The Arabic Language and Artificial Intelligence: From Standardization to Creativity in Light of the Metaphor of the Mind as a Computer

Dr. KADDOURI Abdelmajid[1]

Faculty of Social Sciences & Humanities
Hassan II University, Casablanca - Morocco

Science Step Journal / SSJ

2024/Volume 2 - Issue 6

doi: https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27569319

To cite this article: KADDOURI, A. (2024). The Arabic Language and Artificial Intelligence: From Standardization to Creativity in Light of the Metaphor of the Mind as a Computer. Science Step Journal II (6), 208-222. ISSN: 3009-500X.

Abstract

The Arab knowledge society is witnessing radical transformations in its cultural system, especially the linguistic system related to the cognitive structure of linguistic thought related to the Arabic language. The technological revolution resulted in the birth of a relationship between language and computers, through which engineers tried to standardize the systematic structure of language and borrow the mental processing of it computer-wise, which resulted in Cognitive and inter-systematic problems at both levels, the level of the natural language system of humans, and the level of the computer system of the machine, which necessitated work on approaching the relationship of language to the computer from two angles: a cognitive angle that addresses the structure of mental thinking of language, and a computational angle that addresses the structure of computer thinking of information, so the process of computer metaphor It witnessed an advanced boom that reached the point of creativity. Artificial intelligence took a bold turn in its dealings with language, which calls for discussing the issue of simulation of the functions of the mind by the artificial mind of the computer.

Keywords:

Arabic Language - Artificial Intelligence - Simulation - Creativity - Computer Metaphor.

[1] abdelmajid.kedouri@gmail.com

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

اللغة العربية والذكاء الاصطناعي: من التقييس إلى الإبداع
في ضوء استعارة الذهن حاسوبا

د. قدوري عبد المجيد

كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الحسن الثاني،
الدار البيضاء، المغرب

ملخص:

يشهد مجتمع المعرفة العربي تحولات جذرية في نسقه الثقافي، خصوصا النسق اللغوي المتعلق بالبنية المعرفية للفكر اللساني الخاص باللغة العربية، فقد نجم عن الثورة التكنولوجية ولادة علاقة بين اللغة والحاسوب، حاول من خلالها المهندسون تقييس البنية النسقية للغة واستعارة المعالجة الذهنية لها حاسوبا، الأمر الذي أفرز إشكالات معرفية ونسقية بينية على المستويين معا، مستوى نسق اللغة الطبيعية للإنسان، ومستوى النسق الحاسوبي للآلة، مما استدعى العمل على مقاربة علاقة اللغة بالحاسوب من زاويتين اثنتين: زاوية معرفية تعالج بنية التفكير الذهني للغة، وزاوية حاسوبية تعالج بنية التفكير الحاسوبي للمعلومة، فعملية استعارة العمليات الذهنية شهدت طفرة نوعية، فالذكاء الاصطناعي أخذ منحا جريئا في تعامله مع اللغة، مما استدعي مناقشة قضية تقييس عمليات الذهن من طرف العقل الاصطناعي للحاسوب.

الكلمات المفتاحية:

اللغة العربية – الذكاء الاصطناعي – التقييس – الإبداع – الاستعارة الحاسوبية.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

المقدمة:

يعيش البحث اللساني العربي صحوة علمية رائدة تقودها اللسانيات الحاسوبية باعتبارها نظرية علمية تجمع في أساسها علوم الحاسوب بعلوم اللغة، حيث فتحت الباب على مصراعيه للباحثين بغية استثمار النظريات اللسانية وآليات الذكاء الاصطناعي في حوسبة اللغة العربية، فالتلاقح بين تكنولوجيا المعلومات مع علوم اللغة "يمثله فرع اللسانيات الحاسوبية - وتطبيقاته المستحدثة" (علي، 1978)[2]

ومع النمو الهائل للمعلومات الرقمية باللغة العربية في بيئة الأنترنت أصبحت إدارة البيانات الضخمة مجالا خصبا للبحث في السنوات الأخيرة، بغية اكتشاف أكثر التقنيات الآلية دقة وفعالية لهندستها وتنظيمها، وتطوير معالجتها، فغالبًا ما تتعامل البيانات الضخمة مع تخزين المعلومات الزائدة عن الحاجة بتنسيقات غير متجانسة خصوصا ونحن أمام "حوالي 1 تريليون صفحة ويب"(Kevin, 2012) .

حظيت المعالجة الآلية اللغوية العربية في السنوات الأخيرة باهتمام بالغ أفرزته علاقة اللغة بالحاسوب، فالبيانات المتسارعة بالعربية دفعت إلى استخدام تقنية المعلومات من أجل تيسير البحث اللغوي العربي من جهة، وتطوير الكفاية اللغوية العربية للحاسوب من جهة ثانية عبر عملية تقييس الذكاء البشري للمتكلم العربي بهدف بناء ذكاء اصطناعي قادر على معالجة اللغة العربية.

الإشكالية:

تكمن إشكالية هذا البحث في مسألة المقاربة العلمية القائمة على المقارنة بين المعالجة الذهنية البشرية للغة عند المتكلم العربي، والمعالجة الآلية للغة العربية الخاصة بالبرامج الحاسوبية على مستويين اثنين، مستوى تقييس المعالجة الذهنية للغة العربية من قبل البرنامج الحاسوبي، ومستوى تجاوز التقييس إلى أساليب أخرى يمكن وسمها بالإبداعية؛ لذلك فالأسئلة الممكن طرحها في هذا الصدد هي:

ما المقصود بالاستعارة الحاسوبية للذهن؟ وما هي مجالات وجوانب تقييس البرنامج الحاسوبي للذهن البشري؟ وأين تتجلى مظاهر عملية التقييس أثناء معالجة اللغة العربية؟ هل تقتصر على نقل طرق المعالجة المعرفية؟ أم يمكن تجاوز ذلك إلى الحديث عن جانب إبداعي يتجاوز مسألة التقييس؟ وإذا كان الأمر واقعيا فما نطاق هذا الإبداع؟ هل يُمكن للبرنامج الحاسوبي تجاوز عمل الدماغ البشري أثناء معالجته للغة العربية؟ ما الذي يميز البنية المعرفية للعربية؟ هل يمكن فعلا محاكاة هذه البنية؟

تنبثق إشكالية هذه الورقة إذا من مسألة الاستعارة الحاسوبية أي استعارة الذهن حاسوبيا، والتي تنبني على أساس النظرية القائلة بأن "الذهن نظام حسابي - "that the mind is a computational system(Gerard, Casey; Aidan, Moran, 1989) ، الشيء الذي دفع الباحثين إلى افتراض إمكانية تقييسه ومحاكاته لتطوير النظام الحاسوبي الآلي كي يماثل عمل النظام الذهني البشري، وبالتالي اعتبار أجهزة الحاسوب "أدوات ذهنية"(John, 1992) .

