مدخل إلى هندسة الدلالة

"المقدمة المختصرة لعلم الدلالة الحاسوبي"[1] لأناستازيا كورنيلوفا نموذجا(*)

Introduction to Significance Engineering

« A brief introduction to computational semantics »

of Anastassia Kornilova As a model.

أ د/ عايدة حوشي

جامعة عبد الرحمن ميرة، بجاية، (الجزائر)

aida.haouchi@gmail.com

ملخّص : يسعى هذا البحث إلى تسليط الضوء على عوالم هندسة الدلالة في ظل التطور التكنولوجي، وما تستلزمه التطورات العلمية من تتبع للمستجدات البحثية، لا سيما الصيرورة العلمية التي لحقت بالدلالة في ضوء اللسانيات الحاسوبية (Computational linguistics)، فبما أن العلوم اللغوية قد استلزمت مواكبة للذكاء الاصطناعي معالجة ودراسة؛ آن الأوان أن نهتم بعلم الدلالة آليا (Computational Semantics) من خلال المفاهيم التي أرستها اللسانيات الحاسوبية وفقا لما يمليه الذكاء الاصطناعي. ففي الوقت الذي تبوأت فيه اللسانيات الحاسوبية مكانتها بين العلوم، حق لكل العلوم اللغوية ولا سيما علم الدلالة بكل تمفصلاته (نظريا وتطبيقيا) أن يقترن بالحوسبة منطقيا ورياضيا، وذلك بهدف الإجابة عن احتياجات معالجة المعنى للحوسبة في إطار المعالجة الآلية للغة؛ لكن هل ستكتفي الحوسبة دلاليا بما لديها من آليات لمجابهة الحتميات الآلية رياضيا ومنطقيا، أم عليها أن تستعين بمبادئ اللسانيات واللسانيات الحاسوبية لإبراز مدى طواعيتها أمام الأسس الرياضية والمنطقية آليا؟؟ وهو ما تسعى دراستنا إلى مقاربته بغية الإجابة عن حتمية ارتباط الدلالة

* تاريخ تسلم البحث : 2020/12/08 تاريخ قبول البحث : 2021/01/25 تاريخ النشر : 2021/05/15

بمعالجة آلية يضبطها الذكاء الاصطناعي ضمن واقع بحثي يميز المجهودات العربية عن الغربية لسانيا، وذلك بهدف الإجابة عن الانشغالات التي تفرضها العلوم في اقترانها بالحوسبة.

الكلمات المفتاحية: هندسة الدلالة، علم الدلالة الحاسوبي، اللسانيات الحاسوبية، الذكاء الاصطناعي، اللغة.

Abstract : This research seeks to shed light on the worlds of semantic engineering in light of technological development, and what scientific developments require in terms of tracing research developments, especially the scientific process that has been affected by significance in light of computational linguistics .As the linguistic sciences have necessitated, keeping pace with artificial intelligence, processing and study; The time has come to focus on computational semantics through the concepts established by computational linguistics as dictated by artificial intelligence. While computational linguistics assumed its place among the sciences, The right of all linguistic sciences, especially semantics, in all its articulations (theoretical and practical), to be associated with computing logically and mathematically, with the aim of answering the meaning-processing needs of computing within the framework of the automatic processing of language; But will computing suffice with its mechanisms to confront mechanical imperatives mathematically and logically, or should it use the principles of computational linguistics and linguistics to highlight the extent of its compliance in front of mathematical and logical foundations automatically ??This is what our intervention seeks to approach in order to answer the inevitability of significance being linked to an automated treatment controlled by artificial intelligence within a research reality that distinguishes Arab efforts from Western efforts in Sanya, with the aim of answering the concerns posed by science in its association with computing.

Keywords : semantics engineering, computational semantics, computational linguistics, artificial intelligence, language.

حوسبة اللغة وهندسة الدلالة

يتطلب البحث في مجال اللسانيات الحاسوبية (Computational linguistics) فهم الأسس النظرية التي بنيت عليها أولا، ثم كيفية انتقالها من المجال النظري إلى العوالم التطبيقية المتشعبة، فلقد "بلغ التقدم التكنولوجي أوجه، بسبب التقدم الهائل الذي أحرزه العلم في بناء أجيال متطورة من الحاسوب. وقد كان لهذا التطور أن يدخل في مجالات الحياة كلها، وأن يعمل على تجديد النظر العلمي، والأساليب التي يطبقها العلماء في ميادين العلم المختلفة"[2]، حيث يسعى الباحثون جاهدين إلى فهم الروابط الحقيقية التي تجمع بين اللسانيات (عمل اللسانيين) والمجال الحاسوبي (مجهود المهندسين). بين هذا وذاك تكوّن الأمر الذي نسعى إلى مقاربته في هذا البحث عبر مفهوم الدلالة آليا، حيث تعتبر الصياغة الرياضية من أقدم الصيغ التي وجّهت الأفكار اللغوية وغير اللغوية، كما أنها كذلك من الأسس الهامة والضرورية التي حكمت التطور الإلكتروني الحديث، ولأجل ذلك لا يختلف اثنان حول قيمتها في التطورين اللغوي والحاسوبي. يقول عبد الرحمن الحاج صالح وهو يوضّح العلاقة بين الصياغة الرياضية والبحث اللغوي: " إنّ أكبر غلط يمكن أن يرتكبه الباحث في هذا الميدان هو أن يعتقد أن التحليل اللغوي مهما بلغت أهميته هو شيء ثانوي بالنسبة للصياغة الرياضية، وقد لا يصرّح الباحث غير اللغوي بذلك إلا أن عمله وأفعاله قد تدل على غير ذلك في الكثير من الأحيان"[3]، لأنّ الفكر الرياضي هو حلقة الوصل بين المفهومين، كما أنّه أساس من أساسيات التفكير العلمي الذي مضى بالدرس اللساني قُدما من خلال دخوله عوالم الحوسبة الإلكترونية.

