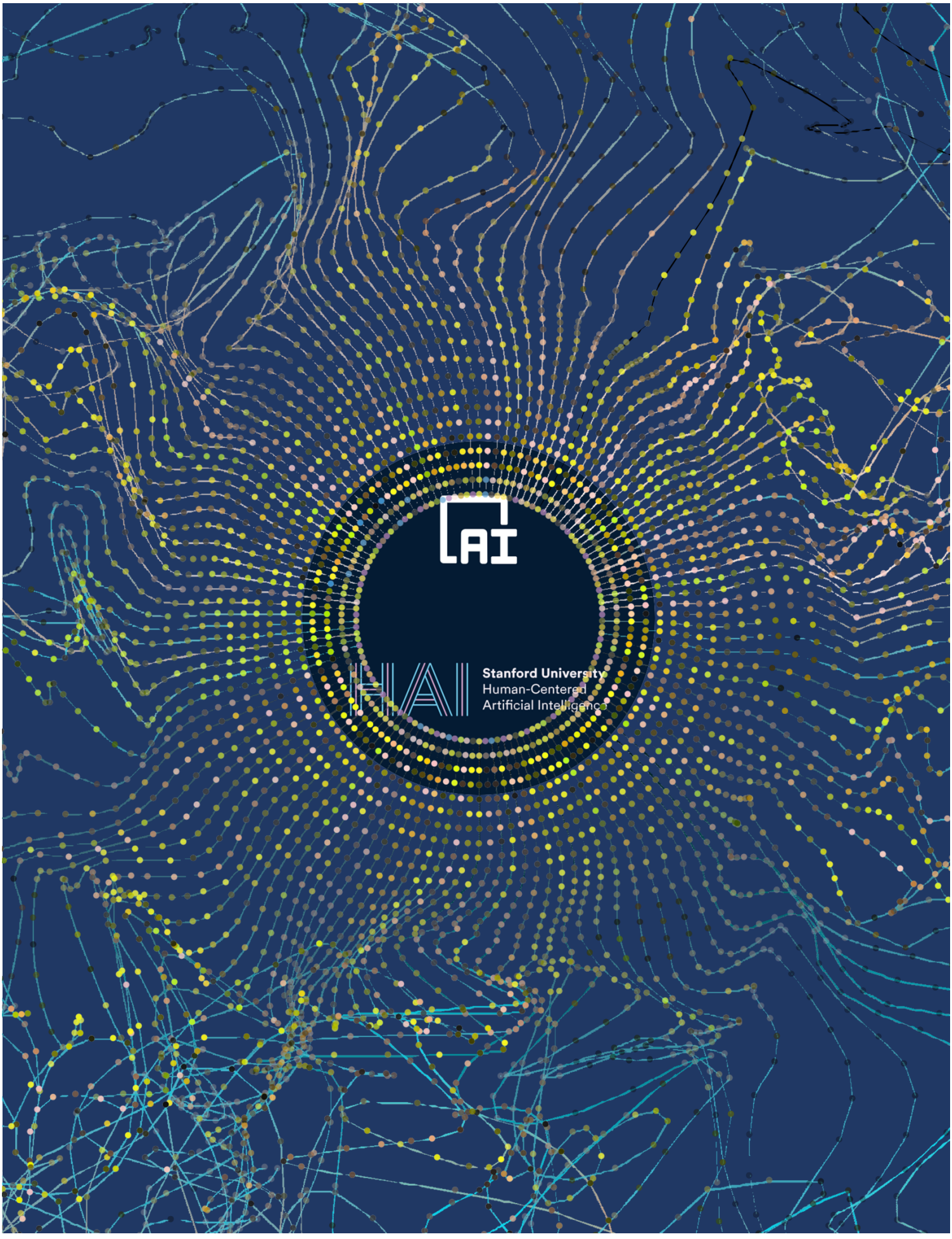
AI
HAI
Stanford University
Human-Centered
Artificial Intelligence

تقرير الذكاء الاصطناعي (مارس 2022)

الصادر عن جامعة "Stanford" الأمريكية

https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf

تلخيص وتعريب: نهال زكي

فهرس المحتويات

الفصل الأول :البحث والتطوير 2

1.1 الإصدارات 2

1.2 المؤتمرات 7

1.3 مكتبات برمجيات الذكاء الاصطناعي المفتوحة المصدر 7

الفصل الثاني :الأداء الفني 9

2.1 الرؤية الحاسوبية- الصورة 9

2.2 الرؤية الحاسوبية- المقاطع المُصوَرة 9

2.3 اللغة 10

2.4 التعرُف على الكلام المنطوق وتحويله لنص مكتوب 10

2.5 التفضيلات/ الترشيحات 10

2.6 التَعلُم المُعزَز 10

2.7 الأجهزة الحاسوبية 11

2.8 الروبوتات 11

الفصل الثالث: أخلاقيات الذكاء الاصطناعي الفنية 11

3.1 مقاييس التحليل التجميعي الإحصائي للإنصاف والتحيُز 11

3.2 مقاييس التحيُز لمعالجة اللغات الطبيعية 12

3.3 اتجاهات أخلاقيات الذكاء الاصطناعي في مؤتمرات FACCT وNeurIPS 13

3.4 الحقائق والمِصداقية 14

الفصل الرابع :الاقتصاد والتعليم 15

4.1 الوظائف 15

4.2 الاستثمار 18

4.3 نشاط الشركات 20

4.4 تَعلُم الذكاء الاصطناعي 22

الفصل الخامس :سياسة وحَوْكَمة الذكاء الاصطناعي 23

5.1 الذكاء الاصطناعي وصُنع السياسات 23

5.2 الاستثمار العام بالولايات المتحدة في مجال الذكاء الاصطناعي 25

مقدمة:

يتتبع تقرير مؤشر الذكاء الاصطناعي جميع البيانات المُتعلقة بهذا المجال. وتتمثل مُهمته في توفير بيانات غير مُتحيزة ومُدققَة من مصادر عالمية من أجل واضعي السياسات والباحثين والمديرين التنفيذيين والصحفيين وكل المُهتمين بوجهٍ عام بتطوير ولفهم أكثر شمولاً لمجال الذكاء الاصطناعي المُعقَد.

الفصل الأول :البحث والتطوير

من أجل خَلْق قوة دافعة للتقدم السريع للذكاء الاصطناعي (AI)، يعمل سنوياً فريق كبير من الخبراء والمنظمات الأكاديمية والصناعية والحكومية والمجتمع المدني في البحث والتطوير في مجال AI من خلال إعداد وتقديم مجموعة من الأوراق البحثية ومقالات بالدوريات والإصدارات الأخرى ذات الصلة، بالإضافة إلى المؤتمرات التي تناقش الذكاء الاصطناعي أو موضوعات فرعية مثل التعرُف على الصور أو معالجة اللغات الطبيعية والتعاون الدولي عبر الحدود وتطوير مكتبات البرمجيات مفتوحة المصدر. وتتنوع جهود البحث والتطوير وتتسع حدودها الجغرافية، حيث يتم إصدار كل عام الآلاف من إصدارات الذكاء الاصطناعي من خلال المصادر المفتوحة سواء في المؤتمرات أو على مواقع مشاركة الملفات. كما يتبادل الباحثون نتائجهم علانية في المؤتمرات؛ وتُمَوِل الوكالات الحكومية أبحاث الذكاء الاصطناعي التي تُنشَر في المصادر المفتوحة، كما يَستخدم المُطَورون مكتبات البرمجيات المتاحة مجانًا للجمهور لإنتاج أحدث تطبيقات الذكاء الاصطناعي. ويعتمد الفصل الأول على مجموعة بيانات متعددة لتحليل الاتجاهات الرئيسية في مجال البحث والتطوير للذكاء الاصطناعي عام 2021. ويتناول أولاً إصدارات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك أوراق المؤتمرات، والمقالات الصحفية، وبراءات الاختراع، ومراكز الإيداع، ثم يقوم بتحليل حضور مؤتمرات الذكاء الاصطناعي. وأخيرًا، يفحص مكتبات البرامج مفتوحة المصدر للذكاء الاصطناعي المستخدمة في عملية البحث والتطوير.

1.1 الإصدارات

يُقسَم العدد الإجمالي لإصدارات الذكاء الاصطناعي باللغة الإنجليزية على مستوى العالم من عام 2010 إلى عام 2021 حسب النوع والفروع والشراكات بين الدول والشراكات في المجالات الصناعة المختلفة، وكذلك بيانات النشر والاقتباسات حسب المنطقة لمقالات الدوريات والأوراق البحثية المقدمة بالمؤتمرات ومراكز الإيداع وبراءات الاختراع، والذي تضاعف عددها الإجمالي من **162،444** عام 2010 ليصل إلى **334،497** عام 2021.

ولقد تنوَعت **إصدارات الذكاء الاصطناعي** الصادرة عالميًا، في عام 2021 بلغت مقالات الدوريات 51.5٪ من إجمالي الإصدارات المنشورة و21.5٪ لأوراق المؤتمرات و17.0٪ لمراكز الإيداع، بينما شكّلت الكُتب وفصول الكُتب والأُطروحات والوثائق غير المعروفة النسبة المتبقية 10.1٪ من الإصدارات. وفي حين نَمت إصدارات الدوريات ومراكز الإيداع 2.5 و30 مرة على التوالي في السنوات الـ 12 الماضية، انخفض عدد أوراق المؤتمرات منذ عام 2018.

أما فيما يتعلق بعدد الإصدارات المرتبطة بالصناعات والتعليم والحكومات والمنظمات غير الربحية في العالم فيظهر بالشكل 1.1.4 أ)، وبالنسبة للصين (الشكل 1.1.4 ب)، والولايات المتحدة (الشكل 1.1.4 ج)، والاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة (الشكل 1.1.4 د). وقد كانت الغلبة لقطاع التعليم على مستوى هذه الدول، أما نسبة مشاركة الشركات الأعلى فكانت في الولايات المتحدة ثم في الاتحاد الأوروبي. أما الصين فهي المنطقة الوحيدة التي ظل مؤشر التعليم يرتفع بها.

AI PUBLICATIONS (% of TOTAL) by SECTOR, 2010–21

Source: Center for Security and Emerging Technology, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

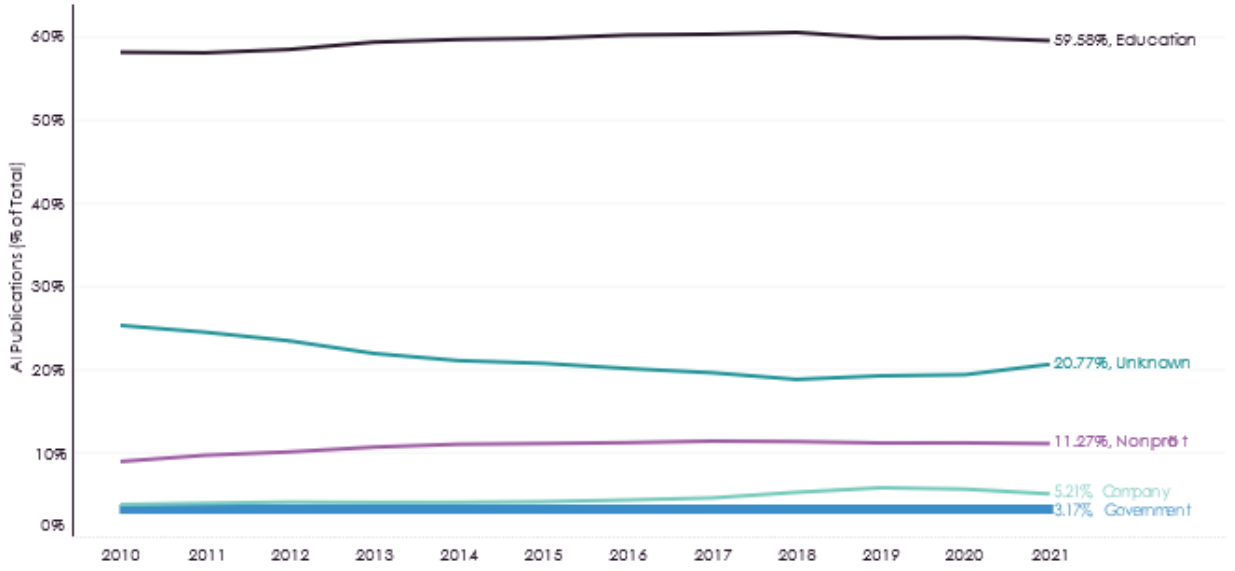

Figure 1.1.4a

AI PUBLICATIONS in UNITED STATES (% of TOTAL) by SECTOR, 2010–21

Source: Center for Security and Emerging Technology, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

