.
- أنماط التفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد.
- مستقبل تكنولوجيا التعرف على الإيماءات.

الفصل السادس

تكنولوجيا التعرف على الإيماءات

Gesture Recognition Technology

تُمثل إيماءات وحركات اليد أدوات قوية للتواصل بين البشر، فبعد اختراع فأرة الكمبيوتر ولوحة المفاتيح راجت الشاشات العاملة باللمس في سوق الكمبيوتر؛ لكن التصفح باللمس سيصبح قريبًا من الماضي أيضًا، فالباحثون يطورون أجهزة جديدة يتم التحكم بها بمجرد تحريك اليد في الهواء والإشارة بها، ومما لاشك فيه أن فأرة الكمبيوتر وما يُعرف بالماوس ولوحة مفاتيح الكمبيوتر في الوقت الحالي من الأدوات التي لا يمكن الاستغناء عنها كأدوات للتحكم بالحواسيب وإعطاء الأوامر لها، وهو الدور الذي تلعبه مؤخرًا شاشات اللمس، وبشكل خاص في الهواتف الذكية وغيرها من الأجهزة النقالة، ويعكف الباحثون في العاصمة الألمانية برلين على تطوير هذا الاختراع التقني الجديد الذي سيمثل ثورة في التحكم بأجهزة الكمبيوتر والآلات الأخرى بحكم اشتماله على فوائد صحية أيضًا.

ماهية التعرف على الإيماءات:

حدد قاموس المعجم الوسيط، والقاموس المحيط معنى "الإيماءُ وهو أن تُومئَ برَأْسِكَ أَوْ بيَدِك، كما ذكر معجم المعاني الجامع معنى إيماءات بأن إيماءة: (اسم) والجمع : إِيمَاءاتٌ، وهى حَرَكَةٌ، إِشَارَةٌ، لَفْتَةٌ بِوَاسِطَةِ عُضْوٍ مِنْ أَعْضَاءِ الجِسْمِ أَوْ مَلاَمِحِ الوَجْهِ، وفنّ الإيماء: فنّ يعتمد على الإشارات وتقاسيم الوجه وحركات اليد والجسد في التمثيل وإلقاء المعنى في النّفس بخفاء وسرعة.

وقد تم استخدام الإيماءات في تعليم الآلة (الكمبيوتر) التواصل مع البشر، من خلال الخوارزميات الرياضية، والكاميرات، اعتمادًا على رؤية الكمبيوتر لتفسير لغة الإشارة، كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي، فالتعلم القائم على

الإيماءات هو أحد موضوعات علوم الكمبيوتر التى تهدف إلى تفسير الإيماءات البشرية عبر الخوارزميات الرياضية، حيث يمكن للأفراد استخدام الإيماءات البسيطة للتحكم في الأجهزة أو التفاعل معها دون لمسها فعليًا، وقد تم استخدام عديد من الأساليب بالكاميرات والخوارزميات، ورؤية الكمبيوتر لتفسير السلوكيات البشرية التي تُعد أيضًا موضوع تقنيات التعرف على الإيماءات للبدء في فهم لغة جسم الإنسان، وبالتالي بناء جسر أكثر ثراءً بين الآلات والبشر أكثر تفاعلًا من الواجهات النصية أو الواجهات الرسومية، والتي تحُد من غالبية المدخلات على لوحة المفاتيح والماوس والتفاعل بشكل طبيعي دون أي أجهزة.

والإيماءات هى نوع من الحوسبة الإدراكية التي تسمح لأجهزة الكمبيوتر بالتقاط وتفسير الإيماءات البشرية كأوامر، فهي تعني قدرة الكمبيوتر على فهم الإيماءات وتنفيذ الأوامر بناءً على تلك الإيماءات، ويعرف معظم المستخدمين هذا المفهوم من خلال ألعاب Wii Fit و X-box ، PlayStation مثل "Just Dance" ، "Kinect Sports".

ويصنف العلماء تكنولوجيا التعرف على الإيماءات إلى النوعين التاليين:

- **الإيماءات المباشرة Online gestures** : وهي التي يتم استخدامها للتحكم أو تدوير كائن مادي ملموس.

- **الإيماءات غير المباشرة Offline gestures:** وهي تلك الإيماءات التي تتم معالجتها بعد تفاعل المُستخدم مع الكائن، مثال على ذلك الإيماءة المستخدمة للتحكم في القائمة "Menu ".

استخدام الإيماءات للتفاعل مع الكمبيوتر بدلاً من لوحة المفاتيح والفأرة:

يوجد بمختبر التقنية فى معهد فراون هوفر الألماني أحد الأفراد المتخصصين في علم النفس، ويُدعى "باول شويتسكي"، كما توجد شاشة

كمبيوتر ضخمة، يوضح من خلالها كيفية استخدام الشاشات الحاسوبية الجديدة، ففور تصفيقه بيديه صفقة واحدة وبلمح البصر تظهر على الشاشة صورة غلاف كتاب قديم، وفور تحريك يده في الهواء يُفتح الكتاب، وتظهر الصفحة الأولى فيه؛ وبهذه الطريقة البسيطة يتمكن من تصفح الكتاب الموجود على شاشة الكمبيوتر دون لمس الشاشة، حيث يُحرك ذراعه يمينًا ويسارًا في الهواء لكي تظهر الصفحة التالية من الكتاب، ويتم ذلك عبر تقنية تستخدم كاميرتين معلقتين على الشاشة، وهي ذات حساسية لحركات اليد الإيمائية في الهواء، وهناك برنامج حاسوبي في الكاميرتين يتعرف على أشكال إيماءات اليد، ويوجه الأوامر المقصودة منها إلى الكمبيوتر، وهناك خيارات أخرى غير التصفح، مثل تكبير صفحات الكتاب، حيث تصدر أوامر إلى الكمبيوتر عن طريق إيماءات اليد، ويرافق كل أمر من هذه الأوامر إشارات صوتية ومرئية صادرة عن الكمبيوتر تؤكد تلقيه للأمر، وهذه الإشارات بمثابة مؤكدات حسية، أو ما يعرف بالتغذية العكسية، وهي تشير إلى أن الحاسوب فهم التحكم الإشاري عن طريق تحريك اليد في الهواء، وهي تشبه في وظيفتها إحساسنا عند نقر أصابعنا لأزرار لوحة المفاتيح أو عند نقرها لفأرة الكمبيوتر أو لمسها لشاشته، وعن طريق هذه الإشارات الصوتية والضوئية نتأكد من تفاعل الكمبيوتر مع حركات أيدينا في الهواء ويوضح "باول شويتسكي" ذلك مؤكدًا، "إذا مددتُ يديّ يُصدر الكمبيوتر لونًا ليزريًا أخضر يراه على يديه مؤكدًا فهمه للأمر الذي أصدرته، وهذا أحد ردود فعل الكمبيوتر التي صُممت خصيصًا كي يُظهر الكمبيوتر لمستخدميه أنه تعرف على المقصود من حركة أيدهم".

شكل (23) مثال على التفاعل بالإيماءات في الألعاب الرقمية

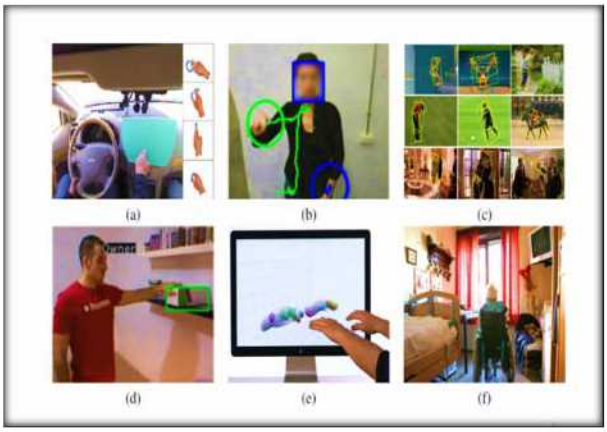
تطبيقات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات:

في الأساس تم تطوير هذه التطبيقات فى المكتبات التي يرغب مستخدموها في تصفُّح الكتب القديمة، والتي قد تتلف صفحاتها الحساسة نتيجة لمس وتقليب صفحاتها باليد، وفي مكتبة ولاية بافاريا جنوب ألمانيا يوجد كمبيوتر يتم التحكم به بواسطة إشارات اليد، ورغم الإشارات الصوتية التي يصدرها الكمبيوتر تأكيدًا لاستجابته لحركات الأيدي، يشعر مستخدمو هذا الكمبيوتر في البداية بعدم الراحة وبعدم تمكنهم من استعماله بالشكل الصحيح، فمبدأ التحكم بالكمبيوتر عن طريق حركة اليد له فوائد أخرى، وخاصَّة لدى بعض الآلات مثل أجهزة الصراف الآلي التي يستخدمها الناس كثيرًا بالنقر على أزرارها، وبالتالي، قد تنقل أمراض لمستخدميها بسبب تعاقب عدد كبير من الناس على لمسها واستعمالها، ولهذه الأسباب الصحية يمكن تجنب لمس الآلات وتجنب تلك الأمراض عن طريق التفاعل معها والتحكم بها من خلال إشارات اليد دون لمسها، كما أن تقنية التحكم بالكمبيوتر بحركة اليد لها تطبيقات كثيرة أيضًا في المجال الطبي، ويوضحها الشكل التالي:

شكل (24) الحواسيب المتحَكَّم بها إيمائيًا في غرف العمليات

فمنذ العام الماضي وإنتاج الحواسيب المتحكم بها إيمائيًا والموظفة في المجالات الطبية قائم على قدم وساق، ويستخدم الأطباء وفرقهم الطبية هذه الأجهزة أثناء إجراء العمليات الجراحية، محافظين بذلك على غرف العمليات نظيفة ومعقمة وخالية من الجراثيم التي قد تنتقل من خلال اللمس، ناهيك عن استخدامها في تسجيل نتائج التحاليل المختبرية وفي كتابة التقارير الطبية وفي تصفُّح صور الآشعة السينية أو ما يعرف بصور أشعة إكس على شاشة الكمبيوتر، وذلك كله دون لمس بل وبمجرد تحريك اليد في الهواء، وبذلك يتم الحفاظ على درجة النظافة في المستشفيات والعيادات الطبية.

ويوضح الشكل التالي، بعض تطبيقات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات.



شكل (25) بعض تطبيقات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات

حيث يوضح الشكل (A) التعرف على الإيماءات لمساعدة السائق، والشكل (B) التعرف على لغة الإشارة، والشكل (C) التعرف على استرجاع المحتوى وتصنيفه، والشكل (D) المراقبة، والشكل (E) تفاعل الإنسان بالحاسوب/ الروبوت /الماكينة، والشكل (F) التكنولوجيا التعويضية مع قليل من الاستقلال الذاتي.

آلية التعرف على الإيماءات والتمييز بينها:

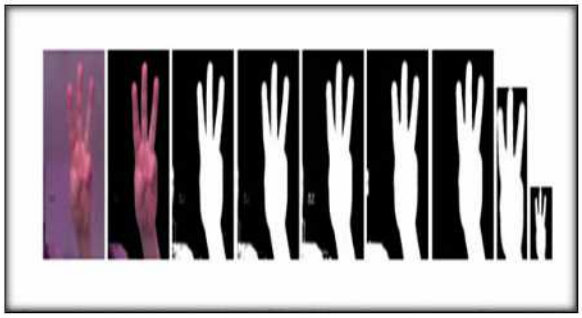
تُعد عملية تمييز الإيماءة الصحيحة هي المفتاح لعملية التعرف الناجح، ويبقى السؤال المطروح هو كيف يمكن لهذه الأجزاء المادية أن تساعدنا في تنفيذ عملية التمييز والتعرف على الإيماءات؟

وللإجابة عن هذا السؤال يجب أن نحدد أولًا مفهوم الإيماءات، فهي عبارة عن سلسلة من المواقف المرتبطة بالحركة، والتي يفصل بينها فترة زمنية قصيرة، وهي شكل من أشكال التواصل غير اللفظي وغير الصوتي، أي أن رسالتك ستصل عبر حركات مرئية من الجسد كالتلويح، ضرب الكفوف، التعابير الوجهية أو حتى الإشارة إلى السماء.

أما تكنولوجيا التعرف على الإيماءات Gesture Recognition فتسمح بالتعرف على الإيماءات للأجهزة بتفسير الإيماءات البشرية باستخدام مجموعة من الحساسات، ومن ثم مُعالجتها باستخدام خوارزمياتٍ رياضية، حيث يتم بناء النّظام كي يكون قادرًا على التعرف على إيماءاتٍ بشرية مُعينة، ومن ثم تستخدم هذه الإيماءات لنقل المعلومات أو التّحكم بجهاز ما، كما يجب أن تكون الإيماءات بسيطة، مقبولة عالميًا، وبديهية لضمان أن يتم تبنيها بسهولة من المستخدمين، فعملية تمييز الإيماءات تجعل الوصول للحواسيب أسهل بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من إعاقات جسدية، كما أنها تجعل من عملية التفاعل طبيعية أكثر في العالم ثلاثي الأبعاد الافتراضي أو حتى في مجال الألعاب، وفي عصرنا الحاضر، فإن تكنولوجيا التعرف على الإيماءات متطورة وموجودة في كل مكان، كالهواتف الذكية، الحواسيب، منصات الألعاب مثل Kinect الخاصة بمنصة Xbox ، وحتى أجهزة التلفاز تتضمن هذه الميزة اليوم.

وترتبط تكنولوجيا التعرف على الإيماءات "Gesture Recognition" بمجالاتٍ متقدمة في مجال علوم الحاسوب، مثل مجال الإبصار الحاسوبي Computer Vision ومجال معالجة الصور Image Processing ومجال التعرف على الأنماط Pattern Recognition ، ويقدم مجال التعرف على الإيماءات وسيلة أخرى للتواصل مع الحاسوب والأنظمة الحاسوبية، حيث تصبح حركات الجسم والإيماءات المختلفة الصادرة عنها هي وسيلة التخاطب مع الحاسوب، بدلاً من أنظمة التفاعل التقليدية القائمة على الواجهات الرسوميةGUI أو طرفيات الإدخال والإخراج التقليدية مثل لوحة المفاتيح والفأرة، وتتم آلية العمل عن طريق قراءة الحساس التصويري (كاميرا مثلاً) لحركة الجسم، ومن ثم يُرسل هذه البيانات إلى جهاز الحاسوب، ويستخدم الحاسب هذه البيانات على شكل مدخلات ويعالجها ليتمكّن من فهم الإشارة ومن ثم يرسل الإجابة على شكل أمر إلى التطبيق أو الجهاز، ومثال على ذلك، شخص يصفق بيديه أمام كاميرا، يتم

معالجة بيانات إيماءة التّصفيق أمام الكاميرا من خلال الحاسب فإنه قد ينتج صوت التصفيق، وبالتالي، يتم تمييز الإيماءة وإصدار الأوامر المناسبة.



شكل (26) مثال على توليد إيماءة اليد، التي يتم تغذيتها إلى مصنف CNN، من الصورة الملتقطة بواسطة الكاميرا

متطلبات تنفيذ تكنولوجيا التعرف على الإيماءات:

إن المستخدم لهذه التكنولوجيا ليس بحاجة أن يرتدي أو يربط أي جهاز بجسمه، ولكن في حالات أخرى يوجد تقنيات بديلة، وبالتالي، فهذا النظام يحتاج إلى مايلي:

1. **مجسات ومستشعرات الإيماءات:** عندما تومئ أو تشير للحاسب أو للهاتف النقال فمن الواضح أنّك بحاجة إلى طريقةٍ ليتمكن الجهاز من رؤية أو تحسس ماذا تفعل، هنا يأتي دور الحساسات، وهنالك عدد من تقنيات التّحسس التي يُمكن أن تؤخذ بعين الاعتبار، ولكن سنبقى هنا مع ما هو شائع منها.

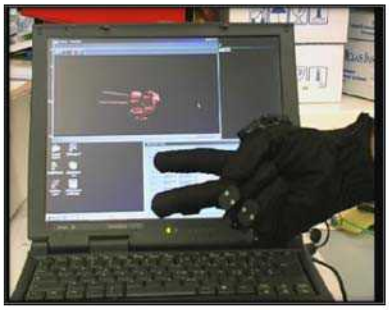
2. **مقياس التسارع أو الـ "Accelerometers"** ويستخدم في قياس مدى التغير في القوى الناتجة عن السقوط، الحركة، الدوران، الصدمة، تغيير وضع أو اهتزاز الجسم المتصل به، وذلك بالنسبة للوقت، هذه الأجهزة تقيس التّسارع

الخطي، أي إذا كان الجهاز في وضع سقوط حر، فإنّ الجهاز سيعطي القراءة صفر للتسارع، ومن تطبيقات حساس التسارع، في حالة الهواتف الذكية، فإن اتجاه العرض في الشاشة سيتغير إن كنا نحمل الهاتف أفقيًا أو رأسيًا الاتجاه الذي نحمل به الهاتف سيتم تحسسه من قبل مقياس التسارع والمعلومات سترسل على شكل إشارات كهربائية إلى الشاشة لتقوم تلقائيًا بتعديل نفسها من العرض الأفقي إلى الرأسي وبالعكس، أي في هذه الحالة الإيماءة المتصلة لعبت دورًا هامًا جدًا، وقد لعبت أجهزة قياس التسارع دوراً هام أيضًا في تطوير كثير من الألعاب لأجهزة الهاتف المحمول وخصوصًا ألعاب مُحاكاة الرياضة، والتي تسمح لك باستخدام الهاتف كعجلة قيادة أو أداة صيد.

3. **أداة تحديد الاتجاه الـ :"Gyroscope"**وتُعرف أيضًا بـ"البوصلة الجيرسكوبية، والتي كان لها شأن كبير في مجال التّعرف على الإيماءات، حيث إن قدرتها على قياس اتجاه الجهاز يسمح لها بقياس كل من الدوران الأفقي والرأسي، وهذا ما جلب كل من الانسيابية والدقة للأجهزة المحمولة، ففي حالة الهواتف الذّكية والأجهزة اللوحية، فإن إضافة البوصلة الجيرسكوبية ومقياس التّسارع سيسمح للجهاز أن يتحسس الحركة على ستة محاور بما فيها الدحرجة، الانعراج، والرمي، مما سيساعدك على الطيران بطيارتك الخاصة في لعبة محاكي الطيران على هاتفك المحمول، باختصار إن كان مقياس التسارع يفتح بواباتٍ جديدة لمُطوّري الألعاب فإنّ البوصلة الجيرسكوبية ساعدتهم على الإبداع.