لقد كانت الرسالة اللغوية وغير اللغوية من أولى اهتمامات المهندسين الأمريكان (السيبرنيطيقيين) ضمن نظرية المعلومات عبر الآلة البسيطة (كالتلغراف مثلا)، أي قبل ظهور الحاسوب، بل في الأربعينيات من القرن الماضي حين أنشأ المهندسون الأمريكان ما يعرف بالسيبرنيطيقا أو (علم التحكم) (Cybernetics)، وهو علم توظيف الآلات ذاتية الحركة ورد فعلها

المنضبط نتيجة لمثير محدد"[4]. لقد أورد شانون (Shannon) عام 1948 في مقدمة كتابه (A mathematical theory of communication) : أن " المُشَكِّل الأساسي للتواصل هو إعادة الإنتاج بنقطة واحدة، تماما أو تقريبا حينما ترسل رسالة إلى نقطة أخرى، فالرسائل غالبا ما تحمل معنى "[5]، وبعد سنة من هذا التحديد أي عام 1949 قدم شانون مع زميله ويفر(Weaver) تحديدا مشتركا للتواصل مفاده أنّ " كلمة التواصل سوف تستخدم هنا ضمن معنى غاية في الاتساع، لتشمل كل الإجراءات التي قد تؤثر على اعتبارها واحدة أخرى (كلمة أخرى)، وهنا بالطبع لا تشمل الكلمة المكتوبة والشفوية فقط، ولكن أيضا الموسيقى، والفنون المصورة، والمسرح والباليه، وفي الواقع تشمل كل سلوك الإنسان. في بعض الوصلات قد يكون من المستحسن استخدام تعريف ما يزال أوسع للاتصالات، واحدٌ من شأنه أن يشمل إجراءات الوسائل الآلية..."[6]، فتتبع المعلومة ودلالتها لم يتجاوز التفكير البنوي إلى الوظيفية وحسب، بل اقترن الجانب الدلالي بالفكر الهندسي في السيبرنيطيقا أيضا [7].

انصب اهتمام المشتغلين بآليات التواصل من علماء الرياضيات والفيزياء على تصميم الآلات التي تساهم في إرسال الرسائل مع كيفية تذكرها و فهمها الفهم الصائب، الأمر الذي اهتم به اللسانيون أيضا وعلى رأسهم رومان جاكوبسون (Roman Jackobson)؛ حيث كان اللسانيون مهيئيين لاستقبال هذه الأفكار على الرغم من أنها لا تخص المدونات اللسانية وحسب، إنما قد تشمل أيضا إشارات مورس، الإشارات الضوئية... التي توجهها شفرات معينة، كما "يطلق على المعلومات التي تتضمنها علامة تواصلية واحدة مصطلح أنتروبيا (Entropy)، وتتباين الأنتروبيا من حيث الحجم تبعا لدرجة قابلية المعلومة للتنبؤ بها. ويحتل مفهوم التنبؤ (Predectability) مكانا بالغ الأهمية في نظرية المعلومات، ومن ثم فإنه مفهوم مهم أيضا للدراسات اللسانية الحديثة التي تضع عمليات التواصل موضع الاعتبار... ويمكن أن تقاس كمية المعلومات في علامات لغة ما بأن نحل محلها علامات أخرى فكلما زادت إمكانات الإحلال زادت كمية المعلومات التي تحمل العلامة المعينة، تلك التي نريد قياس معلوميتها (أي إن القابلية للتنبؤ تكون محدودة)"[8]. من المعلوم إذًا أن الاعتناء باللّغات كان مصاحبا لارتباطها منذ الأزل بالرياضيات التي تشكل أساس الدراسات

الآلية، وإذًا فلقد ارتبطت اللغة بأسس النُظُم الآلية قبل وجودها بعقود خلت، لكنّها لم تصبح كذلك بصفة نهائية حتى ارتبطت السيبرنيطيقا بالدرس اللساني؛ أي الأربعينيات من هذا القرن حينما اشتغل العسكريون والمهندسون الأمريكان على الحاسوب الآلي الذي نافس العقل البشري ومازال ينافسه إلى يومنا هذا مع تطوراته المستمرة. لكن لا ننسى أن تفوقه على العقل البشري في الذاكرة والتقنيات المتطورة تعود بالأساس إلى الإنسان الذي يوجه برامجه...[9].

المعالجة الآلية للغات الإنسانية هي مجال علمي يحتكم إلى قواعد الذكاء الاصطناعي واللسانيات الحاسوبية، فعلم اللغة الحاسوبي علم مخصوص وليد التطورات التكنولوجية المتقدمة، كما أنه علم دقيق يعرض لآخر النظريات والتطبيقات الحاسوبية؛ بحيث يلتقي فيه الجانب النظري اللساني بكل خلفياته المعرفية والمنهجية مع الجانب التكنولوجي المعلوماتي بكل تطوراته ليصوغ لنا علم اللغة الحاسوبي أو اللسانيات الحاسوبية، فهو علم جديد يحتاج إلى من يؤصل له من خبراء من الطرفين، فلا يستطيع أهل اللغة التفرد بتأسيسه ولا أهل الحاسوب كذلك. ومما لا شك فيه وجود ارتباط كبير بين اللغات الطبيعية والتكنولوجيا الحديثة[10]؛ معنى هذا أن العقل الاصطناعي قد وقع عقدا إلكترونيا مع اللغات الإنسانية، ليس كتابة فقط بل نطقا أيضا، فقد "توصل العلماء في التركيب الاصطناعي إلى نتائج رائعة إذ أصبح من الممكن أن تنطق الآلة والأيالة (Robot). أما الكشف والتعرف الآلي فلا يزال بعيد المنال رغم الجهود الجبارة التي يبذلها العلماء والشركات..."[11]، فلقد ظهرت الجهود اللغوية الآلية لغرض تطوير العلاقات اللغوية بين الألسنة المختلفة، أضف إلى هذا أن العولمة قد جعلت الحدود الزمنية والمكانية شفافة مقارنة بما سبق. أما الجانب اللغوي الآلي حاليا فلا يفترض جغرافية للغة، لأنّ الآلة قد محت هذا الفرع العلمي من الوجود. فأين تقع العربية على سبيل المثال في عصر العولمة؟؟؟

يقول عبد الله الميهوبي:" منذ ظهور الحاسوب في أواخر الأربعينيات وصلته باللغة تتوثق وتتأصل؛ فاللغة تقع في قمة الموضوعات التي تهتم بها العلوم الإنسانية. والحاسوب هو ذروة التقنيات

الحديثة، لذلك كان من المنطقي بل من الحتمي أيضاً أن تلتقي اللغة والحاسوب، وذلك لسبب أساسي وبسيط، وهو كون اللغة تجسيداً لنشاط الإنساني الذهني في الوقت نفسه الذي يتجه فيه الحاسوب نحو محاكاة بعض وظائف الإنسان وقدراته الذهنية، ومنها اللغة في مستوياتها كافة: (الصوت، والصرف، والتركيب، والمعجم) بالإضافة إلى مستويات استعمالية أخرى"[12].

يعتبر علم الدلالة الحاسوبي[13] علما قائما على تحليل المعنى الآلي للغة الطبيعية، حيث يتم البحث فيه انطلاقا من تصميم المعاني وهندستها وتطوير آليات تمثيلها واستدلالها. لا تعتبر الدلالة الحاسوبية مهمة أحادية متجانسة، ولكنها تتكون من العديد من المهام الفرعية، بما في ذلك الغموض في معنى الكلمة، وتحليل التعبير، ووصف دور وحداته وبنيته الدلالية، والتفعيل الآلي للمعلومات الدلالية بيانيا. لقد كان لتطوير الموارد التي تم إنشاؤها يدويًا أهمية كبيرة في دفع هذا المجال إلى الأمام[14].