العينة البحثية:

يبدو من خلال العنوان الذي انطلقنا منه أن هذه الورقة ستقف عند حدود دراسة اللغة العربية، دون الخوض في مقاربة عملية تقييس اللغات الأخرى، فنطاق بحثنا هو مقارنة عملية المعالجة الذهنية بالمعالجة الحاسوبية للغة العربية، ومن زاوية أخرى؛ سنقتصر على جانب تقييس طريقة اشتغال الذهن البشري في معالجته للغة العربية، وجوانب استعارته حاسوبيا بغية تطوير الكفاية التصورية للذكاء الاصطناعي.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

المنهج: إن اللسانيات الحاسوبية باعتبارها علما تطبيقيا يفرض علينا منهجي التوصيف والتحليل، فقد اعتمدنا على منهج التوصيف لتوصيف طرق معالجة الذهن البشري للغة العربية وعمليات هذه المعالجة، وكذا وصف خوارزميات الحاسوب الآلية لمعالجة اللغة العربية. كما اعتمدنا على المنهج التحليلي لتحليل ومناقشة عمليات الاستعارة الحاسوبية وجوانب الإبداع في معالجة اللغة العربية من طرف البرنامج الحاسوبي، مع تحليل بنية اللغة العربية ومعالجة عمليات تقييس الذكاء الاصطناعي لذكاء اللغوي مستعمل اللغة العربية.

الفرضيات: من خلال الاطلاع الأولي على مسألة العلاقة بين اللغة العربية والحاسوب واهتمامنا بمجال اللسانيات الحاسوبية خصوصا ما يتعلق ببناء الأنطولوجيات الدلالية الحاسوبية الخاصة باللغة العربية، فإننا نفترض أن عملية تقييس الحاسوب للذهن البشري تمت على مستويات لسانية محددة، خاصة بتوليد الكلام، وإدراكه وإنتاجه.

كما نفترض أن عملية استعارة الذهن حاسوبا شملت مختلف العمليات الجزئية للمعالجة الذهنية البشرية للغة بغية تطوير الكفاية اللغوية للبرنامج الحاسوبي.

ولعل التطور المتسارع للمعالجة الآلية للغة العربية والتحديثات المستمرة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي قد ساعد في دعم احتمالية الافتراض بأن البرنامج الحاسوبي في معالجته للغة العربية قد نحى مستوى إبداعيا محدودا شيئا ما.

المنهجية:

عرضنا هذا البحث في ثلاث محاور أساسية، عالجنا في أولها علاقة اللغة العربية بالحاسوب، وفي المحور الثاني ناقشنا مسألة الاستعارة الحاسوبية من حيث طريقة اشتغال الذهن البشري في معالجته للغة العربية، وفي المحور الثالث حاولنا الكشف عن الجانب الإبداعي المحدود للعقل الحاسوبي في معالجته للغة العربية، أتبعنا ذلك بنتائج الدراسة وبعض التوصيات ذات العلاقة بتطوير المعالجة الآلية للغة العربية.

1- علاقة اللغة العربية بالحاسوب.

1-1- تاريخ ارتباط العربية بالحاسوب.

يعود الارتباط بين اللغة والحاسوب إلى الأربعينيات من القرن الماضي، حيث بدأ أول الأمر الاشتغال باللغة الرياضية للتعامل مع بعض القضايا الحاسوبية، حيث شكلت سنة 1940 بداية العهد الأول للحواسيب التي استخدمت للقيام بحسابات رياضية بسيطة، لينتقل هذا الارتباط سنة 1950 إلى ظهور لغات البرمجة مثل "FORTRAN" و "Lisp" التي ساهمت في تطوير برامج أكثر تعقيدا.

ولعل سنة 1980 هي السنة الفارقة في العلاقة بين اللغة والحاسوب، فظهور الحواسيب الشخصية بلغة "BASIC" زاد من القدرة على المعالجة الآلية للغة عبر تطوير برامج آلية حاسوبية ونماذج لسانية خاصة، كما أن الجيل الأول بدأ من محركات البحث على الأنترنت في الظهور، ثم تلا ذلك ظهور تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتطبيقات الترجمة الآلية وتحليل النصوص، وقد تجسدت هذه العلاقة في علم اللسانيات الحاسوبية باعتبارها "الدراسة العلمية للغة من منظور حسابي"(Christopher, Manning, Hinrich Schütze,, 2000) ، والمتفرع عن "علم اللغة والحاسب، حيث يهدف إلى تصميم نماذج رياضية للتراكيب اللغوية؛ لتتمكن من معالجة اللغة الطبيعية"(Nuques, 2010) .

1-2- علاقة العربية بأنظمة المعالجة الآلية.

ومن خلال بحث سحابي تتبعنا الإحصائيات الخاصة باستعمال اللغات على "شبكة الأنترنت"(A GLOBAL, 2018) فوجدنا أن اللغة العربية هي رابع أكثر لغة مستعملة على هذه الشبكة؛ مما يظهر تأثيرها الكبير على شريحة هائلة من البشر، فالمتحدثون بالعربية يمثلون

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

النسبة الأهم في إحصائيات مستعملي اللغات، لكن في سياق الحديث عن المعالجة الآلية للعربية سجلنا البطء الكبير في حوسبتها على كافة المستويات، وذلك راجع إلى أمرين: أمر خارجي متعلق بالسياسة اللغوية العالمية، وأمر داخلي خاص بخصائصها كلغة طبيعية.

فاللغة العربية تكتب من اليمين إلى اليسار وهي بذلك تخالف البرمجة العميقة لعقل الحاسوب، إلى جانب استخدامها لمجموعة من الأحرف التي يصعب على متحدثي اللغات الأخرى تميزها مثل الظاء والخاء، وعدم نطق حروف العلة رغم وجودها في الرسم الخطي للكتابة، وتميزها ببنية نحوية ولغوية معقدة، هذا إلى جانب مرونتها في التركيب، فالجملة لا تتبع ترتيب الفاعل قبل الفعل دائما، بل تسمح بالتقديم والتأخير بين عناصر الجملة.

هذه الخصائص وغيرها جعلت من الصعوبة على البشر تعلم اللغة العربية، فكيف يمكن للحاسوب الذي يتجرد من الحدس أن يتعلم العربية ويقوم بتقييس معالجة الذهن للمتكلم العربي؟

لقد كان من أهداف اللسانيات الحاسوبية كاتجاه علمي حديث ضمن اللسانيات من جهة وعلوم الحاسوب من جهة أخرى؛ القيام بدراسة "المشكلات والمبادئ والأساليب والخوارزميات المطبقة لتطوير البرامج والأجهزة اللغوية"(Yatsko, 2014) بغية تطوير الاستعارة الحاسوبية للذهن البشري للغة توليدا وإدراكا.