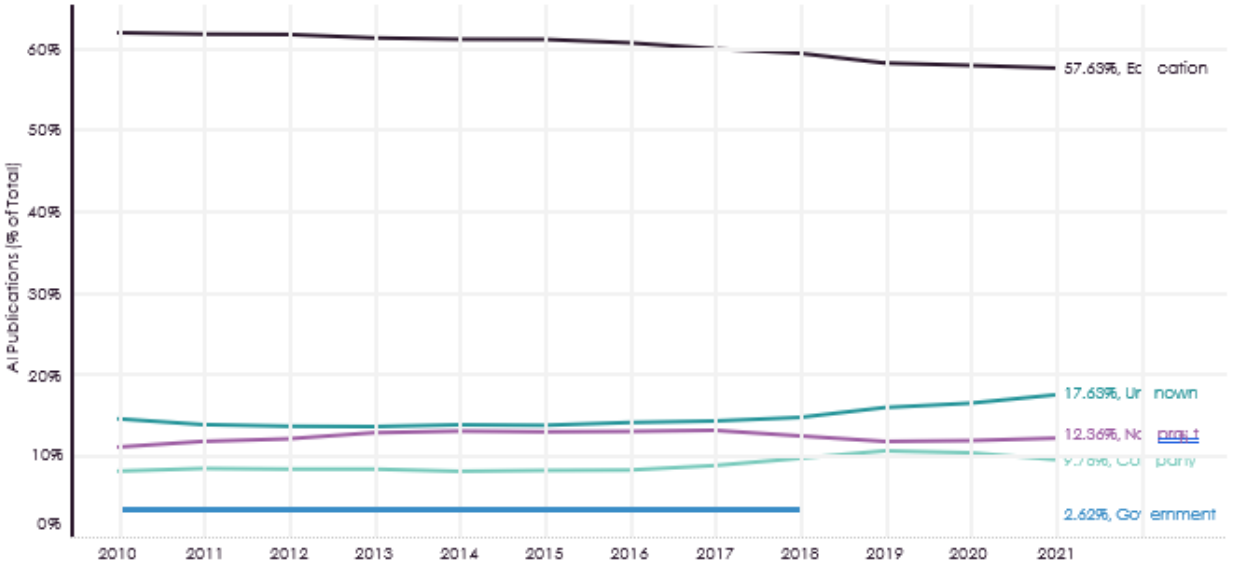

Figure 1.1.4b

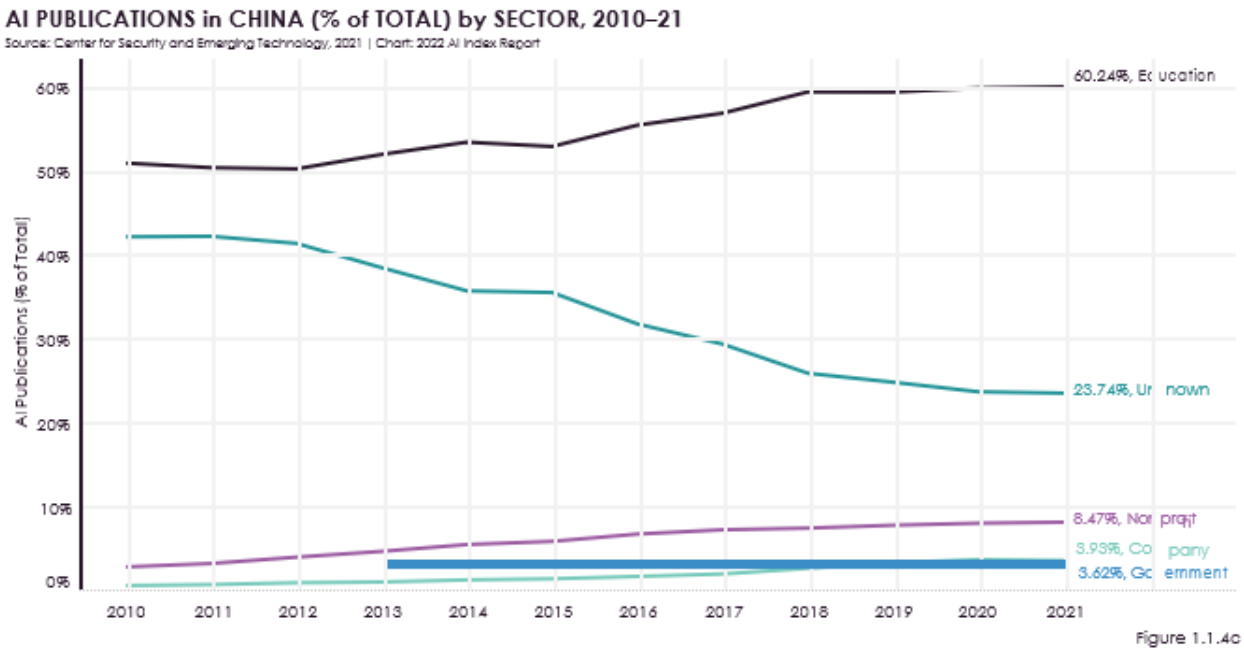

Figure 1.1.4c

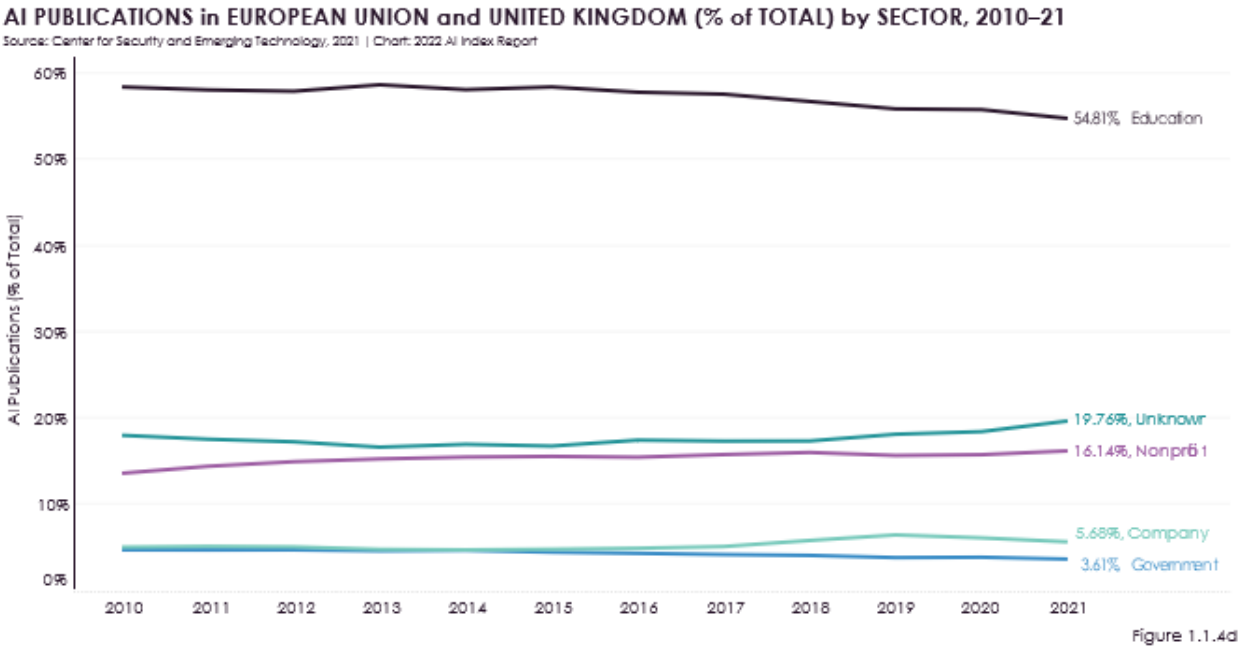

Figure 1.1.4d

وتُعَد **الشراكات الدولية** بين الأكاديميين والباحثين وخبراء الصناعة وغيرهم مُكونًا رئيسيًا لتطوير العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات الحديثة (STEM) التي تُسرع في نشر الأفكار الجديدة وتطوير فرق البحث. وكان أكبر عدد من الشراكات خلال الـ12 عامًا الماضية بين الولايات المتحدة والصين، حيث زاد خمسة أضعاف منذ عام 2010، ثم تلتها الشراكات بين المملكة المتحدة وكلاً من الولايات المتحدة والصين التي زادت أكثر من ثلاث مرات منذ عام 2010. أما عام 2021، كان معدل التعاون بين الولايات المتحدة والصين أكبر بـ 2.7 مرة منه بين المملكة المتحدة والصين.

ومن ناحية أخرى، زادت أبحاث الذكاء الاصطناعي خارج الجامعات، في عام 2021، كان عدد الشراكات الأكبر بين المؤسسات التعليمية والمنظمات غير الربحية (29839)، تليها الشركات والمؤسسات التعليمية (11،576)، والحكومات والمؤسسات التعليمية (8،087). وتضاعف عدد الشراكات بين المؤسسات التعليمية والمنظمات غير الربحية بواقع 2.5 ضعف عام 2021 مقارنة بالشراكات بين المؤسسات التعليمية والشركات.

بعد نمو طفيف بين عامي 2010 و2015، زاد عدد إصدارات دوريات الذكاء الاصطناعي 2.5 مرة تقريبًا منذ عام 2015 (الشكل 1.1.7). ومن إجمالي إصدارات الدوريات، ما يخص الذكاء الاصطناعي عام 2021 كان حوالي 2.5٪، مقارنة بـ 1.5٪ عام 2010.

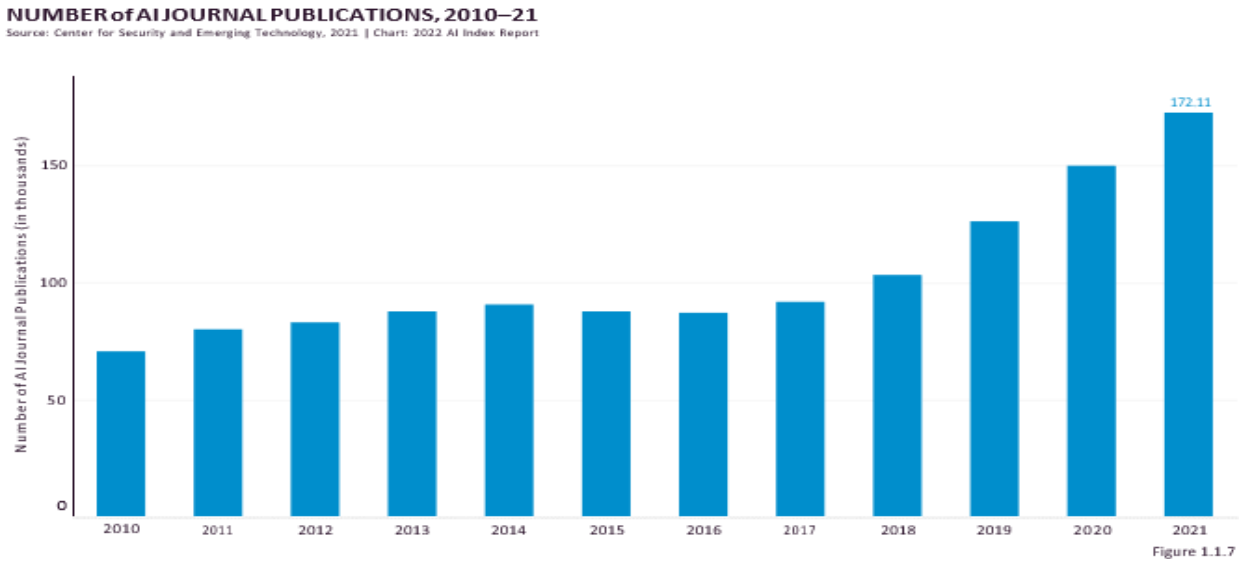

Figure 1.1.7

عام 2021، تصدرت منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ بنسبة 42.9٪، تليها أوروبا وآسيا الوسطى (22.7٪) وأمريكا الشمالية (15.6٪). كما شهدت جنوب آسيا والشرق الأوسط وشمال إفريقيا أكبر نمو حيث زاد عدد إصدارات دوريات الذكاء الاصطناعي بنحو 12 و7 مرات على التوالي خلال آخر 12 عامًا.

واحتلت قائمة إصدارات الذكاء الاصطناعي بالدوريات على مدار الـ 12 عامًا الماضية ثلاث قوى رئيسية، أولها الصين بنسبة 31.0٪ عام 2021، يليها الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة بنسبة 19.1٪ والولايات المتحدة بنسبة 13.7٪.

أما فيما يتعلق بعدد **الاقتباسات** في إصدارات الذكاء الاصطناعي بالدوريات، زاد نصيب الصين تدريجياً بينما انخفض نصيب الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة والولايات المتحدة. وشكلت المناطق الجغرافية الثلاث مجتمعة أكثر من 66٪ من إجمالي الاقتباسات في العالم.

بلغ عدد إصدارات الذكاء الاصطناعي ذروته عام 2019، وانخفض بنحو 19.4٪ عام 2021. وعلى الرغم من الانخفاض في الأرقام الإجمالية، إلا أن حصة إصدارات الذكاء الاصطناعي بالمؤتمرات من إجمالي إصدارات المؤتمرات في العالم زادت بأكثر من خمس نقاط مئوية منذ عام 2010.

وتُمثِل منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ وأوروبا وآسيا الوسطى وأمريكا الشمالية أكبر عدد من إصدارات مؤتمرات الذكاء الاصطناعي في العالم، خاصةً الحصة التي تُمثلها منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ التي استمرت في الارتفاع منذ أن اِحتلَت موقع الصدارة عام 2014، حيث بلغت 40.4٪ عام 2021، تليها أوروبا وآسيا الوسطى (23.0٪) وأمريكا الشمالية (19.0٪). وارتفعت النسب المئوية لإصدارات مؤتمرات الذكاء الاصطناعي في جنوب آسيا ارتفاعًا ملحوظًا في السنوات الـ 12 الماضية، من 4.0٪ عام 2010 إلى 10.4٪ عام 2021.

عام 2021، كان للصين الحصة الأكبر من إصدارات الذكاء الاصطناعي بالمؤتمرات في العالم بنسبة 27.6٪، وهو تَقدُم ملحوظ مقارنةً بعام 2020، بينما جاء الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة في المرتبة الثانية بنسبة 19.0٪ والولايات المتحدة في المرتبة الثالثة بنسبة 16.9٪.

فيما يتعلق بعدد **اقتباسات الذكاء الاصطناعي بالمؤتمرات**، تصدرت الولايات المتحدة المشهد بنسبة 29.5٪ عام 2021، يليها الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة (23.3٪) والصين (15.3٪).

زاد عدد **إصدارات مراكز الإيداع** 30 مرة تقريبًا في السنوات الـ 12 الماضية، وهو يُمثل الآن 15.3٪ من جميع إصدارات هذا القطاع.

وبينما احتلت الولايات المتحدة الصدارة في نسبة إصدارات الذكاء الاصطناعي بمراكز الإيداع عالمياً منذ عام 2011، فإن الصين تلحق بالركب، بينما تستمر نسبة الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة في الانخفاض (الشكل 1.1.20). في عام 2021، استحوذت الولايات المتحدة على 32.5٪ من إصدارات الذكاء الاصطناعي بمراكز الإيداع عالمياً- وهي نسبة مرتفعة مقارنة بإصدارات المجلات والمؤتمرات، يليها الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة (23.9٪) والصين (16.6٪).

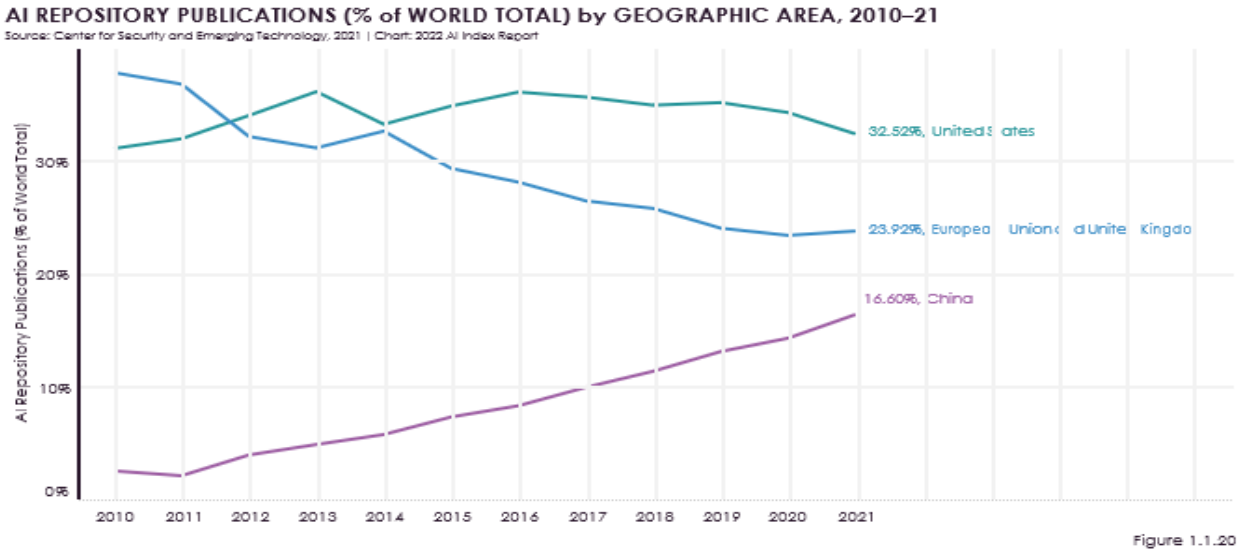

Figure 1.1.20

فيما يخص **اقتباسات إصدارات الذكاء الاصطناعي بمراكز الإيداع**، يوضح الشكل 1.1.21 أن الولايات المتحدة تتصدر القائمة بنسبة 38.6٪ من إجمالي الاقتباسات عام 2021، مما أدى إلى هيمنة الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة (20.1٪) والصين (16.4٪).

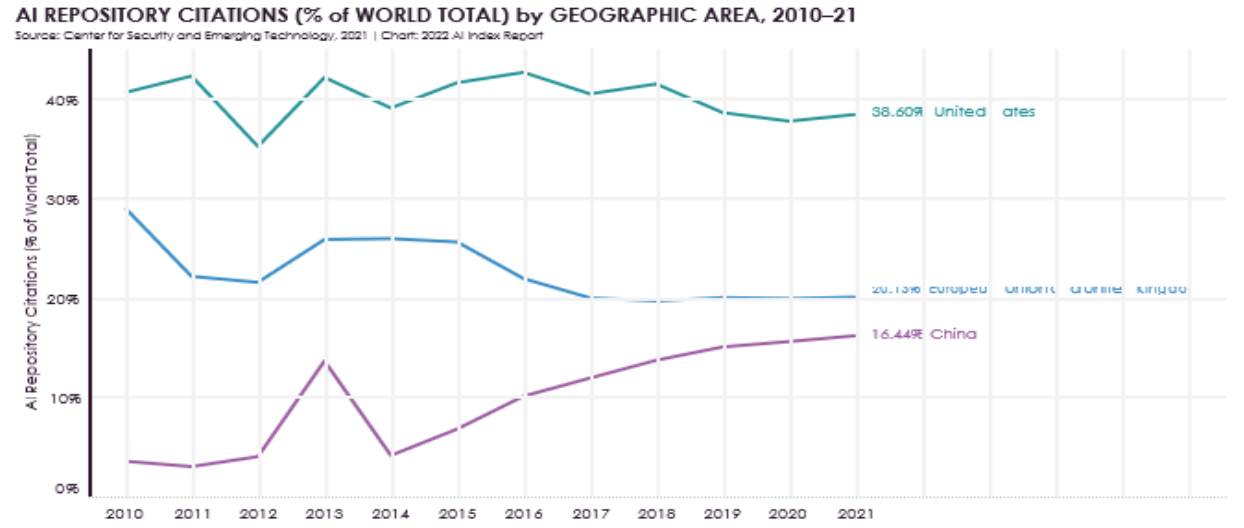

Figure 1.1.21

براءات الاختراع الخاصة بالذكاء الاصطناعي

معدل براءات الاختراع التي تم تسجيلها في العالم عام 2021 ارتفع 30 مرة عن مثيله عام 2015، وهو معدل نمو سنوي يُقدَر بنسبة 76.9%.

ومن حيث تسجيل براءات الاختراع طبقاً للمناطق الجغرافية، تتفوق الصين الآن بأكثر من نصف براءات اختراع الذكاء الاصطناعي في العالم، وقد تم منحها حوالي 6٪ من براءات اختراع الذكاء الاصطناعي، وهي نفس نسبة الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة معاً. أما براءات الاختراع في منطقة أمريكا الشمالية فيتم تسجيل جميعها تقريباً بواسطة الولايات المتحدة، وهو ثلث معدل الصين. ومن ضِمن الأعداد المُتزايدة من براءات اختراع الذكاء الاصطناعي المُطبقة والممنوحة، تتفوق الصين من حيث عدد طلبات براءات الاختراع الذي بلغ 87343 عام 2021 عن تلك الممنوحة وبلغت 1407 عام 2021.

1.2 المؤتمرات

حضور المؤتمرات

كان حضور مؤتمرات الذكاء الاصطناعي المُميزة عام 2021 مُتسقًا نسبيًا مع عام 2020، حيث سجل أكثر من 88000 مشارك حول العالم. وقد تم تقسيم 16 مؤتمرًا رئيسيًا للذكاء الاصطناعي إلى فئتين: المؤتمرات الكبيرة (أكثر من 2500 مشارك) والمؤتمرات الصغيرة (أقل من 2500 مشارك).