تحدد الأسس البنائية لعلم الدلالة الحاسوبي الهياكل اللغوية التي يتم استهدافها في التحليل الآلي (targeted in automatic analysis)، وهي توفر بيانات ذات جودة عالية يمكن استخدامها لضبط أنظمة التعلم الآلي؛ بمعنى التعلم الآلي المنطلق أساسا من الموارد اليدوية المتعلقة بالبيانات نصيا في سبيل تفعيل المعرفة المعجمية والسياقات المختلفة للكلمات، وهو ما يحتاجه التحليل الدلالي آليا، والذي لا ينفلت من الأسس اليدوية أو العادية التي تقابله فعليا [15].

التركيب والبناء المنهجي لهيكلة المعنى

ترى كاترين إيرك (Katrin Erk) أنّ" التركيب هو موضوع أساسي في البناء المنهجي لتمثيل المعنى هيكليا والذي يتجاوز تمثيل المعنى لأجزائه. إذ عادةً ما تستخدم التمثيلات المنطقية ذات التعبيرية المتفاوتة، ممّا يجعلها مناسبة لأداء الاستدلالات الآلية وفقا للثبت النظري. إن الانتقال من المستوى العادي للدلالة نحو اكتشاف آلي للمعرفة هو توسيم متشابك بشكل وثيق؛ لأنّ الموارد التي تم إنشاؤها بشكل غير آلي يتم تمديدها أو دمجها تلقائيا. كيف ذلك؟ يحدث الأمر من خلال توجيه

الحث الآلي للمعلومات الدلالية وتقييده بالمعلومات المحددة بشكل غير آلي. من هنا يتم إنشاء تمثيلات منطقية من البيانات عند تقاطع المواصفات غير الآلية والضبط الآلي؛ وهو ما ولّد الكثير من التساؤلات حول علم الدلالة الحاسوبي وكيفية اشتغاله من قبيل:

- "هل يجب أن نبني تمثيلات دلالية للأغراض العامة، أم أن المعرفة المعجمية ببساطة خاصة بمجال معين؟
- وهل سنكون أفضل حالًا في تعلم تمثيلات مهمة ومحددة في كل مرة؟
- هل من المفيد عند الاستدلال الحصول على أرضية مؤسسة لعلم الوجود البشري، أم من الأفضل التفكير بشكل مباشر في مقتطفات النص للحصول على استدلال أكثر دقة وتدريجية؟
- هل نحصل على تحليل دلالي أفضل وأعمق لأننا نستخدم المعرفة اللغوية المحددة بشكل غير آلي، أم هو المستقبل في نماذج تعليمية قوية تتعلم تنفيذ مهمة كاملة من مدخلات ومخرجات اللغة الطبيعية وحدها دون معرفة لغوية محددة مسبقًا؟"[16].

حوسبة الدلالة والتمثيل اللغوي

الدلالة الحاسوبية هي دراسة طرق البناء والتفكير الخاصة بعمليات اللّغة مع تمثيل تعبيرات اللغة الطبيعية، وهو ما يمكن إدراجه ضمن "تطويع الكمبيوتر لفهم لغة البشر". إنّه منطلق فيه الكثير من التحدي المقترن بالتطبيق الدقيق للمفاهيم ونقلها. نقلها من المستوى البسيط إلى المستويات الأعمق والأدق والأكثر غموضا، فنقل اللغة ودلالاتها المختلفة لن يكون مقترنا بالتخصصات اللغوية وحسب بل سيقترن بكل مساحات المعالجة الآلية للغة[17] على اختلاف الميادين والتخصصات بما أنها نوع من تحسين تفاعل البشر مع التكنولوجيا وطريق إلى فهمها. يعد تمثيل المعنى من المسائل الحساسة التي تحيط بها التحديات من كل ناحية، فمن خلال المعالجة الآلية للغة ستضاف صعوبات أخرى على صعوبات تمثيل المعنى بشكل عادي[18].

يتطلب العمل في حوسبة اللغات الطبيعية التمكن من نوعين من المعرفة هما: المعرفة الدقيقة لجميع جزئيات النظام اللغوي وفق أحدث النظريات والقوانين اللسانية الحديثة، كما يتطلب الإحاطة والإلمام بالمعرفة الحاسوبية ذات العلاقة بمعالجة اللغات الطبيعية لا سيما في جانبها البرمجي المنطقي، فالحاسوب أو الآلة هي منظومة برمجية منطقية تقوم على مجموعة من الخوارزميات الدقيقة، فلا يمكن أن نتقدم في مجال البحث في الحوسبة اللسانية حتى نجمع بين هذين النوعين من المعرفة[19].

لا يتأتى سبب صعوبة تمثيل المعنى، إلا من خلال التمثيل الفعلي للظاهرة عبر الحاسوب، ولنا ما أبانت عنه المقدمة المختصرة لعلم الدلالة الحاسوبية[20] (A brief introduction to computational semantics) التي تقدمت بها الباحثة أناستازيا كورنيلوفا: (Anastassia Kornilova) قائلة بعد إيراد صورة القطة الآتية:

"لدي أولاً سؤال للقارئ: ما هي القطة؟ قد تكون الإجابة التي فكرت بها "حيوان فروي ذو أربعة أرجل يطارد الفئران"، أو "مصدر إزعاج"، أو تكون شيئا مختلفا تمامًا. هناك العديد من الإجابات الصحيحة المختلفة عن هذا السؤال، لكن إذا أشرت إلى قطة في المحادثة، فستفهم ما كنت أتحدث عنه. لا يمكن لأجهزة الكمبيوتر معالجة المعلومات نفسها تلقائيًا، لذلك نحن بحاجة إلى تحديد النماذج الحسابية لاستخدامها. قد يكون أحد الأساليب هو مجرد استخدام الكلمات، لكن اللغة البشرية لديها بعض الصعوبات المرتبطة بها"[21]. كما أوردت الباحثة الجمل الآتية للتدليل على الأمر:

- لقد وصفها بأنها عبقرية — He described her as a genius.
- وصفه لها: عبقرية — His description of her : genius
- كانت عبقرية تبعا لوصفها — She was a genius, according to his description.