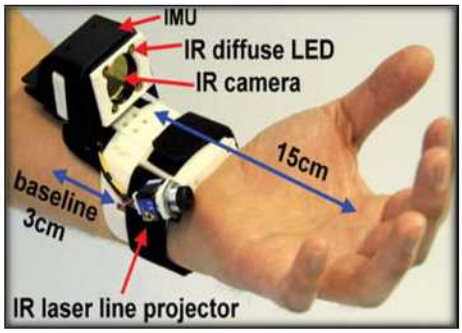
4. **مجسات الانحناء:Bend Sensors** وتُعرف أيضًا بمُستشعرات الانحناء، وكما نعلم أنّه حتى انحناءات الأصابع تعتبر إشارات، لهذا، فإن هذه الحساسات تساعدنا بتميز وضعيات الأصابع، فمبدأ عملها أن قيمة المقاومة تزداد بازدياد الانحناء.

5. **قفازات البيانات:Data gloves** لم يتم وضع تكنولوجيا التّعرف على الإيماءات فقط في الأجهزة الذكية والحواسيب اللوحية، ولكن أيضًا في التلفاز والحواسيب الشخصية، حيث لهذا الغرض تم تطوير قفازات البيانات، هذه القفازات تتعرف على حركات الأصابع واليدين في الوقت الحقيقي، ويتم ربطها إما بالحاسب أو التلفاز فتسمح للمُستخدم بالتحكم بهذه الأجهزة لتعمل كوحدات دخل وتقلل من استخدام الفأرة أو لوحة المفاتيح، حيث توضع حساسات الانحناء على مفصل الأصابع في قفازات البيانات، وبالتالي، كلما ازدادت الانحناءات زادت المقاومة وهذا يُوضح عملية التحكم بالجهاز.



شكل (27) قفازات سلكية

6. **مجسات القرب تحت الحمراء:** والتي بإمكانها تحسس مكان الأشياء القريبة منها دون أي اتصال معها، حيث تبعث بمجال كهرومغناطيسي، ومن ثم تفحص التّغيرات الحاصلة في نطاق (بارامترات) المجال أو من خلال الإشارات المرتدة، والتي يتم التقاطها بعد ارتدادها من على جسم قريب من الحساس، وتوجد عدّة أنواع مختلفة من مجسات القُرب، وتلعب مجسات الأشعة تحت الحمراء دورًا هامًا في تمييز الإيماءات، ففي اللحظة التي يُميّز فيها المجس حركة جسم أمامه فإنّه يرسل إشارة إلى الجهاز لتنفيذ فعلٍ ما.



شكل (28) إحدى نماذج ميكروسوفت الأولية التي تلبس في المعصم

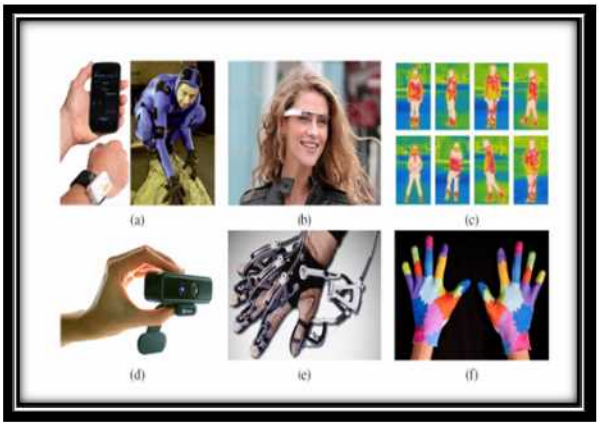
وتعتمد على مجسات الأشعة تحت الحمراء والليدات والكاميرات

7. **مجسات القرب السعوي: Capacitive proximity sensors** وتدعم هذه المجسات تمييز الإيماءات لتوفير واجهة قوية، سهلة الاستخدام وتدعم اللمس، فهذه المجسات هي التي تكوّن شاشتك السعوية اللمسية، وتسمح هذه المجسات للمُستخدم أن يقوم بتشغيل الجهاز فقط بلمسه بإصبعه عوضًا عن الضغط عليه، وبعض النماذج الحديثة لا تتطلب حتى لمس الشاشة، فبعض من التلويح فوق الشاشة يكفي لجذب انتباهها، وقد ساهمت هذه المجسات في جلب عصر جديد من الأجهزة المزوّدة بشاشات لمس متفوقة، والتي سمحت بتعدد نقط الإدخال وذات قُوة تحمّل أكبر، أيضًا سمحت هذه التقنية بوضع زجاج أو بعض الطبقات الصلبة الأخرى على الشاشة بهدف حمايتها ودون أن تؤثر على بيئة عملها.

8. **مجسات اللمس التّحكمية مثل Cap Sense من "Cypress"** والتي تمتلك مزايا أخرى وتحسينات أفضل كأزرار اللمس التي تستخدم فى المياه "water tolerant" والتي تحد من أخطاء تفسير اللمس التي تحدث في البيئات الرطبة.

9. **الرادارRadar:** يقوم الرادار بالكشف الدقيق عن حركات اليد والأصابع الدقيقة للتحكم في الأجهزة دون القيام بالاتصال الجسدي معها.

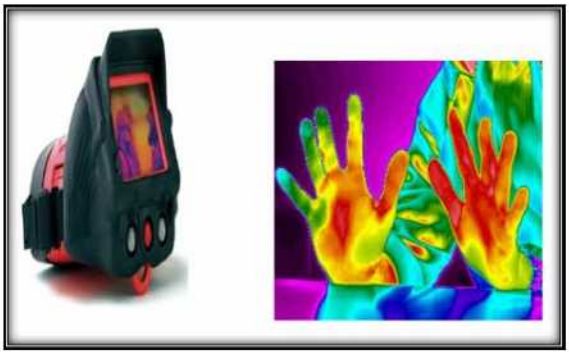
ويوضح الشكل التالي بعض الأمثلة لأجهزة التعرف على الإيماءات:



شكل (29) بعض الأمثلة لأجهزة التعرف على الإيماءات

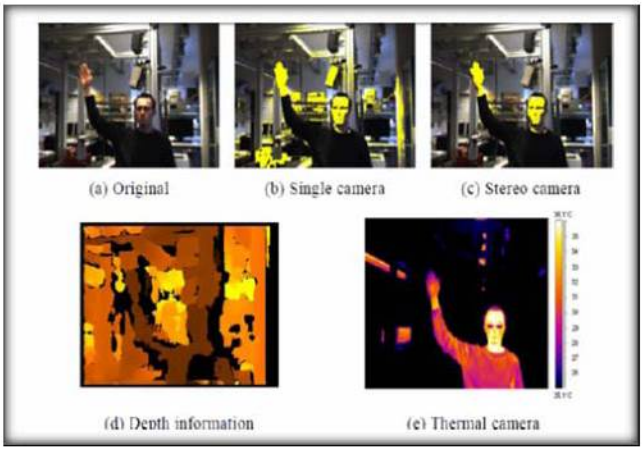
مراحل التعرف على الإيماءات:

1. **مرحلة اقتناء البيانات:** وهذه الخطوة مسؤولة عن جمع بيانات (المدخلات) سواء كانت إشارة يد، أو إيماءات الوجه أو الجسم وتصنف إشارة الإدخال إلى طبقات.



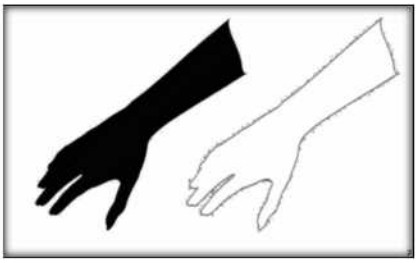
شكل (30) صورة ملتقطة من كاميرا حرارية

2. **مرحلة نمذجة الإيماءة المميزة:** وفي هذه الخطوة يتم توظيف المدخل المناسب في نموذج المستخدم وتمييز الإيماءة المدخلة، التي قد تتطلب بعض خطوات المعالجة المسبقة لضمان التوحيد الناجح للإيماءة.



شكل (31) مرحلة المواءمة بين الصور الملتقطة من الكاميرات

3. **مرحلة الاستخراج:** فبعد النمذجة الناجحة للبيانات المدخلة للإيماءة وتحديدها وتمييزها دونًا عن غيرها من الإيماءات، تأتي مرحلة التحليل، والتي تُعد الجزء الأصعب؛ فالإيماءة يمكن أن تكون مكان اليد / الكف / أطراف الأصابع، زوايا المفاصل، أو أي تعبير أو حركة جسدية.



شكل (32) تمثل هذه الصور الظلية مدخلات نموذجية للخوارزميات، حيث يتم مقارنتها مع قوالب يدوية مختلفة، وإذا كانت متطابقة يتم استنتاج الإيماءة

4. **مرحلة التعرف على الإيماءة:** تُعد هذه المرحلة مرحلة نهائية لنظام الإيماءات وينبغي الإعلان عن معنى الإيماءة المميزة، ويعتمد نظام المعالجة المستخدم فى التعرف على الايماءة كما يلي:

- **تحليل المكون الرئيسي: Principal Component Analysis (PCA)** وهو إجراء إحصائي يستخدم لتحويل مُتعمد لمجموعة من المتغيرات المرتبطة إلى مجموعة من القيم المترابطة خطيًا تسمى بالمكونات الرئيسية.

- **المسافة Mahalanobis** وهي تحديد المسافة على أساس العلاقة بين المتغيرات التي يمكن من خلالها تحديد أنماط مختلفة وتحليلها، فهذه طريقة مفيدة لتصنيف مجموعة من العينات غير المعروفة إلى عينات معروفة.

تصنيفات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات:

يوضح الجدول التالي تصنيفات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات كما يلي:

جدول (2) تصنيفات تكنولوجيا التعرف على الإيماءات

م	تصنيف الإشارات	تفسيرها
١	المعاني التي تحملها الإيماءات	– المعلومات المكانية: مكان حدوثها – معلومات المسار: أي المسار الذي تتبعه حركة الإيماءة. – معلومات رمزية: كالعلامات . – الإجراء: نوع الإجراء الذي يتم تنفيذه .

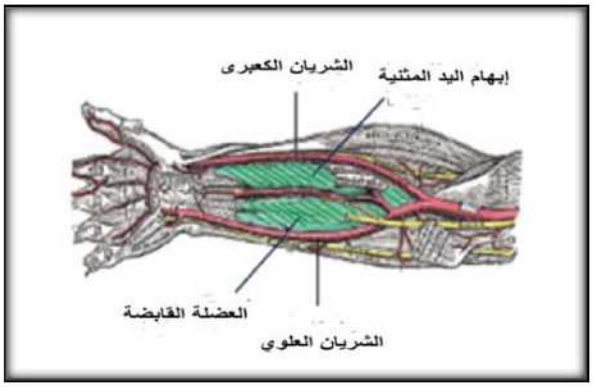
م	تصنيف الإشارات	تفسيرها
		– وضع الجسم: مواقع الأطراف والمفاصل. – شكل اليد: الموقف من اليد. – تمييز الإيماءات وتحديد إيحاءاتها (العاطفية)
٢	الجهات المعنية في التعرف على الإيماءات	– الإنسان/ الآلة / الروبوت / تفاعل الكمبيوتر. – إيماءات بشرية معزولة. – إيماءات بشرية – إنسانية. – تفاعل الكائن البشري.
٣	استخدام أطراف الجسم	– اليدين / الأذرع. – الجسم. – الرأس.
٤	طبيعة الإيماءات	– ديناميكية. – ثابتة.
٥	الإحاطة بالمحتوى أو السياق	– تحليل مشهد الرؤية بالحاسوب. – كائنات ذكية .
٦	مصدر البيانات	– مصادر (صوتية / تحليل لوني RGB / العمق / الحرارة). – مصادرقابلة للارتداء مثل التي تستخدام (تعقب المجال المغناطيسي، أطراف الجسم التعويضية / قفازات).
٧	العوامل المحيطة	– العوامل المادية المحيطة (البيئة المحيطة).
٨	قواعد البيانات	– طريقة معالجة البيانات. – مجال العرض: (الجزء العلوي من الجسم / الجسم بالكامل). – عرض أمامي . – التحكم. – الخلفية المعقدة للبيئة المحيطة. – الثقافة العرقية والجنسية والعمرية. – إيماءات مجزأة. – مقدار البيانات والموضوعات وفئات

م	تصنيف الإشارات	تفسيرها
		الإيماءات. – نوع الإيماءات. – لغة الإشارة. – حركات فردية.
٩	مقاييس التقييم	– الاكتشاف. – التداخل. التصنيف (تسلسل يحتوي على إيماءات أو إيماءات مجزأة). – دقة التصنيف.
١٠	التعرف على الإيماءات في ضوء نموذج ما	– المعالجة المسبقة: إزالة التشويش، تجانس الإشارة). – استخراج الإيماءات: توطين أطراف الجسم وتتبع (المسافات والزوايا). – ظهور أجزاء الجسم. – التقسيم. – البرمجة الديناميكية . – التعرف على الايماءة: استراتيجيات التعلم العميق.
١١	التطبيقات	– HMI ،HCI – لغة الإشارة. – الإشارة إلى الكلام. – العروض التقديمية. – البيئات الافتراضية . النمذجة ثلاثية الأبعاد. – التفاعل متعدد الوسائط. – التحكم في التلفزيون.

التفاعل الإيمائي:

تحتوي اليد والأصابع في ساعد الإنسان على سلسلة من العضلات المعقدة، فعند القيام بالحركات أو الإشارات المختلفة، فإن ذلك بدوره يضغط على الوتر بدرجات مختلفة، ويمتص الدم معظم الضوء الأخضر، الذي

تنعكس تغييراته من الرسغ على المنطقة الحالية بدرجات مختلفة من الاضطرابات، أما من حيث شكل ومدة الطول الموجي لأجهزة الاستشعار بالأجهزة القابلة للارتداء فعادًة ما تكون مجهزة بصمامين؛ الأخضر والضوئي لضمان دقة النبض وحساب معدل الاختلاف، لحساب معدل التغير في تدفق الدم الذي يختلف معدل تدفقه في المواقع المختلفة على المعصم، من أجل تحقيق دقة التعرف على الإيماءة، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



شكل (33) حركات الإصبع المرتبطة بالعضلات في تشريح ساعد الإنسان

فالمكونات الأساسية للتفاعل الإيمائي تتمثل فى الكشف عن الإيماءات وتحديد موقعها والتعرف عليها وتتبُعها ووضعها في شكل ثلاثي الأبعاد، وتقديرها، كما سيتم تحديدها كما يلي:

1. **التعرف على الإيماءات:** وهي عملية تفسير الإيماءات البشرية عبر النماذج الرياضية أو خوارزميات الرؤية من خلال الكمبيوتر، فقد تستخدم إيماءة اليد المختلفة لقيادة الأجهزة الرقمية في المهام المختلفة، إذًا فهي تميز إيماءة معينة من بين مختلف حركات اليد وتحدد التسميات المختلفة لها، حيث يتم تمييز الإيماءات في مختلف الاتجاهات.

2. **الكشف عن الإيماءة:** وهي عملية تحديد وجود إيماءة معينة في محيط الصورة الملتقطة لليد للكشف عن وجود أو غياب نمط الإيماءة في هذه الصورة.

3. **توطين الإيماءة:** وفيها يتم تحليل الصورة الملتقطة لتحديد موضع الإيماءة المقصودة، حيث يتم تمييز موقع الإيماءة بعلامات مختلفة مثل المربع المحيط أو المحور الناقص أو مركز الكتلة.

4. **تتبع الإيماءة:** وهي عملية توطين الإيماءة في تسلسل فيديو يُعرف باسم تتبع الإيماءات، فقد يتم تنفيذ تتبع الحركة بواسطة الإيماءة المترجمة لمجموعة صور متسلسلة.

5. **تقدير الإيماءة:** وتعني تقدير موضع واتجاه الإيماءة أو الحركة، فيما يتعلق بنظام إحداثيات الكاميرا .

6. **التفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد:** وهو التفاعل الحادث بين المستخدم والأجهزة الرقمية بواسطة استخدام إيماءات اليد أو الجسم في الفضاء ثلاثي الأبعاد فهو بمثابة تفاعل إيمائي ثلاثي الأبعاد.

شكل (34) تتبع الحركة السلبية والنشطة في وحدات تحكم الألعاب

أنماط التفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد:

لعل من أبز المزايا الخاصة بالتفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد عبر الأجهزة المحمولة هو إمكانية مشاركة المساحة المادية للتعاون بين الأفراد في الواقع الحقيقي، من خلال تحويل التفاعل من المساحة المحدودة للشاشة إلى المساحة الحرة، حيث سيتمكن المستخدمون من التعاون داخل المساحة المادية المشتركة المتوفرة بين الأجهزة المحمولة، وبالتالي، قد يتم توسيع مفهوم الجهاز للمستخدم الواحد إلى الأجهزة متعددة المستخدمين باستخدام المساحة التعاونية المشتركة، ويتوقف ذلك على أساس كل من الهدف المطلوب، عدد المستخدمين، عدد الأجهزة، والتفاعل، وفيما يلى توضيح لذلك:

1. التفاعل عن طريق مستخدم واحد - جهاز واحد:

في هذا التفاعل يحمل المستخدم الجهاز المحمول في يد واحدة ومن ناحية أخرى يتحكم في التفاعل في المساحة الثلاثية الأبعاد خلف الجهاز، بين العرض وعين المستخدم، ويمكن للمستخدم السيطرة على المحتوى داخل المساحات المخصصة للتفاعل ومعالجتها.

شكل (35) مثال لشكل التفاعل عن طريق مستخدم واحد - جهاز واحد

2. **التفاعل عن طريق مستخدمين متعددين – أجهزة متعددة:**

فمع مساحة التفاعل المشتركة في هذه الوظيفة، يشترك أكثر من مستخدم في مساحة تفاعل مشتركة للتلاعب بالمحتوى المعروض على الأجهزة، فقد يجلسون أمام أو بجانب بعضهم البعض، كل واحد يحمل جهازًا في يد واحدة، ومن ناحية أخرى يتفاعل مع المحتوى، ويحدث التفاعل في المساحة المشتركة بين الأجهزة حيث يقوم المستخدمون بمشاركة المحتوى أو تمريره أو اللعب معًا.