إن اللغة العربية لغة منطقية قابلة للنمذجة والصورة أكثر من أي لغة أخرى، لذلك كانت العلاقة بينها وبين الذكاء الاصطناعي من بين أهم القضايا المعرفية في عصرنا الحالي، لما لها من قيمة علمية كبرى في تطوير تقنيات هذا الذكاء الجديد، الذي ينطلق لا محالة من محاولة تقييس مختلف العمليات الذهنية البشرية أولا محاولا محاكاتها، وهذه العمليات لا تتحقق إلى بدراسة علمية لبنية اللغة العربية من جهة وكيفية اشتغال ذهن مستعمل العربية من جهة ثانية، فهاتين الخطوتين يمكنهما تطوير البحث في أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تعالج اللغة العربية. فما هي جوانب هذا التقييس؟ وما المعايير المعتمدة لفهم بنية اللغة ونسقها الثقافي؟

2- الاستعارة الحاسوبية اللغوية للذهن البشري.

2-1- مفهوم الاستعارة الحاسوبية.

إذا انطلقنا من الفرضية القائلة بأن الحاسوب قادر على أن يحاكي مختلف العمليات التي يقوم بها الإنسان؛ مما أدى إلى "ظهور آراء مثيرة للاهتمام واستفزازية حول صفاتها المحتملة الشبيهة بالبشر" (John, the ontological status of computers or what is a computer?, 1992)وعزز تطوير صناعة الروبوت الذكي، فإنه يحق لنا أن نتساءل بشكل مشروع: هل يمكن للحاسوب أن يفكر؟ أو بشكل دقيق، هل يمكن للبرنامج الحاسوبي أن يفكر؟ مثله مثل الذهن البشري الذي يفكر ويتخيل ويفهم اللغة على وجه الحقيقة والمجاز، ويدرك سياقات الخطابات ومقامها، وأنساقها الثقافية والتاريخية، وحيثياتها البيئية.

لقد أحدثت اللسانيات الحاسوبية والنظرية المعرفية ثورة حقيقية في مناقشة هذه التساؤلات، عندما ساهمت في تطوير برمجة الحاسوب من خلال تعزيز عملية تقييس طرق اشتغال الذهن البشري أثناء معالجته للغة توليدا وإدراكا، مما ساهم في تطوير البرامج الحاسوبية وتمكينها من القدرة على اتخاذ القرار، وحل بعض المشكلات، وفهم بعض التراكيب اللغوية، وتحليل الكلام وإدراك دلالته، وتحويله إلى نسق خطي، أو دعم محركات البحث السحابية، وغيرها من العمليات التي اختص بها الذهن البشري، "فسلوك الإنسان وقوته ووعيه يعتمدان كليًا على نشاط الدماغ وتفاعله مع الأجهزة الفيزيائية الأخرى"(Ulric, 2014) ، وقد ساهمت الفرضية - في مجال الحوسبة - القائلة

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

باحتمال كون العقل نظامًا حسابيًا من تطوير النظرية الحسابية للعقل - Computational theory of mind (CTM)، والتي تم تطبيقها على بعض العمليات العقلية المهمة؛ حيث قامت بدور مركزي في العلوم المعرفية خلال الستينيات والسبعينيات.

تمثل "آلة تورينج"(Pramod, 2021) نموذجا تجريديا لجهاز حاسوبي مثالي يملك وقتا غير محدود ومساحة تخزين واسعة، فهي تعمل على النحو التالي: يقوم المعالج المركزي بإجراء أربع عمليات أولية:

أ- كتابة رمز في موقع الذاكرة.

ب- ب- مسح رمز من موقع الذاكرة.

ت- ج- الوصول إلى موقع الذاكرة التالي في المصفوفة الخطية.

ث- د- الوصول إلى موقع الذاكرة السابق في المصفوفة الخطية.

حيث يتضمن جدول الآلة مجموعة محدودة من التعليمات الميكانيكية الروتينية التي تحكم العمليات الحسابية والتي تشبه في أدائها عمليات الذهن البشري.

تعمل التكنولوجيا اللغوية الحالية على تحويل مستويات اللغة العربية وما يتعلق بها من نحو وصرف وبلاغة وعروض وأدب إلى صورة رقمية محوسبة، بل هناك محاولات كثيرة للعمل على استعارة الذهن حاسوبيا، من خلال دراسة كيفية اشتغاله وتعامله مع اللغة.

وقد ساعد علم النفس المعرفي الحديث في تطوير معرفة القدرة على تخزين المعلومات وتحويلها بالحاسوب بطرق مشابهة للمعالجة المعرفية للذهن، وبما أن الحاسوب في جوهره عبارة عن آلة حاسوبية -كما أشرنا سابقا- فإن علم النفس المعرفي واللسانيات العرفنية في تبنيها للحاسوب كنموذج مركزي، أخذا الاستعارة الحاسوبية كمسألة مركزية، فالذكاء الاصطناعي يعبر عن الاستعارة الحاسوبية على النحو التالي: العقل محكوم ببرامج أو مجموعات من القواعد مماثلة لتلك التي تحكم أجهزة الحاسوب، فهو نظام رمزي مادي.

لقد تم الاشتغال على تطوير العديد من جوانب تقييس عمليات الذهن البشري في معالجته للغة، كبرامج التوثيق وأنظمة حفظ المعلومات والأنطولوجيات الحاسوبية لتصنيف المعرفة اللغوية العربية، وصناعة المعاجم الإلكترونية والمحوسبة، وتطبيقات الترجمات الآلية الداعمة للعربية، وتطوير برامج تعليم العربية للناطقين بها وبغيرها، والمدقّقات الإملائية، والمحللات الصرفية، والتعرف البصري على الحروف ومعالجة الكلام، وتطبيقات التواصل والاتصال.

إن الإجابة عن كيفية عمل الذهن البشري عمل معني بالبحث في مسألة إدراك اللغة العربية وإنتاجها، والإدراك يشير إلى "جميع العمليات التي يتم من خلالها تحويل المدخلات الحسية، أو تقليلها، أو تحسينها، أو تخزينها، أو استعادتها، أو استخدامها" (Ulric, COGNITIVE PSYCHOLOGY, 2014)، فمصطلحات مثل الإحساس، والإدراك، والتخيل، والاحتفاظ، والتذكر، وحل المشكلات، والتفكير، إلى مراحل أو جوانب افتراضية من الإدراك، الأمر الذي تحاول الاستعارة الحاسوبية أن تعمل على تحقيقه، أي إكساب الحاسوب مهارات الذهن البشري وخصائصه وآليات اشتغاله، هذا إلى جانب إدراك مفهوم ذكاء الذهن البشري حيث إن العلوم المعرفية تبحث في الذكاء "من حيث طبيعته (ما هو الذكاء؟) ومن حيث اشتغاله (كيف يشتغل الذكاء؟) ومن حيث عمله (ماذا يفعل الذكاء؟)" (الزناد، 2010).