إن ما توصلت إليه الباحثة هو أن الجميع سيتفقون على أن دلالة الجمل تكاد تكون متماثلة، رغم اختلاف ترتيب الكلمات وصيغها الصرفية، فقد يبدو الاختلاف بسيطا لكنه عميق وإن تراءى أن المعنى نفسه، لكن السؤال المطروح: هل باستطاعة الكمبيوتر أن يلتقط الاختلافات البسيطة والعميقة بين التراكيب المختلفة؟ وهنا يجب أن يكون التمثيل الجيد معنى منفصلًا عن صياغة محددة ليعكس التواصل الإنساني بشكل صحيح. لأن الكلمة الواحدة قد تحوي معان متعددة، منها الحقيقية ومنها المجازية، فهل إذا قلنا: سارت الأمور بشكل سليم، معناه أنها سارت على قدمين؟ إن استقبال العقل البشري لمثل هذه المعاني لن يكون سهلا كما لن يكون للعقل الاصطناعي القدرة على التحليل السليم للمعاني، لأن التحليل ليس معالجة آلية وكفى. كما أن الإشكال الحاصل في هذه الحال، هو كيفية اختيار المعنى الصحيح من بين المئات؟ فمما لا شك فيه وجود ارتباط كبير بين اللغات الطبيعية والتكنولوجيا الحديثة، حيث إن دماغ الإنسان مزود بنظام رباني فطري يقوم بتخزين اللغة واسترجاعها عند الضرورة، فالنظام اللغوي البشري مبني على شكل حاسب له مدخلات ومخرجات، ففي مرحلة المدخلات تتم عملية تحليل المداخل والبنيات اللغوية إلى أجزاء الخطاب، وذلك من خلال قواعد بيانات لجميع البنيات اللغوية اكتسبها الإنسان وقام بتخزينها على شكل خوارزميات وقوانين حسابية صورية[22].

تقول أناستازيا كورنيلوفا: فكر في ثلاث جمل جديدة تستخدم كلمة "ركض/ Run ":

- بصدق، **تدير** القطط العرض في منزلي
- Truthfully, cats run the show at my house.
- راقبت الطيور المياه وهي **تجري** بسلام في النهر.
- The birds observed the water run peacefully in the river.
- أخبرني أحدهم أنّ الكود الخاص بك لا **يعمل**.
- Somebody told me that your code just does not run.

تذهب الباحثة إلى أن هذه الجمل الثلاث هي انعكاسات تعريفية بمعاني كلمة (ركض/ Run)؛ وهو ما يمكن الفصل فيه بحسب السياقات المختلفة بالشكل الآتي:

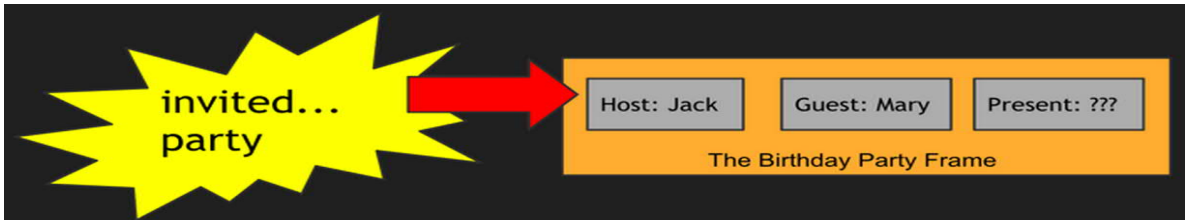
- الجملة الأولى: إدارة العرض بمعنى أنّ القط هو المسؤول عن العرض القائم
- الجملة الثانية: الركض لا يناسب الماء بل الجري هو الأنسب دلالة على التدفق السريع.
- الجملة الثالثة: الأنسب ألا يعمل الكود وليس أن يتدفق او يركض.

أدى ما تقدم بالباحثة إلى التشديد على لفت الانتباه إلى حتمية السياق في توجيه المعاني حاسوبيا لاسيما وأنها أمر مهم بالنسبة للتمثيلات الحاسوبية التي تواجه تحديين على الأقل: بناء جمل مختلفة يتم تعيينها بالمعنى نفسه، وتعيين الكلمة نفسها لمعان متعددة. هناك العديد من التحديات اللغوية الأخرى التي يجب على التمثيل تمثيلها، ولكن الآن دعونا نلقي نظرة على بعض الحلول التي تم تنفيذها[23].

المقاربة الأولى: (شبكة الأطر)

لفهم المقاربة الأولى، علينا بالرجوع إلى علم النفس ومفهوم التأطير. اقرأ الجملتين الآتيين: دعيت ماري إلى حفلة جاك. تساءلت عمّا إذا كان يريد طائرة ورقية. الآن، أجب عن السؤال التالي: ماذا كانت الطائرة الورقية؟ ربما فكرت في الإجابة على الفور (كانت هدية لجاك). في حين أن هذه العملية قد تبدو تافهة، إلا أنها في الواقع شهادة على القدرات التي يتمتع بها الدماغ البشري. إذ لم تذكر كلمة هدية أو هدايا في الجملة، لكننا قدمنا البديل على الفور، لقد تم تقديم هذا المثال لأول مرة من قبل مارفن مينسكي * (P. Marvin. Minsky) في الذكاء الاصطناعي في سبعينيات القرن العشرين باعتباره "إطار حفلات أعياد الميلاد". يشير هذا المفهوم إلى أن التجارب المختلفة

تستدعي الإطارات والهياكل التي تمثل الأدوار ذات الصلة، وأننا نستخدم هذه الإطارات لفهم العالم من حولنا. في المثال أعلاه، أثارت الكلمات المدعوة والحزبية إطار حفلة عيد ميلاد. قد تكون لهذا الإطار أدوار مثل "ضيف" و"مضيف" و"هدية" وغيرها، ويمكن لأدمغتنا ملء هذه المعلومات وفقًا لذلك حسب الشكل الآتي[24]:



نستنتج مما تقدم أن العقل البشري قادر على ربط كلمة "طائرة ورقية" بـ "هدية"، دون ظهورها في الجملة. بينما تم استخدام تأطير المثال الحالي في سياق اللغة، ويمكن توسيع الفكرة لتشمل تجارب أخرى. يمتد الإطار الدلالي Frame Semantics إلى هذا المفهوم ليشير إلى أننا نفهم الكلمات من حيث السياق الذي تظهر فيه. على سبيل المثال، لن يكون مفهوم "شراء" منطقيًا، إذا لم يكن لدينا مفهوم "المشتري"، "البائع"، "التبادل النقدي" وغيرها... [25].