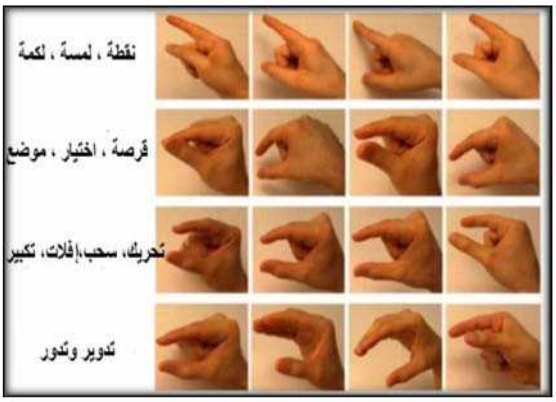
3. **التفاعل عن طريق مستخدمين متعددين - جهاز واحد فقط بالإضافة إلى مساحة تصوير مشتركة:**

وفيها يشارك المستخدمون جهازًا واحدًا للتعاون، ويجب أن يستخدموا المساحة الواقعة خلف الجهاز للتفاعل ثلاثي الأبعاد، ويحدث التمثيل البصري على شاشة واحدة، وهذه الميزة مناسبة للتعاون بين اثنين من المستخدمين.

4. **التفاعل متعدد المستخدمين بمواقع مختلفة - متعدد الأجهزة:**

في هذا التفاعل يكون لدى كل مستخدم موقعه الخاص به، وكذلك الجهاز والمساحة الخاصة به للتفاعل مع المحتوى الرقمي، ولكن يتم التشارك في نفس المساحة الافتراضية، بمعنى آخر، فإن المستخدمين يتفاعلون مع محتوى من مواقع مختلفة من خلال الاتصال بالشبكة، فقد يتم استخدام هذا النموذج من التفاعل فى حالة أن مساحة التصوير لمستخدم واحد تتأثر بتفاعل المستخدمين الآخرين، والعكس صحيح.

كما يوضح الشكل التالي، معظم إيماءات اليد الشائعة في سيناريوهات التفاعل ثلاثي الأبعاد.



شكل (36) حركات اليد الشائعة في سيناريوهات التفاعل الإيمائي ثلاثي الأبعاد

ومن خلال ما تم استعراضه نستطيع القول بأن حركات اليدين وإيماءاتها هي واحدة من الأشكال الطبيعية للتواصل، فبالإضافة إلى كونها أداة أساسية للتواصل بين البشر، إلا أنها أصبحت وسيلة للتفاعل مع الحاسب والأنظمة التي تعتمد على استخدام الروبوتات، وأيضًا للتواصل معهم، وبالتالي، فنحن بحاجة إلى دراسة أفضل الأجهزة التي تُستخدم لالتقاط حركة اليدين وتوظيفها على نحو فعال لتحسين البيئة التفاعلية بين الإنسان والروبوت، كما أننا بحاجة إلى بناء نماذج تصنيف قوية وقادرة على التنبؤ بالإيماءات وإشارات اليد بدقة وفاعلية، فقد أصبح التحكم بالكمبيوتر من خلال الإيماءات كحركة اليد في الهواء، دون استخدام لوحة مفاتيح أو فأرة كمبيوتر أو حتى دون استخدام شاشات اللمس، قيد التطبيق فعلاً في العديد من المرافق كالمكتبات والمستشفيات، لكن العلماء مازالوا عاكفين على تطوير هذه التقنية بحيث يصبح الحاسوب قادرًا حتى على فهم الحركات العفوية لليد التي

لا يُقصد منها توجيه أمر للحاسب، والتي قد تصدر عنـّا ونحن أمام شاشته، وقريبًا ستصبح الحواسيب قادرة على التمييز بين هذه الحركات العفوية وبين حركات أيدينا الإشارية في الهواء التي نقصد منها توجيه أوامر وإيعازات معينة للحاسوب.

مستقبل تكنولوجيا التعرف على الإيماءات:

يوجد بالفعل عدد كبير من الشركات في جميع أنحاء العالم التي تنتج تكنولوجيا التعرف على الإيماءات، ومنها:

– **شركة إنتل:** توصلت تجربة بحث مستخدم Intel ، والتى أوضحت كيف يمكن للمصادقة متعددة العوامل التي لا تعمل باللمس (MFA) أن تساعد مؤسسات الرعاية الصحية على تخفيف المخاطر الأمنية مع تحسين كفاءة الطبيب والراحة والعناية بالمرضى، حيث يجمع تطبيق MFA touchless بين التعرف على الوجه وإمكانات التعرف على الجهاز من أجل مصادقة المستخدم ثنائية العامل.

– **شركة Microsoft في الولايات المتحدة:** حيث كان الهدف من المشروع هو استكشاف استخدام التفاعل بدون لمس داخل غرفة العمليات الجراحية، مما يسمح بعرض الصور والتحكم فيها ومعالجتها دون اتصال، وذلك من خلال استخدام تقنية التعرف على الإيماءات القائمة على الكاميرا، على وجه الخصوص ، يسعى المشروع إلى فهم تحديات هذه البيئات لتصميم ونشر مثل هذه الأنظمة ، وكذلك توضيح الطرق التي يمكن أن تغير بها هذه التقنيات الممارسات الجراحية، على الرغم من أن اهتماماتنا الأساسية هنا تتعلق بالحفاظ على ظروف التعقيم، فإن استخدام هذه التقنيات المبنية على الإيماءات بدون لمس يوفر استخدامات محتملة أخرى.

– **المختبرات:** توظف مجموعة برامج Elliptic Labs تكنولوجيا الإيماءات من خلال إعادة استخدام سماعة الأذن والميكروفون، والتي كانت تستخدم سابقًا للصوت فقط، حيث تنعكس إشارات الموجات فوق الصوتية المرسلة

عبر الهواء من مكبرات الصوت المدمجة في الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية على يد / كائن / رأس ويتم تسجيلها بواسطة الميكروفونات والمُدمجة أيضًا في هذه الأجهزة، وبهذه الطريقة تتعرف تقنية Elliptic Labs على إيماءات يديك وتستخدمها لنقل الكائنات على الشاشة، على غرار الطريقة التي يستخدم بها طائر الخفاش تحديد الموقع بارتداد الصوت للتنقل.

في حين تتصدر هذه الشركات تطبيق هذه التكنولوجيا، نجد أن هناك عديدًا من الشركات تتجه أيضًا لتوظيفها مما سيضيف قيمة جديدة إلى هذا المجال، وفيما يلي بعض الأمثلة:

- توبي ريكس: جهاز تتبع العين من السويد.
- الكتابة الجوية: تقنية تتيح كتابة الرسائل والنصوص في الهواء.
- Eyesight: يسمح بالتنقل على الشاشة دون لمس الجهاز فعليًا.
- قفزة الحركة: جهاز استشعار الحركة.
- إشارة القوة الكهروضوئية: تسمح بتوصيل أجهزة البلوتوث.

ومن المتوقع عند توظيف هذه التكنولوجيا وتطبيقها أن تحقق عديدًا من الفوائد والمميزات التي ستغير من شكل العملية التعليمية، وتجعلها أكثر تفاعلًا للمتعلمين، فمن الممكن توظيف هذه التكنولوجيا أثناء تقديم المادة التعليمية، وأيضًا استخدامها فى مشاركة المحتوى التعليمي للطلاب أثناء التفاعل معه، كما ستحقق طفرة فى مجال التكنولوجيا المساعدة لذوي الاحتياجات الخاصة، وتعزيز سهولة استخدامها، وجعلها أكثر تفاعلية لهذه الفئات.

الفصل السابع

تتبع حركة العين في الإنسان والكمبيوتر

- تحليل حركات العين لفهم جوانب التعلم الإنساني.
- تعريف تقنية تتبع حركة العين.
- التطور التاريخي لتقنية تتبع حركة العين.
- الجديد الذي تقدمه اختبارات تقنية تتبع حركة العين.
- أجهزة تتبع حركة العين.
- التفاعل في بحوث تقنية تتبع العين.
- فوائد توظيف تقنية تتبع حركة العين في مجال التصميم التعليمي.
- أنماط النظر إلى مواقع الويب والتي يمكن أن تقيسها تقنية تتبع حركة العين.
- برامج وأجهزة تتبع حركة العين.
- خطوات تنفيذ تقنية تتبع حركة العين.
- مجالات توظيف تقنية تتبع العين في مجال التعليم.

الفصل السابع

تتبع حركة العين في الإنسان والكمبيوتر

Eye Tracking Movement in Human and Computer

مما لاشك فيه أن انتباه الإنسان عملية اختيار تنفيذية لحدث أو مثير والتركيز فيه ليس باعتباره أحد مكونات الذاكرة الهيكلية فهو ينقل العملية التي يتم من خلالها تقديم بعض الخبرات الحسية الخارجية أو الداخلية والتركيز فيها من أجل معالجتها في نظام معالجة المعلومات، وينظر بعض العلماء للانتباه بأنه مجهود أو حالة استثارة تحدث عندما تصل الانطباعات الحسية عبر الحواس إلى الذكرة الحسية، فالفرد يبذل مجهودًا يرافقه تغيرات فسيولوجية، وذلك في ضوء المقاييس الخاصة بذلك ففي التجارب الشهيرة التي تم إنجازها، والتي استخدموا فيها أدوات قياس بؤبؤ العين لدلالة الانتباه أثناء الانشغال في عملية عقلية أظهرت نتائجها أن قطر العين يتسع أثناء تركيز الانتباه على مهمات، ويزداد توسعًا كلما كانت المهمات المطلوب التركيز عليها تتطلب عمليات عقلية أكثر تعقيدًا أي المهمات الأكثر صعوبة، وهو مجال اهتمام تقنية تتبع حركة عين الإنسان.

وفي تناولنا لموضوع تقنية تتبع حركة العين، يتعين علينا أولًا النظر في الدافع حول تسجيل حركات العين البشرية، ولماذا هو موضوع هام؟ ويمكن الإجابة على ذلك بأننا نركز أعيننا لجلب جزء معين من مجال الرؤية عالية الدقة حتى نتمكن من رؤية التفاصيل الدقيقة مهما كانت في الاتجاه المركزي من الرؤية، ففي معظم الأحيان، نقوم أيضًا بتحويل انتباهنا إلى هذه النقطة حتى نتمكن من التركيز (إذا كان ذلك لفترة قصيرة جدًا) على الكائن أو المنطقة محل الاهتمام، وبالتالي، قد نفترض أننا إذا تمكننا من تتبع حركات عين شخص ما، فإن ذلك سيمكننا من تتبع طريقة انتباهه، وبالتالي سنحصل

على مؤشر حول الكائن أو المنطقة التي أثارت انتباهه، أي ما جذب انتباهه، وربما حتى تقديم فكرة عن كيفية إدراك ذلك الشخص لأي مشهد رآه، وقد تمت دراسة الانتباه البصري لأكثر من مائة عام، والجميع يعرف ما هو الانتباه، الذي يعني الاستيلاء على العقل البشري، في شكل واضح وحيوي، حيث يتطلب العديد من السلوكيات التي ينخرط فيها البشر متابعة المعلومات المرئية، وتقديم رؤى حاسمة في فهم السلوك البشري بالمواقع التي تم اختيارها لتركيز النظر عليها وتقديم رؤى في تغيير متطلبات المعلومات من لحظة إلى لحظة للسلوكيات التي ننخرط فيها، وعلى الرغم من حقيقة أن أعيننا تتحرك، في المتوسط ، ثلاث أو أربع مرات في الثانية، إلا أننا غير مدركين لهذا الأمر، وبالتالي، توفر حركات العين طريقة مثالية وقوية لقياس موضوعي للعمليات المعرفية المستمرة، ومتطلبات المعلومات أثناء السلوك البشري، وتقديم تقارير عن العمل في المجالات التالية: علم الأعصاب، علم النفس، الهندسة الصناعية، العوامل البشرية، التسوق والإعلان، وعلم الكمبيوتر، وكذلك فى مجال تكنولوجيا التعليم، فمن خلال التركيز على التطبيقات التفاعلية، وجودة تصميمها، وقياس قابيلتها للاستخدام Usability والتي تعني سهولة استخدام الموقع، ببساطة هذا المصطلح يجيب عن سؤال واحد بسيط (هل موقعك سهل الاستخدام؟)، التطبيقات المتقدمة لهذا المصطلح في الويب تهتم بمدى مرونة الموقع في تلبية احتياجات زائر الموقع، من خلال تنفيذ مهام معينة مثل الاتصال بصاحب الموقع، والتسجيل، وعرض الموقع بشكل سليم على الهاتف والجهاز اللوحي الخاص به... وغيرها من الأمور، وهذا المصطلح يهتم أيضًا بتمكين زائر الموقع من تنفيذ أي شئ يرغب بتنفيذه عند زيارة الموقع، مثل طباعة مقال بالموقع... إلخ.

تحليل حركات العين لفهم جوانب التعلم الإنساني:

مما لاشك فيه أن التعرف على السلوك الإنساني الآن محل دراسة في مجموعة واسعة من التخصصات البحثية، وبالتالي فإن انتشار وتنوع دراسات تتبع حركات العين تقدم لنا أدوات بحث واضحة تساعدنا على تفسير هذا السلوك، فعندما ننظر إلى بيئتنا، فنحن نعمل من أجل الحصول على المعلومات التي ستساعدنا في أداء المهام التي ننخرط بها، وبهذه الطريقة فإن الإدراك لا يعني الاستقبال السلبي للمعلومات في محيطنا، بل هو جزء فعال يُنبئنا عن كيف نعمل في حياتنا، وهذا الرأي بارز على نحو متزايد في علم النفس المعرفي، وقد ذكر كل من "فهوميل وآخرون وبريدجمين وتسنج (Hommel., et al, 2001; Bridgeman,Tseng, 2011) أن التصور والعمل وظيفيًا يعادلان كلًا من العمليات التي تعمل على السماح لنا ببناء تمثيلات للعالم من حولنا، وبذلك يبدو أن العمليات التصورية والعملية مرتبطة معًا في اتجاه واحد بطريقة ما، بحيث يكون كل منهما قادر على التأثير في الآخر؛ بحيث أن التصور أثناء أداء العمل، يؤثر على العمليات الإدراكية، ومع هذا الدور الأكثر نشاطًا للإدراك المقترح، فإن السؤال هو كيف يتم قياسه، فحركات العين أداة لا تقدر بثمن لأنها توفر مقياسًا عبر الإنترنت للإدراك ، ولكنها لا تعمل مباشرة على البيئة، فالعلاقة قوية بين اتجاه العين وسلوكنا الذى تترجمه الأهداف والنوايا مما يعني أن العينين توفرا إشارة قوية لفهمها.

إذًا يمكن القول بأن حركات العين هي نموذج جيد لدراسة توجيه السلوك نحو المنبهات البصرية وما يتصل بها من وظائف الإدراك الحسي والمعرفي، وتشير حركات العين تركيز الانتباه البصري، والمعروف أنه إما أن يكون من الأسفل إلى الأعلى، أو من أعلى إلى أسفل، وتستخدم حركات العين لتوجيه النقرة، أي تركيز الرؤية، على كائنات جديدة، وتتم معالجة المحتوى المرئي

عبر الممرات التي تمتد من شبكية العين عن طريق النواة الركبية الجانبية إلى القشرة البصرية الأولية، والتي توزع نفسها على مناطق المعالجة الدماغية على سبيل المثال (التوجه المكاني، الاعتراف، الذاكرة، العواطف)، فحركات العين بشكل عام شرط أساسي لمعالجة المعلومات البصرية.

تعريف تقنية تتبع حركة العين: Eye Tracking

وتُعرف بأنها تقنية متقدمة تزودنا بمعلومات دقيقة ومفصلة عن مكان نظر المستخدم في صفحات الموقع، أي النقاط والأماكن التي تجذب انتباهه والزمن الذي يستغرقه في النظر إليها، فهي الأسلوب الذي يُقيم كيفية نظر الزوار للموقع، ولها تطبيقات متقدمة حيث تستخدم تكنولوجيا متطورة لعكس ضوء الأشعة تحت الحمراء غير المرئية على العين وتحدد أين ينظر زائر الموقع بالضبط ، فهي تقنية تضيف معلومات مفصلة لعملية اختبار قابلية الاستخدام عن العواطف والمحفزات التي تدير حركة العين لزائر الموقع، وتساعد هذه التقنية في المفاضلة بين عدة تصميمات مختلفة، فهي التي تتحقق من مدى وضوح عناصر واجهة الموقع، كأن تخبرنا أن هناك مناطق في التصميم رديئة الوضوح ولم يلاحظ المستخدم وجودها أصلاً، كما إنه يمكن استخدام طريقة تتبع حركة العين في البحث العلمي القائم على الألعاب وتصميمها، فتخطيط اللعبة يلعب دورًا أكبر من المحتوى في جذب انتباه المستخدم، ويمكن أن توفر تقنية تتبع حركة العين معرفة جديدة حول كيفية حدوث التعلم القائم على الألعاب، وذلك بأبحاث التعلم المبنية على الألعاب، وما هي عناصر اللعبة التي يمكن استخدامها لتعزيز التعلم، وكيفية تركيز انتباه اللاعب على العناصر المهمة باللعبة، وما إلى ذلك، فهذه المعرفة يمكن أن تساعد مصممي الألعاب لتطوير ألعاب تعليمية ذات جودة أعلى؛ وواحدة من أدوات التحليل المهمة في تتبع العين هي تحديد مجالات الاهتمامات، وهي مناطق العرض أو البيئة المرئية التي تثير اهتمام

المستخدم، كما يتم استخدام تحليل قياس مجالات الاهتمام AOI لقياس البيانات التي تم تحديدها ضمن منطقة محددة من المثير البصري، ويشير عدد عمليات التثبيت على عنصر معين إلى أهمية هذا العنصر، وبالتالي سيتم تحسين عناصر العرض الأكثر أهمية بشكل أفضل.