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

2-2- البنية المعرفية للغة العربية في الذهن البشري.

علاقة اللغة بالذهن مبحث علمي مهم نشأ مع مجموعة من اللسانيين عندما حاولوا البحث عن الخصائص الهيكلية للغة، وهو المبحث الذي استأثرت اللسانيات المعرفية بمعالجته وجعله موضوعا لاشتغالها، الأمر الذي عكس علاقة انفتاحها على علم الأعصاب وعلوم الحاسوب، فالبحث في البنية الذهنية للغة ارتبط بشكل ما بحوسبة الدماغ البشري بغية تقييس طرق اشتغاله أثناء معالجته للغة، وبالتالي بناء نظام حاسوبي يحاكي نظام الذهن البشري، "فاللسانيات العرفنية تبحث في الآليات التي يعمل بها الدماغ البشري لتوليد المعرفة واللغة" (إبراهيم، 2004).

إن استقلال النظام اللغوي باعتباره نظاما قائما له قوانينه الخاصة، وبنيته الذاتية التي يسعى علم اللغة إلى وصفها حسب النظرة البنيوية "لفرديناند دي سوسير - Ferdinand de Saussure"، جعل البحث في اللغة مقتصرا على الهيكل البنيوي الذاتي للغة باستقلال عن أي شيء آخر، لكن هذه النظرة تغيرت مع المقاربة التوليدية التي اهتمت بوصف وتفسير القدرة اللغوية التي تمكن ابن اللغة من فهم وإنتاج ما لا يعد من الجمل الصحيحة التي لم يسمعها من قبل، هذه القدرة تم تحديد وجودها بالدماغ البشري، فالنظرية اللغوية هنا "نظرية ذهنية بالمعنى التقني لهذه الكلمة، ما دامت ترتبط بالكشف عن واقع ذهني يكمن تحت السلوك الفعلي" (محمد، 1997)، وبذلك ظلت التوليدية تنظر للغة كنظام لغوي مستقل موجود في الذهن ومستقل عن باقي المكونات.

فاللغة العربية ليست مجرد بنية هيكلية أو نسق منعزل بذاته عن باقي المكونات، بل هناك جوانب أخرى تدخل ضمن هذا النسق البنيوي اللساني، فالعربي له ثقافته وعاداته وبيئته وتاريخه، كل هذا يتدخل في فهمه للغة وفي إنتاجها أيضا حسب السياق والمقام، وبذلك فالعربية -في واقع الاستعمال- تتفاعل مع عناصر قدرات أخرى في الذهن، وهي "القدرة البراغماتية – Pragmatic Competence التي تمثل معرفة الشروط الخاصة باستعمال التراكيب اللغوية بحسب الأهداف المرجو تحقيقها، والقدرة التصورية -Conceptual Competence التي تتضمن المعرفة الإنسانية بشكلها الواسع والمعتقدات التي يحملها الفرد عن الكون والعالم"(Taylor, 1995) .

المعرفة اللغوية جزء من الإدراك العقلي الخاص بالمعلومات اللغوية والمعلومات غير اللغوية، فالعمليات التي تتحكم في التفكير البشري هي نفسها التي تتحكم في البنية اللغوية العامة بمستوياتها المختلفة، فهناك "مستوى واحد تعالج فيه المعلومات اللغوية والمعلومات الأخرى الحركية، والبصرية، والسمعية غير اللغوية، للوصول إلى مجموعة من المعلومات التي لا ينبغي التمييز داخلها بين ما هو لغوي وغير لغوي" (غاليم، 2010)، وهو ما يسمى "البنية التصورية – Conceptual Structure".

إن التعبير عن الأشياء والمفاهيم - وهو بعد لغوي - يتأثر بلا شك بكيفية إدراك اللغة العربية، فاللغة ليست مستقلة أو مغلقة على ذاتها، حيث لا يمكن "وصف نظامها الداخلي وصوغ قواعده وقوانينه بمعزل عن البنية التصورية أو المعرفية التي تؤسس لمبادئ عامة في الخبرة البشرية" (النجار، 2004)، فهي تتميز في بنيتها عن مختلف اللغات الأخرى، يتعلق الأمر بطبيعتها الخطية، وقواعد إملائها، وتمايز الكثير من الحالات التركيبية والصرفية، إلى جانب تميز تعابيرها الدلالية وتراكيبها الخاصة، ومسائل الخيال والاستعارة والمجاز، فالخيال والمجاز -مثلا- يمثلان نسقا ثقافيا عربيا خاصا منبثقا من القرآن والشعر والتراث الخطابي والنقدي خلافا للنظرة الفلسفية التي أهملت الخيال برؤيتها القائمة على "بنية موضوعية للحقيقة وللعالم الخارجي مستقلة عن معتقدات البشر، ولوصف هذه البنية نستعمل التفكير الموضوعي المنطقي الذي ليس للخيال فيه أثر"(Johnson, 1990) لكن "الخيال يعد قدرة إنسانية مهمة ذات أثر فاعل وعميق في تشكيل الفهم البشري وفي بناء المعرفة

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

الإنسانية" (جونسن، 2009). ولعل تجزئة اللغة العربية إلى وحدات منفصلة تتطلب تدخلا خاصا بواسطة اللسانيين الحاسوبيين، وتجزئتها برموز مستقلة وبصورة يدوية، ثم يمكن بعدها تطبيق الخوارزميات لفهمها، أي ما يعني بناء خريطة لفهم معنى الكلمات وعلاقتها ببعضها البعض وهو ما يطلق عليه بالأنطولوجيا – Ontology.

3- الذكاء الاصطناعي وتقييس ذهن مستعمل اللغة العربية.

3-1- هدف استعارة الذهن حاسوبا.

إن الثورة الخاصة بالذكاء الاصطناعي رغم السياسة العالمية المنحازة ضد العربية لم تستثن هذه اللغة في جوانب حصادها العلمي المتجدد، فقد فرضت نفسها داخل عالم الأنترنت - رابع لغة مستعملة -، إلى جانب الاهتمام المتزايد بمعالجتها آليا، بعد اتساع رقعة الباحثين المهتمين بحوسبتها ورقمنة مواردها ونصوصها، فلا يمكنها أن تنأ عن هذه الثورة العالمية؛ الأمر الذي سمح في ظرف وجيز بالقيام بمجموعة من الأعمال الحاسوبية القائمة على فكرة تقييس طرق توليدها وإدراكها، أي تقييس الذهن البشري لمستعمل العربية بغية إكساب الحاسوب كفاية لغوية خاصة بأصوات وتراكيب ومعاني العربية، وهو المجال الذي ساهم في تطوير الأبحاث المعرفية التي تحاول فهم عمل الذهن البشري حينما ينتج أو يدرك اللغة العربية، وبالتالي تطوير التطبيقات والبرامج الحاسوبية ذات البعد الذكي.