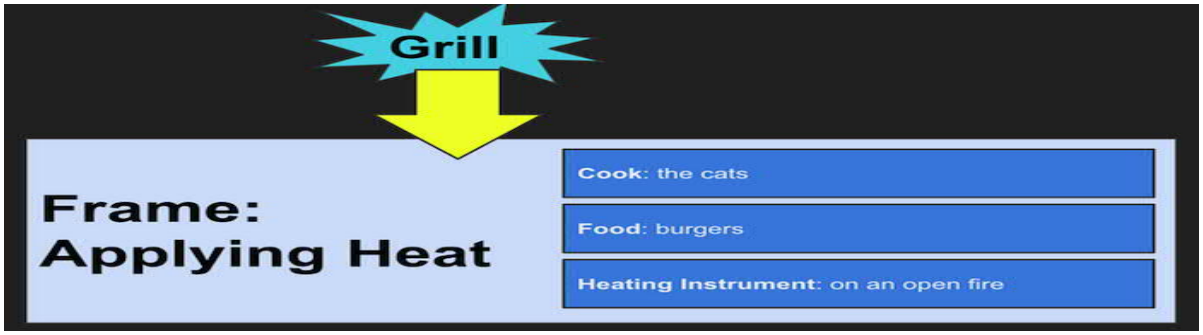
شبكة الأطر (Frame Net):

هي قاعدة بيانات (مشروع آلي) تحاول تسجيل هذه الإطارات باللغة الإنجليزية. يتكون من الإدخالات التي تحتوي على:

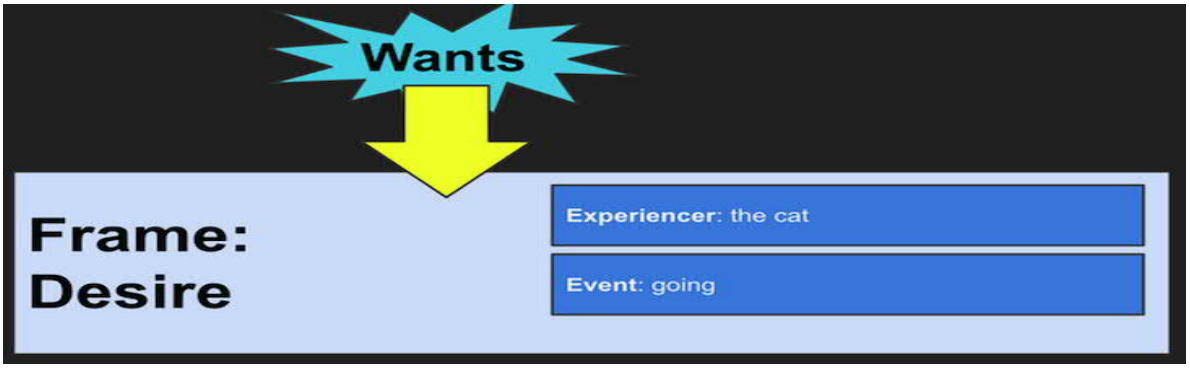
- الإطار - المفهوم العام المعني
- إطار العنصر - الأدوار الشائعة أو المعرفة المرتبطة بالإطار
- وحدات معجمية - الكلمات التي تثير الإطار

يمكن استخدام هذه الإطارات لتمثيل الجمل، حيث تمثل الجملة

« The cats grill burgers on an open fire » حسب ما يأتي[26]:



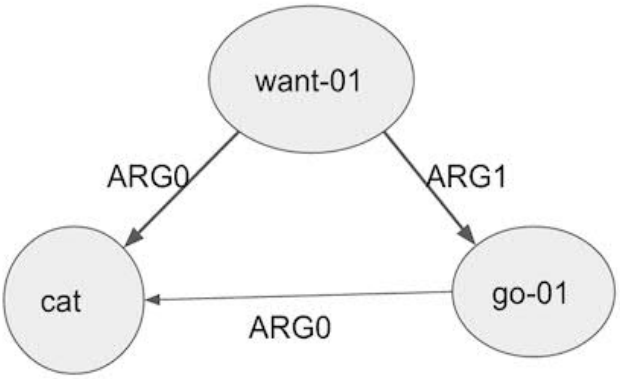
فعل "الشوي" في هذا المثال هو الوحدة المعجمية التي تستدعي إطار "تطبيق الحرارة"، و"الطهي"، و"الطعام" و"أداة التدفئة"؛ وهي عناصر الإطار التي تمثل العلاقات المعنية بتطبيق الحرارة. وصفت هذه الجملة فعلًا ماديًا، ولكن يمكن استخدام الإطارات لتمثيل الأفكار المجردة أيضًا. على سبيل المثال، يمكن التعبير عن "القطة تريد الذهاب" بالإطار[27]:



نفهم مما تقدم وحسب ما ذهبت إليه **أناستازيا كورنيلوفا** أن الأطر هي مجرد قاعدة بيانات للمفاهيم، ولكن تم تطوير أنظمة إضافية لتحويل الإنجليزية إلى هذا التمثيل والقيام بمعالجة إضافية معها. إنّ هذا التمثيل مفيد لأنّه يفصل المعنى عن بناء الجملة ويعكس حدود وضوابط الأطر آليا. ومع ذلك، قد يكون من الصعب التلاعب بها أو تمديدها، لأنّ جميع الإطارات يجب أن يحددها البشر. حيث تحتوي قاعدة البيانات حاليًا على 10000 إطار مختلف، لكن توجد مفاهيم أخرى كثيرة، وستظهر مفاهيم جديدة مع تطور اللغة والمجتمع[28].

المقاربة الثانية : تمثيل المعنى المجر د (Abstact Meaning Representation)

هي عبارة عن نماذج تعكس العلاقات بين المفاهيم، وبدلاً من إنشاء إطارات محددة لمواقف مختلفة، فإنها تمثل "عناصر الإطار" كوسائط لمفهوم أساسي في أبسط أشكاله، سيكون للمفهوم (عادةً إجراء) أدوار مقترنة بالحجج (Arguments) (ARG0) و(ARG1) يتم ملؤها حسب الموضوع والكائن على التوالي. يتم تمثيل هذه العلاقات كرسم بياني موجه، حيث تكون المفاهيم عقدًا، وتكون وسائط المفهوم عقدا فرعية في الرسم البياني، كما تقوم الوسائط الأخرى مثل "الوقت"، و"الموقع"، و"الطريقة" بترميز معلومات إضافية يمكن أن تحدث في العديد من المواقف، ما يمكن تمثيله بالجملة الآتية: "القطة تريد أن تذهب (الذهاب)"[29]:



لقد ارتبط إطار الجملة بـ "الرغبة" وهو المفهوم الذي يوضح" مركز التمثيل"، والذي تم التعبير عنه من خلال عقدة الجذر الخاصة بـ 'want-01'. كانت عناصر الإطار "مجربة" و"حدث"، هنا يتم تمثيل هذه العلاقات بواسطة (الحجة 0) "ARG0"و (الحجة1) "ARG1"، وبالتالي نحن قادرون على تشفير المعلومات المماثلة مع **تمثيل المعنى المجرد** (AMR)= Abstact Meaning Representation دون تحديد العلاقات المحددة لكلمة(يريد) "want". يمثل **تمثيل المعنى المجرد**