التطور التاريخي لتقنية تتبع حركة العين:

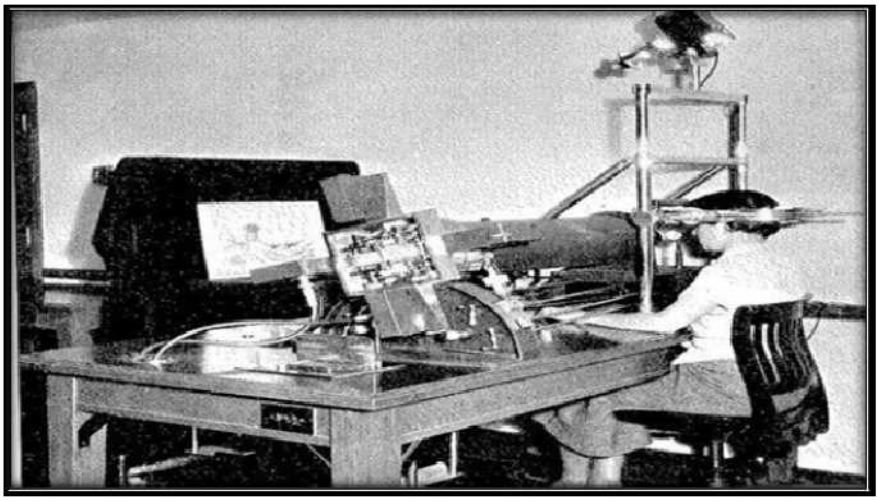
أصبح تتبع العين أو التعرف على ما يراه الناس في الواقع عند النظر إلى محتوى معين ممارسة منتظمة في مجموعة واسعة من التخصصات، بدءً من التفاعل بين الإنسان والحاسوب إلى أبحاث التسويق ودراسات قابلية الاستخدام، ولكن من أين بدأ تاريخ هذه التقنية؟، ومن هم رواد تعقب العين؟ فيما يلي سنطرح بدايات تتبع العين وتطورها مع مرور الوقت:

يعود تاريخ تتبع العين إلى عام 1879 عندما لاحظ عالم العيون الفرنسي لويس إميل جافال Louis Émile Javal، لأول مرة، أن أعين القراء لا تحدق بتمعن في قراءة النصوص اللفظية أثناء القراءة الصامتة، ولكنهم يقومون بعمل حركات سريعة مختلطة مع فترات توقف قصيرة (تثبيتات)، وقد استندت هذه الدراسات إلى ملاحظاته بالعين المجردة دون تكنولوجيا أكثر تقدمًا تستطيع القيام بقياس أثر ذلك.

وفي عام 1908، صمم إدموند هوي Edmund Huey جهازًا يمكنه تتبع حركة العين أثناء عملية القراءة، وكانت هذه التقنية صعبة للغاية حيث كان على القراء ارتداء نوع من العدسات اللاصقة، وتم إرفاق العدسة بمؤشر يغير موضعه بعد تحركات العين مباشرًة، ونشر هيوي نتائجه في كتاب "علم النفس وعلم أصول القراءة".

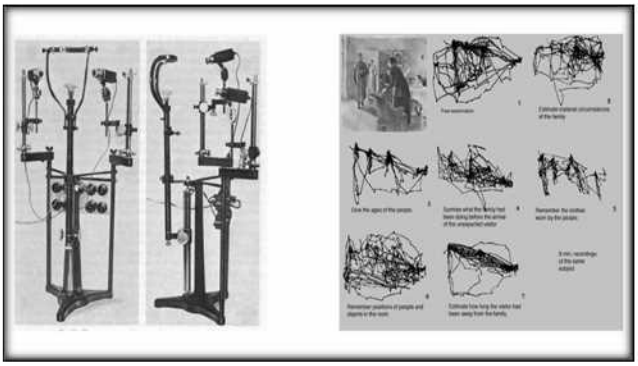
أما التسجيلات الأولية لنتائج تتبع حركة العين فقد تمت في عام 1937، حين استخدم عالم النفس التربوي جاي توماس بصويل Guy Thomas Buswell عوارض ضوئية تنعكس على عيون القارئ وتسجلها على فيلم، وقد

أشار بحث بصويل إلى أن هناك فرقًا كبيرًا بين القراءة الشفهية والصامتة وأن شخصًا ما قد يقرأ بطريقتين مختلفتين في لحظتين مختلفتين من الزمن.



شكل (37) جهاز يستخدم لتصوير حركات العين

ولتوضيح العلاقة بين تثبيت النظر من قبل القارئ فترة طويلة على شئ ما ومدى أهمية ما تم التركيز عليه فقد أجرى عالم النفس الروسي "ألفريد لوكيانفيتش ياربوس" Alfred Lukyanovich Yarbus " عديد من دراسات تتبع العين في الخمسينات والستينات، وقد أظهرت نتائج دراسته أن حركة العين وتثبيتها من قبل القارئ تعتمد على مدى اهتمامه بالشيء المعروض والمهمة المعطاة، فعلى سبيل المثال، إذا طُلب من القارئ الإجابة عن عدة أسئلة حول الصور المعروضة، فإن عينه ستركز على الأجزاء ذات الصلة بالأسئلة، وفي عام 1967، نشر "ياربوس" كتابًا مهمًا للغاية أسماه "حركات العين" و "الرؤية".



شكل (38) جهاز تعقب العين لياربوس والبيانات المعطاة

من تحليل هذا الجهاز لتعقب العين

وقد ازدهر البحث في حركة تتبع العين خلال العامين 1970 و1980، ففي السبعينيات، أصبح تعقب العين أكثر دقة، وقادر على فصل العين عن حركات الرأس، وبدأت النظريات النفسية بفحص العلاقة بين بيانات تتبع العين التي تم الحصول عليها والعمليات المعرفية، وفي ثمانينيات القرن العشرين، أصبحت أجهزة الكمبيوتر قوية بما يكفي لتتبع العين في الوقت الحقيقي مما أتاح تطبيق متتبعات العين على أساس التفاعل القائم بين الإنسان والحاسوب.

وفي نهاية التسعينيات، بدأت شركات مثل وكالة الإعلانات الكبيرة EURO RSCG باستخدام تقنية تتبع العين لمراقبة ردود الفعل على محتوى الإنترنت (الرسومات المتحركة، أزرار التنقل، الإعلانات عبر الإنترنت ...) وكان الحافز الرئيسي لهذا النوع من الدراسات هو دراسة إمكانية تطوير سوق المنتجات والخدمات عبر الإنترنت، حتى ذلك الحين، نظرًا لأن عددًا قليلاً من

الأبحاث استكشف كيفية زيادة فعالية صفحة الويب، وقد توقع عدد كبير من مصممي الويب أن تصميمه يجب أن يقلد تصميم الصحيفة.

شكل (39) حركة تتبع العين عام 1990

ثم أُستخدمت هذه التقنية فى الأعمال التجارية والتطبيق العلمي منذ عام 2000، وحتى اليوم مع استمرار تطوير تكنولوجيا تتبع العين، ونشر تطبيقها فى كل مجال من مجالات الحياة، وقد قدمت الشركات المتخصصة فى تقنية تتبع العين رؤى حول السلوك البشري للأعمال التجارية والأغراض العلمية، وتشمل الأمثلة على استخدام تعقب العين استخدامها فيما يلي:

- كوسيلة اتصال للأشخاص المعاقين الذين يمكنهم استخدام عيونهم فقط للحصول على مدخلات.
- في طب العيون من أجل فهم أفضل لحركات العين وتطوير وسائل لمنع وتشخيص وعلاج التشوهات.
- لاختبار قابلية استخدام مواقع الويب، البرامج، ألعاب الكمبيوتر، والأجهزة المحمولة، وما إلى ذلك.
- في تفسير النمو والتحول في القدرات الإدراكية والاجتماعية من الطفولة حتى سن البلوغ.

- في أبحاث تتبع السوق: حيث تم استخدام تقنية تتبع العين في أبحاث السوق واختبار المنتج على مدى العقدين الماضيين، فمعرفة ما يراه العملاء وما يبقى غير مرئي هو الخطوة الأولى نحو حملة تسويقية ناجحة وطريقة موثوقة لقياس الاهتمام المعطى للأشياء مثل عبوة على رف أو إعلانات في الجريدة، من خلال تحليل نظرة العين للعملاء، فمن الممكن الحصول على نظرة ثاقبة عن مدى اهتمامهم البصري، والذي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بسلوكهم ونية الشراء.

ومن ثم يمكن القول بأن أول دراسة أجريت لتتبع حركة العين كانت باستخدام طريقة الملاحظة المباشرة عام 1800م، إلا أن البداية الفعلية لهذا المجال البحثي كانت في باريس عام 1879، عندما قام أحد الباحثين المهتمين بأبحاث القراءة بمراقبة كيف يقرأ الإنسان النص وتوصل إلى نتائج ساهمت في زيادة الاهتمام بحركة العين كمصدر للأبحاث، بعدها في القرن التاسع عشر بدأت تظهر بعض الأجهزة الأدائية لتقنين ومراقبة حركة العين بشكل أدق، إلا أنه في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي ومع تطور الأجهزة الإلكترونية الحديثة ظهرت أجهزة خاصة ذات دقة عالية تعطى قراءات منضبطة لتتبع حركة العين.

وفي شركة EyeSee قاموا بتطوير منصة خاصة لتتبع وتسجيل نظرة العين للمستخدمين تعتمد على كاميرا الويب، مما يعني أن المشاركة في الدراسة تتطلب فقط جهاز كمبيوتر/ كمبيوتر محمول وكاميرا ويب، وفيها يتعرض المستخدمين للمثيرات على الإنترنت (الإعلان المطبوع، الإعلانات التلفزيونية، الموقع الإلكتروني ...) فإنه يتم تتبع أعينهم للحصول على إجابات لأسئلة مثل: ما العنصر الذي رأوه أولاً؟ وإذا ما لاحظوا الشعار / الرسالة الرئيسية؟ وما الذى يحافظ على اهتمامهم لأطول فترة زمنية؟ ... إلخ، بالإضافة إلى ذلك، فإن EyeSee هي الشركة الوحيدة في العالم التي تجمع

بين تتبع العين عبر الإنترنت وترميز الوجه، وهذا يعني أنه يمكنهم معرفة ما إذا كانت العلامة التجارية، على سبيل المثال، مرئية وجذابة للمشاهد تؤثر بشكل كبير على الرؤية العامة والتعرف العاطفي الإيجابي مع العلامة التجارية.

ويتم تجميع بيانات تتبع العين للأشياء المحيطة وتركيزها على بعض العناصر باستخدام جهاز تتبع العين (head-mounted) به مصدر ضوء وكاميرا ويتصل بالكمبيوتر ليعرض النتائج، وعادًة ما يكون الضوء المستخدم هو الأشعة تحت الحمراء، والذي يوجه مباشرة إلى العين ثم تقوم الكاميرا بتتبع انعكاس الضوء مع رؤية العين، ومن ثم تُستَخدم هذه البيانات في استقراء حركة دوران العين في الاتجاهات الأربعة ثم تحديد العناصر التي تركز عليها العين بشدة والعناصر التي تمر عليها سريعًا وهذا يتم تحديده من اتساع وضيق حدقة العين ثم يتم تجميع كل هذه البيانات وتحليلها ببرامج متخصصة ثم عمل تقرير وتسليم التقرير لصاحب الموقع ويوضح الشكل التالي نظام عمل السلوك البصري للمستخدم.

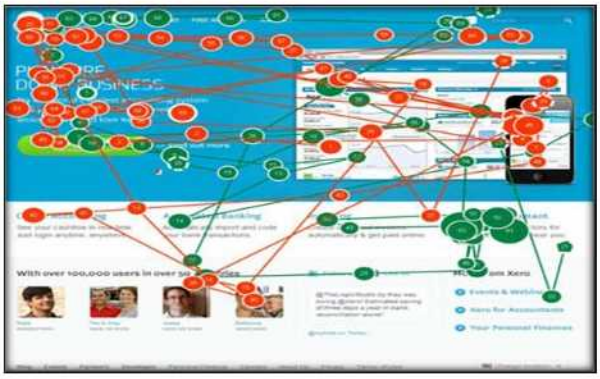
شكل (40) نظام عمل تقنية تتبع حركة العين

الجديد الذي تقدمه اختبارات تقنية تتبع حركة العين:

- إذا كان هناك أكثر من اختيار لتصميم واجهة الموقع، فتقنية تعقب العين طريقة سريعة لاكتشاف أي تصميم أقرب للمستخدم.
- تقدم معلومات وتحليلات واقعية عن مدى فعالية تصميم الموقع.
- تقدم تصورات مقنعة عن مشاكل قابلية الاستخدام.

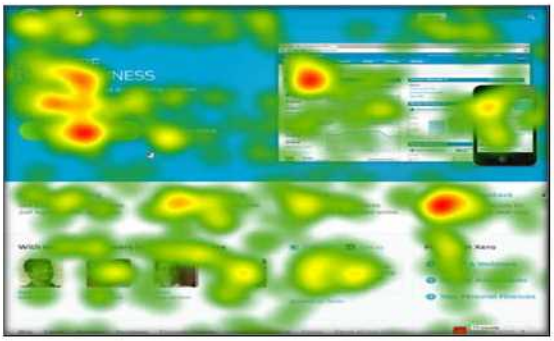
وعند تنفيذ هذا النوع من الاختبارات فإننا نحصل على نوعين من النتائج:

1. **مسارات تحرك العين gaze plot :** فعند دخول المستخدم لصفحة الموقع يتم تحديد الأماكن التى يُنظر إليها أولاً، ثم الأماكن التي ينظر إليها بعد ذلك، فهذه النتيجة توضح المسار الذي تتحرك فيه عين المستخدم من بداية تصفح الموقع حتى نهايته وغلقه.



شكل (41) مثال يوضح نتائج لحركة عين أحد المستخدمين أثناء تصفحة أحد المواقع

2. **الخريطة الحرارية لأوقات المشاهدة Heat Map:** وهي الخريطة التي توضح الوقت الذي يقضيه المستخدم في مشاهدة جزء من الصفحة، فالمناطق الأكثر توهجًا هي المناطق التي يقضى المستخدم وقت أطول في مشاهدتها أكثر من غيرها



شكل (42) مثال يوضح الخريطة الحرارية لأوقات المشاهدة لزوار أحد المواقع

ولإجراء اختبار تقنية تتبع حركة العين بنجاح يجب مراعاة ما يلي:

- يجب اختيار مكتبًا به إضاءة مناسبة، مع مراعاة عدم شدة الإضاءة، لأن متتبع العين يتأثر بشدة الضوء .
- يجب أن يكون مقعد المستخدم مقعدًا ثابتًا بدون عجلات.
- إجراء اختبار تجريبي للتأكد من الشعور بالراحة وضبط الإعداد والمقاييس قبل وصول المستخدمين بوقت كافٍ.
- ضبط المقعد وأدوات التحكم والمعدات للتأكد من أن متتبع العين يجلس بشكل صحيح، حيث يجب تعريف المستخدم بذلك من البداية، كما يجب إتاحة الوقت للقيام بذلك بشكل صحيح، فهو أمر حتمي لضمان الحصول على بيانات جيدة من الجلسة.
- يجب التأكد من وضع جدول زمني للجلسات محدد، حيث سيتم القيام بذلك في كل جلسة.
- يجب التأكد من الحصول على استمارات الموافقة أو طرح أسئلة ما قبل الدورة قبل أن تبدأ بعملية القياس بالمعدات، حيث ستحتاج القيام بذلك قبل إجراء الاختبار.

- القيام بإجراء نشاط تجريبي لجعل المشاركين يشعرون بالارتياح للمعدات قبل بدء المهام الفعلية.
- إزالة العناصر المشوشة من منطقة الاختبار، بحيث يجب ألا يكونوا مضطرين لقراءة أو تدوين أي شيء أثناء الاختبار.
- يجب أن يجلس المشرف بجوار المستخدم وخلفه قليلاً بحيث لا يشجعه ذلك على المحادثة.
- يجب على المشرف مراقبة حركة عين المستخدم على جهاز عرض منفصل خارج نطاق رؤية المشارك حتى لا يشتت انتباهه.
- لإنشاء خرائط حرارة خالصة أو مسارات Saccade ، لا يُطلب من المستخدم "التفكير بصوت عالٍ".
- يجب الأخذ في الاعتبار أنه في بداية تقديم المهمة أن المستخدم يقوم بعمل مسح للشاشة للتعرف على العناصر الموجودة بها قبل القيام بالمهمة الفعلية.

أجهزة تتبع حركة العين:

وتستخدم أجهزة تتبع حركة العين في الغالب أشعة تحت حمراء لإلقاء الضوء على حدقة العين للمستخدم لتلتقطها كاميرات تستشعر انعكاس الأشعة من الحدقة، وفي أثناء ذلك يقوم الجهاز بعمليات حسابية معقدة لتحديد موقع تركيز العين في الجسم المُشاهد والشكل التالي يوضح نماذج لبعض أجهزة تتبع حركة العين:

شكل (43) أنواع أجهزة تتبع العين

بعض القياسات التي تستخلصها أجهزة تتبع العين:

1. مدة التركيز: وتشير إلى المدة التي يستغرقها المستخدم لاستخراج المعلومات من الشاشة أو مدة الاهتمام بالعناصر فيها.
2. تكرار التركيز: وتعني العدد الإجمالى لنقاط التركيز في مساحة ما، وتساعد هذه القراءة في معرفة أهمية العنصر، أو توزيع الانتباه البصري أو تشتيته.
3. مسار حركة العين: يصور التوزيع المكاني لحركة العين وتسلسله.

وقد حدد العلماء بعض القياسات الأخرى الأكثر شيوعًا التي يمكن من خلالها قياس كفاءة تقنية تتبع حركة العين، وهي:

- **عدد تثبيتات حركة العين بشكل عام**: يُعتقد أن زيادة عدد عمليات التثبيت يؤثر بشكل سلبي على فهم المحتوى، فكلما زاد عدد تثبيتات حركة العين، كلما دل ذلك على قلة الكفاءة في ترتيب عناصر العرض، وإن كان ذلك يتأثر بالعلاقة بين عدد عمليات التثبيت ووقت المهمة، بمعنى أن المهام الأطول سوف يتطلب عادًة المزيد من التثبيتات.
- **نسبة الوقت المستغرق لكل مجال من مجالات الاهتمام**: فمدة الوقت المستغرق للنظر لعنصر معين (محل اهتمام فريق التصميم) يمكن أن يعكس

أهمية هذا العنصر، لذا يجب على الباحثين الذين يستخدموا هذا المقياس توخي الحذر عند ملاحظة ذلك لأنه يجب معاملتها كمقاييس منفصلة، لأنها قد تكون مؤشر على صعوبة قراءة المعلومة أو فهمها أو صعوبة استخراجها.