يهدف استعارة الذهن البشري حاسوبا إلى محاكاة مختلف العمليات المعرفية والفكرية التي يقوم بها الإنسان، وهذا يمنح أنظمة الذكاء الاصطناعي استكشاف آفاق أخرى للعمليات الحاسوبية التي تتسم بالإبداع، وهذا سينعكس إيجابا على تجاوز التحديات التي توجهها معالجة اللغة العربية آليا، وكأن الهدف من عملية التقييس هذه بالقدر الذي ستفيد الذكاء الاصطناعي بالقدر الذي سيفيد العربية في مسارها نحو الحوسبة.

يسعى الذكاء الاصطناعي كعلم إلى جعل الآلة تؤدي ما يؤديه البشر من الأعمال بتمكينها من مهارة ذهنية ذكية لها قدرات الذكاء التي للذهن البشري، "فغاية علم الذكاء الاصطناعي صنع الآلات الذكية التي يمكنها أن تتصرف تصرفا ذكيا أي تتفاعل مع محيطها، تستقي منه المعلومات وترد الفعل في ضوء مقتضيات ظرفية يكون بها رد الفعل ذلك ملائما مناسبا وناجعا" (الزناد ا.، نظريات لسانية عرفنية، 2010)، ورغم أن المحاكاة بين الحاسوب والذهن البشري ممكنة في العديد من الجوانب؛ إلا أن مهمة المنطق النفسي الذي يحاول فهم الإدراك البشري مشابه تماما لمحاولة اكتشاف كيفية برمجة الحاسوب، أي كيف يقوم بتخزين المعلومات ويعيد استخدامها، ولا يهمنا كثيرًا إذا كان الجهاز الحاسوبي يقوم بتخزين المعلومات في النوى المغناطيسية أو في رقاقات دقيقة خاصة؛ بل يجب أن نفهم طريقة اشتغال البرنامج الذي على الجهاز، فقد تكون للأجهزة المادية للحاسوب بعض التأثيرات غير المباشرة على البرمجة، وكذلك على الجانب المادي الذي قد يفرض بعض القيود على تنظيم العمليات كتلك الخاصة باللغة العربية.

3-2- أنظمة الذكاء الاصطناعي وعمليات التقييس.

من المحتمل أن تكون العمليات الحسية والحركية عند الإنسان تمامًا كإجراءات الإدخال والإخراج للبرنامج الحاسوبي فهي الأكثر تأثرًا حسب الخصائص المحددة للحاسوب، حيث "يقوم الذكاء الاصطناعي على ركيزتين هما البرمجيات الحاسوبية والآلة، **فالبرمجيات** تمثل الذهن البشري، **والآلة** بأدواتها تمثل الجسم البشري بأعضائه" (الزناد ا.، 2010). يتم قياس كميات المعلومات بوحدات تسمى "البايتات - bits" أو الأرقام الثنائية - binary digits، حيث يتم تمثيل "بايت - bit" واحدة عن طريق الاختيار بين اثنتين متساويتين في الاحتمال البديل، وعلى الرغم

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

من أن قياس المعلومات قد يكون ذو قيمة قليلة بالنسبة للمعرفيين فالبرنامج ليس أداة لقياس المعلومات، بل هو وصفة للاختيار، والتخزين، والاسترداد، والدمج، والإخراج، وهذا يعني أن البرنامج لديه الكثير من القواسم المشتركة مع نظريات المعرفة، وكلاهما وصف لتقلبات المعلومات المدخلة.

يجب أن نكون حريصين على عدم الخلط بين البرنامج والجهاز الحاسوبي الموجود فيه، حيث يمكننا "تحميل" عدد لا حصر له من البرامج المختلفة في جهاز حاسوبي واحد لأغراض مختلفة، ومن ناحية أخرى، يمكننا تشغيل برنامج واحد على العديد من أنواع الأجهزة المادية المختلفة، "فالبرنامج ليس آلة، بل هو عبارة عن سلسلة من التعليمات للتعامل مع الرموز"(Ulric, COGNITIVE PSYCHOLOGY, 2014) ، فنحن ما زلنا نتساءل "كيف يعمل الذهن البشري؟". ومع ذلك، فإن تشبيه البرنامج والذي قد يكون مصطلحًا أفضل من التشبيه بالحاسوب على الرغم من أن البرنامج ليس سوى علاقات من الرموز، إلا أنه يمتلك القدرة على التحكم في تشغيل الآلات المادية والتي تنفذ بشكل دقيق العمليات المطلوبة.

هناك أنواع مختلفة من العمليات العقلية ذات العلاقة باللغة وهي: "الفهم"، "التنبؤ"، "التصور"، "النظر"، و"التخيل"، و"المراجعة"، و"التأمل"(Ibarretxe-Antuñano, 2002) ؛ وعلى هذا الأساس يمكن إنشاء الخرائط الفرعية المجازية، وتتداخل هذه العمليات بشكل كبير، الأمر الذي يحتاج إلى إدراك الفروقات الدقيقة بينها بغية عمل الحاسوب على تقييسها.

أما القضية الأخرى التي وجب الانتباه إليها أثناء عملية التقييس فهي المتعلقة بتوليد الكلام، خصوص وأن العربية تتميز عن غيرها بالشعر والقرآن، ونحن نقر بأن القرآن هو النموذج الأمثل لمستعمل اللغة العربية لا على المستويات اللسانية المعروفة، ولكن أيضا على مستوى النطق، أي إنتاج الوحدات الصوتية التي تتميز بطريقتها المميزة في إخراج الأصوات ومدها وترقيقها وتفخيمها، وإمالتها وقلقلتها وغيرها من الخصائص الصوتية، ولعل الشعر أيضا يتميز هو الآخر بطريقته الخاصة في القراءة التي تلعب دورا أساسيا في الإقناع والتأثير، وهذه الأمور لا يجب إهمالها عند هندسة البنية اللغوية للعربية.