المرأة وتَعلُم الآلة (WIML) وورش عمل أنظمة معالجة المعلومات العصبية NEURIPS: بصفة عامة، زاد عدد المشاركات في ورش عمل تعلم الآلة بطريقة ملحوظة عام 2021 منذ بدأت عام 2006، ويُظهر الشكل 1.2.4 تقديرًا لـ 1،486 مشاركة في جميع جلسات ورش العمل، وهو عدد اللاتي حضرن بصفة فردية منصة لورشة عمل افتراضية neurips.cc. وقد تم عقد ورشة عمل WiML 2021 من خلال NeurIPS بطريقة جديدة بحيث قُسِمت على جلسات مُتعددة على مدار ثلاثة أيام. أما عام 2020، عُقِدت ورش العمل افتراضياً بسبب الوباء. وكان أكثر من نصف الحاضرات من منطقة أمريكا الشمالية بنسبة 53.4%، ثم أوروبا بنسبة 16.2%، تليها آسيا بنسبة 16.2%، وأفريقيا بنسبة 7.3%، وأخيراً أمريكا الجنوبية وأستراليا بنسبة 1% لكلاً منهما. والجدير بالذكر أن الفئة الأكثر حضوراً كانت من حاملات شهادات الدكتوراه بنسبة 50% تقريباً، و1.2% من طالبات الكليات. وكانت الباحثات والمهندسات وعالمات/مهندسات البيانات والبرمجيات من بين الوظائف المهنية الأكثر حضوراً.

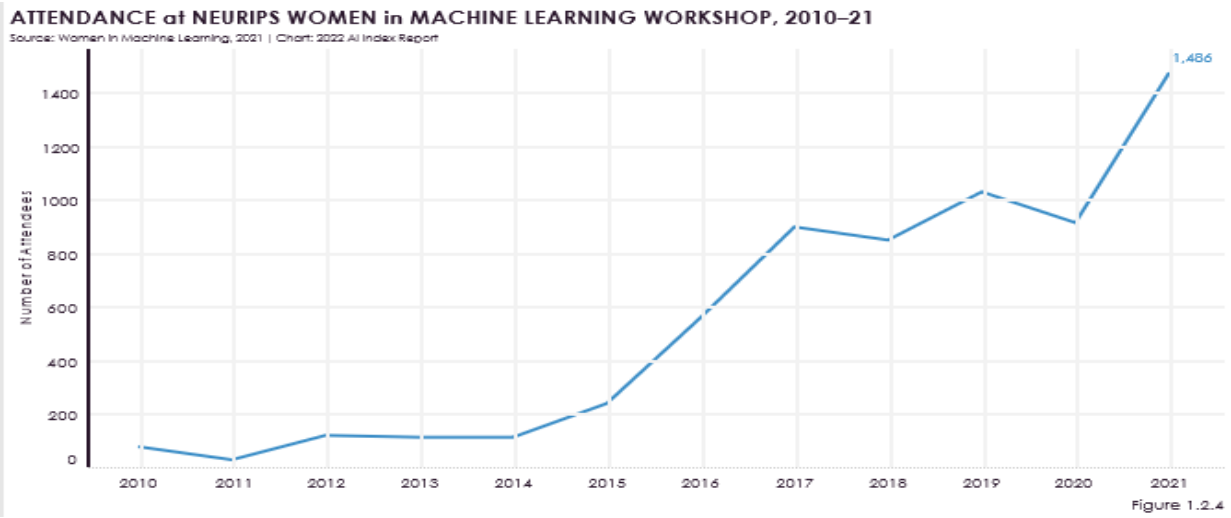

Figure 1.2.4

1.3 مكتبات برمجيات الذكاء الاصطناعي المفتوحة المصدر

مكتبات برمجيات الذكاء الاصطناعي مفتوحة المصدر **GITHUB STARS**: يعكس الشكل رقم 1.3.1 و1.3.2 عدد مستخدمي مكتبات GitHub من 2015 حتى 2021. بينما ظلت TensorFlow- وهي مكتبة برمجيات مجانية مفتوحة المصدر لتعلُم الآلة والذكاء الاصطناعي- الأكثر شهرة عام 2021، وقد تفوقت على GitHub بعدد 161000 نقطة تراكمية، وهي زيادة طفيفة عن عام 2020، وفي الوقت نفسه حققت شعبية كثاني أكثر المكتبات تميزًا بمعدل زيادة ثلاثة أضعاف عام 2021. ويوضح

الشكل 1.3.2 شعبية المكتبات الأكثر شهرة والتي تحتوي على أقل من 40.000 نقطة من GitHub - تصدرتها FaceSwap (هو برنامج مفتوح المصدر متعدد المنصات للتزييف العميق Deepfakes) بحوالي 40.000 نقطة، تليها 100-Days-Of-ML-Code وAiLearning وBVLC/caffe.

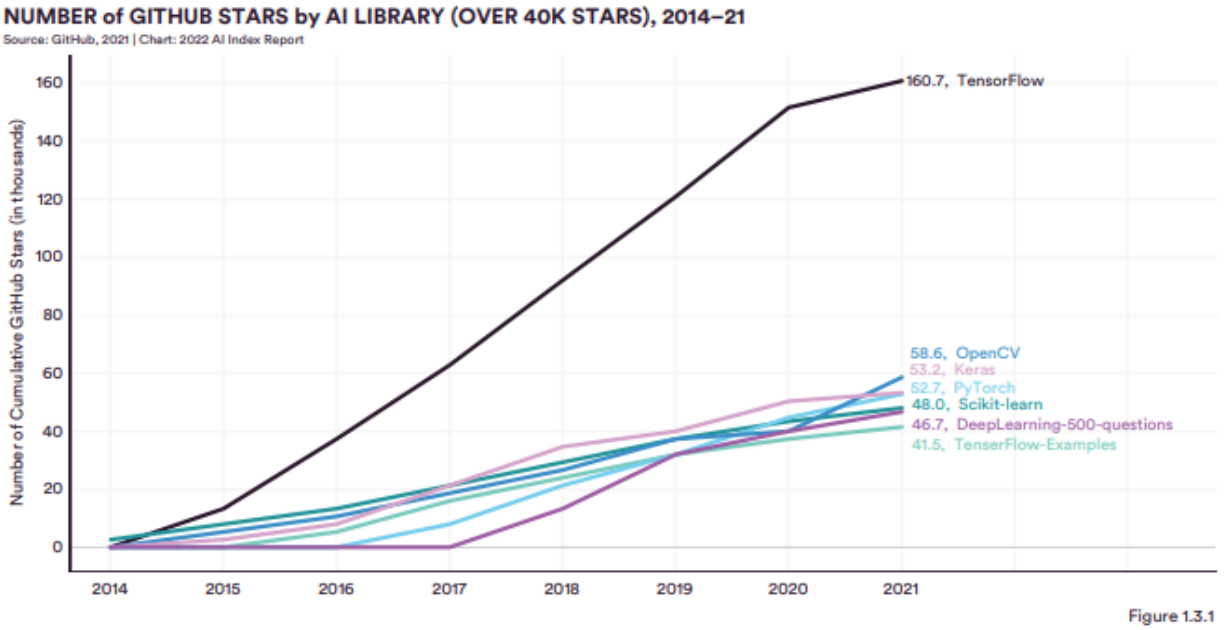

Figure 1.3.1

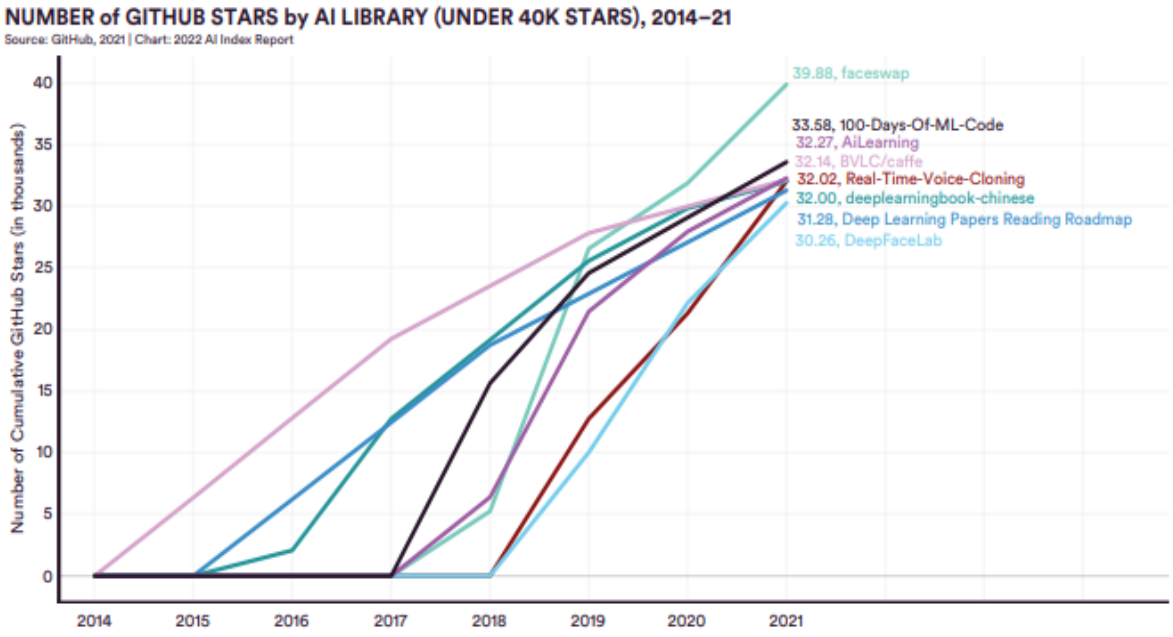

Figure 1.3.2

الفصل الثاني :الأداء الفني

يتضمن التقدم التقني في مختلف المجالات الفرعية للذكاء الاصطناعي، بما في ذلك الاتجاهات في رؤية الحاسوب واللغة والكلام والتوصيات، والتعلُم المُعزز، والأجهزة، والروبوتات. وهو يستخدم عددًا من القياسات الكمية، بدءًا من معايير الذكاء الاصطناعي المشتركة وتحديات الجوائز إلى مسح ميداني، لتسليط الضوء على تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي الأفضل أداءً.

2.1 الرؤية الحاسوبية- الصورة

في عام 2021، رأى مجتمع البحث مستوى أكبر من الاهتمام بمهام فرعية أكثر تحديدًا للرؤية الحاسوبية، وظهر ما يطلق عليه "ImageNet" وهي قاعدة بيانات تحتوي على 14 مليون صورة ضمن 20000 فئة متاحة للباحثين العاملين على مشكلة تصنيف الصورة. أما إنشاء الصور، فهي مهمة إنشاء صور لا يمكن تمييزها عن الصور الحقيقية ويتم استخدامها من قبل شركات الترفيه والألعاب الالكترونية مثل NIVIDIA وشركات الأزياء.

كما تُستخدم تقنية "التزييف العميق DeepFake" لأغراض تتراوح بين الإعلانات وإنتاج مواد إباحية والمعلومات المضللة. وقد سعى باحثو الذكاء الاصطناعي إلى مواكبة تحسين تقنيات التزييف العميق من خلال صياغة خوارزميات أقوى للكشف عن التزييف العميق في السنوات الماضية.

أما "تقدير الوضع البشري- Human pose estimation" فيُستخدم لتسهيل التعرف على الحركة في مجالات مثل التحليلات الرياضية ومراقبة الحشود وتطوير CGI وتصميم البيئة الافتراضية والنقل.

ويُشير ما يُطلق عليه بتجزئة الصور الطبية إلى قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على تقسيم الأشياء ذات الأهمية، مثل الأعضاء أو الآفات أو الأورام، وهو أمر حيوي لتبسيط التشخيصات الطبية، مما يمنح الأطباء وقتًا أطول للعلاج وأقل للتشخيص.

التَعرُف على الوجه: تتمتع بعض خوارزميات التعرُف على الوجه حاليًا بمعدل نجاح يقارب 100٪، وهذه التقنية يمكن استخدامها في النقل لتسهيل السفر عبر الحدود، وفي منع الاحتيال لحماية المستندات السرية، وفي المراقبة عبر الإنترنت لفحص السلوكيات غير المشروعة.

2.2 الرؤية الحاسوبية- المقاطع المُصوَرة

وتشمل التعرف على حركات الإنسان البسيطة والمُعقدة داخل المقاطع المُصورة باستخدام إصدارت مختلفة من تقنية Kinetics (Kinetics-400, Kinetics-600, Kinetics-700). بالإضافة الى تقنية ActivityNet (TALT) وهي مهمة توطين الحركة زمنياً التي سجلت اعتبارًا من عام 2021، النموذج الأفضل أداءً والتي طورته شركات HUST-Alibaba بنسبة 44.7٪، وهو تحسن بنسبة 26.9 نقطة مئوية عن أعلى الدرجات التي تم نشرها عام 2016.

ومن ناحية أخرى اشتملت تقنية "التعرف على الأشياء" على طرق تتكون من مرحلة واحدة تُعطي الأولوية للسرعة، مثل SSD و RetinaNet و YOLO، وطرق من مرحلتين تعطي الأولوية للدقة، مثل Mask R-CNN و Faster R-CNN و Cascade R-CNN.

وأخيراً، تقنية VCR التي تتطلب من أنظمة الذكاء الاصطناعي الإجابة عن الأسئلة الصعبة حول السيناريوهات المعروضة من الصور، وتقديم الأسباب الكامنة وراء إجاباتهم، وتحتوي مجموعة البيانات على 290.000 زوج من أسئلة وإجابات متعددة الخيارات، والأسباب المنطقية من 110.000 سيناريو لصور مأخوذة من أفلام.

2.3 اللغة

لم يُتقِن الذكاء الاصطناعي المهام اللغوية المعقدة حتى الآن: ويتجاوز بالفعل مستويات الأداء البشري في معايير فهم القراءة الأساسية مثل SuperGLUE وSQuAD بنسبة 1٪ إلى 5٪. على الرغم من أن أنظمته لا تزال غير قادرة على تحقيق الأداء البشري في المهام اللغوية الأكثر تعقيدًا مثل الاستدلال اللغوي الطبيعي التبادلي (aNLI)، فإن الاختلاف يضيق.

و"مهمة SemEval 2014 المهمة 4 الفرعية 2": هي معيار لتحليل المشاعر التي تتطلب من الآلات المشاركة في تحليل المشاعر، وتختبر هذه المهمة المحددة ما إذا كان بإمكان أنظمة الذكاء الاصطناعي تحديد المشاعر المرتبطة بجوانب معينة من النص، بدلاً من الشعور بجمل أو فقرات كاملة. وهذه التقنية تقدمت بصورة ملحوظة خلال السنوات السبع الماضية، وبالتحديد اعتبارًا من العام الماضي، حيث تستطيع الأنظمة عالية الأداء تقدير المشاعر بشكل صحيح بواقع 9 من أصل 10 مرات، بينما في عام 2016، قدمت 7 تقديرات صحيحة فقط من أصل 10. أما عام 2021، وصلت النسبة ٪88.6، حققها فريق من الباحثين الصينيين من جامعة جنوب الصين للمعلمين وشركة Linklogis المحدودة.

وفي مجال الترجمة ا لآلية، انعكس الاهتمام المتزايد بها بظهور خدمات الترجمة الآلية التجارية مثل Google Translate. منذ عام 2017، حدثت زيادة تقارب خمسة أضعاف في عدد المترجمين الآليين التجاريين في السوق، وفقًا لـ Intento. كما شهد عام 2021 أيضًا تقديم ثلاث خدمات ترجمة آلية مفتوحة المصدر (M2M-100 و mBART و OPUS).

2.4 التعرُف على الكلام المنطوق وتحويله لنص مكتوب

من خلال تقنيات مثل LibriSpeech وهي قاعدة بيانات نسخ الكلام تحتوي على حوالي 1000 ساعة من خطاب باللغة الإنجليزية سعته 16 كيلوهرتز مأخوذ من مجموعة من الكتب الصوتية، تطلُب من نُظم الذكاء الاصطناعي نسخ الكلام إلى نص ثم قياسه بناءً على معدل أخطاء الكلمات، أو النسبة المئوية للكلمات التي تفشل النظم في نسخها بشكل صحيح.

أما VoxCeleb، فهي مهمة مطابقة مُفردات بعينها مع شخصٍ ما. وقد تحسن أداءها منذ عام 2017، حيث كانت معدلات الخطأ تبلغ 7.8٪ لتصل الآن الى 1.0٪.

2.5 التفضيلات/ الترشيحات

منها التفضيلات أو المُقترحات التجارية، وتتضمن تقنية لمجموعة بيانات MovieLens 20M تحتوي على حوالي 20 مليون تصنيف لـ 2700 فيلم لعدد 138000 مُستخدِم. التصنيفات مأخوذة من MovieLens (منصة لترشيح أفلام)، ويتم تحدي أنظمة الذكاء الاصطناعي لمعرفة ما إذا كان بإمكانها التنبؤ بتفضيلات المستخدم من الأفلام بناءً على تقييماته المُرسلة مسبقًا. مثال آخر هو تقنية التنبؤ بنسب النقر للحصول على نتيجة أثناء البحث Criteo-Click-Through Rate Prediction ، وهي تعتمد على احتمالية النقر على مادةٍ ما على موقع ويب مثل الإعلانات التجارية مثلاً، وقد حقق أفضل نموذج في العام الماضي (MaskNet) التابع لشركة (Sina Weibo Corp) أداءً أعلى بنسبة 1.8٪ على Criteo مقارنة بالنموذج الأعلى لعام 2016. وقد يبدو التحسن بنسبة 1.8٪ ضئيلًا من حيث القيمة المُطلقة، ولكنه قد يكون ذا جدوى كبيرة تجارياً.