- **عدد التثبيتات في كل مجال من مجالات الاهتمام**: وتعني مدة التحديق، في كل مجال من مجالات الاهتمام، ويرتبط هذا المقياس ارتباطًا وثيقًا بمعدل gaze، والذي يشستخدم لدراسة عدد التثبيتات عبر مهام مختلفة والمدة الإجمالية لها، فعدد التثبيتات عند عرض عنصر معين يجب أن تعكس أهمية هذا العنصر.
- **معدل التثبيت بشكل عام (التثبيتات / الثواني)**: يرتبط هذا المقياس ارتباطًا وثيقًا بمدة التثبيت، أي الوقت بين عمليات التثبيت، فعادةً ما تكون حركات العين المتقطعة قصيرة المدة، وهي صغيرة نسبيًا مقارنًة مع الوقت المستغرق في التثبيت، لذا، ينبغي أن يكون معدل التثبيت تقريبًا يعكس متوسط مدة التثبيت.

ومما سبق عرضه يتضح أن مفهوم استخدام تتبع العين لإلقاء الضوء على قضايا قابلية الاستخدام كانت موجودة منذ ما قبل استخدام واجهات الكمبيوتر، فقد توصل العلماء لبعض الاستنتاجات التي لا تزال مفيدة حتى اليوم، والتى يمكن من خلالها قياس حركة تتبع العين فعلى سبيل المثال، اقترحوا أن تكرار التثبيت هو مقياس لأهمية العرض، ومدة التثبيت هي مقياس لصعوبة استخراج المعلومات وتفسيرها، ونمط تحويل التثبيتات بين الشاشات هي مقياس كفاءة ترتيب عناصر العرض الفردية.

التفاعل في بحوث تقنية تتبع حركة العين:

1. **الاختيار الانتقائي لبحوث تقنية تتبع العين:**

إن الاستخدامات التفاعلية لمتتبعات العين عادًة ما يُستخدم فيها حركات العين بطريقة مشابهة لمؤشر الماوس، وقد استخدم ذلك في تطبيقات بارزة

للتفاعل مع عناصر الواجهة (القوائم ، الأزرار ،... إلخ)، فضلًا عن اختيار الأشياء أو المناطق الظاهرة فى الواقع الافتراضي، وخاصَّة بالنسبة للمعاقين.

2. تعمق الفحص أو الرؤية المتعمقة: وذلك من خلال شاشة العرض التفاعلية ويتم تقدير ذلك عن طريق ما يلي:

- **سهولة الاستخدام:** إلى جانب استخدام التفاعل بالنظر، فإن تشخيص تتبع العين يكتسب القبول داخل مجتمع التفاعل بين الإنسان والكمبيوتر كوسيلة أخرى لاختبار قابلية استخدام الواجهة.
- **الأنظمة التعاونية:** ويمكن أيضًا أن تستخدم في معرفة من يتحدث لمن؟ ومن يتحدث عن ماذا؟

3. نماذج العروض الرسومية:

تهدف الأساليب القائمة على نموذج في تحديد القرار ومعالجة النموذج الهندسي الخاص بتصميم الشاشة، حيث يتم النظر في ثلاث خصائص بصرية وهي، الرؤية المركزية/ المحيطية والرؤية الحركية والرؤية الانصهارية، واستغلال المعرفة بتتبع عين المستخدم لتسهيل العرض السريع للشاشات المعقدة في البيئات الرسومية.

فوائد توظيف تقنية تتبع العين في مجال التصميم التعليمي:

تتميز تقنية تتبع حركة العين بفوائد عديدة خاصَّة في تصميم مواقع الويب، حيث يمكن استخدامها في مجال تطوير وتصميم هذه المواقع، فهي قادرة على تحليل الزوايا بين حركة العين أو المسافة بين نقطتين لثبات العين للكشف عن كثير من المعلومات حول تفكير المستخدم في الوقت الذي يتفاعل فيه مع صفحة الإنترنت أو واجهة المستخدم، فالمعلومات التي توفرها هذه التقنية عن موقع ما تتضمن ما يلي:

- بيان المناطق البارزة فى الموقع، والتي شدت انتباه الزوار.

- ترتيب قراءة المعلومات فى صفحة الموقع.
- بيان انتباه أو عدم انتباه المستخدم للإعلانات في الموقع.

ونستطيع من خلال هذه التقنية التعرف على الكيفية التي يتفاعل بها المستخدمون مع المواقع المختلفة، فأسئلة مثل كيف يتفاعل المستخدمون مع محركات البحث؟ وهل يقرأون الملخصات بالتتابع من الأعلى إلى الأسفل أم أنهم يتخطون الروابط؟ وكم عدد النتائج التي تظهر للمستخدمين قبل إعادة صياغة البحث عبر هذه المحركات؟ وتُفيد الإجابة على مثل هذه الأسئلة في توفير معايير لتحسين واجهات محركات البحث، كما يُمكن من خلالها اقتراح مقاييس لتقييم أداء الاسترجاع في البحث عبر هذه المحركات، كما أنها تساعد في وضع تفسيرات ضمنية لتحسين وظائف الاستراجاع مثل نسبة النقر وأوقات القراءة، واستخلاص استنتاجات أكثر دقة حول الاستفادة المُثلى من محركات البحث، وما إذا كانت المعلومات المشتقة من تتبع العين مرتبطة بتسلسل الصفحة أو إجراءات المستخدم السابقة لزيارات الصفحة، وما إذا كان المستخدمون منحازين للسير عموديًا أو أفقيًا أثناء عرض صفحة الويب، وما إذا كانت الموضوعات فرعية أم أساسية، وتحديد مميزات المداخل والترتيب المناسب لها، كما يُمكن أن تتيح توظيف هذه التقنية فرصًا لتعلم لغات البرمجة المختلفة، وإتاحة الفرص لمجموعة كبيرة من الباحثين لدراسة سلوكيات واستراتيجيات قراءة المتعلم وفهمها، ومهام الكتابة وتصحيح الأخطاء، والتحديات التي سيواجهها المتعلمين، على سبيل المثال، تحديد ما الذي يجعل مهمة ما صعبة بالنسبة لهم؟ وما هي العقبات التي تعيق فهمهم لمفاهيم البرمجة؟ واستكشاف إمكانية تقديم ردود الفعل الفورية على أساس حركات العين في بيئات البرمجة.

أنماط النظر إلى مواقع الويب والتى يمكن أن تقيسها تقنية حركة تتبع العين:

من أشهر أنماط النظر إلى مواقع الويب ما يلي:

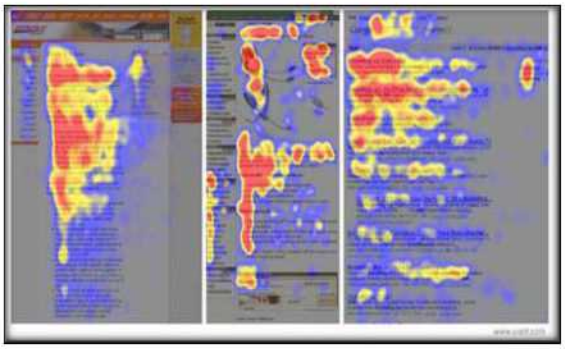
1. النمط Z:

وهو أكثر التصميمات نمطية وتسبب الملل للمستخدم، حيث يبدو التصميم كأنه صفحة نصية في جريدة كلها قصة واحدة دون عناوين أو صور أو فواصل أو اقتباسات بخط كبير، لا شيء سوى النص من أولها لآخرها، ويوضحه الشكل التالي:

شكل (44) (النمط Z) في تصميم مواقع الويب

2. النمط F:

وهو نمط يوضح المناطق القوية والضعيفة في التصميم، ويمكن التعرف عليه باستخدام الخريطة الحرارية، فكلما أطال المستخدم نظره في موضع ما، بدا هذا الموضع أكثر حرارة في الخريطة الحرارية، كما يوضحه الشكل التالي:



شكل (45) (النمط F) في تصميم مواقع الويب

فمثلًا زر يقع في أعلى يمين الصفحة سيتلقى نقرات أكبر من زر يقع في أعلى يسار الصفحة، وأما أقلها نقرًا فستكون الأزرار الموضوعة في أماكن عشوائية في منتصف الصفحة، ما لم نفعل شيئًا يحسّن من وضعها، كما أن كل قطعة من المحتوى يمكن أن تُنشئ لها نمط F، مستقل عن بقية القطع، فقد تحتوى الصفحة على أكثر من نمط F.

3. هرمية الرؤية: Visual Hierarchy

وهو إعطاء مظهر أفضل للتصميم ومن السهل مسحه بالعين، فعندما نستخدم الخطوط للإشارة إلى أهمية نص ما، وبعض الألوان لتمييز الأزرار، وتضفي ثقلًا مرئيًا على الأجزاء المهمة، فهذا يخلق ترتيبًا مرئيًا، أي تصميمًا يمكن للمستخدم مسحه بسهولة، إذا انتقلت عينه سريعًا من جزء مهم إلى جزء مهم آخر وهكذا، بما يعنى تصميم المحتوى المعروض بما يناسب خصوصية الرؤية وهرميتها لدى هذا المستخدم.

برامج وأجهزة تتبع حركة العين:

1. جهاز: The Eye Tribe Tracker لتعقب حركة العين

هو جهاز أنتجته شركة The Eye Tribe الدنماركية، ويستخدم في استخدام حركة العين في تنفيذ أوامر للتحكم فى الحوسبة المكتبية أو المحمولة أو

اللوحية دون الحاجة إلى استخدام أي من وحدات التحكم الخارجية للحواسيب سواء لوحة المفاتيح أو الفأرة، وكذلك تحليل بيانات حركة العين، ويدعمه برامج توفرها الشركة الدنماركية مع الجهاز، حيث توفر برمجيات SDK لدعم الجهاز بشكل يتيح للمستخدمين استخدام حركة العين فقط في التطبيقات البرمجية، ويعمل على نظام ويندوز 7،8، وأجهزة ماك والأندرويد على مسافة من 45 سم إلى 75 سم، ومجال العمل 40سم×30 سم، يعمل على منفذUSB3.0 ولا يعمل على منفذ USB2.0 وهو متاح على موقع: **www.the eyetribe.com**

2. تطبيقات تتبع العين المجانية: Free Eye Tracking Software

حيث تتوافر تطبيقات مجانية تُستخدم في تتبع حركة العين على شبكة الإنترنت، إلا أنه توجد مشكلة أساسية فى هذه التطبيقات وهي أنها لا تقدم سوى البيانات من كاميرات الويب؛ فبالرغم من أنها تتيح إمكانية الوصول للمستخدم، إلا أنها لا تقدم نفس مستوى الدقة الذي تقدمه التطبيقات والأجهزة التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء، ويوضح الشكل التالي لقطة شاشة لأحد التطبيقات المجانية، وهو تطبيق ITU Gaze Tracker:

شكل (46) لقطة شاشة ITU Gaze Tracker

ومن مميزاته التوافق مع 20 نموذج لتتبع العين لأجهزة مثل Tobii، SMI، EyeTech، Eye Tribe، GazePoint، إلخ ، ويتوافق أيضًا مع نظارة تتبع الشاشة ونظارات العين، كما يتميز بالتثبيت البسيط والإعداد، ويقدم واجهة مستخدم سهلة، كما يقوم بعرض محفزات متعددة الوسائط على الشاشة (الصور ومقاطع الفيديو والمواقع الإلكترونية والألعاب وواجهات البرامج والبيئات ثلاثية الأبعاد)، ويتوافق أيضًا مع الأجهزة المحمولة / واجهات خارجية، والتسجيل في العالم الحقيقي مع النظارات أو بتتبع العين عن بعد، وتقديم بيانات أولية تشمل إحداثيات X وY لموضع العين، والمسافة إلى الشاشة، التزامن السلس مع أجهزة الاستشعار البيومترية الأخرى، مثل تحليل تعبيرات الوجه EEG، GSR، ECG، EMG

3. تطبيق: LABS

هو امتداد لمتصفح Google Chrome، وهو نتيجة البحث والتطوير لمدة سنتين من قِبل المؤسسين لجوجل، ويمكن تثبيت التطبيق من خلال المتصفح، بحيث يمكن تتبع العين من خلال كاميرا الويب الخاصة به.

4. تطبيق: Positive Pros

هو تطبيق من السهل جدًا تثبيته وسهل الاستخدام ويعمل في منصات متعددة.

5. تطبيق: Negative Cons

وهو تطبيق يعمل فقط مع كاميرات الويب (منخفضة الدقة)، ومن عيوبه أنه لا يسمح بعرض التحفيزات المتكاملة، كما لا توجد طريقة بسيطة للحصول على البيانات، كما لا توجد خيارات لتحليل البيانات لعدم وجد دعم.

6. تطبيق: Gaze Pointer

وهو تطبيق سهل التثبيت، ويتوافق مع أنظمة التشغيل Windows، مما يجعله أحد أكثر التطبيقات المتاحة على نطاق واسع في هذه القائمة، ولكنه

يعمل فقط مع كاميرات الويب، (منخفضة الدقة)، ولا يسمح بعرض التحفيزات المتكاملة، لا يوجد به دعم، ولا خيارات لتحليل البيانات.

7. تطبيق: MyEye

تم تصميم MyEye للاستخدام من قبل الأشخاص المصابين بالتصلب الجانبي الضموري (ALS) ، وهو مرض عصبي عضلي، وهذا التطبيق في مرحلة التطوير حاليًا، وهو سهل التثبيت، لكنه لا يوجد به دعم أو حتى وثائق، ولا يسمح بعرض التحفيزات المتكاملة، كما لا توجد به خيارات لتحليل البيانات.

8. تطبيق: Ogama

هو تطبيق مفتوح المصدر تم تطويره في جامعة برلين، ويتيح عرض التحفيز الأساسي، ويوفر خيارات تحليل البيانات الأساسية، ولا توجد له تحديثات لأكثر من ثلاث سنوات.

9. تطبيق: Open Eyes

هو تطبيق مفتوح المصدر يتيح تتبع حركة العين من خلال الآشعة تحت الحمراء والطيف المرئي، وذلك باستخدام تطبيق ماتلاب Matlab، واستخدام كاميرات الويب، ولكن هذا يتطلب إتقان تطبيق Matlab، ومن عيوب تطبيق Open Eyes أنه لا يسمح بعرض التحفيزات المتكاملة، ولا يوجد به خيار تحليل البيانات.

10. تطبيق: PyGaze

يتطلب عمل هذا التطبيق معرفة لغة البايثون Python، حيث تم إعداده عام 2014 بواسطة ثلاثة باحثين من جامعات Aix-Marseille Oxford; Utrecht ;، ويعيبه انه لا يقدم الكثير من الدعم.

11. تطبيق: Open Gazer

تم تصميمه منذ 8 سنوات لزيادة إتاحة استخدام الكمبيوتر، وكان مدعومًا في الأصل من قبل شركة سامسونج ومؤسسة Gatsby الخيرية، وهو تطبيق متوافق مع نظام التشغيل Apple ويتطلب معرفة برمجية، كما يعمل فقط مع كاميرات الويب (منخفضة الدقة)، وللعمل على نظام لينكس لابد من معرفة كيفية استخدامه، ومن عيوبه أنه لا يقدم دعمًا للمستخدم.

12. تطبيق: Urker Gaze

هو تطبيق حاسوبي تم تطويره من قبل الباحثين في جامعة برينستون، ويتوافق مع نظام Linux ، ويتطلب معرفة به، ويوفر خيارات تحليل البيانات الأساسية.

13. تطبيق: ITU Gaze Tracker

لقد تم تطويره من قبل مجموعة Gaze Group في جامعة كوبنهاجن، حيث يعتبر ITU Gaze Tracker منصة مفتوحة المصدر مصممة لزيادة إمكانية الوصول إلى التكنولوجيا، وهو سهل التثبيت، ويعتمد على الآشعة تحت الحمراء في تتبع حركة العين.

خطوات تنفيذ تقنية تتبع حركة العين:

1. تسجيل الدخول إلى وحدة التحكم.
2. تشغيل معدات حركة تتبع العين.
3. تشغيل شاشات العين / المشهد.
4. تشغيل جهاز تتبع العين.
5. تشغيل برنامج تتبع العين.
6. تشغيل الكاميرا.
7. تشغيل التحكم في الإضاءة.
8. ضبط الراحة الرأس / الذقن.

9. ضبط وحدة التحريك / الإمالة.
10. ضبط الكاميرا.
11. ضبط وضوح الصورة بالكاميرا .
12. ضبط حدقة العين.
13. إجراء اختبار.
14. التشغيل.

مجالات توظيف تقنية تتبع العين في مجال التعليم:

صنف العلماء تطبيقات تقنية تتبع العين بشكل عام إلى مجالين هما التشخيص والتفاعل، فالبنسبة لمجال التشخيص يمكن توظيف هذه التطبيقات في فهم بعض سلوكيات المتعلمين وتوفير أدلة على تركيز انتباهم أو للكشف عن المشكلات التي يعانوا منها سواء كانت مرتبطة بالتصميم الخاص بالنظام نفسه أو المادة العلمية أو صعوبة في التعلم مثل العسر القرائي أو العسر الرياضي، أما فى مجال التفاعل فيستخدم جهاز تتبع العين كجهاز إدخال للتحكم فى البيئة التعليمية.

وتقترح "هند الخليفة" مايلي لتوظيف هذه التقنية في التعليم:

- توفر تقنيات تتبع حركة العين للباحثين إمكانية جمع معلومات عن السلوك البصري للمتعلم عند أدائه لمهام محددة، كما توفر هذه التقنية أيضًا بيانات مختلفة ذات صلة مع العمليات التي قام بها المتعلم خلال أداء المهمة؛ من هذه البيانات: مدة انتهاء المهمة، نقاط تركيز النظر، متوسط مدة التركيز، وترتيب نقاط التركيز، ومسارات النظر، وغيرها.