ناهيك عن مشكلة فهم الكلام التي قد تفوق صعوبته السلاسل المكتوبة وذلك لأسباب تتعلق بما يتبع النطق من أصوات خارجة عن الرسالة، وحيثيات إنتاج الكلام على ضجيج قد لا يحمل أي معنى. وبالتالي ضرورة تجاوزه عن طريق حذفه، كما أن نطق الكلام يختلف من شخص لآخر، بل حتى حسب الشخص نفسه مما يدل على الحالة النفسية التي تواكب النطق. هذا ونشير أيضا إلى إمكانية وجود فراغات أو توقفات عند نطق العبارة الأمر الذي لا بد من وضعه بعين الاعتبار أثناء حوسبة الصوت أو برمجة التطبيقات الحاسوبية.

4- الذكاء الاصطناعي وجوانب الإبداع في معالجة العربية.

4-1- مقارنة أنظمة الحاسوب بأنظمة الذهن البشري.

لقد انطلقنا من افتراض كون الذهن البشري نظاما حاسوبيا، وأن الحاسوب نظام ذهني، الأمر الذي يدفعنا إلى الافتراض أن عقل الحاسوب يتعلم هو الآخر كما يتعلم الإنسان، وأن البرنامج الحاسوبي يخزن المعلومات ويدرك معناها كما تعلم أنظمة الذهن معاني الكلمات، حيث "يمكن للتعلم العميق للآلة أن يوسع أفق الحوسبة بشكل كبير"(Baryshnikov, 2021) ، وهذه المسألة من وجهة نظرنا مسألة نسبية، لكونها تتعلق بجوانب محددة من التعلم، "فكل الحجج الواردة تهدف إلى إثبات أن القواعد التي تحكم اللغة والعقل هي قواعد مختلفة عن

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

قواعد الذكاء الحاسوبي"(Placeholder1) . وهنا تظهر أهمية الاشتغال على فهم عمل أنظمة الذهن البشري، وفتح رؤية علمية لتطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي.

لقد دفع التقدم المتسارع في علوم الحاسوب الكثيرين إلى التفكير فيما إذا كان بالإمكان بناء برنامج حاسوبي قادر على التفكير باللغة العربية، أي بناء "آلة حاسوبية ذكية للتفكير باللغة العربية". وبشكل أكثر دقة، بناء آلات حاسوبية تنفذ المهام الذهنية الأساسية مثل التفكير واتخاذ القرار وحل المشكلات المعرفية واللغوية، ف"خلال الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين أصبح هذا الهدف يبدو واقعيًا بشكل متزايد"(Haugeland, 1985) ، وفي الثمانينيات والتسعينيات مكنت التطورات التكنولوجية برامج الحاسوب من تنفيذ الاستدلال في سيناريوهات واقعية، تلا ذلك "انفجار في الذكاء الاصطناعي الافتراضي"(Thrun, 2006) ، بما في ذلك التعرف على الكلام والمركبات ذاتية القيادة، وتعد الخوارزميات القابلة للتتبع إنجازًا كبيرًا للذكاء الاصطناعي المعاصر" (Kevin, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, 2012) وربما نذيرًا لتقدم مستقبلي أكثر إثارة للإعجاب.

2-4- نماذج تطبيقية من تقييس الحاسوب للذهن البشري.

إن عملية تقييس الحاسوب عبر برامجه الذكية لمنهجية عمل الذهن البشري لمستعمل العربية فتح آفاقا هائلة للإبداع والابتكار، وحسن عمل هذه الأنظمة بشكل واضح في مجالات متعددة، سواء ما تعلق بالأدب أو التعلم أو الترجمة، من خلال المساعدة على تحليل المشاعر الكامنة في النصوص الأدبية، وتطوير التفاعل البشري مع الآلة، والارتقاء بعمليات الترجمة من الترجمة الحرفية إلى الترجمة الإبداعية التي تضع في الحسبان السياقات اللغوية والثقافية والعلمية، عبر خوارزميات ذكية، كما طورت عمليات التقييس هذه أنظمة التعلم الذكية على مختلف مستويات العملية التعليمية، من التفاعل إلى التقييم والتحليل، وبالتالي تحسين القدرة على التعليم.

في أواخر عام 2018 مكن تدريب الذكاء الاصطناعي على فهم اللغة العربية، وكنتيجة لذلك، تحسَّن أداء معالجة اللغات العربية كثيرًا، تجلى في الكثير من المظاهر العلمية التطبيقية، سنحاول عرض بعضها من أجل بيان جوانب الإبداع في الاستعارة الحاسوبية للذهن البشري ذات العلاقة باللغة العربية.

الأنطولوجيا العربية(Mustapha, 2024) – **Arabic Ontology**:

مجال علمي لحوسبة اللغة العربية بدأ الاشتغال عليه بداية من القرن الحالي في مجالات مختلفة كالتعليم والطب والمكتبات والخطاب القرآني، ولحد الآن هناك أنطولوجيا اللغة العربية الخاصة بجامعة "بير زيت" الفلسطينية، تحت إشراف الدكتور "مصطفى جرار" والتي اشتغلت على مجموعة من المفاهيم العربية بغية تعريفها بشكل رسمي اعتمادا على المنهج الرياضي الصوري، وربط ذلك بشبكة الويب الدلالي، ورغم ما قدمته هذه الأنطولوجيا من جوانب إبداعية في تطوير تفكير الحاسوب باللغة العربية إلا أنها تحتاج إلى مزيد من العمل والتدقيق من طرف اللسانيين، لأنه غلب عليها الجانب التقني في المعالجة مما أضعف المستوى اللساني في معالجة المفاهيم وترك فراغات كبيرة في مختلف المستويات اللسانية.

إن الأنطولوجيا اللغوية "تحاكي عمل الدماغ البشري؛ من أجل تمثيل المعارف؛ فالذهن البشري يمثل المعارف بالصفات والعلاقات الدلالية (روابط علائقية)، وهذا التشبيك هو سر قوة الدماغ" (إيمان، 2020)، مما يسمح بتطوير التفكير العلائقي للحاسوب وتقييس عمل الذهن البشري في تعامله للغة.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

النظام الخبير – Expert system:

نظام ذكاء اصطناعي يساعد على إصدار أحكام محددة والقيام بالمهام الخاصة، حيث يحتفظ بالمعلومات المخزنة بقاعدة المعرفة لاستخدامها لاحقا لحل مشاكل المستخدم بكفاءة وذكاء عاليين، والمطلوب من أجل تحسين أداء النظام الخبير باللغة العربية هو حوسبة المعرفة اللغوية على كل المستويات والمجالات لأنها الخزان الذي يعول عليه النظام في معالجته للمعلومات والمهام والأوامر، وكلما زادت قاعدة المعرفة الخاصة باللغة العربية كلما تحسن الأداء الخاص بالأنظمة الخبيرة، لذلك نشجع على بناء أنطولوجيات دلالية ذات مجالات خاصة لحوسبة الموارد اللغوية ومعالجة المفاهيم بصفة علمية ورسمية، والأمر المثير في النظام الخبير هو قدرته السريعة على التعلم والاعتماد على نفسه شيئا فشيئا، مما يحاكي في اشتغاله الذهن البشري بطريقة إبداعية.