(AMR) قطعة واحدة جديدة من المعلومات عبر الحافة بين "go" و"cat"؛ تخبرنا الحافة أن القطة هي التي ستقوم بذلك. لم نتمكن من إظهار هذه المعلومات في تمثيل Frame Net (شبكة الأطر) الذي يوضح مرونة الطريقة الثانية. في **تمثيل المعنى المجرد** (AMR)، يتم تعيين الكلمات إلى المفاهيم (في المثال الأول "want-01" هو أحد تعريفات "want") للتمييز بين المعاني المختلفة. فعلى الرغم من أن المفاهيم لا تزال بحاجة إلى التعريف بها، إلا أن عملية إدخال مفاهيم جديدة هي أبسط من عملية تقديم الإطارات[30]. إن تناول هذه المسألة بهذا التحليل الهندسي التمثيلي يجعلنا بحاجة إلى توضيح الفكرة الخاصة بمجموع اللغات، إذ يجب علينا أن نتساءل عن مدى قابلية هذا المشروع التمثيلي للمعنى كي ينفتح على كل اللّغات رغم خصوصية كل واحدة على حدة[31]؟

يعتبر تمثيل المعنى المجرد(AMR)حسب ما تذهب إليه **أناستازيا كورنيلوفا** " مرنا، لكن قد يكون من الصعب استخدامه في العديد من التطبيقات. على وجه الخصوص، يشكل تحويل اللغة الإنجليزية إلى هذا التنسيق تحديا صعبا ... بحثت في تحسين محلل واحد من هذا القبيل – JAMR. ركز عملي على تعيين الكلمات إلى المفاهيم، وواجهت حواجز الطرق مع البيانات المصنفة المتاحة. على وجه الخصوص، بالنسبة للكلمات ذات المعاني المتعددة التي تم تعيينها إلى مفاهيم متعددة، لم تكن لدينا أمثلة كافية في بيانات التدريب لكل تعيينات من هذا القبيل لتتمة العملية. فعلى الرغم من أن مجموعة الجمل الإنجليزية المسماة (AMR) آخذة في الازدياد، إلا أنها ليست كثيرة بما يكفي للعديد من المهام في هذا المجال. قد تكون العلاقات العامة قوية في مواقف معينة، ولكن في أوقات أخرى قد تكون العلاقات المحددة الموجودة في شبكة أطر (Frame Net) مفيدة؛ فعلى سبيل المثال، إذا كنا نرغب في تمثيل معلومات حول الزلزال، فقد نود أن نحدد بشكل خاص "قوته" و"مركزه"؛ وهو ما قد تتضمنه الإصدارات الجديدة من AMR هذه المعلومات، ولكن حتى الآن يمثل التنسيقان الحل الوسط بين المرونة وبين تفاصيل محددة[32].

المقاربة الثالثة: علم الدلالة التوزيعي[33] (Distributional Semantics)

تعتمد هذه المقاربة على فرضية أساسية مفادها، أن الكلمات ذات توزيعات مماثلة ولها معان متشابهة. تجعل هذه الخاصية تمثيلات المتجهات ذات معنى لأنها تجعلها تلتقط كيفية ارتباط الكلمات ببعضها البعض، فهناك طرق مختلفة لإنشاء مثل هذه التوزيعات للكلمات، ولكن الطريقة الشائعة هي استخدام سياق الكلمات بالقرب من الكلمة الهدف. لقد اقترحت دلالة الإطار أن نفهم الكلمات من خلال علاقاتها مع الكلمات الأخرى، وهو ما يسمح به نهج التوزيع من خلال التقاط كل هذه الكلمات. إذا أخذنا مجموعة كبيرة من المستندات ـ على سبيل المثال ـ وقمنا بتمثيل كل كلمة من حيث الكلمات التي تحدث بها في الجمل، فقد نحصل على متجه لكلمة "Cat" التي تبدو وفق التمثيل الآتي بهذا الشكل[34]:

Fur	meows	potions	animal	bones	lasers
99	155	1	25	5	38

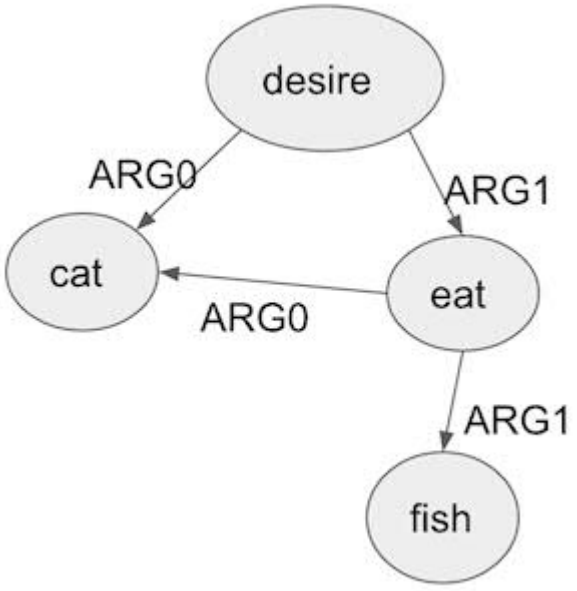
وهذا ما تبدو عليه كلمة كلب[35]:

Fur	meows	potions	animal	bones	lasers
70	1	0	30	99	3

إن الذي يلازم كلمة "القط" في كثير من الأحيان هو "المواء"، في حين تلازم كلمة "الكلب" في كثير من الأحيان كلمة "العظام"، لكن قد لا تظهر البيانات الحقيقية مثل هذه التلازمات، التي قد تنتج بعض التشويش على المعلومات الدخيلة على مثل هذه الاتجاهات والتلازمات، إذ يعد العثور على السياق الصحيح للاستخدام أحد التحديات الرئيسة لهذه المقاربة، والذي ورغم صعوبته قد أثبت فعاليته في مجموعة متنوعة من التطبيقات. إنّ الميزة الرئيسة لاستخدام

هذا النهج هي الوصول الجديد إلى العمليات الرياضية. نظرًا لوجود مُتجَهَين لكلمتين، حيث يمكننا معرفة مدى تشابه الكلمات بناءً على نواقلها. إذ يمكن تطبيق العديد من عمليات الجبر الخطي أيضًا، مما يسمح لنا ليس فقط بتمثيل المعنى، ولكن أيضًا بمعالجته. قد تكون هذه المقاربة قوية الأثر بالنسبة للكلمات الفردية، لكنها لا تحتوي على آلية محددة مسبقًا لتمثيل العلاقات بين الكلمات، وذلك على الرغم من أننا يمكن أن نتوصل إلى نواقل لـ "cat" و"want" و"go"، لأننا لا نستطيع الجمع بينها لتمثيل "القط يريد أن يذهب" بشكل طبيعي كما فعلنا في FrameNet أو(AMR). هناك بحث مستمر حول إيجاد طرق ذات مغزى للجمع بين المتجهات، لكنها لم تصل بعد إلى تطور الأساليب الأخرى[36].

توصلت الباحثة **أناستازيا كورنيلوفا** من خلال المقاربات الثلاث التي تقدمت بتوضيحها حول طرق تمثيل المعنى إلى أن لكل منها نقاط قوة وضعف، وقد يكون كل منها مناسبًا للتطبيقات المختلفة. لكنها مقاربات تواجه العديد من التحديات في علم الدلالة الحاسوبي سواء من خلال استخدام الكلمات أم من خلال استخدام الجمل التي تحمل المعنى نفسه، حيث يمكن لنظام شبكة الأطر (FrameNet) وتمثيل المعنى المجرد (AMR) مواجهة التحدي الأول؛ على سبيل المثال (AMR) تمثيل المعنى المجرد الآتي[37]:



وهو ما يمكن استخدامه لتمثيل الجمل الآتية[38]:

- القط يريد أكل السمك — The cat wants to eat the fish
- رغبة القط في أكل السمك — The cat's desire is to eat fish
- أكل السمك هو ما يرغب فيه القط — Eating fish is what the cat desires

خلاصة ما تقدم أنّه لا وجود حتى الآن لطريقة محددة لنمذجة العلاقات بين الكلمات، لذلك يبقى مجال المقاربات مفتوحا على الإمداد الدلالي هندسيا [39].

تعتبر المعالجة الآلية للمعنى أمرا في غاية الصعوبة، وهي صعوبة من ضمن صعوبات اللغة في حد ذاتها. إنه مجال بحثي كثير التشعبات، لأنه بحاجة إلى بحوث حثيثة في المجال، كما أنّ التنظير الدقيق لم يحظ بالعناية الكافية في هذا المجال الشائك[40]، الذي يعنى به علم الدلالة الحاسوبي المشتمل على التعريف بالمنطق المناسب لتمثيل المعنى اللغوي، وإنشائه آليًا والتفكير به[41].

إنّ "معالجة اللغات الطبيعية حاسوبياً ليس بالأمر الهيّن، بل يتطلب الكثير من الجهد كما يحتاج إلى فرق بحث متخصصة ذات تصور كامل حاسوبياً ولغوياً، فمعظم الأنظمة والبرامج المجربة على اللغات الإنسانية لم تسلم حتى الآن من الكثير من المشاكل والصعوبات سواء على المستوى المنهجي أم الصوري للغة، فالباحث في علم اللغة الحاسوبي يحتاج إلى التسلح بأسس نظرية لسانية مع ضرورة الإحاطة بجوانب تقنية تضيء له الطريق أمام الوصف والمقارنة للوصول إلى المنهج الصحيح والأكثر واقعية في وصف جزئيات الخطاب اللساني، وفي المقابل نحن بحاجة إلى تطويع اللغات الإنسانية لتصبح أداة طيّعة في يد الحاسب وخوارزمياته"[42].

يبقى أن الهيكل العام للمعاني هو الذي يوجّه بياناتها آليا، لأنه السبيل إلى التمثيل الالكتروني، إذ يمكن فهم تمثيلات (AMR) و(FrameNet) بسهولة من قبل البشر، ولكنها تتطلب أيضًا الكثير من البيانات المشروحة للعمل مع البشر، كما قد لا يحتاج علم الدلالة التوزيعي إلى أمثلة مشروحة لا يمكن فهمها من قبل البشر. إن التطبيق الفعلي للبيانات هو الذي يضمن المعالجة السليمة لتمثيل المعنى المجرد في حدود السياق وفاعليته الحاسمة، والتي تمكننا من ضبط وفهم ما يجري مع البيانات ومع العالم[43].

الهوامش

[1] Daniel Jurafsky ; James H Martin. Speech and language processing. An introduction to natural language processing. Computational linguistics, and speech recording. 3Rd EDIT, Draft. Of October 16, 2019. P: 324.325

[2] سمير شريف استيتية. **اللسانيات. المجال، والوظيفة، والمنهج.** عالم الكتب الحديث. جدارا للكتاب العالمي. ط 2 .1429 هـ ـ 2008 م. إربد الأردن. ص:527.

[3] عبد الرحمن الحاج صالح. **بحوث ودراسات في اللسانيات العربية.** ج1. موفم للنشر. 2000 .الجزائر. ص:85.

[4] ميلكا إفيتش. **اتجاهات البحث اللساني.** تر: سعد عبد العزيز مصلوح ووفاء كامل فايد. المجلس الأعلى للثقافة. المشروع القومي للترجمة. ط2. 2000. ص:423.

[5] C E Shannon. A mathematical theory of communication. Reprinted with corrections from the Bell system technical journal.Vol 27. 1948. P : 1. (Introduction).

[6] Shannon and Weaver. The mathematical theory of communication. The university of Illinois. PRESS. URBANA. 1964. P :3.

[7] يشير الدكتور الحاج صالح بهذا الصدد إلى موقف تشومسكي من هذه النظرية في كونها أضعف الأنماط على توليد التراكيب اللغوية. لمزيد من التوضيح ينظر: عبد الرحمن الحاج صالح. **النظرية الخليلية الحديثة ـ مفاهيمها الأساسية ـ** مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية ـ كراسات المركز ـ. العدد الرابع 2007 بوزريعة الجزائر. ص: 58.

[8] **اتجاهات البحث اللساني.** ص:429.430 .

[9] بعد أربعينيات القرن التاسع عشر ظهرت المشاريع اللسانية الآلية بشكل بارز في أعمال الأمريكي: هايس (D .G.Hays)؛ ثم إينجف(V. Yngve)، إلى جانب المؤتمرات المختلفة الخاصة بالترجمات الآلية** منذ أكتوبر1956، أضحت المعالجة الآلية واقعا لا يمكن الاستهانة به، لأنه دائما في تطور سريع جدا، حيث لم تستهلك فيه النظريات اللسانية وحسب بل كذلك التحاليل التي وضعها المهندسون مثل التحليل التوقعي (Predictive Analysis)؛ والتي تتضمن احتمال ما يأتي من الكلام في الجزء المتأخر منه. ينظر: **بحوث ودراسات في اللسانيات العربية**. ج1. ص: 233-238.

[10] عبدالعزيز عبدالله المهيوبي. **لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي)**. معهد تعليم اللغة العربية https://units.imamu.edu.sa/colleges/TeachingArabicLanguageInstitute/Articles/Pages/article6-7-1439.aspx

[11] **بحوث ودراسات في اللسانيات العربية**. ج1. ص:92. 93.

[12]عبدالعزيز عبدالله المهيوبي. **لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي)**. معهد تعليم اللغة العربية

[13] Christopher Manning. Computational Semantics. Borrows some slides from Mary Dalrymple, Jason Eisner, and Jim Martin. Stanford university; SNLP. P:27 https://www.coursehero.com/file/8620660/computational-semantics/

[14] Katrin Erk. Computational Linguistics, Semantics .Oxford Research Encyclopedias Online Publication Date: Jan 2018 DOI: 10.1093/acrefore/9780199384655.013.331 https://oxfordre.com/linguistics/browse?btog=chap&pageSize=20&sort=titlesort&subSite=linguistics

[15] Ibid. MR.

[16] Ibid. MR .

[17] Thierry Charnois .Axe 5 : Analyse sémantique computationnelle (Responsable : LIPN Paris 13; co-responsable : Benoît Crabbé LLF Université de Paris) www.labex-efl.com › recherche › Sémantique-computationnelle. http://www.labex-efl.com/wordpress/recherche/semantique-computationnelle

[18] Voir : Anastasia kornilova. A brief introduction to computational semantics. October 06, 2015 | 14 Minute Read web.stanford.edu . http://www.akornilo.com/computational-semantics/

[19] عبدالعزيز عبدالله المهيوبي. **لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي)**. معهد تعليم اللغة العربية https://units.imamu.edu.sa/colleges/TeachingArabicLanguageInstitute/Articles/Pages/article6-7-1439.aspx

[20] Daniel Jurafsky ; James H Martin. Speech and language processing. An introduction to natural language processing. Computational linguistics, and speech recording. 3Rd EDIT, Draft. Of October 16, 2019. P: 324.325

[21] Voir : A brief introduction to computational semantics. . http://www.akornilo.com/computational-semantics/

[22] عبدالعزيز عبدالله المهيوبي. **لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي)**. معهد تعليم اللغة العربية https://units.imamu.edu.sa/colleges/TeachingArabicLanguageInstitute/Articles/Pages/article6-7-1439.aspx

[23] Voir : A brief introduction to computational semantics. http://www.akornilo.com/computational-semantics/

[*] Winston, P. Marvin L. Minsky (1927–2016). Nature 530, 282 (2016). https://doi.org/10.1038/530282a

- Published17 February 2016
- Issue Date18 February 2016
- DOI https://doi.org/10.1038/530282a

[24] Voir : A brief introduction to computational semantics. http://www.akornilo.com/computational-semantics/

[25] Voir :Ibid. MR .

[26] Voir :Ibid. MR .

[27] Voir : Ibid. MR .

[28] Voir :Ibid. MR .

[29] Voir :Ibid. MR .

[30] Voir :Ibid. MR .

[31] مجموعة من الباحثين. **مقدمة في حوسبة اللغة العربية. مباحث لغوية**؛ 55. مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز لخدمة اللغة العربية. ط1 2019. ص: 231.

[32] Voir : A brief introduction to computational semantics. http://www.akornilo.com/computational-semantics/

[33] لقد تم البحث حتى الآن ـ حسب آناستازيا ـ في العروض التي تم تصميمها نحو قابلية قراءة سShuman. رغم أن هذا قد يكون مفيدًا لفهم كيفية معالجة الكمبيوتر للأشياء، إلا أنه ليس ضروريًا للعديد من التطبيقات. دلالات التوزيعية تستفيد من هذه الحقيقة وتشير إلى أنه يمكن تمثيل اللغة كتوزيعات أو متجهات للأرقام.: Voir Ibid. MR .

[34] Voir :Ibid. MR .

[35] Voir :Ibid. MR

[36] Voir :Ibid. MR .

[37] Voir :Ibid. MR .

[38] Voir :Ibid. MR .

[39] Voir :Ibid. MR .

[40] Voir :Ibid. MR .

[41] فرج محمد صوان **علم اللغة الحاسوبي** http://academiworld.org 2018-07-10 Computational linguistics

[42] عبدالعزيز عبدالله المهيوبي. **لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي)**. معهد تعليم اللغة العربية https://units.imamu.edu.sa/colleges/TeachingArabicLanguageInstitute/Articles/Pages/article6-7-1439.aspx

[43] Voir : A brief introduction to computational semantics. http://www.akornilo.com/computational-semantics/

مصادر ومراجع:

1) سمير شريف استيتية. اللسانيات. المجال، والوظيفة، والمنهج. عالم الكتب الحديث. جدارا للكتاب العالمي. إربد الأردن.. ط 2 .1429 هـ ـ 2008 م

2) عبد الرحمن الحاج صالح. بحوث و دراسات في اللسانيات العربية. ج1. موفم للنشر. 2000. الجزائر.

3) عبد الرحمن الحاج صالح. النظرية الخليلية الحديثة ـ مفاهيمها الأساسية ـ مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية ـ كراسات المركز ـ العدد الرابع 2007 بوزريعة الجزائر.

4) عبد العزيز عبدالله المهيوبي. لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي). معهد تعليم اللغة العربية

5) مجموعة من الباحثين. مقدمة في حوسبة اللغة العربية. مباحث لغوية؛ 55. مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز لخدمة اللغة العربية. ط1 2019.

6) فرج محمد صوان علم اللغة الحاسوبي http://academiworld.org 2018-07-10 Computational linguistics

7) ميلكا إفيتش. اتجاهات البحث اللساني. تر: سعد عبد العزيز مصلوح ووفاء كامل فايد. المجلس الأعلى للثقافة. المشروع القومي للترجمة. ط2. 2000.

8) عبد العزيز عبدالله المهيوبي. لغتنا العربية واللسانيات الحاسوبية (علم اللغة الحاسوبي). معهد تعليم اللغة العربية
https://units.imamu.edu.sa/colleges/TeachingArabicLanguageInstitute/Articles/Pages/article6-7-1439.aspx

9) Anastasia kornilova. A brief introduction to computational semantics. October 06, 2015 | 14 Minute Read web.stanford.edu . http://www.akornilo.com/computational-semantics/

10) C E Shannon. A mathematical theory of communication. Reprinted with corrections from the Bell system technical journal.Vol 27. 1948..

11) Daniel Jurafsky ; James H Martin. Speech and language processing. An introduction to natural language processing. Computational linguistics, and speech recording. 3Rd EDIT, Draft. Of October 16, 2019.

12) Katrin Erk .Computational Linguistics, Semantics. Oxford Research Encyclopedias Online Publication Date: Jan 2018 DOI: 10.1093/acrefore/9780199384655.013.331

13) Shannon and Weaver. The mathematical theory of communication. The university of Illinois. PRESS. URBANA. 1964.

14) https://oxfordre.com/linguistics/browse?btog=chap&pageSize=20&sort=titlesort&subSite=linguistics

15) Thierry Charnois. Axe 5 : Analyse sémantique computationnelle (Responsable : LIPN Paris 13; co-responsable : Benoît Crabbé LLF Université de Paris) www.labex-efl.com › recherche › Sémantique-computationnelle. http://www.labex-efl.com/wordpress/recherche/semantique-computationnelle