- تساعد البيانات من هذه التقنية بعد تحليلها في إيجاد أنماط فعالة لتصميم أنواع مختلفة من المحتوى التعليمي تجذب انتباه المتعلم وتتلاءم مع سلوكياته المعرفية، ولتحسين عملية التعلم والتعليم، فإنه من المهم فهم إلى أي مدى

يقوم المتعلم بقراءة النصوص وبأي ترتيب، وكم من الوقت يقضيه على أجزاء معينة من المادة التعليمية، وما هي الأجزاء التي يتعثر فيها.

- ومن مجالات توظيف تقنية تتبع حركة العين في التعليم الإلكتروني على وجه الخصوص تشخيص مشاكل تصميم البيئة التعليمية أو المحتوى الالكتروني، استنباط إرشادات لتصميم المحتوى والنظام التعليمي، وقياس فاعلية المحتوى والبيئة الإلكترونية، كما تستخدم كأداة للتفاعل مع النظام أو المحتوى التعليمي الإلكتروني.

وختامًا إن هذه التقنية مثلها مثل أي تقنية لها حدود في عملها وأيضًا فى النتائج التى توصلت إليها، فالتقنية نفسها غير قادرة على تسجيل الرؤية المحيطية، والتى تشكل 98% من مجالنا البصري، وهذه المعلومة مهمة لأننا نستخدم الرؤية المحيطية فى اختيار المكان الذى يقع عليه تركيزنا، كما أن هذه التقنية لا تقيس مدى فهمنا أو اهتمامنا بالمنطقة التي ركزنا النظر عليها، وقد يكون هذا التركيز ناتجًا عن صعوبة الفهم والاستيعاب مما يقودنا إلى أهمية استخدام وسائل أخرى لفهم سبب التركيز أو النظر في مناطق معينة من الأجسام، كما أن هذه التقنية مكلفة ماديًا حتى الآن، ولا تتناسب مع جميع المجالات البحثية، والإمكانات المتاحة لها.

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

أبو بكر سلطان أحمد (2017). البيانات الضخمة: خصائصها وفرصها وقوتها، **مجلة الفيصل العلمية**، مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية.

أحمد أمين أبو سعدة (2012). الحوسبة السحابية: حلم المكتبات ودور الحكومات، **أعمال المؤتمر الثالث والعشرون للاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات بعنوان " الحكومة والمجتمع والتكامل في بناء المجتمعات المعرفية العربية** ، قطر، ج 2، ص ص 946 – 972.

أحمد ماجد (2018). **الذكاء الاصطناعي بدولة الإمارات العربية المتحدة**، إشراف ندى الهاشمي، إدارة الدراسات والسياسات الإقتصادية، وزارة الاقتصاد، الإمارات العربية المتحدة.

آلاء أحمد المرزوقي (2017). التعليم التفاعلي للأطفال باستخدام الإيماءات مع الإنسان الآلي: Gesture-Based Assistive Robotics Children Education through Enhanced Interaction، **رسالة ماجستير**، كلية الحاسبات وتقنية المعلومات، جامعة الملك عبد العزيز.

آلان بونية (1993). **الذكاء الاصطناعي: واقعه ومستقبله**، ترجمة علي صبري فرغلي، المجلس الوطني للفنون والثقافة والآداب، سلسلة عالم المعرفة، الكويت.

إلهام سويلم أحمد دسوقي (2017). تأثير استخدام تقنية تتبع العين والتفكير بصوت عال لمساعدة متعلمي اللغة الأجنبية للتعرف على الكلمات الإنجليزية وفهم معناها في قراءة النصوص، **مجلة كلية التربية في العلوم التربوية**، كلية التربية، جامعة عين شمس، مج41، ع 4، ص ص 80:46.

أميرة عطا (2012). الحوسبة السحابية= Cloud Computing، تكلفة حسب الاستخدام وآمال بأن نسبح في فضاء الإنترنت، **مجلة التعليم الإالكتروني**، ع7.

إيناس محمد إبراهيم الشيتي (2013). إمكانية استخدام تقنية الحوسبة السحابية فى التعليم الإلكتروني في جامعة القصيم، **المؤتمر الدولي الثالث للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد**، إبريل 1443، الرياض.

توماس غيت، علي المخلافي (2011). مراجعة، عبده جميل المخلافي، مجلة علوم وتكنولوجيا، التحكم بالكمبيوتر بالإيماء بدلاً من لوحة المفاتيح والفأرة ، **مجلة علوم وتكنولوجيا.**

جمال عبد الناصر محمود شحاتة (2005). فاعلية بعض استراتيجيات الذكاء الاصطناعي في إنتاج برامج الكمبيوتر التعليمية علي تنمية التفكير الابتكاري، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التربية النوعية. جامعة عين شمس.

جوناثان غراى، ليليان بونيغيرو، لوسي تشيمبرز(2015). **صحافة البيانات: كيف نستخرج الأخبار من أكوام الأرقام والمعلومات في الإنترنت**، ترجمة ندى رمضان، بيروت، الدار العربية للعلوم.

خالد قاشي، ساعد العوادي، **البيانات الضخمة وأثرها في عملية اتخاذ القرارات**، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التيسير، جامعة بليدة.

سانجيف رانجان داس (2016). القوة الضخمة للبيانات الضخمة: قوة الحوسبة تدفع التعلم الآلي وتحول الأعمال والتمويل، **مجلة التمويل والتنمية**، سبتمبر.

صباح محمد كلو (2015). الحوسبة السحابية: مفهومها وتطبيقاتها في مجال المكتبات ومراكز المعلومات، ***The SLA-AGC 21st Annual Conference***, Abu Dhabi, Emirates, March, PP. 17-19.

عبد البديع محمد سالم (2001). **تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي**، سلسلة الكتب العلمية المبسطة في المعلوماتية، الكتاب الرابع. مطابع المؤسسة الأهلية للأجهزة العلمية ومهمات المكاتب، القاهرة.

عبد الرحمن محمد سليمان رشوان (2018). دور تحليل البيانات الضخمة Big Data في ترشيد اتخاذ القرارات المالية والإدارية في الجامعات الفلسطينية -دراسة ميدانية، **مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية**، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي، مج11 ، **ع11**

عبد الرزاق قاسم (2003). **نظم المعلومات المحاسبية الحاسوبية**، الطبعة الثانية، دار الثقافة للنشر والتوزيع. عمان، الأردن.

عبد الكريم محمد فاضل (2007). مدى تأثير العوامل البيئية والتنظيمية والسلوكية والتكنولوجية علي فاعلية نظم المعلومات المحاسبية لدى البنوك التجارية في الجمهورية اليمنية، **رسالة ماجستير**، جامعة آل البيت، الأردن.

علي بن ذيب الأكلبي (2017). تحويل البيانات الضخمة إلى قيمة مضافة، **مجلة مكتبة الملك فهد الوطنية**، السعودية، مج23، غ2، ص ص 102:82.

علي بن ذيب الأكلبي (2017). **تطبيقات إنترنت الأشياء في مؤسسات المعلومات**، ع19، يونيو، ص ص 180:161.

فارس أبو أمين إبراهيم الإبراهيم (2015). الأمن في إنترنت الأشياء: Security of Internet of Things (IoT)، **رسالة ماجستير علوم الوب**، الجامعة الافتراضية السورية.

كرم تيسير درويش، علي طاهر ابراهيم، **إنترنت الأشياء*The Internet of Things(IoT)***، سوريا، جامعة تشرين.

كريمة محمود محمد (2016). فاعلية نظام تعليم إلكتروني قائم على الوكيل الذكي في توظيف مصادر التعلم الإلكترونية لطلاب الدراسات العليا تخصص تكنولوجيا التعليم، **رسالة دكتوراة**، كلية التربية، جامعة حلوان.

لانكستر وآمي واردز (2005). تطبيقات تقنيات الذكاء الاصطناعي والنظم الخبيرة في تطبيقات المكتبات وخدمات المعلومات، ترجمة مساعد بن صالح الطيار، الرياض، **مجلة مكتبة الملك فهد بن عبد العزيز.**

ليث سعد الله حسين، عبد الله عبد الحق خميس الصميدعي (2012). تطبيقات الحوسبة السحابية العامة فى المنظمات: أنموذج مقترح للمنظمات التعليمية العراقية، **مجلة تنمية الرافدين**، ع110، مج34، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل.

المبادئ التوجيهية المتعلقة بأفضل الممارسات للندوة العالمية لمنظمي الاتصالات لعام (2012) . **بشأن المنهج التنظيمية لتعزيز الاستفادة من الفرص الرقمية من خلال خدمات الحوسبة السحابية.**

محمد أبو القاسم علي الرتيمي (2012). **الذكاء الاصطناعي والنظم الخبيرة**، ط1. Retrieved 22-11-2018, from: http://www.slideshare.net/arteimi/ss-14126091

محمد بن حميد بن عبد الله المسكري (2012). تطوير البنية الرقمية لمؤسسات التعليم العالي بالسلطنة مع الحفاظ على البيانات السرية، **رسالة ماجستير**، جامعة ستافوردشاير، ماليزيا ـ

محمد علي الشرقاوي (1996). **الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية**، القاهرة: مركز الذكاء الاصطناعي للحاسبات، سلسلة علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل، الكتاب الأول.

محمد فتحى عبد الهادي (2007). **المكتبات والمعلومات في عالم جديد**، القاهرة، الدار المصرية اللبانية.

محمد فهمي طلبة، جمال عبد المعطي، علاء الدين محمد فهمي، مصطفي رضا عبد الوهاب، السيد نصر الدين، مصطفي جاد الحق، أمين فهمي شكري، محمد سعيد عبد الوهاب (1994). **الحاسب والذكاء الاصطناعي**، مجموعة كتب دلتا، الكتاب العاشر. القاهرة، مطابع المكتب المصري الحديث.

محمد كاظم خليل أبو العطا موسى (2004). فعالية برامج التدريس المبنية على الذكاء الاصطناعي لتنمية مهارات استخدام الحاسب الآلي لدي طلاب تكنولوجيا التعليم، **رسالة ماجستير غير منشورة**، كلية التربية، جامعة حلوان.

محمد محمد الهادي (2012). نحو تطويع تكنولوجيا الحوسبة السحابية لمساعدة منشآت الأعمال المصرية في تعظيم موراد تكنولوجيا المعلومات بها، **المؤتمر العلمي التاسع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات**، المجلة المصرية للمعلومات القاهرة، من 15:16 فبراير.

محمد محمد الهادي(2002). الابتكار والإبداع لتقدم صناعة المحتوى الالكتروني، **أبحاث ودراسات المؤتمر العلمي التاسع لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات**، القاهرة، الجمعية المصرية لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات.

محمود شريف زكريا (2012). الحوسبة السحابية وبناء مجتمع المعرفة رؤية استشراقية، **أعمال المؤتمر الثالث والعشرون للاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات** "الحكومة والمجتمع والتكامل في بناء المجتمعات المعرفية العربية"، قطر، ج 3 ص ص 1968 – 1982.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (2013). دراسة استقصائية عالمية حول خصوصية الإنترنت وحرية التعبير، **سلسلة اليونسكو بشأن حرية الإنترنت**.

نادر سعيد على شيمى (2013). مفاهيم مستحدثة ورؤى متجددة في تطوير المحتوى الإلكتروني التفاعلي المصري، **المؤتمر الدولي الثالث للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد**، الرياض.

هند بنت سليمان الخليفة (2015). آفاق وتطبيقات تقنية تتبع العين(Eye tracking) في التّعليم الإلكتروني، **المجلة العربية للمعلومات**، مج25.

هند عبد القادر سليمان (2007). دمج تقنية المعلومات بالتعليم من خلال التقنيات الحديثة، **المؤتمر العربي حول التعليم العالي وسوق العمل**.

وزارة الاتصالات والمعلومات (2014). **البيانات الضخمة: تحقيق التوازن بين المزايا والمخاطر**، قطر.

وفاء عبد العزيز شريف وآخرون (2013). فاعلية أوعية المعرفة السحابية ودورها في دعم نظم التعلم الإلكترونى وتنمية البحث العلمي بالمملكة العربية السعودية، **المؤتمر الدولي الثالث للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد**، الرياض، إبريل.

يونس أحمد إسماعيل (2018). الوعي بمفهوم البيانات الضخمة Data Big لدى العاملين في المكتبات الأكاديمية: دراسة حالة لمكتبة الجامعة الأردنية، **جمعية المكتبات المتخصصة فرع الخليج العربي**، 24، ص ص1:29.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

Abdelkaader B, Luc Q. (2013). How to use big data technologies to optimize operations in upstream petroleum industry", ***International Journal of innovation***, sep 2013.

Abrams. Nea M(2012). Combining Cloud Networks and Course Management Systems for Enhanced Analysis in Teaching Laboratories, ***Journal of Chemical Education***, v 89 n4 p482-486 Mar.

Agresti, A. (2007). ***An Introduction to Categorical Data Analysis***, John Wiley & Sons, Inc.

Ames, C. Fletcher-Watson, S. A. (2010). ***review of methods in the study of attention in autism***. *Dev Rev*. **30**, PP.52-73.

Anwar, M., Masud , H. Huang X. (2012). ***E-Learning on The Cloud***, from: http://www.waset.org/journals/waset/v62/v62-15.pdf,p1-2.

Armbrust M., et al. (2012). Security Model for Cloud Computing, ***master degree,*** Menofia University, Faculty of Computers and Information.

Atzori L. Iera A. Morabito,G. Nitti, M (2012). The Social Internet of Things (SIoT) – When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization, ***Computer Networks***, Vol 56, Issue 16, 14 November PP. 3594–3608.

Bagnio ,Yoshua , Goodfellow, Ian, Courville, Aaron. ***Deep Learning.*** MIT Press book, available at http://www.deeplearningbook.org/

Behrens R. Ahmed A. (2017). ***SecurutyArchitecture for the internet of things,*** ksii transaction on internet and information syetem, VOL. 11, NO. 12, Dec.

Bengio, Yoshua(2009). ***Learning Deep Architectures for AI*** . Foundations and Trends in Machine Learning. 2 (1): 1–127.

Blue, Elfreda, Tirotta, Rose (2011). The Benefits & Drawbacks of Integrating Cloud Computing and Interactive Whiteboards in Teacher Preparation, TechTrends: ***Linking Research and Practice to Improve Learning,*** v.55, n.3, p.31-3 May.

Boraston, Z, Blakemore S. J. (2007).The application of eyetracking technology in the study of autism. ***The Journal of Physiol*, 581**, PP. 893-898

Buckman, Joel, Gold, Stephanie (2012). ***Privacy and Data Security College and University***, v.88, n.2, p.10-22

Busjahn T., et al. ***Eye Tracking in Computing Education***, an Information Science Education.

Chan, S. P. (2010). ***Cloud Computing***: A Free Technology Option to Promote Collaborative.

Chawarska, K., Shic, F. (2009).Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. ***J. Autism*** Dev. *Disord*. **39**, PP.1663-1672.

Che D. Safran M. Peng Z. (2013).***From Big Data to Big Data Mining: Challenges***, Issues, and Opportunities, Dasfaa, Workshops, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1–15.

Choromanska, A., Henaff, M., Mathieu, M., Arous, G. B. & LeCun,Y. (2014). The loss surface of multilayer networks. In Proc. ***Conference on AI and Statistics*** available at http://arxiv.org/abs/1412.0233 .

Combs, D. R., Chapman, D., Waguspack, J., Basso, M. R., Penn, D. L. (2011). Attention shaping as a means to improve emotion perception deficits in outpatients with schizophrenia and impaired controls. ***Schizophr. Res.*** **127**,PP. 151-156 .

Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S.,Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., Alexander, A. L., Davidson, R. J. (2005).Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. ***Nat. Neurosci.*** **8**, PP.519-526 .

Daniel Onose, Luminita Dumitriu1, Mihai Ilie, Current Approaches In Cloud Computing (2011). ***Annals of "Dunareade Jos, Mathematics***, Physics, Theortical Mechines University of Galati.

Dargam, F. (2017). The impact of Big Data in Decision Making Processes, ***International Journal of Information Technology and Decision Making***.

D'Cruz, A. K., Mosconi, M. W., Steele, S., Rubin, L. H., Beatriz, L., Minshew, N., Sweeney, J. A. (2009).Lateralized response timing deficits in autism. ***Biol. Psychiatry***. **66**, PP.393-397 .

Delamare.W. Janssoone,T. Nigay. L. (2016). Designing 3D Gesture Guidance: Visual Feedback and Feedforward Design Options , ***International Working Conference on Advanced Visual Interfaces***, Université Grenoble Alpes, France.

Deng, Li & Yu. Dong (2013). ***Deep Learning: Methods and Applications.*** Foundations and Trends® in Signal Processing,

MSR-TR-2014-21 | May 2014. vol. 7, nos. 3–4 , pp. 197–387, 2013.

Denton, David W. (2012).**TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning**, v.56, n4 pp.34-41, May .

Dian, S. (2012). Exploring Cloud Computing for Distance Learning , ***Online Journal of Distance Learning Administration***, v.14, n3.

Douglas, R. Holschuh, David, C. Caverly (2009).Cloud Computing, ***Journal of Developmental Education***, university of cinicinnati.

Duchowski, A. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications, Behavior Research Methods, ***Instruments, & Computers***, 34 (4), PP.455-470.

Duchowski, A. (2007). Eye Tracking Methodology Theory and Practice, ***PhD***,Clemson University, Department of Computer Science, Springer-Verlag London Limited.

Duchowski, A. T. (2003).***Eye tracking methodology: theory and practice.*** Springer-Verlag. London

Escalera S. Athitsos V. Guyon I. (2016). Challenges in multimodal gesture recognition, **Journal of Machine Learning Research**, 17 ,PP. 1-54.

Ethem A. (2010). ***Introduction to Machine Learning.*** London, The MIT Press.

Eugenio, B., Fossati, D., Yu, D., Haller, S.& glass,M. (2007). ***Natural Language Generation for Intelligent Tutoring Systems, a case study***, Chicago, university of Illinois.

Farouq, G. (2015). Using Big Data Tools to Analyze Tweets Related to Hajj Sentimentally,***15 Scientific symposium for hajj, umrah and Madinah*** ,portal for 1436AH , May.