برنامج شات جي بي تي(OpenAI, 2024) :

برنامج ذكاء اصطناعي يحاكي الدماغ البشري في معالجته للغة حيث القدرة على إجراء حوارات علمية على كافة المستويات، ولكن الجانب الإبداعي الخاص بالاستعارة الحاسوبية هو الموسوعية العلمية والمعرفية للبرنامج، فهو قادر على إجراء حوارات خاصة بمختلف المواضيع والمجالات والعلوم والفنون، وهذا أمر لا يمن للكثير من الناس العمل عليه رغم القدرة الذهنية التي تسمح بإمكانية ذلك، أضف إلى ذلك مسألة التعدد اللغوي والقدرة على التلخيص والتصنيف والعرض المميز والمحكم.

نظام HEARSAY:

نظام لمعالجة الكلام يختلف عن البرامج المعهودة في تسجيل المقاطع الصوتية أو التعرف على الكلام وتحويله إلى نص مكتوب، بل هو برنامج فيه نوع من الإبداع حيث يبدأ بأخذ العينات الصوتية ثم يقوم بتقسيم الإشارة الصوتية إلى وحدات صوتية وبعدها يتم فرزها إلى مجموعات – POSSIBLE SYLLABLES ثم تنظم هذه المقاطع إلى كلمات، وهذا يحاكي الذهن البشري في جوانب فهم دلالة الوحدات الصوتية وتمييزها، كما يتميز بنوع من الإبداع حيث يقوم بتمييز الأصوات بطريقة دقيقة وإعادة تركيبها في مقاطع خاصة.

الروبوتات:

هي علم إدراك العالم المادي والتعامل معه من خلاله الأجهزة الميكانيكية التي يسيطر عليها الحاسوب مع الكميات المتزايدة من البيانات في شكل إلكتروني، ظهرت الحاجة إلى الأساليب الآلية لتحليل البيانات مع استمرار أهداف التعلم الآلي المتجلية في إكساب البرنامج الحاسوبي القدرة على تطوير الأساليب التي تمكنه اعقل الحاسوب من اكتشاف الأنماط في البيانات تلقائيًا، ثم استخدام الأنماط غير المكشوفة للتنبؤ بالبيانات المستقبلية، وبالتالي يرتبط التعلم الآلي ارتباطًا بالاستعارة الحاسوبية للذهن البشري "ويتضمن أمثلة عملية مستمدة من مجالات التطبيق مثل البيولوجيا الجزيئية ومعالجة النصوص ورؤية الحاسوب والروبوتات" ومن بين الروبوتات الآلية التي تدعم تقييس عمل ذهن الناطق باللغة العربية نذكر ما يلي:

الروبوت سارة:

روبوت أو إنسان آلي أطلق عليه اسم "سارة" تحمل الجنسية السعودية، وقد تمت برمجتها على اللغة العربية واللهجة السعودية، حيث أجرت عدة حوارات مع صحفيين ومشاهير في مواضيع مختلفة، ولم يقتصر ذكاؤها اللغوي على تقييس عمل الذهن البشري فقط بل قدمت

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

نوعا من الذكاء الخاص حيث القدرة على استيعاب السياقات المضحكة والمحزنة وانعكاس ذلك على تعابير وجهها، مما يوحي بمدى الإبداع في محاكاة اشتغال الذهن البشري على العواطف والمشاعر والسياقات الثقافية والمقامية.

الروبوت مسالم:

نجح الباحث السعودي فيصل السرهيد، في إجراء محادثة باللغة العربية مع روبوته "مُسالم"، ليصبح أول روبوت في العالم يتحدث العربية، وقادرا على فهم اللهجة العامية. يستخدم السرهيد تقنيات تعلم مُسالم القيام بمهام معينة دون برمجته بشكل صريح، ويعمل على تدريب الروبوت على 100 ألف محادثة "لتزيد ثقته بنفسه"، وفق ما ذكرت وكالة رويترز، ويعمل حاليا على تطوير الروبوت، بحيث يكون أكثر وعيا بالبيئة المحيطة ويستطيع تحريك أطرافه.

5- النتائج والتوصيات:

بعد هذه الفرشة العلمية التي قمنا من خلالها بمعالجة مسألة العلاقة بين اللغة العربية والحاسوب في ضوء الاستعارة الحاسوبية للذهن البشري، والتي قصدنا بها تقييس اشتغال الذهن البشري أثناء عمليات معالجته للغة العربية، خلصنا إلى النتائج التالية:

إن عملية تقييس الذكاء البشري في تعامله مع اللغة العربية قائم على مستويات عدة، وهو في مراحل متقدمة، رغم مجموعة من التحديات التي ما تزال تشكل عائقا في عملية التطوير الإبداع للاستعارة الحاسوبية، والمتعلقة بضعف الموارد اللغوية العربية ذات الطابع الرسمي، والتي تعتبر خلفية معرفية يستقي منها العقل الحاسوبي كفايته اللغوية، فرغم ضخامة البيانات ذات الصلة بتطبيقات التواصل الاجتماعي إلا أنها لا تُحَسِّن التفكير العلمي والحوارات المنطقية الذكية الخاصة بالبرامج والروبوتات رغم توفيرها نوعا من المعرفة السلوكية والثقافية للبرامج الحاسوبية.

تتم عملية تقييس ذهن مستعمل اللغة العربية على مستوى معالجة الصوت والمعجم والصرف والتركيب والدلالة بشكل كبير، ولكن حوسبة النسق الثقافي للعربية ذات الطابع الديني والاعتقادي والاجتماعي والبيئي ما يزال بعيدا جدا، وهو بحاجة إلى تكاثف الجهود من طرف اللسانيين والحاسوبيين وعلماء الاجتماع وغيرهم...، لأن حوسبة هذا النسق التداولي والتصوري من الشعر والخطابة والحكاية والتاريخ إلى الدين والبيئة وأسلوب الحياة أمر ضروري لتطوير المعالجة الآلية للغة حتى تقترب من طرق اشتغال الذهن ومعالجته للغة.

تصميم روبوت يدعم الذكاء اللغوي باللغة العربية في مراحله الأولى الأمر الذي ينبئ بإمكانية تطوير هذا المجال إذا توافرت الشروط العلمية، والموارد اللسانية الرسمية الكافية، وبناء أنطولوجيات دلالية مختلفة ذات مجالات متنوعة، وكذا حوسبة المعاجم والكتب المتخصصة من التفاسير وكتب النحو والبلاغة والخطابة والأدب والنقد وغيرها، بغية بناء مكانز معرفية تدعم الكفاية اللغوية للبرامج الحاسوبية، وتساهم في تطوير البرامج الحاسوبية مما سينعكس على فاعلية الذكاء الاصطناعي المتعلق باللغة العربية.