2.6 التَعلُم المُعزَز

على مدار العقد الماضي، تمكنت أنظمة الذكاء الاصطناعي من إتقان مهام التَعلُم المُعزَز الضيقة التي يُطلب منها زيادة الأداء إلى أقصى درجة في مهارة معينة، مثل الشطرنج. ويتجاوز الآن محرك برمجيات الشطرنج أعلى نتيجة ELO لماغنوس كارلسن بنسبة 24٪. ومع ذلك، في العامين الماضيين، تحسنت أنظمة الذكاء الاصطناعي أيضًا بنسبة 129٪ في مهام التعلم المعزز الأكثر عمومية (Procgen) التي يمكنها تعلم التفكير على نطاق أوسع.

2.7 الأجهزة الحاسوبية

أداء تَعلُم الآلة- MLPerf من حيث وقت التدريب

MLPerf هي مسابقة تدريب على الذكاء الاصطناعي تديرها مؤسسة ML Commons. في هذا التحدي، يقوم المشاركون بتدريب الأنظمة لتنفيذ مهام الذكاء الاصطناعي المختلفة، مثل تصنيف الصور وتجزئتها، ومعالجة اللغة الطبيعية، وما إلى ذلك، باستخدام هياكل مشتركة. وقد ظهر منذ عام 2018 اتجاهان رئيسيان: الأول هو انخفاض أوقات التدريب بشكل كبير لكل فئة فعلياً من فئات مهارات الذكاء الاصطناعي، بينما انخفضت قوة أجهزة الذكاء الاصطناعي إلى حد كبير. عام 2021، كَلَف تدريب نظام تصنيف الصور عالي الأداء ImageNet مبلغ 4.6 دولارات فقط، مقارنةً بمبلغ 1112.6 دولارًا قيمة تكلفة تدريب نظام مشابه الأداء عام 2017، أي أنه خلال أربع سنوات، انخفضت تكاليف التدريب على تصنيف الصور بمعدل 223.

كما أنه تم تحسين وقت التدريب على المهام بواسطة أنظمة أجهزة أساسية أقوى. وقد تم استخدام أكبر عدد من المُسرِعات Accelerators – وهي شرائح تستخدم للتعلم الآلي في الدورات التدريبية، مثل وحدة معالجة الرسومات (GPU) أو TPU - وزاد متوسط عدد المُسرِعات المستخدمة من قبل النُظم القوية بمقدار 7 مرات تقريبًا، بينما زاد متوسط عدد المُسرِعات المُستخدمة من قِبل إجمالي العاملين بهذه التقنية 3.5 مرات.

2.8 الروبوتات

أظهر استطلاع لمؤشر الذكاء الاصطناعي أن متوسط سعر الأذرع الآلية قد انخفض بنسبة 46.2٪ في السنوات الخمس الماضية - من 42000 دولار لكل ذراع في عام 2017 إلى 22600 دولار في عام 2021. وقد أصبح الوصول إلى أبحاث الروبوتات أكثر سهولة وبأسعار معقولة.

الفصل الثالث: أخلاقيات الذكاء الاصطناعي الفنية

في السنوات الأخيرة، بدأت أنظمة الذكاء الاصطناعي في الانتشار عالمياً، بينما يقوم الباحثون والعاملون بحساب أضرارها في العالم الحقيقي مثل الأنظمة التجارية التي تُميز بين الوجوه على أساس العِرق، وأنظمة فحص السيرة الذاتية التي تقوم بتميز النوع سواءً ذكر أو أنثى، وأدوات AI للصحة السريرية التي تعمل على أسس اجتماعية-اقتصادية وعِرقية. وقد تم خلق هذه النماذج لتعكس وتُضخِم التحيُزات الاجتماعية البشرية، وتقوم بالتمييز بناءً على خصائص وسِمات مشمولة بالحماية، وتُوَلِد معلومات خاطئة عن العالم، مما أدى إلى زيادة اهتمام المجتمع الأكاديمي بدراسة أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، والإنصاف والتحيز، ودفعت العاملين في المجال إلى توجيه الموارد لمعالجة هذه المشكلات، كما جذبت انتباه وسائل الإعلام والحكومات والأشخاص الذين يستخدمون ويتأثرون بهذه الأنظمة. لذا يسلط مؤشر الذكاء الاصطناعي 2022 الضوء على المقاييس التي اعتمدها المجتمع للقضاء على التحيز ولتعزيز العدالة.

3.1 مقاييس التحليل التجميعي الإحصائي للإنصاف والتحيُز

عادةً ما يتم تأطير تحيز الخوارزميات للأضرار سواءً بالتخصيص أو الدعم، ويحدُث التخصيص عندما يرصُد نظام غير عادل فرصة ما أو موارد لمجموعة بعينها، بينما يتمثل الدعم في استمرار صورة نمطية أو قوى مُحرِكة بطريقة تُعزز تبعية المجموعة لها. ومن ثمَ تكون الخوارزميات عادلة عندما تُقدم توقعات لا تقوم بالتفضيل أو التمييز بين الأفراد أو المجموعات استنادا الى خصائص حماية لا يمكن استخدامها في صنع القرار لأسباب قانونية، أو أخلاقية مثل العرق، أو الجنس، أو الدين.

مقياس قواعد البيانات: يحتوي على بيانات مُصنَفة، يختبر بها الباحثون مدى جودة تصنيف نظام الذكاء الاصطناعي الخاص بهم، وهي مقاييس لا تتغير بمرور الوقت، ومُخصصة لمجالات بعينها مثل SuperGLUE وStereoSet لنماذج اللغة، وImageNet للرؤية الحاسوبية، وغالبًا ما تهدف إلى قياس السلوك الجوهري للنموذج، على عكس أداءها الضعيف فيما يخص فئات محددة مثل StereoSet الذي يقيس مدى تحديد النموذج للصور النمطية مقارنة بغير النمطية، ولكنه لا يقيس فجوات الأداء بين المجموعات الفرعية المختلفة.

المقاييس التشْخِيصية: وهي أدوات لقياس تأثير أو أداء نموذج ما على مُهمة بعينها مثل مجموعة فرعية من السكان أو فرد مقارنةً بأفراد مُشابهين أو مجتمع بأكمله. هذه المقاييس تساعد الباحثين على فهم كيفية أداء النظام عند نشره في العالم الحقيقي، وما إذا كان له تأثير متباين على مجموعات سكانية معينة. وتُعتبر المعايير القياسية مؤشرات مفيدة للتقدم في المجال ككل، ويمكن تقييم تأثيرها من خلال تطبيقها على مجموعات مشتركة مثل عدد عمليات الإرسال في قوائم الصدارة، أو عدد الأوراق البحثية التي تُشير إلى ذات المقاييس. كما أنها غالبًا ما تُتيح تقدُمًا سريعًا في الخوارزمية حيث تتنافس مختبرات الأبحاث على قياس قوائم الصدارة، إلا أنه يمكن التلاعب ببعضها بسهولة، وقد تستند إلى تصنيفات غير صحيحة أو فئات غير محددة بدقة. وتُمَكن المقاييس التشخيصية الباحثين والعاملين في المجال من فهم تأثير الأنظمة على تطبيقات أو مجموعات بعينها والعيوب المُحتملة كأن يكون مثلاً أداء نموذجاً ما ضعيفاً بشكلٍ غير متناسب مع مجموعة ذات خصائص مُحددة. غير أنها مفيدة على مستوى النموذج الفردي أكثر من الميداني، لأنها تشير إلى كيفية أداء نظام ذكاء اصطناعي معين على مجموعة فرعية أو فرد معين، مما يبرز تأثيره في العالم الحقيقي.

3.2 مقاييس التحيُز لمعالجة اللغات الطبيعية

سُمِيَة المحتوى: مواجهة السُمية الواقعية (**REALTOXICITYPROMPTS**[1]) وواجهة برمجة التطبيقات (**API**)

يتطلب قياس السُمية في النماذج اللغوية تصنيف للمحتوى السام وغير السام. يتم تعريف السُمية على أنها تعليق فظ أو غير محترم أو غير مقبول قد يدفع شخصًا ما إلى ترك المحادثة. أما واجهة برمجة التطبيقات API فهي أداة طورتها شركة Jigsaw، إحدى شركات Google، تم تصميمها لمساعدة المنصات على تحديد المُحتوى السام في المحادثات عبر الإنترنت.، وفي هذا القياس يُدخِل المُطَوِرون نصًا في API، ليعرِض احتمالات تصنيف النص في إحدى الفئات التالية: السُمية، السُمية الشديدة، والهجوم بسبب الهوية، والإهانة، والفاحشة، والجنس الصريح، والتهديد. منذ إصدار API عام 2017، اعتمده مجتمع أبحاث البرمجة اللغوية العصبية بسرعة لقياس السُمية في اللغة الطبيعية، وقد تضاعف عدد الأوراق التي تَستخدم API من 8 إلى 19 بين عامي 2020 و2021.

يتكون RealToxicityPrompts من مُقتطفات من اللغة الإنجليزية الطبيعية ويُستخدَم لقياس عدد المرات التي يطرأ فيها مُحتوى سام في سياق النموذج اللغوي. وتُقاس بمقياسين:

- السُمية القُصوى: متوسط درجة السُمية القُصوى خلال عدد معين من العمليات.
- احتمالية السُمية

مدى التأثير السلبي لنماذج إزالة المُحتوى السام على الأداء

تحيُز الصورة النمطية STEREOSET: هو معيار قياس تحيز الصورة النمطية من خلال محاور الجنس والعرق والدين والمهنة، إلى جانب القدرة على نمذجة اللغة الخام. والصورة النمطية هي اعتقاد مُفرِط التعميم ينتشر على نطاق واسع حول مجموعة ما. والقوالب النمطية المضادة هي تعميم حول مجموعة تتعارض مع الصور النمطية المقبولة على نطاق واسع.

[1] هي قاعدة بيانات من 100ألف كلمة مُتداولة على مستوى الجملة، مُشتقَة من مجموعة كبيرة من نصوص الويب باللغة الإنجليزية ومُقترنة بدرجات سُمِية ضمن قائمة واسعة الاستخدام للسُمِية.

أزواج الصور النمطية الجماعية CROWS-PAIRS: هو معيار آخر لقياس تحيز الصورة النمطية. بينما يقارن StereoSet السِمات المتعلقة بمجموعة واحدة، تُقارن CrowS-Pairs العِلاقات بين المجموعات المُهمَشة تاريخيًا والمجموعات المُميزة، مثل المكسيكيون والأشخاص ذوو البشرة البيضاء.

WINOGENDER و WINOBIAS: هما نموذجان لقياس التحيز طبقاً للنوع (ذكر/ أنثى) في مهنةٍ ما. وتُقَيَم النُظم طبقاً لقدرتها على ملء النوع المناسب في جملة تحتوي على مهنة مثل "المراهق ائتمن المُعالج/ المُعالجة على سِره لأنه/ لأنها جديراً/ جديرةً بالثقة". وقد تم إنشاء الأمثلة عن طريق الحصول على البيانات من مكتب إحصاءات العمل الأمريكي لتحديد النوع الغالب في كل مهنة: على سبيل المثال، مهنة موظف الخزينة يشغلها 73٪ من الإناث، بينما 6٪ فقط من السائقين إناث.

التحيز طبقاً للنوع البشري (ذكر/ أنثي) في الترجمة الآلية WinoMT: مِعيار يقوم بتقييم النماذج من خلال مُقارنة الجُمَل المُترجمة من الإنجليزية إلى لغة أخرى واستخراج النوع من النص المُترجم ومقارنته بالنص الأصلي. ويتم تسجيل النُظم على أساس النسبة المئوية للترجمات ذات النوع الصحيح، والفرق في درجة F1 بين الأمثلة المحتوية على مذكر ومؤنث، والاختلاف في درجة F1 بين الأمثلة ذات الأدوار النمطية للجنسين وأدوار الجنسين المضادة للقوالب النمطية. وقد ثبت أن ترجمة Google تعمل بشكل أفضل عبر جميع اللغات التي تم اختبارها (العربية والإنجليزية والفرنسية والألمانية والعبرية والإيطالية والروسية والأوكرانية) عند ترجمة أمثلة تحتوي على وظائف تتوافق مع التحيزات المجتمعية حول أدوار الجنسين. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه النُظم تُترجِم الجُمَل طبقا للنوع الصحيح بنسبة 60٪ فقط. وقد ثبت أن نُظم الترجمة الآلية التجارية الرئيسية الأخرى (Microsoft Translator وAmazon Translate وSYSTRAN) تعمل بشكل مشابه.

تضمين الكلمات Word Embeddings: هو أسلوب في البرمجة اللغوية العصبية يسمح للكلمات ذات المعاني المتشابهة بأن يكون لها تمثيلات متشابهة. والتضمين الثابت للكلمات هو تخصيص ثابت لا يتغير مع السياق. على سبيل المثال، أن يكون للكلمات متعددة المعاني نفس التضمين بغض النظر عن الجملة التي تظهر فيها، مثل GloVe وPPMI وFastText وCBoW وDict2vec. على النقيض من ذلك، فإن عمليات تضمين الكلمات السياقية هي تخصيصات ديناميكية للكلمات التي تتغير بناءً على السياق المُصاحب للكلمة. مثل كلمة "بنك bank" التي قد تستخدم في مصطلحات للإشارة الى "ضفة النهر riverbank" أو "صراف البنكbank teller".

3.3 اتجاهات أخلاقيات الذكاء الاصطناعي في مؤتمرات FACCT وNeurIPS

مؤتمر ACM بشأن النزاهة والمُساءلة والشفافية (FACCT): هو مؤتمر مُتعدد التخصُصات ينشر أبحاثًا في العدالة الخوارزمية والمُساءَلة والشفافية. وتُقدم مؤتمرات الذكاء الاصطناعي العديد من ورش العمل المُخصصة لموضوعات مُماثلة، إلا أن FAccT كان أحد المؤتمرات الرئيسية الأولى التي تم إنشاؤها للباحثين والمُمارسين وصُناع السياسات المُهتمين بالتحليل الاجتماعي التقني للخوارزميات.

ورش عمل NeurIPS: هي أحد أكبر مؤتمرات الذكاء الاصطناعي، وأولى ورش العمل حول الإنصاف والمُساءلة والشفافية عام 2014. يوضح الشكل 3.3.3 عدد الأوراق البحثية في ورش العمل المتعلقة بالأخلاقيات في NeurIPS في السنوات الست الماضية حسب موضوع البحث، مما يشير إلى زيادة الاهتمام بتطبيق الذكاء الاصطناعي على الحالات ذات المخاطر والتأثير المرتفع مثل المناخ والتمويل والرعاية الصحية.

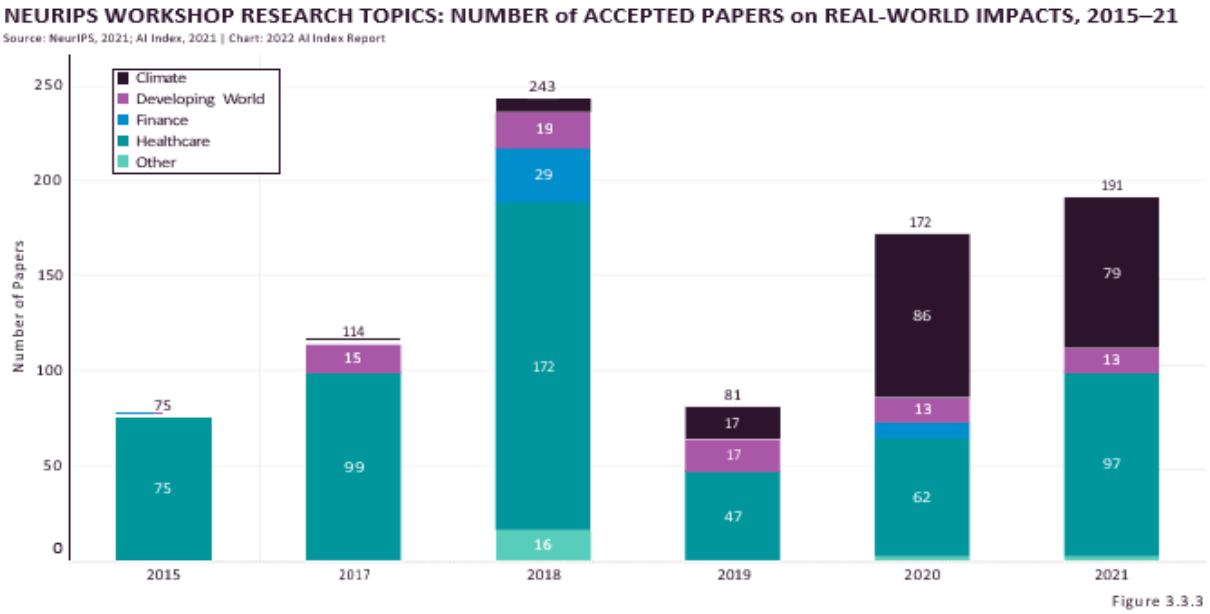

Figure 3.3.3

التفسير والشرح والاستِدلال السبَبي

تم إنشاء العديد من ورش العمل في NeurIPS حول القابلية للتفسير وإمكانية الشرح، بما في ذلك نُظم الذكاء الاصطناعي الآمنة جداً والتي تؤثر على القرارات البشرية، وكذلك قابلية التفسير والسببَية للوصول الى الإنصاف فيما يتعلق بالخوارزميات، وضرورة تفسير حالات الاستخدام عالية المخاطر. يُركِز عمل التفسير وقابلية الشرح على تصميم أنظمة قابلة للتفسير بطبيعتها وتوفر تفسيرات لسلوك نظام الصندوق الأسود، بينما تهدف دراسة الاستدلال السببي إلى فهم السبب والنتيجة من خلال الكشف عن الارتباطات بين المُتغيرات التي تعتمد على بعضها البعض، والسؤال عما كان سيحدُث لو تم اتخاذ قرار مختلف، أي الأسباب والنتائج.