Friedman, Jerome H. (1998). ***Data Mining and Statistics: What's the connection?***. Computing Science and Statistics. 29 (1).

Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani (2013). An Introduction to Statistical Learning. ***Springer***.

Glen Bull, Joe Garofalo (2010). Data in the Cloud, Learning & Leading with Technology, ***International Society for Technology in Education***, U.S. &Canada.

Goldberg, J. H., Kotval, X. P. (1999).Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs.*Int*. ***J. Indus. Ergonomics.*** **24**, PP.631-645

Granka, L., Joachims T. Gay, G. (2004). ***Eye-Tracking Analysis of User Behavior in WWW Search***.

Graves, A. (2012). Supervised sequence labelling with recurrent neural networks,Vol. 385, ***Springer***.

Gredebäck, G., Johnson, S., von Hofsten, C. (2009). ***Eye tracking in infancy research Developmental Neuropsychology*****. 35**, PP.1-19.

Hammoudi, S. Aliouat Z. Harous S . (2018). ***Challenges and research directions for Internet of Things***, Springer Science+Business Media New York.

Hasan, H. M. (2012.) ***Design Enterprise Data Center Infrastructure at Computer Center of Al-Jaderyia Baghdad-University***.

He, Wu, Cernusca, Dan, Abdous, M'hammed (2011). Exploring Cloud Computing for Distance Learning, ***Online Journal of Distance***

Learning Administration, v.14 n3.

Horsley, M. Eliot , M. Knight , B. Reilly R. (2014). ***Current Trends in Eye Tracking Research,*** Springer Cham Heidelberg ,New York Dordrecht London.

Jack, S., Morooney, Kevin (2009). Id***entity Management and Trust Services: Foundations for Cloud Computing,***DUCAUSE Review, v.44, n.5, p.24-26, Sep-Oct.

Jacob, R. J. K., Karn, K. S. (2003).Eye tracking in human-computer interaction in usability research: ready to deliver the promises (section commentary). ***The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research.*** Elsevier Science. Amsterdam, PP 573-605.

Jericho, Forumtm (2009). ***Cloud Cube Model: Selecting Cloud Formations for Secure Collaboration.***

Johnson, Doug (2010). Computing in the Clouds , ***Learning & Leading with Technology***, v.37, n.4 p.16-20 Dec.

Jordan, Michael I, Bishop, Christopher M. (2004). Neural Networks. In Allen B. Tucker. ***Computer Science Handbook,*** *Second Edition, Section VII: Intelligent Systems*, Boca Raton, Florida: Chapman & Hall/CRC Press LLC.

Jurafsky D. James H. (2009). Speech and Language Processing. ***Pearson Education International.***

Karatekin, C. (2007).Eye tracking studies of normative and atypical development. ***Dev Rev.*** **27**, PP.283-348.

Kenny, patter (2014). Business Problems and Data Science Solutions, ***Springer Science*** +Business Media New York

Kiili, K. Ketamo, H. Kickmeier .M (2014). Eye Tracking in Game-based Learning Research and Game Design, ***International Journal of Serious Games***, V.1, Issue 2, April .

Kim, P. Kee, C. Lim, G. When cloud computing meets with SemanticWeb: A new design for e-portfolio systems in the social media era, ***Ritish Journal of Educational Technology***, V.l 41, No. 6.

Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., Jones, W. (2009).Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. ***Nature***. **459**, PP.257-261

Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G. (2012). ***ImageNet classification with deep convolutional neural networks***. In Proc. Advances in Neural Information Processing Systems 25 1090–1098

Langley, Pat (2011). ***The changing science of machine learning". Machine Learning***. 82 (3).Mitchell, T. (1997). Machine Learning. McGraw Hill.

Le Cun ,Yann , Bengio, Yoshua & Hinton, Geoffrey. (2015). ***Deep learning***. Nature volume 521, no. 7553. pages 436–444 (28 May 2015)

Leung, M. K., Xiong, H. Y., Lee, L. J. & Frey, B. J. (2014). ***Deep learning of the tissue-regulated splicing code***. Bioinformatics 30, i121–i129.

Mauricio, D. (2011). Extracting, Linking and Integrating Data from Public Sources: A Financial Case Study, ***IEEE Data Engineering Bulletin***, Vol. 34, No. 3, pp. 60–7

Milito, R. (2012). ***Fog Computing and its Role in the Internet of Things***, from: https://www.researchgate.net/publication/235409978

Mircea, M. Ioana, A., A. (2011). Using Cloud Computing in Higher Education: A Strategy to Improve Agility in the Current Financial Crisis, ***Communications of the IBIMA***.

Mohamed, S. (2012). ***An Enhanced E-Iearning Ecosystem Based on Integration between Cloud Computing and Web 2.0,*** faculty of Computers and Information, Helwan University.

Mohri,Mehryar,Rostamizadeh,Afshin,Talwalkar,Ameet(2012). **Foundations of Machine Learning.** USA, Massachusetts: MIT Press.

Monica B., et al. (2012). ***Econometric Measures of Connectedness and Systemic Risk in theFinance and Insurance Sectors,Journal of Financial Economics***, Vol. 104,No. 3, pp. 535–59.

Ovadia,Steven (2010). Navigatingthe Challenges the Cloud , ***Behavioral & Social Sciences Librarian***, v.29, n.3, pp.233-236.

Pelhrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. N., Piven, J. (2002).Visual scanning of faces in adults with autism. ***J. Autism Dev. Disord.*** **32**,PP. 249-261.

Pierce, K.,Conant, D.,Hazin, R., Stoner, R., Desmond, J. (2011).Preference for geometric patterns early in life as a risk factor for autism. ***Arch. Gen. Psychiat.*** **68**, 101-109

Pinar ,Y. (2015). ***Credit Scoring with Social Data Marketing Science***, V. 352, pp. 234–58.

Pocatilu P. (2010).***Cloud Computing Benefits for E-Learning Solutions***,from, http://www.saphira.ro/ok/issues/v2_i1_1q_2010/ v2_i1_1q_ 2010.pdf, p2.

R. Kohavi , F. Provost (1998). ***Glossary of terms, Machine Learning***, vol. 30, no. 2–3.

Rama B. Dan,. et al. (2014). Survey on Hand Gesture Recognition Approaches, ***International Journal of Computer Science and Information Technologies***, Vol. 5 (2) , PP. 2050:2052.

Roger, N. (2009). Supporting 21st Century Learning through Google Apps , ***Teacher Librarian***, v.37, n2, P.35-38 Dec.

Russell, Stuart, Norvig, Peter (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach. (2nd ed.). Prentice Hall [1995].

Salh, G. Mansour A(2016).Hand Gesture Recognition Using PCA Based On Euclidian Mahalanobis Distance, ***GCNU Journal ISSN***, N.14, PP. 68:47.

Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). ***Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium.*** New York: ACM Press,pp. 71-78.

Salvucci, D. D., Goldber, J. H. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. ***Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium*** (*2000*). ACM. NY,PP. 71-78 .

Samuel, Arthur (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM* ***Journal of Research and Development***. **3** (3)

Sanjiv, D.(2016).Matrix Metrics: Network-Based Systemic Risk Scoring, ***Journal of Alternative Investments***, Vol. 18, No. 4, pp. 33–51

Sasson, N. J., Elison, J. T. (2012). Eye Tracking Young Children with Autism. ***J. Vis. Exp***. 61PP. 3675:3791.

Sasson, N. J., Elison, J. T., Turner-Brown, L. M., Dichter, G. S., Bodfish, J. W. (2011). Brief report: circumscribed attention in

young children with autism. ***J. Autism Dev.*** *Disord*. **41**, PP.242-247

Sasson, N. J., Tsuchiya, N., Hurley, R., Couture, S. M., Penn, D. L., Adolphs, R., Piven, J. (2007). Orienting to social stimuli differentiates social cognitive impairment in autism and schizophrenia. *Neuropsychologia*. **45**, PP.2580-2588

Schubert L, Jeffery K (2012). ***Advances in Cloud Report from the Cloud Computing Expert Working Group***, European Union, Printed in Belgium.

Scott Patterson (2010). Letting the Machines Decide, ***The Wall Street Journal.*** 13 July.

Shah, N. Patel, J.(2017). Gesture Recognition Technique:A Review, ***International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*** (***IJRTER***),Vol .3, Issue .4; April PP. 2455-1457.

Shapovalova. N., et al. (2011). ***On importance of interactions and context in human action recognition: In Pattern Recognition and Image Analysis,*** PP.58–66.

Shic, F., Chawarska, K., Scassellati, B. (2008). The incomplete fixation measure. ***Proceedings of the 2008 symposium on eye tracking research & applications***, AMC,PP. 111-114.

Shotton .J.,et al. (2011). Real-time human pose recognition in parts from single depth images, ***In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*** PP. 1297–1304.

Shute,V. & Psotka, J. (1996). ***Intelligent Tutoring Systems: Past, Present, and Future***, *Handbook of Research on Educational Communication and Technology.*

Sigal, L. Balan. A, Black M. (2010). HumanEva: Synchronized video and motion capture dataset and baseline algorithm for evaluation of articulated human motion. ***International Journal***

***of Computer Vision* (*IJCV*)**, 87,PP.4–27.

Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., Pollick, F. E. (2009).Vision in autism spectrum disorders. ***Vision Res.* 49**, PP.2705-2739

Sminchisescu, C. Kanaujia, A., Metaxas, D. (2006). ***Conditional models for contextual human motion recognition. Computer Vision and Image Understanding*,** PP.210–220.

Sonam, K. Ubale. V. S, Gesture Recognition-A Review, Second International Conference on Emerging Trends in Engineering ,***IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering*** , *PP: 19-26.*

Song, Y. Demirdjian, D. Davis. R(2011). Multi-signal gesture recognition using temporal smoothing hidden conditional random fields, ***In Automatic Face and Gesture Recognition***, PP.388–393.

Song, Y. Demirdjian, D., Davis. R . (2011). Tracking body and hands for gesture recognition: NATOPS aircraft handling signals database. ***In Automatic Face and Gesture Recognition***, PP. 500:506.

Starner, T. Pentland, A.(1998). Real-time American Sign Language recognition using desk and wearable computer based video, ***IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence***, 20 (12),PP.1371–1375.

Stefanov, N. Galata., A., Hubbold, R. (2005). Real-time hand tracking with variable-length Markov Models of behavior, ***In Real Time Vision for Human-Computer Interaction.***

Stevenson, Michael, Hedberg, John G. (2011). Head in the Clouds: A Review of Current and Future Potential for Cloud-Enabled

Pedagogies (EJ948173), ***Educational Media International***, v. 48, n.4, p.321-333.

Sufyan, T. Faraj, Waleed, K. Awad, Kashif, Kifayat (2012). ***Trusted Cloud Computing,*** university of anbar for pure science: V.6,NO.2.

Sultan, N.(2010). Cloud computing for education: a new dawn, ***International Journal of Information Management Journal home page***, 30 , pp. 109–116.

Sweeney, J. A., Takarae, Y., Macmillan, C., Luna, B., Minshew, N. J. (2004). ***Eye movements in neurodevelopmental disorders.*** *Curr. Opin. Neurol.* **17**, PP.37-42.

Tara, S. , et al. (2011).Cloud computing adoption and usage in community colleges, ***Behaviour & Information Technology***

Thomas, john B. seely j. (2009). ***Cloud computing: acollection of working papers,*** may.

Tillmann, A. M. (2015). ***On the Computational Intractability of Exact and Approximate Dictionary Learning***. IEEE Signal Processing Letters.

Trappler, Thomas J. (2010). If it's in the Cloud, Get It on Paper: Cloud Computing Contract Issues , ***Education Quarterly***, v.33, n.2.

Triesch, J. Malsburg, C. (2001). A system for person-independent hand posture recognition against complex backgrounds, ***IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence***, 23(12),PP.1449:1453.

Van Otterlo, M., Wiering, M. (2012). ***Reinforcement learning and markov decision processes. Reinforcement Learning. Adaptation, Learning, and Optimization***. 12.

W. Yang, Y.,Wang, G., Mori. Recognizing human actions from still images with latent poses. ***InIEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)***, pages 2030–2037, 2010.

Weber, H.,Weber, R. (2010).***Internet of Things Legal Perspective***, Springer Heidelberg Dordrecht, London New Yorks.

Y., Bengio, A., Courville, P., Vincent (2013). ***Representation Learning: A Review and New Perspectives*** , IEEE Trans. PAMI, Special Issue Learning Deep Architectures.

Yang, H. D., Sclaroff , S, . Lee, W .S (2009). Sign language spotting with a threshold model based on conditional random fields, ***IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*** , 31(7),PP.1264–1277, July .

Yang J. Chen Z. (2010).Cloud Computing Research and Security Issues, ***International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*** (CISE),Wuhan, China December, pp. 1-3

Yao, G. Yao. H. Liu. X. Jiang. F. (2006). Real time large vocabulary continuous sign language recognition based on OP/Viterbi algorithm, ***In International Conference on Pattern Recognition***, v. 3, PP. 312–315.

Young, Jeffrey R. (2008). 3 Ways that Web-Based Computing Will Change Colleges--And Challenge Them , ***Chronicle of Higher Education***, v.55, n.10, p.A16 Oct .

Yousefi, S. (2014).3D Gesture Recognition and Tracking for Next Generation of Smart Devices Theories, Concepts, and Implementations, ***Doctoral Thesis***, School of Computer Science and Communication,KTH Royal Institute of Technology

Zaharia (2009). ***Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, Electrical Engineering and Computer Sciences***, University of California , Berkeley.

Zheng, Y. Shroff , N. Sinha, P. Tan, J. (2009). ***Design of a Power Efficient Cloud Computing Environment: Heavy Traffic Limits and QoS***, Ohio State University.

ثالثًا: مواقع الانترنت

- https://www.expertsystem.com/machine-learning-definition.
- https://leonardoaraujosantos.gitbooks.io/artificial inteligence/
- http://machinelearningmastery.com/data-terminology-in-machine-learning/
- www.techrepublic.com/article/understanding-the differences-between-ai-machine-learning-and- deep-learning
- https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-machine-learning-and-artificial-intelligence/
- https://anbilarabi.com/
- http://www.th3professional.com/2018/06/5.html
- https://www.mathworks.com/discovery/deep-learning.html
- https://www.syrres.com/article/9385.htm
- http://gulf.argaam.com/article/articledetail /535664
- http://deeplearning.net/reading-list/
- http://www.cs.toronto.edu/~hinton/
- http://deeplearning.net/tutorial/
- http://ufldl.stanford.edu/wiki/index.php/UFLDL_Tutorial
- https://www.youm7.com/story/2018/11/26

رابعًا: قائمة مراجع إثرائية

نستعرض في هذه القائمة بعض المعامل والمجموعات البحثية التي تعمل بمجال التعلم العميق:

University of Toronto – **Machine Learning Group** (Geoffrey Hinton, Rich Zemel, Ruslan Salakhutdinov, Brendan Frey, Radford Neal)

Université de Montréal – **MILA Lab** (Yoshua Bengio, Pascal Vincent, Aaron Courville, Roland Memisevic)

New York University – **Yann Lecun**, **Rob Fergus**, David Sontag and Kyunghyun Cho

Stanford University – **Andrew Ng**, **Christopher Manning**'s, **Fei-fei Li**'s group.

University of Oxford – **Deep learning group**, **Nando de Freitas** and **Phil Blunsom**, Andrew Zisserman.

Google Research – Jeff Dean, Geoffrey Hinton, Samy Bengio, Ilya Sutskever, Ian Goodfellow, Oriol Vinyals, Dumitru Erhan, Quoc Le et al.

Google DeepMind – Alex Graves, Karol Gregor, Koray Kavukcuoglu, Andriy Mnih, Guillaume Desjardins, Xavier Glorot, Razvan Pascanu, Volodymyr Mnih et al.

Facebook AI Research(FAIR) – Yann Lecun, Rob Fergus, Jason Weston, Antoine Bordes, Soumit Chintala, Leon Bouttou, Ronan Collobert, Yann Dauphin et al.

Twitter's Deep Learning Group – Hugo Larochelle, Ryan Adams, Clement Farabet et al.

Microsoft Research – **Li Deng** et al.

SUPSI – **IDSIA** (**Jurgen Schmidhuber**‘s group).

UC Berkeley – **Bruno Olshausen**‘s group.

Trevor Darrell‘s group, **Pieter Abbeel**.

UCLA – **Alan Yuille**.

University of Washington – **Pedro Domingos**‘ group.

IDIAP Research Institute – **Ronan Collobert**‘s group.

University of California Merced – **Miguel A. Carreira-Perpinan**‘s group.

University of Helsinki – **Aapo Hyvärinen**‘s Neuroinformatics group.

Université de Sherbrooke – **Hugo Larochelle**‘s group.

University of Guelph – **Graham Taylor**‘s group.

University of Michigan – **Honglak Lee**‘s group.

Technical University of Berlin – **Klaus-Robert Muller**‘s group.

Baidu – **Kai Yu**‘s and Andrew Ng’s group.

Aalto University – **Juha Karhunen and Tapani Raiko** group.

U. Amsterdam – **Max Welling**‘s group CMU – **Chris Dyer**.

U. California Irvine – **Pierre Baldi**‘s group.

Ghent University – **Benjamin Shrauwen**‘s group University of Tennessee – **Itamar Arel**‘s group.

IBM Research – **Brian Kingsbury** et al University of Bonn – **Sven Behnke’s** group.

Gatsby Unit @ University College London – Maneesh Sahani, Peter Dayan

Computational Cognitive Neuroscience Lab @ University of Colorado Boulder.

DBsystem group @ National University of Singapore

Reading List.

Review Papers:

Representation Learning: A Review and New Perspectives, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Pascal Vincent, Arxiv, 2012.

The monograph or review paper **Learning Deep Architectures for AI** (Foundations & Trends in Machine Learning, 2009).

Deep Machine Learning – A New Frontier in Artificial Intelligence Research – a **survey paper** by Itamar Arel, Derek C. Rose, and Thomas P. Karnowski.

Reinforcement Learning:

Volodymyr Mnih, Nicolas Heess, Alex Graves, Koray Kavukcuoglu. "**Recurrent Models of Visual Attention**" ArXiv e-print, 2014.

Image Net Classification with Deep Convolutional Neural Networks, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E Hinton, NIPS 2012.

Going Deeper with Convolutions, Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, Andrew Rabinovich, 19-Sept-2014.

Learning Hierarchical Features for Scene Labeling, Clement Farabet, Camille Couprie, Laurent Najman and Yann LeCun, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2013.

Graves, Alex, et al. **"A novel connectionist system for unconstrained handwriting recognition."** *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on* 31.5 (2009): 855-868.

CireŞan, D. C., Meier, U., Gambardella, L. M., & Schmidhuber, J. (2010). **Deep, big, simple neural nets for handwritten digit recognition.** *Neural computation*, *22*(12), 3207-3220.

Ciresan, Dan, Ueli Meier, and Jürgen Schmidhuber. **"Multi-column deep neural networks for image classification."** *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on*. IEEE, 2012.

Ciresan, D., Meier, U., Masci, J., & Schmidhuber, J. (2011, July). **A committee of neural networks for traffic sign classification.** In *Neural Networks (IJCNN), The 2011 International Joint Conference on* (pp. 1918-1921). IEEE.

NLP and Speech:

Joint Learning of Words and Meaning Representations for Open-Text Semantic Parsing, Antoine Bordes, Xavier Glorot, Jason Weston and Yoshua Bengio (2012), in: Proceedings of the 15th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS)

Dynamic pooling and unfolding recursive autoencoders for paraphrase detection. Socher, R., Huang, E. H., Pennington, J.

Semi-supervised recursive autoencoders for predicting sentiment distributions. Socher, R., Pennington, J., Huang, E. H., Ng, A. Y., and Manning, C. D. (2011b). In EMNLP'2011.

Mikolov Tomáš: **Statistical Language Models based on Neural Networks**. PhD thesis, Brno University of Technology, 2012.

Graves, Alex, and Jürgen Schmidhuber. "**Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM and other neural network architectures.**" *Neural Networks* 18.5 (2005): 602-610.

Mikolov, Tomas, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S. Corrado, and Jeff Dean. **"Distributed representations of words and phrases and their compositionality**." In *Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 3111-3119. 2013.

K. Cho, B. van Merrienboer, C. Gulcehre, D. Bahdanau, F. Bougares, H. Schwenk, Y. Bengio. **Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation**. EMNLP 2014.

Sutskever, Ilya, Oriol Vinyals, and QuocV V Le. "**Sequence to sequence learning with neural networks**." *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2014.

Disentangling Factors and Variations with Depth:

Bengio,Yoshua, et al. "Better Mixing via Deep Representations." *arXiv preprint arXiv:1207.4404* (2012).

Xavier Glorot, **Antoine Bordes** and **Yoshua Bengio**, **Domain Adaptation for Large-Scale Sentiment Classification: A Deep Learning Approach**, in: Proceedings of the Twenty-eight International Conference on Machine Learning (ICML'11), pages 97-110, 2011.

Transfer Learning and domain adaptation:

Raina, Rajat, et al. "Self-taught learning: transfer learning from unlabeled data." *Proceedings of the 24th international conference on Machine learning*. ACM, 2007.

Xavier Glorot, **Antoine Bordes** and **Yoshua Bengio**, **Domain Adaptation for Large-Scale Sentiment Classification: A Deep Learning Approach**, in: Proceedings of the Twenty-eight International Conference on Machine Learning (ICML'11), pages 97-110, 2011.

R. Collobert, J. Weston, L. Bottou, M. Karlen, K. Kavukcuoglu and P. Kuksa. **Natural Language Processing (Almost) from Scratch**. *Journal of Machine Learning Research, 12:2493-2537, 2011.*

Mesnil, Grégoire, et al. "Unsupervised and transfer learning challenge: a deep learning approach." *Unsupervised and Transfer Learning Workshop, in conjunction with ICML*. 2011.

Ciresan, D. C., Meier, U., & Schmidhuber, J. (2012, June). **Transfer learning for Latin and Chinese characters with deep neural networks**. In *Neural Networks (IJCNN), The 2012 International Joint Conference on* (pp. 1-6). IEEE.

Practical Tricks and Guides:

"Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors." Hinton, Geoffrey E., et al. arXiv preprint arXiv:1207.0580 (2012).

Practical recommendations for gradient-based training of deep architectures, Yoshua Bengio, U. Montreal, arXiv report:1206.5533, Lecture Notes in Computer Science Volume 7700, Neural Networks: Tricks of the Trade Second Edition, Editors: Grégoire Montavon, Geneviève B. Orr, Klaus-Robert Müller, 2012.

A practical **guide** to training Restricted Boltzmann Machines, by Geoffrey Hinton.

Sparse Coding:

Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images, Bruno Olhausen, Nature 1996.

Kavukcuoglu, Koray, Marc'Aurelio Ranzato, and Yann LeCun. "**Fast inference in sparse coding algorithms with applications to object recognition.**" *arXiv preprint arXiv:1010.3467* (2010).

Goodfellow, Ian, Aaron Courville, and Yoshua Bengio. "**Large-Scale Feature Learning With Spike-and-Slab Sparse Coding.**" *ICML 2012.*

Efficient sparse coding algorithms. Honglak Lee, Alexis Battle, Raina Rajat and Andrew Y. Ng. In *NIPS 19*, 2007. **pdf**

"**Sparse coding with an overcomplete basis set: A strategy employed by VI?.**" . Olshausen, Bruno A., and David J. Field. *Vision research* 37.23 (1997): 3311-3326.

Foundation Theory and Motivation

Hinton, Geoffrey E. "Deterministic Boltzmann learning performs steepest descent in weight-space." *Neural computation* 1.1 (1989): 143-150.

Bengio, Yoshua, and Samy Bengio. "***Modeling high-dimensional discrete data with multi-layer neural networks.***" *Advances in Neural Information Processing Systems* 12 (2000): 400-406.

Bengio, Yoshua, et al. "Greedy layer-wise training of deep networks." *Advances in neural information processing systems* 19 (2007): 153.

Bengio, Yoshua, Martin Monperrus, and Hugo Larochelle. "Nonlocal estimation of manifold structure." *Neural Computation* 18.10 (2006): 2509-2528.

Hinton, Geoffrey E., and Ruslan R. Salakhutdinov. "Reducing the dimensionality of data with neural networks." *Science* 313.5786 (2006): 504-507.

Marc'Aurelio Ranzato, Y., Lan Boureau, and Yann LeCun. "Sparse feature learning for deep belief networks." *Advances in neural information processing systems* 20 (2007): 1185-1192.

Bengio, Yoshua, and Yann LeCun. "Scaling learning algorithms towards AI." *Large-Scale Kernel Machines* 34 (2007).

Le Roux, Nicolas, and Yoshua Bengio. "Representational power of restricted boltzmann machines and deep belief networks." *Neural Computation* 20.6 (2008): 1631-1649.

Sutskever, Ilya, and Geoffrey Hinton. "Temporal-Kernel Recurrent Neural Networks." *Neural Networks* 23.2 (2010): 239-243.

Le Roux, Nicolas, and Yoshua Bengio. "Deep belief networks are compact universal approximators." *Neural computation* 22.8 (2010): 2192-2207.

Bengio, Yoshua, and Olivier Delalleau. "On the expressive power of deep architectures." *Algorithmic Learning Theory*. Springer Berlin/Heidelberg, 2011.

Montufar, Guido F., and Jason Morton. "When Does a Mixture of Products Contain a Product of Mixtures?." *arXiv preprint arXiv:1206.0387* (2012).

Montúfar, Guido, Razvan Pascanu, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. "**On the Number of Linear Regions of Deep Neural Networks**." arXiv preprint arXiv:1402.1869 (2014).

Supervised Feedfoward Neural Networks:

The Manifold Tangent Classifier, Salah Rifai, Yann Dauphin, Pascal Vincent, Yoshua Bengio and Xavier Muller, in: NIPS'2011.

"**Discriminative Learning of Sum-Product Networks.**", Gens, Robert, and Pedro Domingos, NIPS 2012 Best Student Paper.

Goodfellow, I., Warde-Farley, D., Mirza, M., Courville, A., and Bengio, Y. (2013). **Maxout networks**. Technical Report, Universite de Montreal.

Hinton, Geoffrey E., et al. "**Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors**." *arXiv preprint arXiv:1207.0580* (2012).

Wang, Sida, and Christopher Manning. "Fast dropout training." In *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning* (*ICML-13*), pp. 118-126. 2013.

Glorot, Xavier, Antoine Bordes, and Yoshua Bengio. "**Deep sparse rectifier networks**." In *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics. JMLR W&CP Volume*, vol. 15, pp. 315-323. 2011.

ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E Hinton, NIPS 2012.

Large Scale Deep Learning:

Building High-level Features Using Large Scale Unsupervised Learning Quoc V. Le, Marc'Aurelio Ranzato, Rajat Monga, Matthieu Devin, Kai Chen, Greg S. Corrado, Jeffrey Dean, and Andrew Y. Ng, ICML 2012.

Dean, Jeffrey, et al. **"Large scale distributed deep networks."** *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2012.

Recurrent Networks:

Training Recurrent Neural Networks, Ilya Sutskever, PhD Thesis, 2012.

Bengio, Yoshua, Patrice Simard, and Paolo Frasconi. **"Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult."** *Neural Networks, IEEE Transactions on* 5.2 (1994): 157-166.

Mikolov Tomáš: **Statistical Language Models based on Neural Networks**. PhD thesis, Brno University of Technology, 2012.

Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. **"Long short-term memory."** *Neural computation* 9.8 (1997): 1735-1780.

Hochreiter, S., Bengio, Y., Frasconi, P., & Schmidhuber, J. (2001). **Gradient flow in recurrent nets: the difficulty of learning long-term dependencies.**

Schmidhuber, J. (1992). **Learning complex, extended sequences using the principle of history compression.** *Neural Computation*, *4*(2), 234-242.

Graves, A., Fernández, S., Gomez, F., & Schmidhuber, J. (2006, June). **Connectionist temporal classification: labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks**. In *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning* (pp. 369-376). ACM.

Hyper Parameters:

"Practical Bayesian Optimization of Machine Learning Algorithms", Jasper Snoek, Hugo Larochelle, Ryan Adams, NIPS 2012.

Random Search for Hyper-Parameter Optimization, James Bergstra and Yoshua Bengio (2012), in: Journal of Machine Learning Research, 13(281–305).

Algorithms for Hyper-Parameter Optimization, James Bergstra, Rémy Bardenet, Yoshua Bengio and Balázs Kégl, in: NIPS'2011, 2011.

Optimization:

Training Deep and Recurrent Neural Networks with Hessian-Free Optimization, James Martens and Ilya Sutskever, Neural Networks: Tricks of the Trade, 2012.

Schaul, Tom, Sixin Zhang, and Yann LeCun. **"No More Pesky Learning Rates."** *arXiv preprint arXiv:1206.1106* (2012).

Le Roux, Nicolas, Pierre-Antoine Manzagol, and Yoshua Bengio. "**Topmoumoute online natural gradient algorithm**." *Neural Information Processing Systems* (*NIPS*). 2007.

Bordes, Antoine, Léon Bottou, and Patrick Gallinari. "**SGD-QN: Careful quasi-Newton stochastic gradient descent**." *The Journal of Machine Learning Research* 10 (2009): 1737-1754.

Glorot, Xavier, and Yoshua Bengio. **"Understanding the difficulty of training deep feedforward neural networks."** *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Statistics* (*AISTATS'10*). *Society for Artificial Intelligence and Statistics*. 2010.

Glorot, Xavier, Antoine Bordes, and Yoshua Bengio. "**Deep Sparse Rectifier Networks.**" *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics. JMLR W&CP Volume.* Vol. 15. 2011.

"Deep learning via Hessian-free optimization." *Martens, James. Proceedings of the 27th International Conference on Machine Learning (ICML).* Vol. 951. 2010.

Hochreiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. **"Flat minima."** *Neural Computation*, 9.1 (1997): 1-42.

Pascanu, Razvan, and Yoshua Bengio. "**Revisiting natural gradient for deep networks**." *arXiv preprint arXiv:1301.3584* (2013).

Dauphin, Yann N., Razvan Pascanu, Caglar Gulcehre, Kyunghyun Cho, Surya Ganguli, and Yoshua Bengio. "**Identifying and attacking the saddle point problem in high-dimensional non-convex optimization.**" In *Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 2933-2941. 2014.

Unsupervised Feature Learning:

Salakhutdinov, Ruslan, and Geoffrey E. Hinton. **"Deep boltzmann machines."** Proceedings of the international conference on artificial intelligence and statistics. Vol. 5. No. 2. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.

Scholarpedia page on Deep Belief Networks:

Deep Boltzmann Machines **An Efficient Learning Procedure for Deep Boltzmann Machines**, Ruslan Salakhutdinov and Geoffrey Hinton, Neural Computation August 2012, Vol. 24, No. 8: 1967 — 2006.

Montavon, Grégoire, and Klaus-Robert Müller. "**Deep Boltzmann Machines and the Centering Trick.**" *Neural Networks*: *Tricks of the Trade* (2012): 621-637.

Salakhutdinov, Ruslan, and Hugo Larochelle. "**Efficient learning of deep boltzmann machines.**" *International Conference on Artificial Intelligence and Statistics*. 2010.

Salakhutdinov, Ruslan. ***Learning deep generative models***. Diss. University of Toronto, 2009.

Goodfellow, Ian, et al. "**Multi-prediction deep Boltzmann machines**." *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2013. ***RBMs***

Unsupervised Models of Images by Spike-and-Slab RBMs, Aaron Courville, James Bergstra and Yoshua Bengio, in: ICML'2011

Hinton, Geoffrey. **"A practical guide to training restricted Boltzmann machines.**" *Momentum* 9.1 (2010): 926.

***Autoencoders*:**

Regularized Auto-Encoders Estimate Local Statistics, Guillaume Alain, Yoshua Bengio and Salah Rifai, Université de Montréal, arXiv report 1211.4246, 2012.

A Generative Process for Sampling Contractive Auto-Encoders, Salah Rifai, Yoshua Bengio, Yann Dauphin and Pascal Vincent, in: ICML'2012, Edinburgh, Scotland, U.K., 2012

Contracting Auto-Encoders: Explicit invariance during feature extraction, Salah Rifai, Pascal Vincent, Xavier Muller, Xavier Glorot and Yoshua Bengio, in: ICML'2011

Disentangling factors of variation for facial expression recognition, Salah Rifai, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Pascal Vincent and Mehdi Mirza, in: ECCV'2012.

Vincent, Pascal, et al. "**Stacked denoising autoencoders: Learning useful representations in a deep network with a local denoising criterion.**" *The Journal of Machine Learning Research* 11 (2010): 3371-3408.

Vincent, Pascal. "**A connection between score matching and denoising autoencoders**." *Neural computation* 23.7 (2011): 1661-1674.

Chen, Minmin, et al. "**Marginalized denoising autoencoders for domain adaptation.**" *arXiv preprint arXiv:1206.4683* (2012).**Miscellaneous.**

كانت كلمة "المستقبل" تعني لنا حتى وقت قريب شيء غير منظور يقوم على افتراضات كثيرة، قد لا تتحقق، إضافةً إلى فرص الالتحاق به من الأجيال القادمة قد يكون بعيدًا أيضًا، ولكن كلمة المستقبل الآن أصبحت تماثل المستقبل في اللغة، وأصبح يرتبط بها أيضًا كلمة الآن، مثل "سأغادر مقعدي الآن"، لقد أصبح معدل التغير شيئًا أقرب إلى الخيال .

فحين يذكر التقرير الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي الأخير إن ما يقرب من ٦٥٪ من وظائف المستقبل غير موجودة الآن، وكما قلنا إن كلمة المستقبل والآن لم تعُد المسافة الزمنية بينهما تذكر، وهذا معناه أن ٦٥٪ ممن لديهم وظائف محدودة الآن سيصبحوا خارج نطاق الخدمة.

وبمعنى أدق سينضموا إلى طابور العاطلين.. ما لم يستطيعوا إعادة تأهيل أنفسهم لمقابلة الاحتياجات الجديدة من المعارف والمهارات التي تطلبها تلك الوظائف، والمهن الجديدة، ويصبح المحك الأصعب هو هل يستطيع التعليم أن يواكب ذلك؟ هل سيخرج من قوالبه، ويغير من سكونه؟ لكي يستطيع أن يطور من كينونته ليقدم منظومة مُواكبة مرنة تستوعب هذه التغيرات المتسارعة في متطلبات العمل، بل ومتطلبات الحياة. فلم يعد اختيارًا أن يكون التعلم المستمر، والتعلم مدى الحياة أحد الركائز الأساسية التي تهتم بها المنظومة التعليمية، فالنقلة النوعية التي قدمها الذكاء الاصطناعي لمفاهيم الحياة بشكل عام جعلت معدلات التسارع أقوى من أن تُرى، والمصطلحات المرتبطة به من البيانات الضخمة وتعلم الآلة والتعلم العميق وإنترنت الأشياء كلها مصطلحات مرتبطة ببعضها البعض ومنبثقة بشكل أو بآخر من الذكاء الاصطناعي، وأصبح مفهوم النظم الخبيرة ضئيلا أمام هذه النقلات النوعية الهائلة.

إن السيارات بدون سائق، والطائرات بدون طيار، والحروب من بُعد خصائص عالمنا اليوم، وليس غد.

لقد دقت نواقيس الخطر ولم نسمعها، وإن استمر ذلك، فالنتائج أبعد من الخيال. إن الآلية الوحيدة للبدء هي التعليم والتعلم المستمر، وأعتقد أن التربويين بشكل عام وخبراء تكنولوجيا التعليم بشكل خاص في مأزق شديد لأنهم حاملو لواء المعرفة في المجتمع. وما يطرحه هذا الكتاب مجرد إلقاء للضوء على آليات النمو في المجتمعات المتقدمة اليوم، وأول السيل قطرة.

والله ولي التوفيق،،،

أ. د/ محمد إبراهيم الدسوقي

ISBN 978-977-722-159-7

8أ شارع أحمد فخرى مدينة نصر – القاهرة . تليفاكس :23490242- 23490419 (202)
elarabgroup@yahoo.com info@arabgroup.net.eg
www.arabgroup.net.eg