Cognitive computing and its applications

Abdulrhman M. Alajmi[a]
[a] Information Science Dept. – King Abdulaziz University (Saudi Arabia)

Abstract. Cognitive Computing has become an essential tool for knowledge management since it's able to perform complex tasks and extract knowledge from the information and the ability for continuous learning based on different artificial intelligence technologies.

This study aim to present the applications for this systems in the different fields and how it's affect the knowledge management processes and make a positive results this will give an image about this technology and show the importance role in the development of knowledge management.

Keywords: Cognitive Computing. Artificial intelligence, Knowledge Management

الحوسبة المعرفية وتطبيقاتها

المستخلص:

أصبحت الحوسبة المعرفية أداة هامة لإدارة المعرفة منذ تمكّنها من القيام بالمهام المعقدة واستخراج المعرفة من المعلومات والتعلم المستمر بناء على مختلف تقنيات الذكاء الاصطناعي. وهذه الدراسة تهدف لتسليط الضوء على تطبيقات هذا النوع من النظم وتاريخ نشأته والمجالات المختلفة التي تم تطبيقه فيها ليعطي تصور عن هذه التقنية ودورها الهام في تطوير إدارة المعرفة.

المقدمة

تعد الحوسبة المعرفية من التقنيات الحديثة، ولا يوجد حتى الآن تعريف متفق عليه بشأنها، حيث ظهر المصطلح في سياقه الإجرائي للمرة الأولى من قبل الباحث Valiant عام ١٩٩٥م وتبعه العديد من الباحثين بذكر المصطلح مع اختلاف في التعريف (Gutierrez-Garcia & López-Neri, 2015) حيث تم تعريف الحوسبة المعرفية بأنها النظم التي تعتمد في أساسها على العديد من المجالات ذات الصلة والناشئة وتشمل: الشبكات العصبونية الاصطناعية والمنطق المضبب وتقنيات الحوسبة المتقدمة وقد تشمل أيضًا التفكير الاحتمالي ونظرية الفوضى (Brasil, de Azevedo, Barreto, & Noirhomme-Fraiture, 1998)، كما تم تعريفها بأنها التقنيات الناشئة المستوحاة من المعالجة الحيوية للمعلومات في الجهاز العصبي والتفكير البشري واتخاذ القرار والاختيار الطبيعي. (Brasil, de Azevedo, & Barreto, 2001)

كما تم الإشارة للحوسبة المعرفية بأنها تلك التقنيات التي تعتمد ثلاث سمات أساسية هي البرمجة اللغوية الطبيعية كذلك

التأكيد والتوصيات وأخيرًا القدرة على التعلم. (V. N. Gudivada, Pankanti, Seetharaman, & Zhang, 2019)، وتم تعريفها أيضاً بأنها تقنية ناشئة نتجت من تكامل عدد من تقنيات الحوسبة وعلم البيانات وعلوم الإدراك (Venkat N Gudivada, 2016)، كما تشير الحوسبة المعرفية إلى الأنظمة الذكية التي تتعلم على نطاق واسع، وتتعامل مع السبب، وتتفاعل مع البشر والأنظمة الذكية الأخرى بشكل طبيعي. (Demirkan, Earley, & Harmon, 2017).

والحوسبة المعرفية هي نظام قائم على الذكاء الاصطناعي يمكّنها من التفاعل مع البشر بشكل طبيعي مثل بقية البشر، واستخلاص المعنى من السياق، وتحليل السجل السابق للمستخدم واستخلاص استنتاجات بناءً على تلك الجلسة التفاعلية(Gupta, Kar, Baabdullah, & Al-Khowaiter, 2018) .

ويمكن تعريف الحوسبة المعرفية بأنها تمثيل برامج التعلم الذاتي التي تستخدم نماذج التعلم الآلي (ML) والتي تحاكي كيفية عمل الدماغ البشري، حيث تحاول هذا النوع من الحوسبة عكس العقل البشري المعقد من خلال الذكاء الاصطناعي (AI) وتقنيات الدعم مثل (ML) ومعالجة اللغة الطبيعية (NLP). (Schuetz & Venkatesh, 2020)

ويتم ملاحظة أن الحوسبة المعرفية مجال تقني جديد ناتج تقنيات متعددة، حيث تم تعريف الحوسبة المعرفية بأنها المجال التقني الذي يدمج تقنيات متعددة ويهدف إلى استخدام آليات اصطناعية تعتمد على تقنيات الحوسبة لتحقيق الوظيفة الإدراكية للإنسان. (Dong, Hou, Zhang, & Zhang, 2020)

تاريخ ظهور الحوسبة المعرفية

بدأت ظهور فكرة وجود آلات يمكنها التفكير منذ القرن التاسع عشر، وذلك مع ظهور كتاب "قوانين الفكر" عام ١٨٥٤م، لعالم الرياضيات جورج بول، والذي أوضح فيه طريقة استخدام العوامل المنطقية (و، أو، لا) كطريقة لتمثيل التفكير حسابيًا، وكذلك مع خطط تشارلز باباج في أربعينيات القرن التاسع عشر لصنع "محرك تحليلي" وتطوير أفكار لبرمجة الجهاز، إلا أن هذه الأفكار لم تنجح في تحقيق شيء ملموس إلا مع ظهور نظرية التشغيل الذاتي ونظرية المعلومات في بدايات القرن العشرين عندها بدأت نواة الحوسبة التي نراها اليوم بالتكوّن في حقبتها الأولى.(Bechtel, Abrahamsen, & Graham, 2001)

وتعد الحوسبة المعرفية هي الحقبة الثالثة من الحوسبة، حيث تم تقسيم الحوسبة من حيث تطورها التاريخي إلى ثلاث مراحل:(Kelly III & Hamm, 2013)

- الحقبة الأولى: وهي حقبة آلات الحوسبة الميكانيكية (Tabulating Era) وبدأت هذه الحقبة من أواخر القرن التاسع عشر وحتى أربعينات القرن العشرين.
- الحقبة الثانية: وهي حقبة الحوسبة القابلة للبرمجة (Programmable Computing) والتي بدأت من أربعينات القرن العشرين إلى يومنا هذا.
- الحقبة الثالثة: وهي حقبة الحوسبة المعرفية (Cognitive Computing) والتي بدأنا نشهد تطبيقاتها في السنوات الأخيرة.

ومع حداثة ظهور الحوسبة المعرفية، إلاّ أنّ ظهورها كان يرتبط ارتباطاً وثيقًا مع ظهور الذكاء الاصطناعي، والذي ظهر لأول مرة كمصطلح في ورقة علمية في خمسينات القرن العشرين على يد العالم "جون مكارثي" الذي يعتبر مؤسّس الذكاء الاصطناعي، حيث عرّف الذكاء الاصطناعي بأنه "علم وهندسة صناعة الآلات الذكية".(Mondal, 2020)

والجدير بالذكر بأن نظم الحوسبة المعرفية تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي وقد يمكن اعتبارها تطبيقًا من تطبيقات

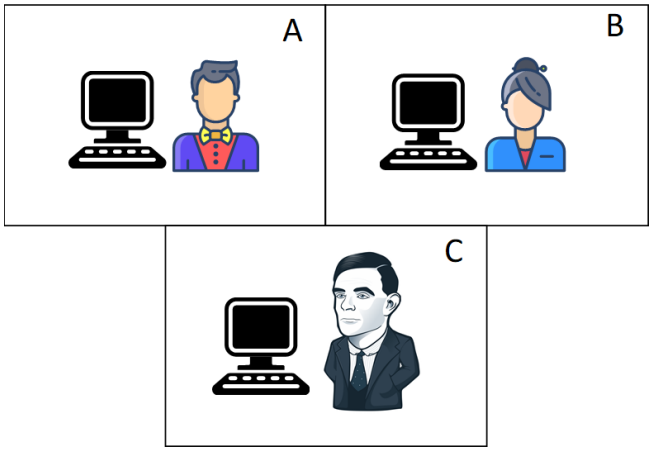
الذكاء الاصطناعي أيضًا، ولكن لا يمكن اعتبار أي تطبيق من تطبيقات الذكاء الاصطناعي نظم حوسبة معرفية، وذلك لأن المظلة التي تندرج تحتها تطبيقات الذكاء الاصطناعي كبيرة جداً ولا تتوافق مع تعريف نظم الحوسبة المعرفية التي ناقشناها.

ولأن الحوسبة المعرفية تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي فلا ظهور لها إلا بظهور تلك التقنيات وتطبيقاتها وعليه سنشير لمرحلة تطور تلك التقنية منذ ظهورها باعتبارها جزءًا من تاريخ ظهور الحوسبة المعرفية.

حيث تطور علم الذكاء الاصطناعي بداية من تلك الورقة العلمية التي اشترط فيها العالِم جون مكارثي "الذكاء" في الآلة، مما أوجد جدلاً في الساحة عن مفهوم الذكاء عند الآلة، ومتى يمكن أن يقال أن الآلة ذكية؟

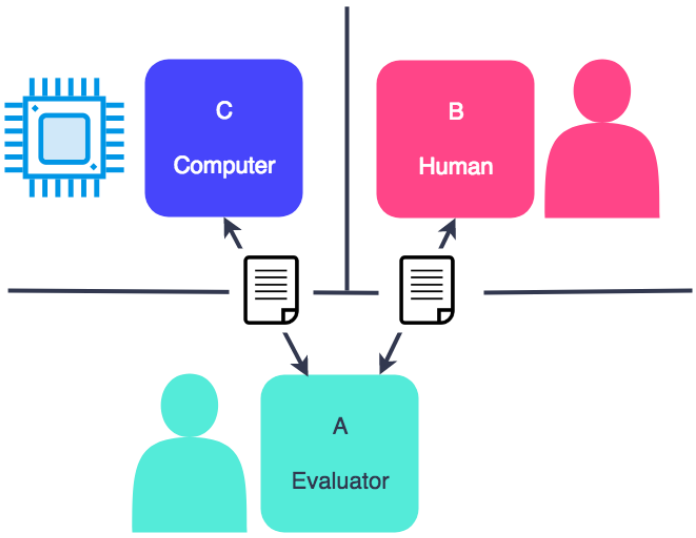
وكانت الإجابة من العالم "آلان تيورنغ" في ورقة علمية اقترح بها "اختبار تيورنغ"، ويقوم اختبار تيورنغ على فكرة تستبدل السؤال "هل يمكن للآلة أن تفكّر؟" ليكون السؤال هل يمكن للآلة أن تؤدي أداءً منافسًا في مواقف معيّنة مثل لعبة التقليد "The Imitation Game"؟

حيث تقوم فكرة لعبة التقليد في الأصل على وجود متنافسين من جنسين مختلفين (ذكر وأنثى) ويكون كل فرد منهما في معزل عن الآخر في غرفة معزولة، ويكون هناك شخص ثالث (لا يهم جنسه) وتكون مهمّته "حكم"، ويقوم الحكم بالتواصل مع الشخصين دون معرفة هوية أي منهما من خلال برنامج محادثة كتابية (بالتالي لا يوجد ما يدل على جنس الطرف الآخر من صوت أو صورة وغيرها) ويقوم كلا المتنافسين بمحاولة إقناع الحكم بأنهم كلاهما من نفس الجنس (أنثى مثلاً) ويفوز الحكم في حال حدد أي المتنافسين فعلاً هو صاحب الجنس الصحيح (الشكل ١).



الشكل1 : رسم توضيحي للعبة التقليد

وقام تيورنغ بتعديل هذه اللعبة بأن يجعل أحد المتنافسين من البشر والمتنافس الآخر هو نظام الحاسب الآلي الذكي، بحيث يقوم النظام الحاسوبي بمحاولة إقناع الحكم بأنه من البشر، ويكون دور الحكم هنا هو بمعرفة أي الطرفين هو البشر من خلال مراسلتهم كتابيًا عبر برامج محادثة نصية الشكل٢.



الشكل 2: رسم يوضح اختبار تيورنغ

عندها أخذ التطور يستمر في بناء الآلات الذكية، محاولاً تجاوز اختبار تيورنغ. وبرزت أهمية هذا الاختبار بمكان حيث رأى عدد من المختصين في الذكاء الاصطناعي بأنه في حال تم اعتبار أن بداية الذكاء الاصطناعي ظهرت في خمسينات القرن العشرين فإن الهدف الأقصى هو الوصول بالذكاء الاصطناعي لمرحلة يتجاوز فيها اختبار تيورنغ.(Saygin, Cicekli, & Akman, 2000) حيث توقع تيورنغ أن بعد ٥٠ سنة من ورقته العلمية ستتمكن الأنظمة الذكية من النجاح في خداع البشر في التمييز بينها وبين بشر حقيقي بنسبة ٣٠٪، وهذا لم يحصل إلا في عام ٢٠١٤ م. حيث تمكن نظام حاسوبي متطور من اقناع الحكام بنسبة ٣٣٪ بأنه طفل في عمر ١٣ سنة (Warwick & Shah, 2016)

ومع تجاوز الأنظمة الحاسوبية لاختبار تيورنغ في ٢٠١٤م، عندها يمكن القول بأنه تمكنت تقنيات الذكاء الاصطناعي من الوصول لمرحلة يمكن معها بناء نظم الحوسبة المعرفية، ولكن في الوقت ذاته هذا لا يعني عدم إمكانية وجود نظم حوسبة معرفية قبل ٢٠١٤م، إذ لا يمكن إهمال الجهود البحثية الكثيرة والأنظمة المتطورة التي ظهرت قبل هذا التاريخ وكانت تتميز بخصائص الحوسبة المعرفية، ولم تشارك في تحدي اختبار تيورنغ، إذ أن هناك مهتمين وباحثين في الأوساط العلمية الخاصة بالذكاء الاصطناعي لا يربطون أهدافهم بتجاوز اختبار تيورنغ.

مثلاً نظام واتسون لشركة آي بي إم، تمت إتاحته للاستخدامات التجارية في العام ٢٠١١ وهو يعد من نظم الحوسبة المعرفية.

لذا ومما سبق، يمكن تحديد ظهور الحقبة الثالثة للحوسبة (حقبة الحوسبة المعرفية) بأنه بدأ فعليًا مع العام٢٠١١ م،

باعتبار أن نظام واتسون لشركة آي بي إم، نظام الحوسبة المعرفي الأوّل الذي تم تطبيقه في تطبيقات فعلية لحل مشكلات معقدة في قطاعات مختلفة مثل القطاع الصحي وغيرها.

تطبيقات نظم الحوسبة المعرفية

تطبيقات الحوسبة المعرفية في عالمنا اليوم واستخداماتها ستغيّر من واقع التطور التقني الذي نعيشه اليوم، ومن أهم التطبيقات التي تمت باستخدام نظم الحوسبة المعرفية ما يلي:

نظام واتسون من شركة آي بي إم:

نظام "واتسون" من شركة آي بي إم "IBM's Watson" نظام حوسبة معرفية، وتم استخدامه في مسابقة تلفزيونية لينافس المتسابقين البشر في العرض التلفزيوني الأمريكي الشهير جيوباردي "Jeopardy".(Lohr, 2015) حيث أظهر النظام تفوقًا كبيراً على خصومه واستطاع التفاعل مع المذيع كما يتنافس المتسابقون بشكل طبيعي جدًا، إذ يقوم باختيار السؤال وطلب الإذن بالإجابة من المذيع، وإن كانت ربما الفكرة من مطوري النظام في مشاركة النظام في هذه المسابقة هو إثبات للمفهوم ووضعه تحت اختبار فعلي إلا أن نجاحه شجّع على استخدام النظام وبناء تطبيقات عليه في القطاعات المختلفة.

إذ تم إدخال الحوسبة المعرفية في القطاع الصحي وذلك بالاستفادة من نظام "واتسون"، حيث تم استخدامه في مساعدة العاملين في القطاع الصحي على اتخاذ القرار أو دعم التنفيذيين في القطاع الصحي لاتخاذ القرار الصحيح بشأن مشتريات القطاع أو حتى في تثقيف المجتمع وتحسين من أسلوب حياتهم.(Lee, 2014)

تطبيقات الحوسبة المعرفية في قطاع التعليم

يعد قطاع التعليم من القطاعات الواعدة لتطبيقات الحوسبة المعرفية، حيث يمكن استخدام الحوسبة المعرفية في عمليات الإدارة والقبول والتسجيل كذلك في تحسين الممارسات التعليمية، حيث أظهرت تطبيقات الحوسبة المعرفية في العمليات التعليمية تحسّنًا ملحوظاً لأداء الطلبة في مواد علوم الحاسب، كما جعلت من العملية التعليمية أسهل للمعلمين بوجود تفاعل رقمي بين نظم الحوسبة المعرفية والطلاب مما حسّن من أداؤهم بشكل عام، كما أن تدريس سلوك الحوسبة المعرفية استطاع من تمكين الطلاب للحصول على نتائج بحثية مميزة في مجال الذكاء الاصطناعي.(Coccoli, Maresca, & Stanganelli, 2016)

تطبيقات الحوسبة المعرفية في القطاع الصحي

تأثر القطاع الصحي كغيره من القطاعات بحجم البيانات المتزايد، وأصبح العامل في القطاع الصحي في موقف لا يمكنه معه من قراءة كل جديد من الأبحاث العلمية في مجاله حيث تقدّر جهود إدراك ذلك بـ١٥٠ ساعة أسبوعياً، لذا تلعب الحوسبة المعرفية دورًا هامًا في استخراج المعرفة وتحليل البيانات بأشكالها في كل الأوراق العلمية المنشورة في المجال الطبي

وتتعلم منها ما يمكن أن يساعد العاملين في القطاع الصحي لاتخاذ القرار المناسب بشأن الحالات التي يعملون عليها، حيث وجد أن الحوسبة المعرفية يمكنها أن(Ahmed, Toor, Neil, & Friedland, 2017):

الكشف عن رؤى جديدة في العلاقة بين الجينات والبروتينات والأنماط الظاهرية والأمراض.
تساعد الحوسبة المعرفية في تحديد أكثر السمات أهمية لحالة المريض ويمكن أن توفر بذلك ملخص سهل الاستخدام لكل من المريض ومقدم الرعاية الصحية.
تم استخدام قدرات الحوسبة المعرفية في التجارب السريرية لرفع كفاءة عملية اختيار المريض وتوظيفه في تلك التجارب.
يمكن أن تساعد الحوسبة المعرفية في وضع خطط علاج فردية وبالتالي تحسين تجربة المريض والأطباء.
كذلك يمكن أن تساهم نظم الحوسبة المعرفية في خفض تكلفة الرعاية الصحية ومشاركة المعرفة بين المهتمين والتشجيع على عملية الاستشفاء خارج المستشفى (De-hospitalization) وذلك من خلال العيادات الافتراضية حيث تقوم هذه العيادات مقام العيادات الأولية لتخفيض الحاجة لدخول المستشفى وخصوصًا الضغط على عيادات الطوارئ(Revetria et al., 2012) كذلك ساعدت الحوسبة المعرفية في بناء نظام "المستشار الصحي الافتراضي للسرطان" حيث يقوم هذا المستشار بمساعدة مرضى السرطان على تجاوز المرض الذي يعانون منه والإجابة على استفساراتهم دون الحاجة لمراجعة طبية في كل مرة، مثل أن يعاني المريض من ألم غير مبرر عندها يسأل المريض المستشار الافتراضي والذي بدوره يجيبه على تساؤله بناءً على تقارير المريض وحالته العلاجية، واكتسب المستشار القدرة على الإجابة من خلال قدرات الحوسبة المعرفية حيث تم تغذية النظام بأكثر من ١٤ ألف صفحة ويب من المعلومات الموثوقة حول السرطان والمواضيع ذات العلاقة ومع الوقت تكتسب قواعد المعرفة الخاصة بالمستشار الافتراضي المزيد من المعارف مما تجعله أذكى في كل مرة يتم استخدامه ومتخصص أكثر في حالة المريض الذي يقوم باستشارته.(Radioisotope, 2016)

تطبيقات الحوسبة المعرفية في قطاع النقل

إن مفتاح الوصول لمرحلة تتمكن فيها المركبات بأن تكون ذاتية القيادة يعتمد بشكل رئيسي على امتلاكها للقدرات المعرفية (Noor, 2015) وهذا الأمر منطقي فكيف يمكن الاعتماد على المركبات ذاتية القيادة في حال كانت غير قادرة على تحليل البيانات من حولها؟ أو على اتخاذ القرارات المناسبة بسرعة حتى تتجنب المخاطر وتحافظ على حياة الركاب؟ فبواسطة نظم الحوسبة المعرفية تطورت المركبات ذاتية القيادة سواء في السيارات أو حتى في مجال الطائرات دون طيار، حيث لم يعد يتطلب الأمر تدخلاً بشرياً مباشراً لتوجيه المركبات.

٢-٥-٥ تطبيقات الحوسبة المعرفية في قطاع الصناعة

بدأ عصر الثورة الصناعية الرابعة في السنوات الأخيرة، وهي ثورة صناعية جديدة تعتمد بشكل كبير على التقنيات الحديثة وتوظيف المعرفة والابتكار، وظهرت مفاهيم جديدة في عالم الصناعة مثل المصانع الذكية(B. Chen et al., 2017) وكذلك المصانع المعرفية(Zäh et al., 2009).

وتقوم فكرة المصانع المعرفية على تمكين المصانع من الحصول على قدرات معرفية مثل التعلّم والتوقّع والتحليل لزيادة الكفاءة والإنتاج، وأظهرت دراسة بحثية في مجال نظم الإنتاج أن المصانع المعرفية تستطيع التغلب على مشكلات تواجه نظم الإنتاج التقليدية وذلك لقدرتها على التخطيط والتحكم بالإنتاج بشكل مستقل عن التدخل البشري، ووجود الآلات ذاتية التحكم فيها كأحد مكونات الإنتاج، ووجود تعاون قائم فيها بين الإنسان والآلة وضبط جودة الإجراءات بالاعتماد على المعرفة مما يزيد من كفاءة الإنتاج في هذا النوع من المصانع حيث أن المصانع التقليدية لن تستطيع زيادة كفاءة الإنتاج مع الوقت.(Bannat et al., 2010)

٢-٥-٦ تطبيقات الحوسبة المعرفية في كشف الاحتيال

مع العمليات الرقمية والتوسع في استخدام الخدمات الرقمية تزايدت هجمات الاحتيال على النظم المختلفة، ونظراً لعدم اعتماد المحتالين على نمط واحد وتغير أنماط الاحتيال في حال تم كشفها، أصبحت تواجه النظم التقليدية تحديًا في كشف الاحتيال مما دفع متخذي القرار للاعتماد على نظم الحوسبة المعرفية للمساعدة في كشف عمليات الاحتيال في أنظمتها. على سبيل المثال تزايدت العمليات المالية لقطاع البطاقات الائتمانية مع التوسع في مجال التسوق على الانترنت، وفي الوقت نفسه ازدادت عمليات الاحتيال القائمة على البطاقات الائتمانية وأصبحت مصدرًا مربحاً للمحتالين (Darwish, 2020).

حيث بلغت الخسائر جراء الاحتيال في سوق البطاقات الائتمانية أكثر من ١٦ مليار دولار في ٢٠١٤م مما دفع بالبنوك للبحث عن تقنيات حديثة يمكنها الحد من أثر الخسائر الناجمة عن الاحتيال.(Kültür & Çağlayan, 2017) وحاولت المؤسسات المالية الحدّ من مشاكل الاحتيال في البطاقات البنكية باستخدام الأنظمة التقليدية، إلا أن تلك الحلول لم تكن كافية لاعتمادها على تعليمات مبرمجة مسبقاً لكشف السلوك الاحتيالي وكذلك لاعتمادها على تدخّل الخبير البشري في كشفها.(Kültür & Çağlayan, 2017)

استطاعت أنظمة الحوسبة المعرفية التعامل مع التحديات التي واجهت النظم التقليدية بشكل فعال وذلك من خلال توفير إطار عمل ذكي وكشف آني عن عمليات الاحتيال التي تتم على بطاقات الائتمان. حيث تستفيد هذه الأنظمة من قدرات التعلم الآلي وتحليلات البيانات الكبيرة لأتمتة اكتشاف المعاملات القائمة على الاحتيال بناءً على معلومات حامل البطاقة وبواسطة البحث المعقّد واستخراج المعرفة من كشوفات بطاقات العملاء ومجموعات بيانات الشركة(Tarafdar et al., 2017) وأصبحت بذلك عملية التدقيق المعاملات ومراجعتها تتم بشكل مؤتمت مما قللّ الاعتماد على الخبرة البشرية في معالجة القضايا المالية وزادت من مرونة النظام وقابليته للتوسع والتكيف، مما يمكّنه من كشف عمليات الاحتيال على بطاقة الائتمان بشكل مباشر.

النتائج والتوصيات:

تم في هذه الدراسة الاطلاع على تاريخ ظهور الحوسبة المعرفية وتطبيقاتها، ونظراً لتأثيرها الإيجابي على أداء المنظمات في عمليات إدارة المعرفة وتحقيق التميز المؤسسي فإن الباحث يوصي ما يلي:

- زيادة الإنتاج الفكري عن الحوسبة المعرفية
- زيادة الإنتاج الفكري وبحث أثر الحوسبة المعرفية على عمليات إدارة المعرفة
- بحث العلاقة بين إدارة المعرفة والحوسبة المعرفية

- الاستفادة من التجارب العالمية في مجال استخدامات إدارة المعرفة
- نشر تطبيقات ونظم الحوسبة المعرفية

المراجع

Ahmed, M. N., Toor, A. S., Neil, K. O., & Friedland, D. (2017). Cognitive Computing and the Future of Health Care Cognitive Computing and the Future of Healthcare: The Cognitive Power of IBM Watson Has the Potential to Transform Global Personalized Medicine. *IEEE Pulse, 8*(3), 4-9. doi:10.1109/MPUL.2017.2678098

Bannat, A., Bautze, T., Beetz, M., Blume, J., Diepold, K., Ertelt, C., . . . Knoll, A. (2010). Artificial cognition in production systems. *IEEE Transactions on automation science and engineering, 8*(1), 148-174.

Bechtel, W., Abrahamsen, A., & Graham, G. (2001). Cognitive Science: History. In (pp. 2154-2158).

Behera, R., Bala, P., & Dhir, A. (2019). The emerging role of cognitive computing in healthcare: A systematic literature review. *International journal of medical informatics, 129*, 154-166.

Brasil, L. M., de Azevedo, F. M., & Barreto, J. M. (2001). Hybrid expert system for decision supporting in the medical area: complexity and cognitive computing. *International journal of medical informatics, 63*(1-2), 19-30.

Brasil, L. M., de Azevedo, F. M., Barreto, J. M., & Noirhomme-Fraiture, M. (1998). *Complexity and cognitive computing.* Paper presented at the International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems.

Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., & Yin, B. (2017). Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. *Ieee Access, 6*, 6505-6519.

Chen, M., Herrera, F., & Hwang, K. (2018). Cognitive computing: architecture, technologies and intelligent applications. *Ieee Access, 6*, 19774-19783.

Coccoli, M., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2016). Cognitive computing in education. *Journal of E-learning and Knowledge Society, 12*(2).

Darwish, S. M. (2020). A bio-inspired credit card fraud detection model based on user behavior analysis suitable for business management in electronic banking. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-15.

de Mello Brandao, R. R., de Gusmao Cerqueira, R. F., & Moreno, M. F. (2020). Automated document authoring assistant through cognitive computing. In: Google Patents.

Demirkan, H., Earley, S., & Harmon, R. R. (2017). Cognitive computing. *IT professional, 19*(4), 16-20.

Dong, Y., Hou, J., Zhang, N., & Zhang, M. (2020). Research on How Human Intelligence, Consciousness, and Cognitive Computing Affect the Development of Artificial Intelligence. *Complexity, 2020*.

Gray, P. (2010). *Psychology [With Access Code]*: WORTH PUBL Incorporated.

Gudivada, V. N. (2016). Cognitive computing: concepts, architectures, systems, and applications. In *Handbook of statistics* (Vol. 35, pp. 3-38): Elsevier.

Gudivada, V. N., Pankanti, S., Seetharaman, G., & Zhang, Y. (2019). Cognitive Computing Systems: Their Potential and the Future. *Computer, 52*(5), 13-18. doi:10.1109/MC.2019.2904940

Gupta, S., Kar, A. K., Baabdullah, A., & Al-Khowaiter, W. A. (2018). Big data with cognitive computing: A review for the future. *International Journal of Information Management, 42*, 78-89.

Gutierrez-Garcia, J. O., & López-Neri, E. (2015). *Cognitive computing: A brief survey and open research challenges.* Paper presented at the 2015 3rd International Conference on Applied Computing and Information Technology/2nd International Conference on Computational Science and Intelligence.

Kaur, S., Gupta, S., Singh, S. K., & Perano, M. (2019). Organizational ambidexterity through global strategic partnerships: a cognitive computing perspective. *Technological Forecasting and Social Change, 145*, 43-54.

Kelly III, J. E., & Hamm, S. (2013). *Smart machines: IBM's Watson and the era of cognitive computing*: Columbia University Press.

Kültür, Y., & Çağlayan, M. U. (2017). Hybrid approaches for detecting credit card fraud. *Expert Systems, 34*(2), e12191.

Lee, H. (2014). Paging Dr. Watson: IBM's Watson supercomputer now being used in healthcare. *Journal of AHIMA, 85*(5), 44-47.

Lohr, S. (2015). *Data-ism: Inside the big data revolution*: Simon and Schuster.

Lv, Z., & Qiao, L. (2020). Deep belief network and linear perceptron based cognitive computing for collaborative robots. *Applied Soft Computing, 92*, 106300.

Marshall, T., Champagne-Langabeer, T., Castelli, D., & Hoelscher, D. (2017). Cognitive computing and eScience in health and life science research: artificial intelligence and obesity intervention programs. *Health information science and systems, 5*(1), 1-11.

Mondal, B. (2020). Artificial intelligence: state of the art. *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things*, 389-425.

Noor, A. K. (2015). Potential of cognitive computing and cognitive systems. *Open Engineering, 5*(1).

Radioisotope, B. (2016). Virtual Cancer Health Advisor. *THE JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE, 57*(6).

Revetria, R., Catania, A., Cassettari, L., Guizzi, G., Romano, E., Murino, T., . . . Fujita, H. (2012). *Improving healthcare using cognitive computing based software: an application in emergency situation.* Paper presented at the International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems.

Rydning, D. R. J. G. J. (2018). The digitization of the world from edge to core. *Framingham: International Data Corporation*.

Sangaiah, A. K., Goli, A., Tirkolaee, E. B., Ranjbar-Bourani, M., Pandey, H. M., & Zhang, W. (2020). Big data-driven cognitive computing system for optimization of social media analytics. *Ieee Access, 8*, 82215-82226.

Saygin, A. P., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing test: 50 years later. *Minds and machines, 10*(4), 463-518.

Schuetz, S., & Venkatesh, V. (2020). The rise of human machines: How cognitive computing systems challenge assumptions of user-system interaction. *Journal of the Association for Information Systems, 21*(2), 460-482.

Tarafdar, M., Beath, C. M., & Ross, J. W. (2017). Enterprise cognitive computing applications: Opportunities and challenges. *IT professional, 19*(4), 21-27.

Turban, E., & Watkins, P. R. (1986). Integrating Expert Systems and Decision Support Systems. *MIS Quarterly, 10*(2), 121-136. doi:10.2307/249031

Warwick, K., & Shah, H. (2016). Can machines think? A report on Turing test experiments at the Royal Society. *Journal of experimental & Theoretical artificial Intelligence, 28*(6), 989-1007.

Wooldridge, M. (1999). Intelligent agents. *Multiagent systems, 6*.

Zäh, M. F., Beetz, M., Shea, K., Reinhart, G., Bender, K., Lau, C., . . . Engelhard, M. (2009). The cognitive factory. In *Changeable and reconfigurable manufacturing systems* (pp. 355-371): Springer.