الخُصوصية وجمع البيانات

منذ عام 2018، تم تخصيص العديد من ورش العمل للخصوصية في التعلم الآلي، والتي تُغطي موضوعات مثل الخصوصية في التعلم الآلي ضمن مجالات محددة (مثل الخدمات المالية)، والتعلُم الموَحَد للتدريب على النموذج اللامركزي، والخصوصية التفاضُلية لضمان عدم تَسرُب بيانات التعريف الشخصية.

الإنصاف والتحيز

عام 2020، بدأت NeurIPS تطلُب من المؤلفين تقديم معلومات أوسع نطاقاً تتناول العواقب الأخلاقية والاجتماعية المُحتملة لعملهم، وهي خطوة تُشير إلى أن المجتمع يُعطي أولوية لأخلاقيات الذكاء الاصطناعي أثناء عملية البحث. أحد مقاييس الاهتمام بالعدالة والتحيز في NeurIPS بمرور الوقت هو عدد الأوراق المقبولة في المسار الرئيسي للمؤتمر والتي تشير إلى الإنصاف أو التحيز في العنوان، جنبًا إلى جنب مع الأوراق التي تم قُبولها في ورشة عمل متعلقة بالإنصاف.

3.4 الحقائق والمِصداقية

التحقُق من الوقائع باستخدام الذكاء الاصطناعي: نشرت منصات التواصل الاجتماعي في السنوات الأخيرة أنظمة ذكاء اصطناعي للمساعدة في إدارة انتشار المعلومات المُضلِلة عبر الإنترنت، مما قد يُساعد مُدققي الحقائق من مُراجعتها من خلال تحديد الادِعاءات الكاذبة المُحتملة، أو إبراز الادِعاءات المُماثلة التي تم التحقق منها مُسبقًا، أو إبراز الأدلة التي تُدعِم الادِعاء. ويُعَد فحص الحقائق الآلي مجالًا نشطًا للبحث: في عام 2017، شجع "تحدي الأخبار المُزيفة Fake News Challenge" الباحثين

على بناء أنظمة ذكاء اصطناعي لاكتشاف الزيَّف، وفي عام 2019، استثمرت شركة كندية عاملة في رؤوس الأموال المجازفة مليون دولار في مسابقة آلية للتحقق من صحة الأخبار المُزيَفة. كما طوَر مجتمع البحث العديد من المعايير لتقييم أنظمة التحقُق التلقائي، حيث يتم التحقُق من صِحة ادعاء ما، مثل مشكلة تصنيف أو تسجيل نقاط.

قياس دقة التحقق من صحة المعلومات باستخدام مقياس FEVER

FEVER- Fact Extraction and VERification أو "استخراج الحقائق والتحقق منها": وهو معيار لقياس دقة الأنظمة للتأكد من الحقائق، حيث تَتطلَب المُهِمة نُظُم للتحقق من صحة الادعاء مع الأدلة الداعِمة المُستخرجة من ويكيبيديا الإنجليزية.

TruthfulQA عبارة عن معيار مُصمَم لتقييم مصداقية النماذج اللغوية عند الإجابة على أسئلة مُستمدة من مجالات مثل الصحة والقانون والتمويل والسياسة. تم تصميم الأسئلة بحيث يكون الإنسان عُرضة للإجابة عنها بشكل غير صحيح بسبب المفاهيم الخاطئة الشائعة. وقد تمت صياغتها للوصول الى نتائج مفتوحة، حيث يتم تقييم النُظُم بناءً على مصداقية إجاباتها ووفرة المعلومات (على سبيل المثال، قد تكون الإجابة بـ "لا أعرف" صادقة لكنها ليست مفيدة). تُستخدم مجموعة من المقاييس المقتبسة من الترجمة الآلية (BLEURT وROUGE وBLEU) لمقارنة نموذج الإجابة مقابل الإجابات المرجعية. وفي هذا الإعداد، يتم تعلُم نموذج صغير يُسمى GPT-Judge للتنبؤ بالتقييمات البشرية للمصداقية والمعلوماتية لإجابة معينة، أو أن يتم صياغة المهمة بطريقة متعددة الخيارات حيث يتم تقييم النماذج على دقتها في اختيار الإجابة الصحيحة.

الفصل الرابع :الاقتصاد والتعليم

يُثير الاستخدام المتزايد للذكاء الاصطناعي (AI) في الحياة اليومية عبر الصناعات وحول العالم العديد من الأسئلة حول كيفية قيامه بتشكيل الاقتصاد والتعليم والعكس. إن الذكاء الاصطناعي يوفر العديد من فرص الإنتاجية وكفاءة سلاسل الإمداد وتجارب المستهلكين المُصممة حسب الطلب ومجالات أخرى. ومع ذلك، تُثير التكنولوجيا عددًا من المخاوف مثل: كيف تتكيف الشركات مع توظيف مواهب الذكاء الاصطناعي والاحتفاظ بها؟ كيف يواكب نظام التعليم الطَلَب على عِمالة الذكاء الاصطناعي والحاجة إلى فهم تأثيره على المجتمع؟ وقد تم استخدام بيانات من Emsi Burning Glass وNetBase Quid وLinkedIn للوقوف على اتجاهات الذكاء الاصطناعي في الاقتصاد العالمي وكذلك بيانات تقرير Taulbee السنوي لجمعية أبحاث الحوسبة لتحليل اتجاهات خريجي الدكتوراه في الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسوب. كما نبحث تأثير الذكاء الاصطناعي على الوظائف، واعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي بين الصناعات.

4.1 الوظائف

التوظيف في مجال الذكاء الاصطناعي: تعتمد بياناته على قوائم المهارات والوظائف في منصة LinkedIn، ويركز بشكل خاص على الدول أو المناطق التي تغطي فيها المنصة ما لا يقل عن 40٪ من القوى العاملة، وحيث يوجد ما لا يقل عن 10 تعيينات تمت في مجال الذكاء الاصطناعي شهرياً. وقد تم إدراج الصين والهند نظرًا لأهميتهما العالمية، على الرغم من عدم استيفاءهم نسبة التغطية البالغة 40٪، مع الأخذ في الاعتبار أنهما قد لا يعكسا صورة كاملة مثل باقي الدول، وبالتالي يتم تحليل وضعهما وفقًا لذلك. يوضح الشكل 4.1.1 المناطق الجغرافية الخمس عشرة التي تتمتع بأعلى مؤشر توظيف نسبيًا في مجال الذكاء الاصطناعي لعام 2021. ويتم حساب معدل التوظيف في الذكاء الاصطناعي كنسبة مئوية للمشتركين في LinkedIn الذين لديهم مهارات ذكاء اصطناعي في ملفهم الشخصي أو الذين يعملون في مِهن مُرتبطة بالذكاء الاصطناعي وأضافوا لقوائمهم

صاحب عمل جديد في نفس الفترة التي تم فيها نشر الوظيفة، مقسومًا على العدد الإجمالي لأعضاء LinkedIn في نفس المنطقة، ثم يتم إدراج هذا المُعدل إلى مؤشر متوسط الشهر لعام 2016؛ على سبيل المثال، مؤشر 1.05 نقطة لشهر ديسمبر 2021 يشير إلى معدل توظيف أعلى بنسبة 5٪ عن متوسط الشهر في 2016. وتُجري LinkedIn مُقارنات شهرية لرصد أي تأخيرات في تحديث الأعضاء لملفاتهم الشخصية، علماً بأن مؤشر السنة يكون أرقام شهر ديسمبر لنفس السنة. ويوضح المؤشر النسبي للتوظيف في مجال الذكاء الاصطناعي ما إذا كان توظيف المهارات فيه ينمو بوتيرة أسرع من أو يساوي أو أبطأ من التوظيف العام في دولة أو منطقة معينة. علماً بأن "نيوزيلندا" تتمتع بأعلى معدل نمو في التوظيف في مجال الذكاء الاصطناعي، وهو أكبر بمقدار 2.42 مرة في 2021 مقارنة بعام 2016، تليها "هونغ كونغ" (1.56)، و"أيرلندا" (1.28)، و"لوكسمبورغ" (1.26)، و"السويد" (1.24). علاوة على أن العديد من الدول أو المناطق شهدت انخفاضًا في نمو التوظيف في الذكاء الاصطناعي من 2020 إلى 2021، مما يشير إلى أن وتيرة التغيير في مُعدَل التوظيف بالذكاء الاصطناعي، مقابل مُعدَل التوظيف الإجمالي، قد انخفضت خلال العام الماضي، باستثناء "ألمانيا" و"السويد".

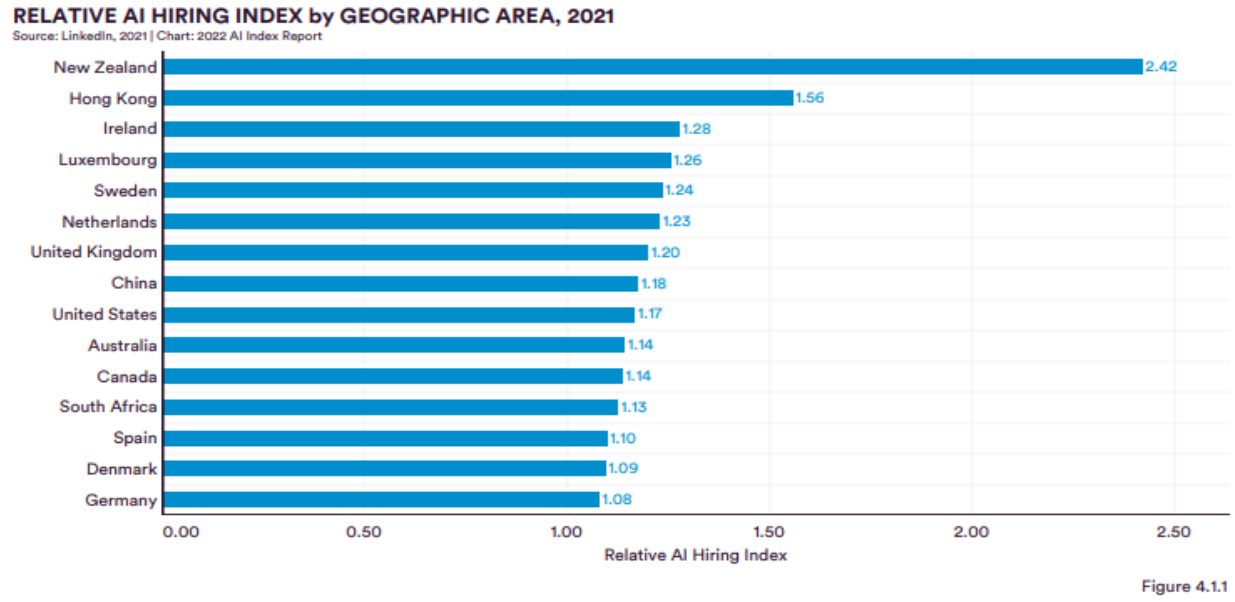

Figure 4.1.1

طلبات العمل في مجال الذكاء الاصطناعي

لتحليل الطلب على مهارات العمل في مجال الذكاء الاصطناعي، استخرجت شركة Emsi Burning Glass، والتي تعمل على تحليل ودراسة سوق العمل، ملايين الوظائف الشاغرة التي تم جمعها من أكثر من 45000 موقع اليكتروني منذ عام 2010، وأبرزت القوائم التي تتطلب مهارات الذكاء الاصطناعي. يوضح الشكل 4.1.3 الخاص بطلبات العمل العالمية في الذكاء الاصطناعي، أن النسبة المئوية لإعلانات الوظائف بالذكاء الاصطناعي من بين جميع الوظائف الشاغرة في 2021 كانت الأعلى في سنغافورة (2.33٪ من إجمالي قوائم الوظائف)، تليها الولايات المتحدة (0.90٪)، وكندا (0.78٪) والمملكة المتحدة (0.74٪). وجديرٌ بالذكر أن إعلانات الوظائف الشاغرة في الولايات المتحدة وكندا وأستراليا ونيوزيلندا قد زادت من 2020 إلى 2021، بينما انخفضت في سنغافورة والمملكة المتحدة.

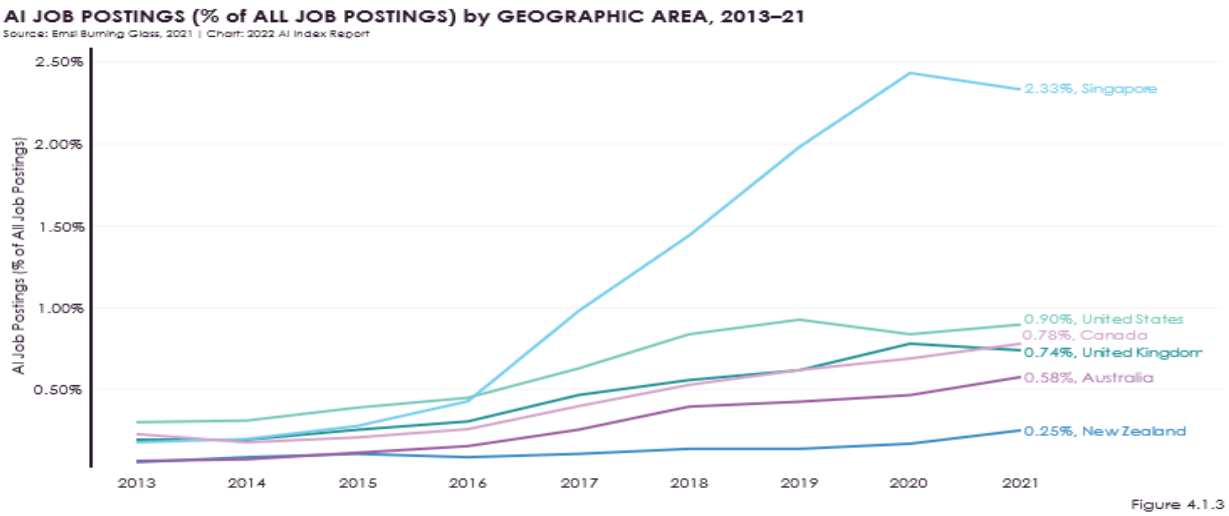

Figure 4.1.3

اختراق مهارات الذكاء الاصطناعي

يُظهر مُعدَل انتشار مهارات الذكاء الاصطناعي اتساع نطاق مهارات الذكاء الاصطناعي عبر المِهَن، أو مدى كثافة استخدام أعضاء LinkedIn لمهارات الذكاء الاصطناعي في وظائفهم. ويتم قياسها عن طريق احتساب عدد تكرارات المهارات المُضافة الذاتية لمستخدمي LinkedIn في منطقة معينة من 2015 إلى 2021، ثم إعادة تقييم هذه الأرقام باستخدام نموذج إحصائي للحصول على أفضل 50 مهارة تُمثِل تلك المهنة.

مقارنة عالمية

يتم قياس معدل الاختراق النسبي لمهارات الذكاء الاصطناعي من مجموع انتشار كل مهارة ذكاء اصطناعي عبر المهن في دولة أو منطقة معينة، مقسومًا على المتوسط العالمي لنفس المهن. على سبيل المثال، معدل الاختراق النسبي البالغ 2 يَعني أن متوسط تغلغُل مهارات الذكاء الاصطناعي في تلك الدولة أو المنطقة يبلغ ضعف المتوسط العالمي في نفس مجموعة المهن. **وقد تصدرت الهند العالم في معدل انتشار مهارات الذكاء الاصطناعي - 3.09 أضعاف المتوسط العالمي من 2015 إلى 2021 - تليها الولايات المتحدة (2.24) وألمانيا (1.7)، ثم الصين (1.56) وإسرائيل (1.52) وكندا (1.41).**

مقارنة عالمية طبقاً الصناعة

تتمتع الهند والولايات المتحدة بأعلى معدل اختراق نسبي لمهارات الذكاء الاصطناعي في جميع المجالات على مستوى الدول أو المناطق الأخرى في معدلات انتشار المهارات في مجال البرمجيات وخدمات تكنولوجيا المعلومات، والأجهزة والشبكات، والتصنيع، والتعليم، والتمويل (الشكل 4.1.9). وتُعَد إسرائيل وكندا من بين الدول السبع الأولى في جميع الصناعات الخمس، وتحتل سنغافورة المرتبة الرابعة في القائمة.

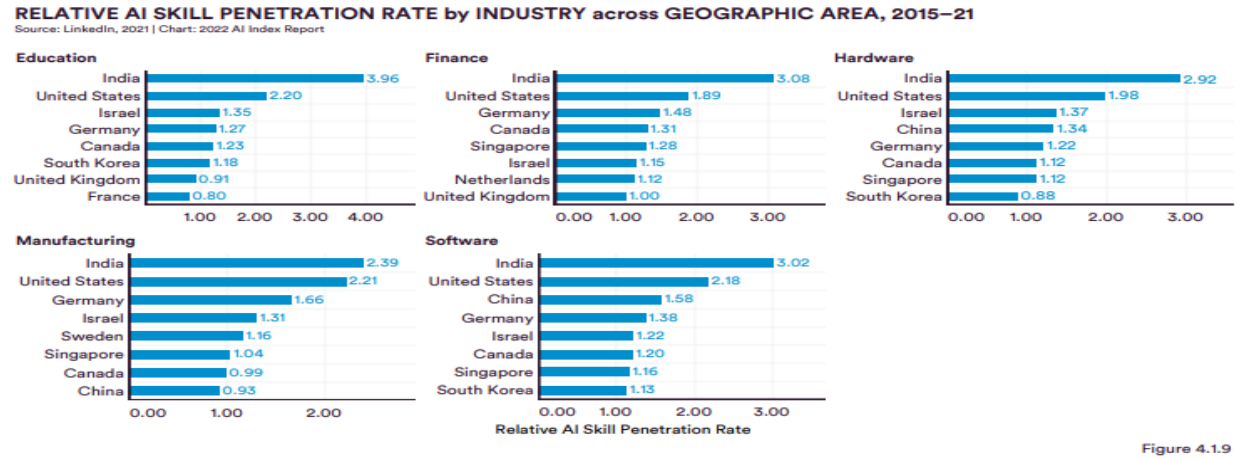

Figure 4.1.9

مقارنة عالمية طبقاً للنوع (ذكر/ أنثي)

يوضح الشكل 4.1.10 البيانات المُجمَعة من 2015 إلى 2021 لتغلغل مهارات الذكاء الاصطناعي للموهوبين من الإناث والذكور طبقاً للمنطقة الجغرافية. وتُشير البيانات إلى أنه من بين 15 دولة مُدرجة، تزيد معدلات اختراق مهارات الذكاء الاصطناعي للإناث عن تلك الخاصة بالذكور في الهند وكندا وكوريا الجنوبية، وأستراليا، وفنلندا، وسويسرا.

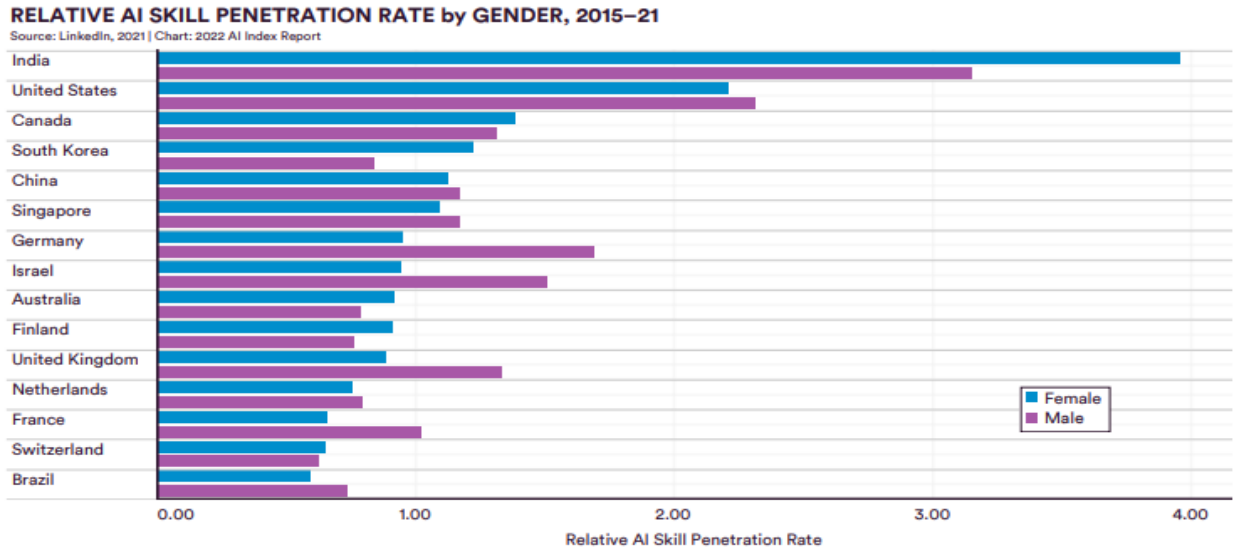

Figure 4.1.10

4.2 الاستثمار

استثمار الشركات

يُعَد استثمار الشركات في الذكاء الاصطناعي، بدءاً من عمليات الدمج والاستحواذ وصولاً إلى الطرح العام، مُساهِمًا رئيسيًا في أبحاث الذكاء الاصطناعي وتطويره، كما أنه يُساهِم في تأثير الذكاء الاصطناعي على الاقتصاد. يُسلط الشكل 4.2.1 الضوء على الاستثمار العالمي الكُلي للشركات في الذكاء الاصطناعي من 2013 إلى 2021. وقد حققت الشركات عام 2021 أكبر استثمارات من خلال الاستثمارات الخاصة (بإجمالي 93.5 مليار دولار)، تليها عمليات الدمج والاستحواذ (حوالي 72 مليار دولار)، والطرح العام (حوالي 9.5 مليار دولار)، وحصص الأقلية (حوالي 1.3 مليار دولار). وفي 2021، نمت الاستثمارات من عمليات الدمج والاستحواذ 3.3 مرة مقارنة بعام 2020، على رأسها شركتين للرعاية الصحية بالذكاء الاصطناعي وشركتين للأمن السيبراني.

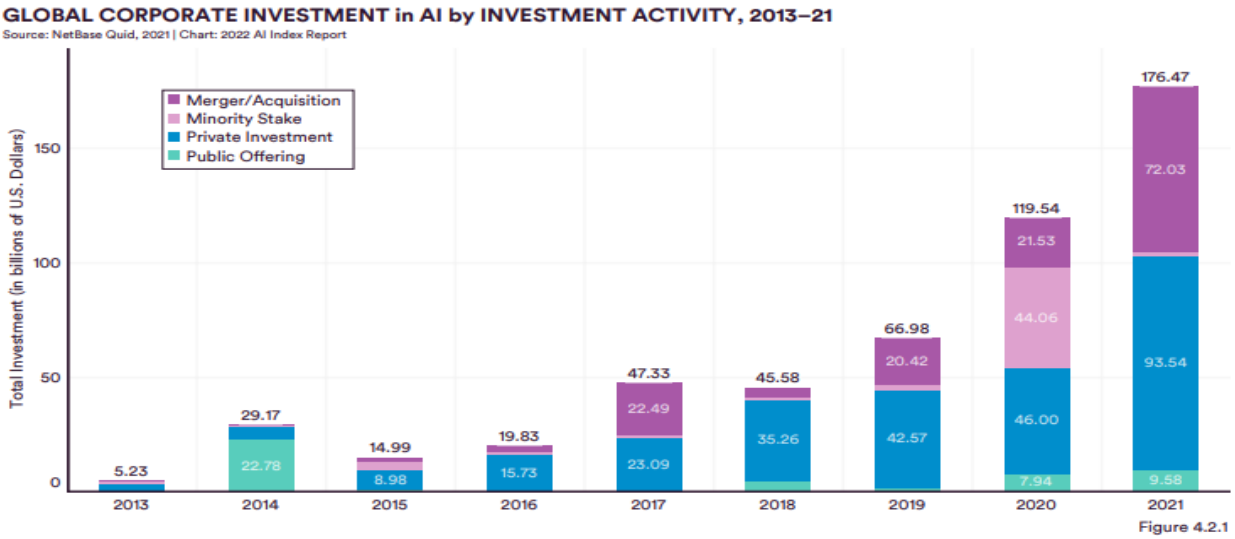

Figure 4.2.1

نشاط الشركات الناشئة

يُحلِل القسم التالي شركات الذكاء الاصطناعي والتعلُم الآلي في العالم التي تلقت استثمارات تزيد عن 1.5 مليون دولار من 2013 إلى 2021.

الاتجاه العالمي

عام 2021، بلغ إجمالي الاستثمار الخاص العالمي في الذكاء الاصطناعي حوالي 93.5 مليار دولار، وهو أكثر من ضعف إجمالي الاستثمار الخاص عام 2020، مما يُمثل أكبر زيادة سنوية منذ 2014، حيث ارتفعت الاستثمارات لأكثر من الضعف من 2013 إلى 2014. وقد تضاعف أيضاً عدد جولات تمويل الذكاء الاصطناعي بالشركات التي أفصحت عن مبالغ التمويل، وقد تراوحت بين 100 مليون دولار و500 مليون دولار في عام 2021 مقارنة بعام 2020، في حين تَنامَت جولات التمويل التي تراوحت بين 50 مليون دولار و100 مليون دولار بأكثر من الضعف. عام 2020، كان هناك أربع جولات تمويل فقط بقيمة 500 مليون دولار أو أكثر، بينما ارتفع هذا الرقم إلى 15 جولة عام 2021. واجتذبت الشركات المزيد من الاستثمارات بدرجة كبيرة عام 2021، حيث كان متوسط حجم صفقة الاستثمار الخاص عام 2021 أعلى بنسبة 81.1٪ عن عام 2020. ومع ذلك، استمر عدد شركات الذكاء الاصطناعي المُموَلة حديثًا في الانخفاض، من 762 شركة عام 2020 إلى 746 شركة عام 2021، وهو العام الثالث للتراجع الذي بدأ عام 2018. وكان على رأس أكبر الاستثمارات الخاصة عام 2021 شركتان لإدارة البيانات وشركتان للروبوتات/ القيادة الذاتية.

مقارنة إقليمية طبقاً لمبالغ التمويل

عام 2021، كانت الولايات المتحدة على رأس القائمة العالمية لإجمالي الاستثمارات الخاصة في شركات الذكاء الاصطناعي المُمولة - بحوالي 52.9 مليار دولار - أكثر من ثلاثة أضعاف الدولة التالية في القائمة وهي الصين (17.2 مليار دولار). في المرتبة الثالثة جاءت المملكة المتحدة (4.65 مليار دولار)، تليها إسرائيل (2.4 مليار دولار) وألمانيا (1.98 مليار دولار). وبجمع إجمالي الاستثمارات الخاصة من 2013 إلى 2021، ينطبق نفس الترتيب، حيث بلغ إجمالي الاستثمار الأمريكي 149 مليار دولار أمريكي، وبلغ إجمالي الاستثمار الصيني 61.9 مليار دولار أمريكي، تليها المملكة المتحدة (10.8 مليار دولار أمريكي)، والهند (10.77 مليار دولار أمريكي)، وإسرائيل (6.1 مليار دولار). والجدير بالذكر أن الاستثمار الخاص للولايات المتحدة في شركات الذكاء الاصطناعي في الفترة من 2013 إلى 2021 كان أكثر من ضعف إجمالي الاستثمار في الصين، والذي كان بحد ذاته حوالي ستة أضعاف إجمالي الاستثمار من المملكة المتحدة في نفس الفترة. وطبقاً للمناطق الجغرافية، رفَعَت الولايات المتحدة والصين والاتحاد الأوروبي استثماراتها من 2020 إلى 2021، حيث تتصدر الولايات المتحدة الصين والاتحاد الأوروبي بمقدار 3.1 و8.2 ضِعف على التوالي.

مقارنة إقليمية لشركات الذكاء الاصطناعي الممولة حديثًا

تُقَسَم بيانات الاستثمار حسب عدد شركات الذكاء الاصطناعي المُمولة حديثًا في كل منطقة. بالنسبة لعام 2021، تقدمت الولايات المتحدة بعدد 299 شركة، تليها الصين بـ 119، والمملكة المتحدة بـ 49، وإسرائيل بـ 28، مع وضوح الفجوات الكبيرة بين كلٍ منها. وتُظهر البيانات المجمعة من 2013 إلى 2021 اتجاهاً مُماثلاً، ومع ذلك، فقد انخفض عدد شركات الذكاء الاصطناعي المُمولة حديثًا في كلاً من الولايات المتحدة والصين منذ 2018 و2019. على الرغم من هذا الاتجاه التنازلي، لا تزال الولايات المتحدة تتصدر عدد الشركات المُموَلة حديثًا، حيث تم تمويل 299 شركة عام 2021، تليها الصين (119) والاتحاد الأوروبي (96).

دراسة مجالات التركيز

يختلف الاستثمار الخاص في الذكاء الاصطناعي أيضًا حسب مجال التركيز، حيث كان أكبر استثمار خاص في الذكاء الاصطناعي عام 2021 في إدارة البيانات ومعالجتها والسحابة بما يَقرُب من 12.2 مليار دولار، ويُقدر بـ 2.6 ضعف الاستثمار عام 2020 أي ما يقرُب من 4.69 مليار دولار، وكانت من بين أكبر أربع استثمارات خاصة عام 2021 شركتين تعملان في مجال إدارة البيانات. وفي المرتبة الثانية كان الاستثمار الخاص في الطب والرعاية الصحية (11.29 مليار دولار)، يليه التكنولوجيا المالية (10.26 مليار دولار)، ثم التكنولوجيا السمعية- البصرية (8.09 مليار دولار)، وأخيراً أشباه المُوَصِلات (6.0 مليار دولار).

وتُظهر البيانات المُجمَعة في الشكل 4.2.11 أنه في السنوات الخمس الماضية، كان مجال الخدمات الطبية والرعاية الصحية على رأس قائمة أضخم الاستثمارات الخاصة عالمياً (28.9 مليار دولار)؛ تليها إدارة البيانات والمُعالجة والسحابة (26.9 مليار دولار)؛ ثم التكنولوجيا المالية (24.9 مليار دولار)؛ والتجزئة (21.95 مليار دولار). والجدير بالذكر أن الاتجاه العام في الاستثمارات الخاصة من قبل الصناعات في الفترة بين 2017 إلى 2021 يكشف عن زيادة مُطرَدة في التكنولوجيا السمعية-البصرية AV، والأمن السيبراني وحماية البيانات، واللياقة والصحة البدنية، والطب والرعاية الصحية، وصناعات أشباه المُوَصِلات.

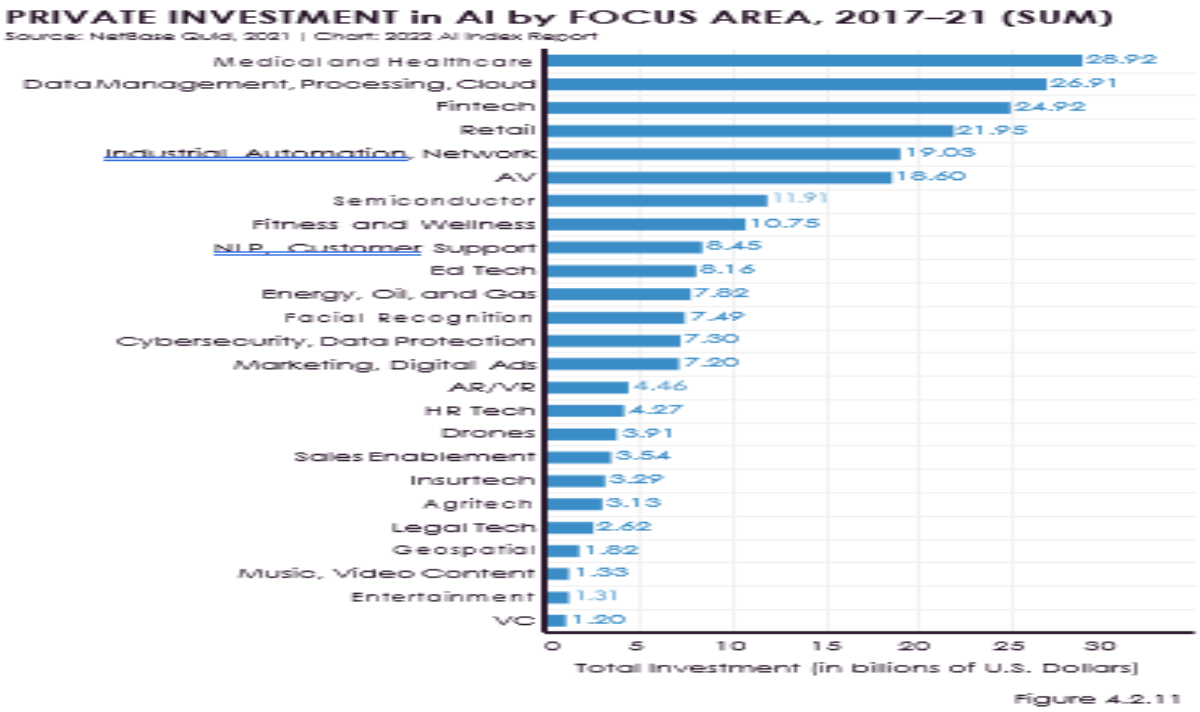

Figure 4.2.11

4.3 نشاط الشركات

تَبَنِي الصناعة: يعتمد هذا القسم على تقرير McKinsey بشأن "الذكاء الاصطناعي عام 2021" الصادر في ديسمبر 2021، والذي استند في استنتاجاته على استطلاع عالمي عبر الإنترنت شمل 1،843 مشاركًا مَثَلوا مجموعة متنوعة من الصناعات والشركات والتخصصات الوظيفية والفترات ومناطق العالم، قدمت كلٍ منها إجابات لأسئلة حول حالة الذكاء الاصطناعي اليوم.

اعتماد الذكاء الاصطناعي عالمياً: عام 2021، تصدرت الهند قائمة المؤسسات والمناطق الجغرافية حول العالم التي تبنت استخدام الذكاء الاصطناعي بنسبة 65٪، تليها البلدان النامية في آسيا والمحيط الهادئ (64٪)، ثم الأسواق النامية (بما في ذلك الصين والشرق الأوسط وشمال إفريقيا (57٪)، وأمريكا الشمالية (55٪). وقد بلغ المتوسط عبر جميع المناطق الجغرافية 56٪، بزيادة 6٪ عن عام 2020. وتجدر الإشارة إلى أن الأسواق النامية (بما في ذلك الصين والشرق الأوسط وشمال إفريقيا) سجلت زيادة بنسبة 21٪ عن عام 2020، وسجلت الهند زيادة بنسبة 8٪ عن عام 2020.

الذكاء الاصطناعي طبقاً للصناعة والاختصاص:

يوضح الشكل 4.3.2 أن تطوير المنتجات و/ أو الخدمات للتكنولوجيا الفائقة/ الاتصالات السلكية واللاسلكية كان من أكبر المجالات التي طبقت الذكاء الاصطناعي عام 2021 بنسبة 45٪، تليها الخدمات المالية (40٪)، وخدمات التقنيات المتقدمة/ الاتصالات السلكية واللاسلكية (34٪)، والمهام المتعلقة بالمخاطر المالية (32٪).

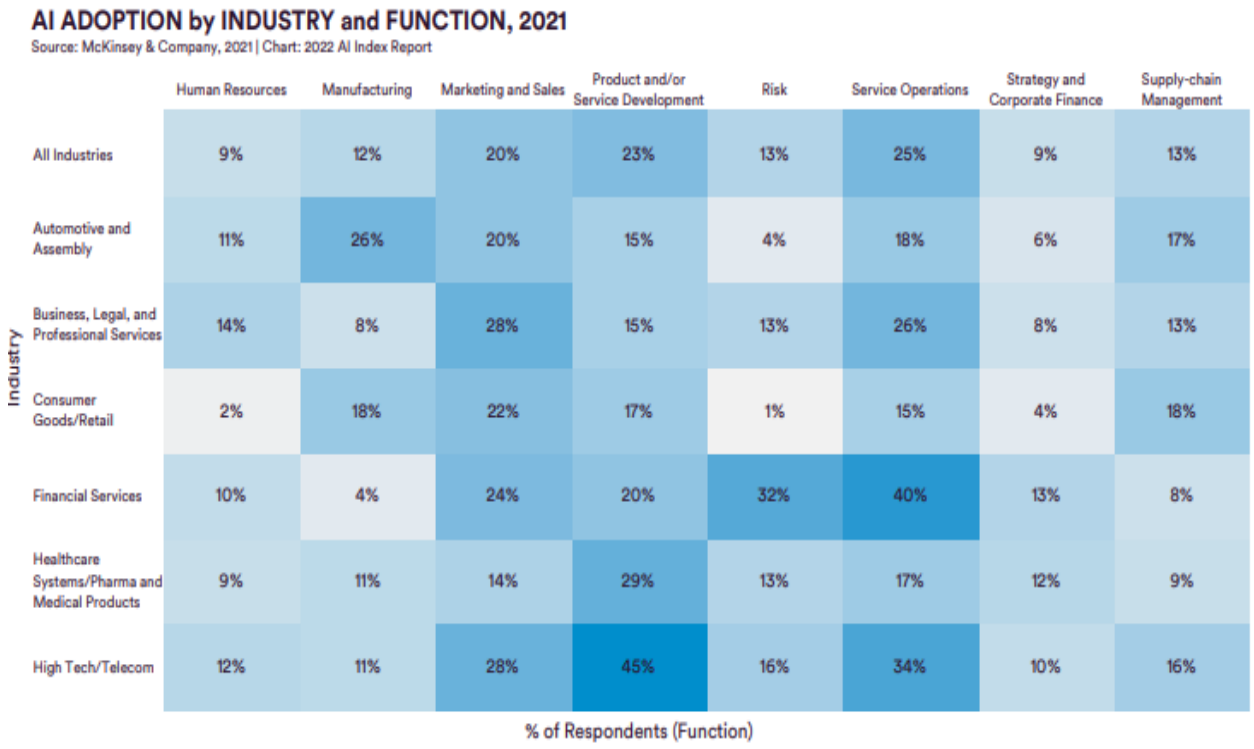

Figure 4.3.2

مهارات الذكاء الاصطناعي

فيما يتعلق بأنواع مهارات الذكاء الاصطناعي المُدمجة في الأعمال التجارية المُوحدة عام 2021، كانت النسبة الأعلى لمعالجة وفهم نصوص اللغة الطبيعية لصناعة التقنيات المتقدمة/ الاتصالات السلكية واللاسلكية (34٪)، يليه أتمتة العمليات الآلية لكل من الخدمات المالية وصناعة السيارات والتجميع (33٪) وفهم نصوص اللغة الطبيعية للخدمات المالية (32٪).

مُعالجة وتخفيف مخاطر تبني الذكاء الاصطناعي

رأى 55% من المشاركين في استطلاعات الرأي أن الأمن السيبراني من أكثر مخاطر اعتِماد الذكاء الاصطناعي، يليه الامتثال التنظيمي (48٪)، وإمكانية التفسير[2] (41٪)، والخصوصية الشخصية أو الفردية (41٪)، كما بالشكل 4.3.4. بيد أن عام 2021 كان عدد المؤسسات، التي وجدت أن الأمن السيبراني من أكثر مخاطر الذكاء الاصطناعي، اقل مقارنةً بعام 2020، حيث انخفضت من أكثر من 60٪ من المشاركين عام 2020 إلى 55٪ عام 2021. وفي الوقت نفسه، ظلت المخاوف بشأن مخاطر الامتثال التنظيمي للذكاء الاصطناعي دون تغيير تقريبًا منذ عام 2020. ومن مخاطر الذكاء الاصطناعي التي تتخذ المؤسسات خطوات للتخفيف منها، كان الأمن السيبراني هو الأكثر شيوعًا (47٪ من المشاركين)، يليه الامتثال التنظيمي (36٪)، الخصوصية الشخصية / الفردية (28٪)، وإمكانية التفسير (27٪). وتجدُر الإشارة إلى الفجوات بين المخاطر التي تعتبرها المؤسسات ذات صلة والمخاطر التي تقوم المؤسسات بإجراءات للتخفيف منها، حيث بلغت الفجوة بين العدالة والإنصاف 10 نقاط مئوية (29٪ إلى 19٪)، و12 نقطة مئوية لفجوة الامتثال التنظيمي (48٪ إلى 36٪)، و13 نقطة مئوية للخصوصية الشخصية أو الفردية (41٪ إلى 28٪)، و14 نقطة مئوية لإمكانية التفسير (41٪ إلى 27٪).

[2] وصف لنموذج الذكاء الاصطناعي وتأثيره المتوقع والتحيزات المحتملة

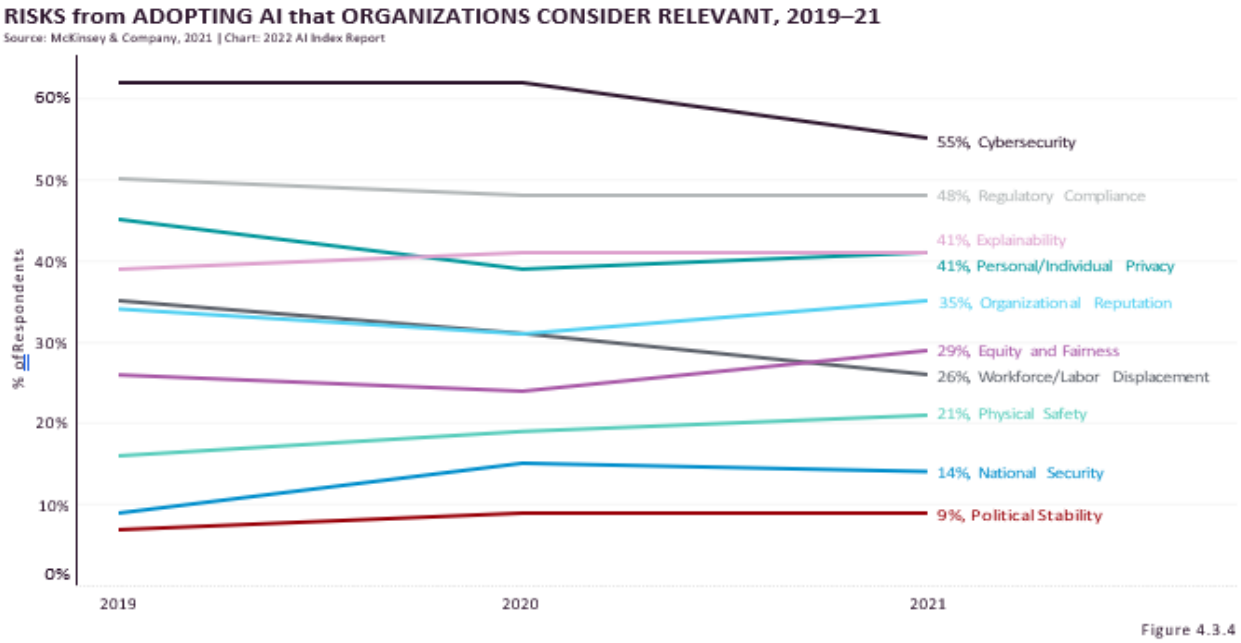

Figure 4.3.4

4.4 تَعلُم الذكاء الاصطناعي

خريجو علوم الحاسوب في أمريكا الشمالية

في أمريكا الشمالية، يتم تقديم معظم الدورات التدريبية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي كجزء من منهج علوم الحاسوب في المستوى الجامعي. وقد زاد عدد خريجي الدكتوراه في علوم الحاسوب الجُدد في أمريكا الشمالية بمعدل 3.5 مرة من 2010 إلى 2020. وأكمل أكثر من 31000 طالب جامعي شهادات علوم الحاسوب عام 2020 - بزيادة قدرها 11.60٪ عن العدد المسجل في عام 2019.

دكتوراه جديدة في علوم الحاسوب لتخصصات الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي والروبوتات/الرؤية الآلية

بين عامي 2010 و2020، نما عدد خريجي دكتوراه علوم الحاسوب الحاصلين على تخصصات الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي والروبوتات/الرؤية الآلية بنسبة 72.05٪ و50.91٪ على التوالي. ويرجع الانخفاض الطفيف في العدد الإجمالي لكلا التخصصين من 2019 إلى 2020 غالباً الى جائحة COVID-19.

توظيف الخريجين الجُدد في مجال الذكاء الاصطناعي في أمريكا الشمالية

اتجاهات التوظيف لخريجي الدكتوراه الجدد في الذكاء الاصطناعي عبر أمريكا الشمالية في الأوساط الأكاديمية والصناعية والحكومية تم رصدها كما يلي:

عام 2020، انخفضت نسبة خريجي الذكاء الاصطناعي الجُدد الحاصلين على الدكتوراه في أمريكا الشمالية الذين اختاروا العمل في مجال الصناعة انخفاضًا طفيفًا، حيث بلغت 65.7٪ عام 2019 و60.2٪ عام 2020، في حين أن نسبة حاملي دكتوراه الذكاء الاصطناعي الذين التحقوا بالأوساط الأكاديمية والحكومية تغيرت قليلاً (الشكل 4.4.5 أ).

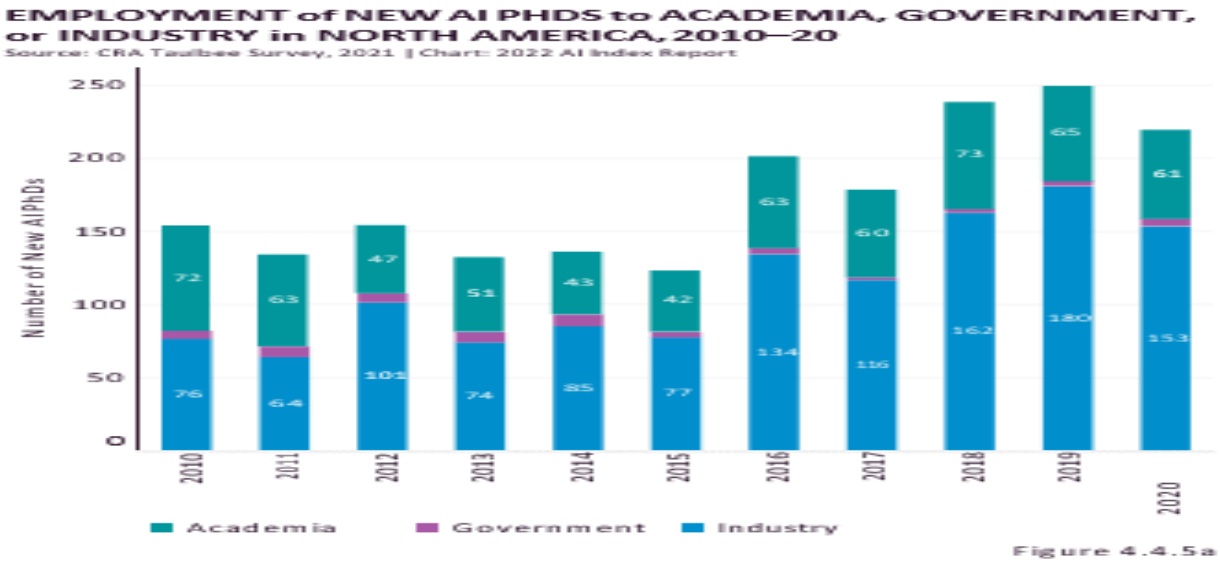

Figure 4.4.5a

الفصل الخامس :سياسة وحَوْكَمة الذكاء الاصطناعي

لقد أصبحت الحَوْكَمة النشطة والمستنيرة لتقنيات الذكاء الاصطناعي من أولويات عدد كبير من الحكومات حول العالم، وفي ضوء هذا، عمِلَت المنظمات الحكومية الدولية والوطنية والإقليمية على تطوير سياسات واستراتيجيات حَوْكَمة الذكاء الاصطناعي، لأنها ترى ضرورة مُعالجة المخاوف الأخلاقية والمجتمعية المُتعلِقة بالذكاء الاصطناعي وكذلك تعظيم فوائده. ويلقي هذا الفصل نظرة على كيفية عمل الحكومات في مختلف الدول لإدارة تقنياته وصنع سياساته، واستكشاف الدول والجهات الفاعلة السياسية الأكثر حرصًا على تطوير تشريعاته، وأنواع الموضوعات الفرعية للذكاء الاصطناعي، من الخصوصية إلى الأخلاقيات، التي تحظى باهتمام معظم الهيئات التشريعية. ثم يتطَرق إلى أحد أكبر مستثمري القطاع العام في العالم في مجال الذكاء الاصطناعي، الولايات المتحدة، ويدرس المبالغ التي أنفقتها الإدارات الحكومية المختلفة على الذكاء الاصطناعي في السنوات الخمس الماضية.

5.1 الذكاء الاصطناعي وصُنع السياسات

مشاريع القوانين بشأن الذكاء الاصطناعي

تسعى الحكومات والهيئات التشريعية في جميع أنحاء العالم إلى إصدار قوانين لتوفير التمويل اللازم لتطوير الذكاء الاصطناعي والابتكار، جنباً إلى جنب مع دمج القيم التي تعمل على الحفاظ على الجوانب الإنسانية. وقد أجرى مؤشر الذكاء الاصطناعي تحليلاً للقوانين التي أقرتها هيئات تشريعية في 25 دولة والتي تحتوي على عبارة "الذكاء الاصطناعي" من 2016 إلى 2021، وقد أقرت هذه الدول 55 مشروع قانون متعلق بالذكاء الاصطناعي، وهو ما يُعتبر زيادة حادة في إجمالي مشاريع القوانين المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التي تم تمريرها إلى قانون مقارنةً بالسنوات التي سبقت تلك الفترة.

مشاريع القوانين طبقاً للمناطق الجغرافية

احتلت قائمة القوانين التي احتوَت على إشارات للذكاء الاصطناعي والتي تم سنها عام 2021 كلاً من إسبانيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة، بعدد 3 قوانين لكلٍ منها. ويوضح الشكل 5.1.2 ب العدد الإجمالي للتشريعات التي تم إقرارها في السنوات

الست الماضية، حيث سيطرت الولايات المتحدة على القائمة بـ 13 مشروع قانون، بدءًا من عام 2017 مع تمرير 3 قوانين جديدة كل عام لاحق، تليها روسيا وبلجيكا وإسبانيا والمملكة المتحدة.

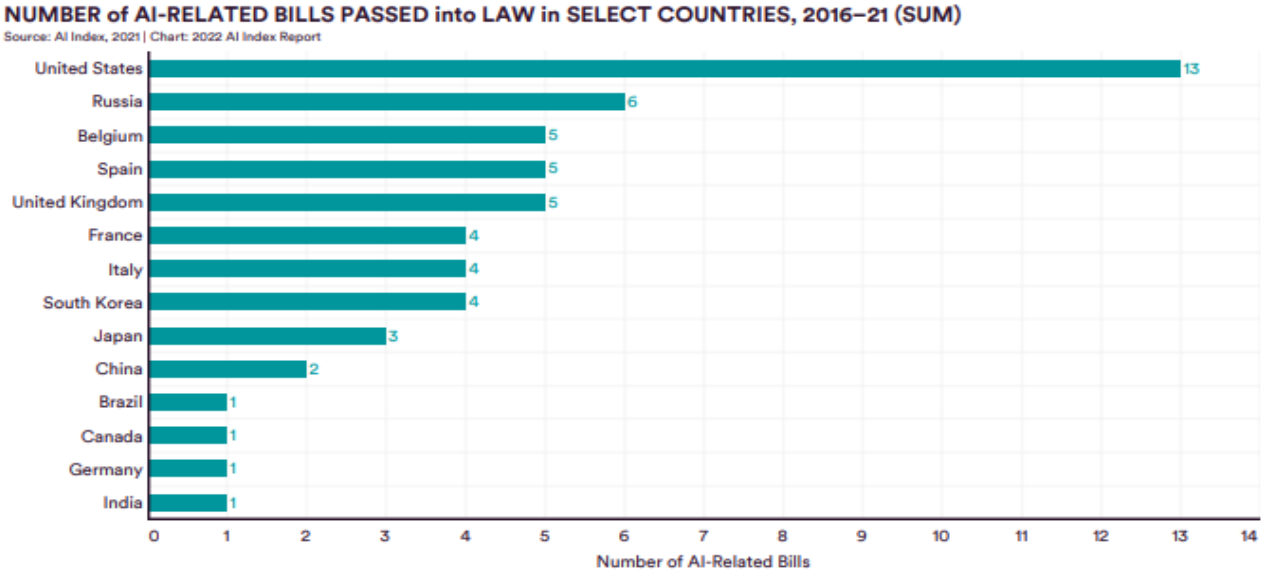

Figure 5.1.2b

التشريع الفيدرالي للذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة

أظهرت السجلات التشريعية الفيدرالية في الولايات المتحدة زيادة حادة في العدد الإجمالي لمشاريع القوانين المُقترحة المُتعلقة بالذكاء الاصطناعي، حيث تم اقتراح مشروع قانون فيدرالي واحد فقط عام 2015، مقابل 130 مشروعًا عام 2021. وعلى الرغم من القفزة الكبيرة، إلا أن عدد مشاريع القوانين المُتعلقة بالذكاء الاصطناعي التي تم تمريرها لم تواكب الحجم المتزايد للمشاريع المُقترحة والخاصة بالذكاء الاصطناعي. هذه الفجوة كانت أكثر وضوحًا عام 2021، عندما تم تمرير نسبة 2٪ فقط، من جميع مشاريع القوانين المتعلقة بالذكاء الاصطناعي على المستوى الفيدرالي، لقوانين فعلية أخيراً.

الذكاء الاصطناعي في الإجراءات التشريعية دولياً

تتزايد الإشارة الى الذكاء الاصطناعي في الإجراءات الحكومية ليس فقط في الولايات المتحدة، وإنما في العديد من دول العالم. وقد أجرى مؤشر الذكاء الاصطناعي تحليلاً لمحاضر أو مداولات الجلسات التشريعية التي احتوت على كلمة "الذكاء الاصطناعي" في 25 دولة في الفترة من 2016 إلى 2021، وتبين أنها زادت بواقع 7.7 مرة في الست سنوات الماضية.

الإجراءات التشريعية طبقاً للمنطقة الجغرافية

على غِرار الاتجاه السائد في عدد إشارات الذكاء الاصطناعي في مشاريع القوانين التي تم تمريرها إلى قوانين، تصدرت إسبانيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة قائمة عدد الإجراءات التشريعية التي تتضمن إشارات إلى الذكاء الاصطناعي التي تم سنها عام 2021 ، ويوضح الشكل 5.1.10 ب العدد الإجمالي للإجراءات التشريعية التي تتضمن إشارات إلى الذكاء الاصطناعي في آخر ست سنوات، حيث سيطرت المملكة المتحدة على القائمة بـ 939 إشارة، تليها إسبانيا، واليابان، والولايات المتحدة، وأستراليا.

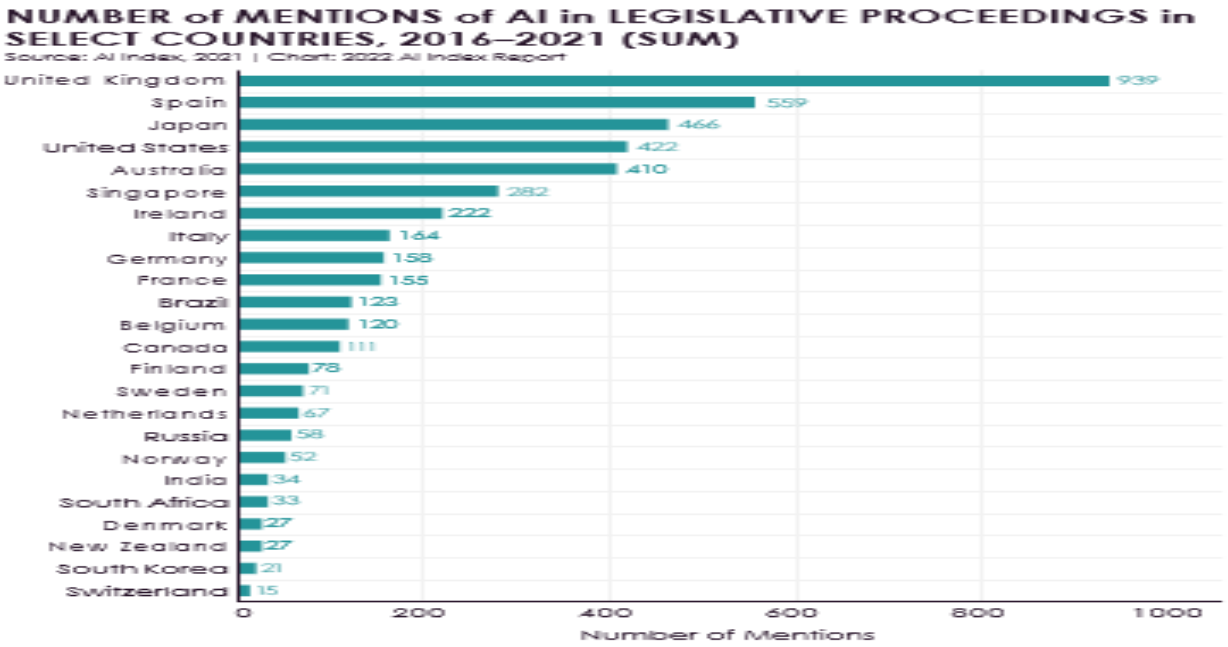

Figure 5.1.10b

5.2 الاستثمار العام بالولايات المتحدة في مجال الذكاء الاصطناعي

الميزانية الفيدرالية للبحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي (باستثناء هيئات الدفاع)

في ديسمبر 2021، نشر المجلس الوطني للعلوم والتكنولوجيا تقريرًا عن ميزانية البحث والتطوير للذكاء الاصطناعي للقطاع الحكومي عبر الإدارات والهيئات المشاركة في برنامج "البحث والتطوير في مجال الشبكات وتكنولوجيا المعلومات" (NITRD) و"المبادرة الوطنية للذكاء الاصطناعي".

في السنة المالية 2021، خصصت الهيئات الحكومية الأمريكية غير الدفاعية ما مجموعه 1.53 مليار دولار للإنفاق على البحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي، وهو يُعادل تقريباً 2.7 مرة ما تم إنفاقه في السنة المالية 2018 (الشكل 5.2.1). ومن المتوقع أن يرتفع هذا الرقم بنسبة 8.8٪ للعام المالي 2022، بإجمالي 1.67 مليار دولار، ويشير المبلغ المتزايد الذي تم إنفاقه على البحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي من قبل الإدارات غير الدفاعية إلى استمرار اهتمام حكومة الولايات المتحدة القويّ بتمويل القطاع الحكومي لبحوث الذكاء الاصطناعي وتطويره على نطاق واسع بالهيئات الحكومية.

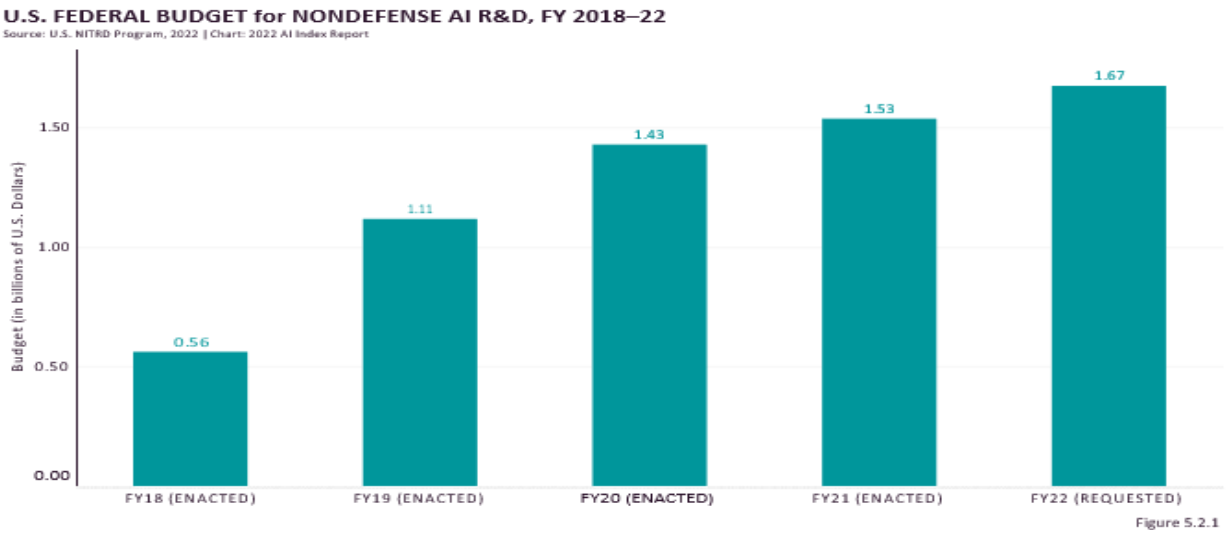

Figure 5.2.1

إنفاق حكومة الولايات المتحدة على العقود الخاصة بالذكاء الاصطناعي

لقياس الاستثمار العام في الذكاء الاصطناعي من خلال الإنفاق الحكومي الفيدرالي على عقود الذكاء الاصطناعي، وجِد أن الهيئات الحكومية الأمريكية غالبًا ما تَمنح عقودًا لشركات خاصة لتوريد العديد من السلع والخدمات التي تشغل عادةً الحصة الأكبر من ميزانية الهيئات الحكومية. وقد قامت "بلومبرج" ببناء نموذج لتصنيف مدى ارتباط عقد الحكومة الأمريكية بالذكاء الاصطناعي وذلك بإضافة جميع مُعاملات التعاقد التي تحتوي على أكثر من 100 كلمة رئيسية خاصة بالذكاء الاصطناعي في عناوينها أو تفاصيلها.

إجمالي الإنفاق على العقود

عام 2021، أنفقت الإدارات والهيئات الحكومية إجمالي 1.79 مليار دولار على العقود الخاصة بالذكاء الاصطناعي. وعلى الرغم من أن هذا المبلغ يُقارب ضعف ما تم إنفاقه على نفس نوعية العقود عام 2018 وهو حوالي 920 مليون دولار، إلا أنه يمثل انخفاضًا طفيفًا عن المبلغ الذي تم إنفاقه عام 2020، والذي بلغ ذروته عند 1.97 مليار دولار.

الإنفاق التعاقدي حسب القطاع والهيئة

يوضح الشكلان 5.2.5 و5.2.6 عدد عقود الذكاء الاصطناعي التي قامت أكبر 10 هيئات حكومية بالولايات المتحدة بالإنفاق فيها عام 2021 وفي الفترة من 2000 إلى 2021، على التوالي، حيث تفوّقت وزارة الدفاع على بقية هيئات الحكومة الأمريكية في كلا الشكلين بفارق كبير، وأنفقت عام 2021 مبلغ 1.14 مليار دولار على عقود الذكاء الاصطناعي، أي ما يقرب من خمسة أضعاف ما أنفقته وزارة الصحة والخدمات الإنسانية (234 مليون دولار).

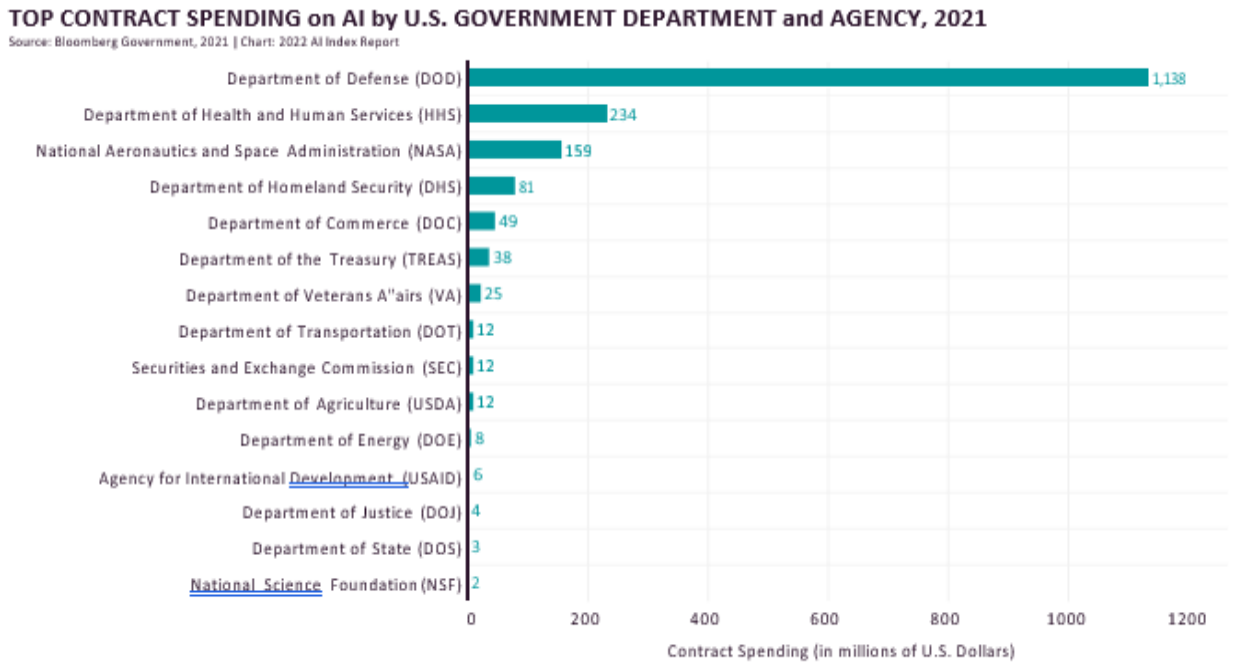

Figure 5.2.5

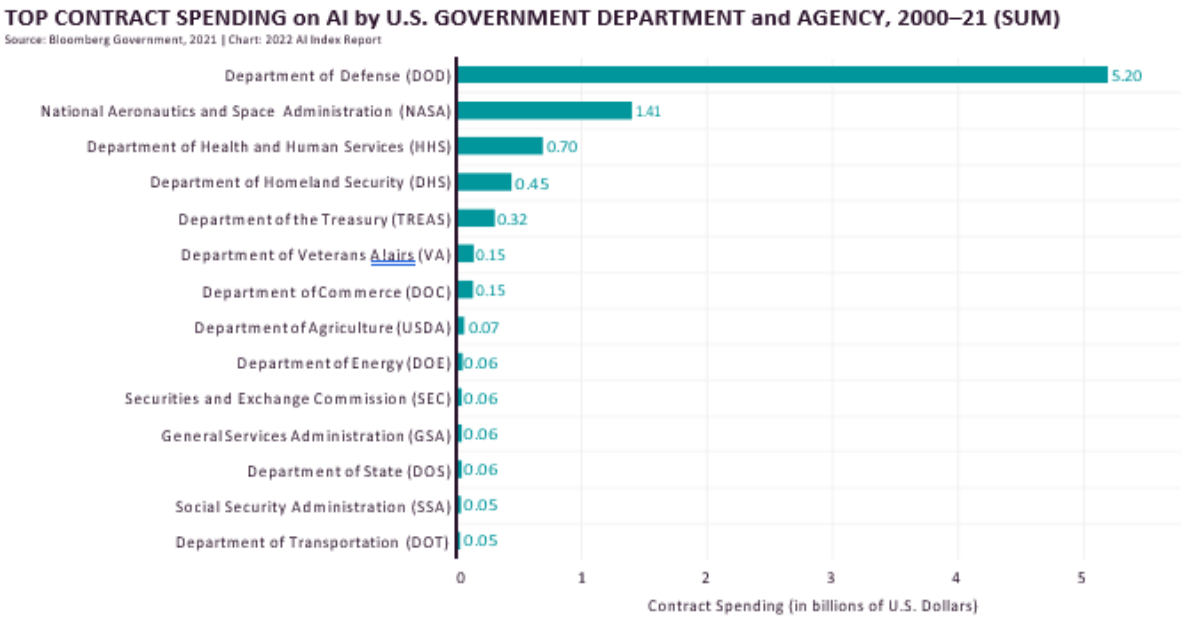

Figure 5.2.6

ويُظهر الإنفاق الإجمالي على عقود الذكاء الاصطناعي في السنوات الأربع الماضية أنه منذ عام 2018، أنفقت وزارة الدفاع 5.20 مليار دولار على العقود المُتعلقة بالذكاء الاصطناعي، أي ما يقرب من سبعة أضعاف ثاني أعلى إنفاق وهي هيئة "ناسا" (1.41 مليار دولار)، وفي واقع الأمر فإن إنفاق وزارة الدفاع يبلغ ضعف إنفاق جميع الهيئات الحكومية مجتمعة. ثم يأتي بعد كلا الهيئتين في الترتيب، وزارة الصحة والخدمات البشرية (700 مليون دولار)، ووزارة الأمن الداخلي (362 مليون دولار)، ووزارة الخزانة (156 مليون دولار).