إن تكنولوجيا التطبيقات الحاسوبية باللغة العربية في طريقها إلى الانتشار، هذا الانتشار المتزايد سوف يحل مشكلات كثيرة على مستوى القيود المفروضة على اللغة العربية وعلومها، كما سيمنحها مقاما السيادة على ساحة الويب الدلالي علما أن لها شبكة بشرية هائلة تدعم النطق بها، مما ندعو من خلاله إلى تطوير الممارسات اللغوية العربية بكافة وسائل التواصل الاجتماعي كيفما كان شأنها، فهي تساهم في تعلم عقل الحاسوب بشكل تلقائي عن نفسه وعن البشر الكثير مما يطور عمليات تقييس الذهن البشري.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

نسجل من خلال بحثنا السحابي ظهور أنظمة متعددة الأوجه تستخدم الذكاء الاصطناعي باللغة العربية بطرق مختلفة، بدايةً بتحليل المشاعر في القصص الإخبارية إلى تلخيص أو توليد النص بالطريقة نفسها كما يفعل البشر، ومنها تجزئة اللغات المُستند إلى التعلم الآلي، ودمج معالجة اللغات الطبيعية للغة العربية، وتحويل الحديث باللغة العربية إلى نصوص كتابية"، وهذا يمثل طفرة هائلة في معالجة اللغة العربية، ولا شك أننا سوف نشهد إنجازات جديدة في المستقبل من خلال تواصل العمل حتى نقترب من مستويات فهم اللغات الطبيعية من نظيرتها البشرية.

كما أن تطوير الحوارات متعددة الخطوات عبر تطوير الحوار إنسان آلة، وآلة آلة، باللغة العربية، من خلال السماح للإنسان بالدخول في نقاش متعدد الخطوات مع الروبوت حول موضوع محدد، بدلًا من إصدار الأوامر أو طرح الأسئلة يساهم في تسهيل إنشاء الحوارات متعددة الخطوات والجوانب.

إن تطوير التفكير الآلي باللغة العربية وتمكينه من كفاية لغوية ذات أبعاد مجازية وأنساق ثقافية، يتطلب نشر المعارف اللغوية بأنواعها وتيسير الوصول إليها وتسهيل عملية التواصل المعرفي والبناء العلمي للمعارف والنظريات اللغوية بين المشتغلين بالعربية، فرقمنة المعرفة اللغوية ستجعل الناس اليوم أكثر نضجا وتعلماً وتأثيراً، فمن يفرض لغته يفرض الواقع والمستقبل، يفرض العلم والمعرفة والثقافة والقيم.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

المصادروالمراجع.

Baryshnikov, P. (2021). Difficult Points of Chess Metaphor in the Theoretical Questions of Language and Mind. *Epistemology & Philosophy of Science*, 96.

Christopher, Manning, Hinrich Schütze,. (2000). Foundations of Statistical Natural Language Processing. London: MIT Press.

Ganapath, Pramod .(2021) .Theory of Computation (Turing Machines) .New York: Department of Computer Science State University of Stony Brook. ,

Gerard, Casey; Aidan, Moran. (1989). The Computational Metaphor and Cognitive Psychology. The Irish Journal of Psychology, 143.

Haugeland, J. (1985). Artificial Intelligence the Very Idea. London: Cambridge: MIT Press.

Iraide Ibarretxe-Antuñano .(2002) .MIND-AS-BODY as a Cross-linguistic Conceptual Metaphor .A Journal of English and American Studies.95 ،

Jarrar Mustapha .(2024 ,09 28) .*https://ontology.birzeit.edu/copyrights . https://ontology.birzeit.edu/copyrights.: https://ontology.birzeit.edu/copyrights .*

John, K. (1992). the ontological status of computers or what is a computer? Springe, 305.

Johnson, M. (1990). The Body in the Mind the Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason. Chicago: The University of Presse.

Kevin, M. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. In M. Kevin, Machine Learning: A Probabilistic Perspective (p. 32). Cambridge: MIT Press.

Neisser Ulric .(2014) .COGNITIVE PSYCHOLOGY .New York: Psychology Press.

Nuques, P. (2010). An Introduction to Language Processing with Perl and Prolog; Germany: 2010, p: 12. berlin: Springer-Verlage.

OpenAI .(2024 ,10 05) .ChatGBT .https://chat.openai.com/auth/login: https://chat.openai.com/auth/login

S, W. Burgard, D. Fox Thrun .(2006) .Probabilistic Robotics .Cambridge :MA: MIT Press.

SOCIALLY-LED CREATIVE AGENCY A GLOBAL .(2018 ,10 17) .wearesocial من الاسترداد تم . https://wearesocial.com/fr: https://wearesocial.com/fr/

Taylor, J. R. (1995). Linguistic Categorization: Prototypes in Linguistic Theory. Oxford: Clarendon Press.

Yatsko, V. A. (2014). Computational linguistics or linguistic informatics? Automatic Documentation and Mathematical Linguistics, Springer Verlag, 149.

إبراهيم، النجار. (2004). آليات التصنيف اللغوي بين علم اللغة المعرفي والنحو العربي. *مجلة الملك سعود*، 05.

الأزهر الزناد. (2010). *نظريات لسانيات عرفنية*. بيروت: الدار العربية للعلوم ناشرون.

النجار، إبراهيم. (2004). آليات التصنيف اللغوي بين علم اللغة المعرفي والنحو العربي. *مجلة الملك سعود*، 20.

جورج، لايكوف، مارك جونسن. (2009). الاستعارات التي نحيا بها. تأليف عبد المجيد، جحفة، *الاستعارات التي نحيا به* (صفحة 20). الدار البيضاء: دار توبقال.

صبحي دلول إيمان. (2020). أنطولوجيا الدلالة المعجمية للغة العربية نحو مقاربة منهجية لسانية. *مجلة الميادين للدراسات في العلوم الإنسانية*، 26.

غاليم، محمد. (1997). *تأصيل البحث الدلالي العربي، رسالة دكتوراه*. المحمية: كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالمحمدية.

الأزهر، الزناد. (2010). ، *نظريات لسانية عرفنية*، ، *لبنان، دون طبعة، 2010، ص: 12*. . بيروت: الدار العربية للعلوم ناشرون.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

محمد، غاليم. (2010). *المعنى والتوافق مبادئ لتأصيل البحث الدلالي العربي*. عمان: عالم الكتب الحديث.

نبيل علي. (1978). العرب والمعلومات. تأليف نبيل علي، *العرب والمعلومات* (صفحة 166). الكويت: عالم المعرفة.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved