مجلة علمية دولية محكمة نصف سنوية
تصدر عن مخبر الدراسات النقدية والأدبية المعاصرة جامعة تيسمسيلت/الجزائر
ISSN 2571-9882 EISSN 2600-6987
https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/297
Contemporary Studies is a bi-annual open access International double-blind journal. It is published by the University of Tissemsilt, Algeria.

المجلد: 05 / العدد: 02 / (2021)، ص463-474

خوارزميات الذكاء الاصطناعي ودورها في التحليل الآلي للغة العربية على المستوى الصرفي

Artificial intelligence algorithms and their role in the automated analysis of Arabic at Morphological level

نجوى فيران
nadjwafirane1@yahoo.com
جامعة سطيف2
(الجزائر)

تاريخ الاستلام:2021/06/12 تاريخ القبول:2021/08/22 تاريخ النشر:2021/12/02

ملخص: لقد ظهر الذكاء الاصطناعي إلى الوجود نتيجة للثورة الّتي حدثت في نظريتي المعلومات والتحكّم الآلي، قصد الوصول إلى فهم أفضل وأعمق للذكاء الإنساني، عن طريق محاولة محاكاته واستثمار برامجه وتقاناته واستغلالها، لاسيما على مستوى معالجة اللغات الطبيعية(NLP) سواء المكتوبة(النصوص)، المسموعة(الإملاء)، أو المقروءة(توليد الكلام).

وقد استعان الذكاء الاصطناعي بالرياضيات، فاستعار منها مفهوم الخوارزميات، فهدف البحث إلى تسليط الضوء على فعاليتها في معالجة اللغة العربية على المستوى الصرفي عن طريق آليتي التحليل والتوليد. ووصل إلى أنّ استخدام الخوارزميات كنظام من نظم الذكاء الاصطناعي قد أثبت فاعليته في معالجة اللغة العربية آليا على المستوى الصرفي.

كلمات مفتاحية: الذكاء الاصطناعي، النظم الخبيرة، الشبكات العصبية، الخوارزميات، التحليل الصرفي.

Abstract:
Artificial intelligence has emerged into existence as a result of the revolution that occurred the theory of information and automated control, in order to reach a better and deeper understanding of human intelligence by trying to emulate it, and invest its programs, techniques and exploitation, especially at the level of processing voluntary languages(NLP) both written(texts) and audio(Dictation) or read(speech generation).

The Artificial intelligence used mathematics and borrowed from them the concept of algorithms that the research attempted to shed light on its effectiveness in dealing with the Arabic language at the morphological level through the mechanisms of analysis and generation.

Keywords: Artificial intelligence, Expert systems, Neural networks, Algorithms, Morphological analysis.

مقدمة:

لقد ابتكر الإنسان مجموعة من الطرائق والتقانات لتمثيل المعرفة والخبرة المخزّنة في ذاكرته، والّتي اكتسبها ليستخدمها وقت الحاجة وبالشكل الأمثل، وتمثيل هذه المعرفة لا يكون إلّا وفق نماذج يفهمها الكمبيوتر ويستخدمها بطريقة تحاكي الذكاء البشري، وهو ما يسمى بالذكاء الاصطناعي، الذي هو الآخر استنجد بمفاهيم رياضية بحتة لتطوير ممارساته ، و تطبيق نظرياته أهمها مفهوم الخوارزميات التي تساهم في تطويع اللغة البشرية و فهمها أكثر.

من شرفة ما سبق، يطرح البحث الإشكالية: هل يمكن استغلال برامج الذكاء الاصطناعي في معالجة اللغات البشرية؟ وما فاعلية خوارزمياته في تحليل المستويات اللغوية للغة العربية، لاسيما على المستوى المورفولوجي؟، وللإجابة على هذه التساؤلات، انتهج البحث المنهج الوصفي القائم على التحليل كأداة إجرائية ناجعة.

I- الذكاء الاصطناعي:

1 – في تحديد مفهوم الذكاء الاصطناعي(Artificial Intelligence):يضطلع الذكاء الاصطناعي بدراسة السلوك الذكي للبشر، في محاولة لإيجاد السبل الّتي يمكن بها إدخال مثل هذا السلوك على الآلات الاصطناعية، إذ يهدف إلى "فهم طبيعة الذكاء الإنساني عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء"[1]، أي قدرة هذه البرامج على إيجاد حلول لمسائل محدّدة انطلاقًا من مجموعة من العمليات الاستدلالية الّتي جهّزت بها هذه البرامج مسبقًا.

فالذكاء الاصطناعي إذن علم يستند في وجوده واشتغاله على مجموعة علوم هي: علم الحاسوب، علم النفس، الهندسة، الرياضيات، اللسانيات، ليقوم بابتكار وتطوير خوارزميات وتقنيات ذكية لتطبيقها في الحواسيب و الروبوتات بحيث تمتلك سلوكًا ذكيًا يحاكي قدرات الدماغ البشري "من إدراك للبيئة المحيطة والاستجابة المناسبة لمثيراته، تعلّم وتخطيط وإيجاد الحلول للمسائل المستجدّة، والتواصل اللغوي، وإدارة التراكم المعرفي"[2]

ويسعى العلماء والخبراء الفاعلون في هذا المجال من خلال تطوير برامج ونظم الذكاء الاصطناعي إلى تحقيق ما يلي[3]:

1- إنشاء قاعدة معرفية تدعّم الذاكرة التنظيمية، بحيث يعود إليها العاملون للحصول على المعرفة لاسيما القواعد التجريبية، الّتي لا تتوفّر في الكتب والمراجع.

2- تخزين المعرفة المرتبطة بالذكاء الاصطناعي خوفًا من فقدانها أو تسريبها.

3- إنشاء آلية لا تكون خاضعة للمشاعر البشرية كالقلق والإرهاق.

4- امتلاك وسائل ناجحة وناجعة في تطبيقاتها لإدارة الأزمات.

5- الوصول إلى الحلول للمشكلات المعقّدة يغني القاعدة المعرفية، ويعزّز من الذاكرة التنظيمية الّتي تمكّنها من التحليل والمعالجة الفعلية والآنية للمشكلات.

2- مبادئ وأنواع الذكاء الاصطناعي:وحصر جهاد عفيفي مبادئ الذكاء الاصطناعي في مبدأين أساسيين هما:[4]

أ– تمثيل البيانات: أي تحديد المشكلة المراد الوصول إلى حلّ لها من خلال تمثيل البيانات في الحاسب الآلي قصد معالجتها، وهذا التمثيل يقتضي وضع المشكلة في صورة ملائمة للحاسوب حيث يفهمها، ويتمكّن من التفكير في حلّ لها.

ب–البحث: ويتدخل في هذا المبدأ التفكير، حيث يقوم الحاسوب بالبحث في الخيارات المتاحة أمامه، وتقييمها طبقًا لمعايير موضوعية له، أو قام هو باستنباطها بنفسه ثمّ يقرّر الحلّ الأمثل.

وانطلاقًا من هذين المبدأين وبالنظر إلى ما يتمتّع به الذكاء الاصطناعي من وظائف، تمّ تصنيف أنواعه إلى:

أ– الذكاء الاصطناعي المحدود(الضيّق): ويعدّ أكثر الأنواع شيوعًا، و "يطلق على استخدام البرمجيات لدراسة أو إنجاز حل لمسألة معيّنة، أو لاستنباط مهام قد لا يدخل ضمنها جميع قدرات التعرّف الإنساني، مثل برامج الشطرنج (**Deep Blue**)"[5]، ولا يمتاز هذا النوع من الذكاء الاصطناعي بالوعي بالذات، فهو يظهر مدى كبيرا من قدرات التعرّف الإنساني لحلّ مسائل محدّدة.

ب– الذكاء الاصطناعي العام: وهذا النوع يركّز على جعل الآلة قادرة على التفكير والتخطيط من تلقاء نفسها، وبشكل مشابه للتفكير البشري، "وتعدّ طريقة الشبكة العصبية الاصطناعية (**Artificial Neural Network**) من طرق دراسة الذكاء الاصطناعي العام، إذ تعنى بإنتاج نظام شبكات عصبية للآلة مشابهة لتلك الّتي يحتويها الجسم البشري"[6]

جـ– الذكاء الاصطناعي الفائق: وفي هذا النوع يفوق الذكاء الآلي مستوى ذكاء البشر، فيستطيع القيام بالمهام بشكل أفضل ممّا يقوم به الإنسان المتخصّص ذو المعرفة الدقيقة.[7] ، وواقعيًا لم يتم الوصول بعد إلى هذا المستوى من الذكاء الآلي لأنّ الانسان هو من يبرمج .

3– مكوّنات الذكاء الاصطناعي: يتكوّن الذكاء الاصطناعي من ثلاثة مكوّنات هي:

أ–قاعدة المعرفة(Knowledge base): وهي قاعدة تعتمد على الحقائق القائمة على التعاريف والفرضيات، واحتمالات وصف المشكلة، وعلى أسلوب تمثيل المعرفة، فهي "مجموعة من القواعد والافتراضات المنطقية والرياضية التي تصف كيف أن الحقائق مناسبة معًا وفي حالة منطقية"[8]، وتتضمّن قاعدة المعرفة الحقائق المطلقة الّتي تصف العلاقات المنطقية من العناصر والمفاهيم، ومجموعة الحقائق المستندة على الخبرة والممارسة، كما تضمّ طرق حلّ المشكلات، وتقديم الاستشارة، وكذا القواعد المستندة على صيغ رياضية[9].ويحدّد الأسدي في كتابه : الذكاء الاصطناعي" مجموعة من الطرق الّتي يتمّ من خلالها تمثيل المعرفة في النظام الخبير، وهي:[10]

1– نظم المعرفة المثبتة على القواعد(**Rule–Based**).

2– نظم المعرفة المثبتة على الإطار (**Fram–Based**).

3– نظم المعرفة المبنيّة على الوضوح(**Object–Based**).

4– المعرفة المبنيّة على الحالة(**Case–Based**).

ب– موارد البرمجيات(منظومة آلية الاستدلال): وهي إجراءات مبرمجة تقود للحل المطلوب من خلال ربط القواعد والحقائق المعيّنة لتكوين خط الاستنباط والاستدلال وتسهّل هذه الموارد للمستخدم التفاعل مع النظام الخبير من خلال إدخال المعلومات والتعليمات إلى النظام.

جـ–واجهة المستخدم: وهي الإجراءات الّتي توفّر للمستخدم أدوات مناسبة للتفاعل مع النظام.

4– أهم نظم الذكاء الاصطناعي:

أ– النظم الخبيرة(Expert Systems): وهي "برامج حاسوب مصمّم لنمذجة الخبرة الإنسانية في حلّ المشكلات، ولكي يستطيع النظام الخبير إنجاز هذا الهدف لابد أن يكون لدى النظام كلّ من قاعدة المعرفة، وآلية الاستدلال، وواجهة المستخدم"[11]

إنّ النظم الخبيرة "تضمّ معلومات تعمل على استقبال المدخلات ومعالجتها للتوصّل إلى مخرجات تساعد في اتخاذ القرارات، وتستخدم وتطبّق خبرات سابقة في معالجة البيانات بدلًا من تطبيق معادلات رياضية أو خوارزميات للتوصّل إلى الحلول"[12]

إذن تعتمد الأنظمة الخبيرة على قاعدة بيانات تؤسس لوجودها و بالتالي فإنّ النظام الخبير يركّز أكثر على معرفة الخبير وإدراكه، وكذا على طريقته في تحليل وفهم المشكلات لا على مهارته في استخدام الحاسوب و تقاناته.

ب– الشبكات العصبية(Neural Network): هي " تقنيات حسابية مصمّمة لمحاكاة الطريقة الّتي يؤدي بها الدماغ البشري مهمّة معينة، وذلك عن طريق معالجة ضخمة موزّعة على التوازي، ومكوّنة من وحدات معالجة بسيطة، هذه الوحدات ما هي إلّا عناصر حسابية تسمى عصبونات (Nodes)، والّتي لها خاصية عصبية من حيث أنّها تقوم بتخزين المعرفة العملية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للمستخدم وذلك عن طريق ضبط الأوزان"[13] ،وتعدّ الشبكة العصبية الاصطناعية نظامًا قابلًا للتكيّف، حيث تتغيّر بنيته اعتمادًا على المعلومات الّتي تعبّر عنها.

جـ–فهم اللغة الطبيعية(Understanding Natural Language): وهو "نظام يحوّل المعلومات من قواعد بيانات(Data bases) الحاسوب إلى الأصوات العادية باللغة البشرية"[14] أي تحويل عينات من اللغة البشرية إلى تمثيل منهجي ورياضي أكثر ما يمكن، بحيث يكون أبسط للمعالجة من طرف برامج الحاسوب، ويضطلع هذا النظام بالمهام التالية في معالجة اللغات الطبيعية[15]:

1– نظام(TTS): يقوم بتحويل نص اللغة الطبيعية إلى كلام(Text to Speech).

2– نظام(SR): وهو نظام يقوم بالتعرّف على الكلام، وتحويل إشارات الكلام إلى سلسلة من الكلمات(Speech Recognition).

3– نظام الترجمة الآلية(MT): ويقوم على ترجمة النص أو الكلام من واحدة من اللغات الطبيعية إلى لغة أخرى(**Machine Translation**).

4– نظام استرجاع المعلومات(IR): ويبحث عن قواعد البيانات(**Informations Retrieval**).

د– نظم المنطق الضبابي الغامض(Fuzyy Logic Systems): وتسمى أيضًا بنظم المنطق المبهم أو المائع، وهي "طريقة معيّنة في الإدراك تحاكي طريقة إدراك الإنسان لتقدير القيم، وما يرتبط بها من مرجعيات ومن خلال بيانات غير تامة أو بيانات ضبابية (**Fuzyy Data**)، فبدلًا من الاستناد على التصنيف الزوجي العددي(نعم، لا) يميل المنطق الضبابي إلى استخدام عدّة تصنيفات احتمالية بين كلمة نعم وكلمة لا"[16]

وتتكوّن تقنية المنطق المبهم من مجموعة مختلفة، تضمّ مفاهيم وتقنيات التعبير أو الاستدلال للمعرفة غير المؤكّدة، ويستطيع المنطق الغامض من تشكيل سلسلة قواعد لموضوع لا يحتمل القيم غير البنائية، أو البيانات غير التامة والحقائق الغامضة، وعلى عكس المنطق القاطع الّذي تعمل به برامج الكمبيوتر التقليدية أي منطق الوصل والقطع(**On / Off, Yes / No, Right / Wrong**...)، إذ يقوم المنطق الجديد على اكتشاف الظواهر والحالات الأخرى الوسطى أو غيرها، بمعنى البحث عن المنطقة الرمادية بين اللونين المتناقض الأسود والأبيض[17]، لذلك فالمدخل المناسب للتعامل مع حالة عدم التأكّد والمنطق الاحتمالي غير القاطع يكون عن طريق تمثيل المصطلحات الغامضة أو الضبابية بطريقة قابلة للإدراك والاستخدام.

هـ– الخوارزميات:

1–تعريف الخوارزمية(Algorithm): وتعود التسمية إلى ق19م نسبة إلى العالم العربي جعفر بن موسى الخوارزمي، الّذي برز في علوم الرياضيات والفلك، فهو أوّل من وضع مبادئ علم الجبر والحساب، و ارتبطت الخوارزمية حاليا ببرمجة الحواسيب الإلكترونية.

والخوارزميات "مجموعة خطوات مرتّبة وواضحة، وقابلة للتنفيذ لعمل محدّد له نهاية"[18] . من هذا التعريف يتّضح لنا أنّ الخوارزمية:

1– مجموعة من القوانين الّتي توضع لحل مسألة حسابية عن طريق اليد أو الآلة.

2– مجموعة الخطوات المنتهية لتحقيق النتيجة المطلوبة.

3– عبارة عن سلسلة من الخطوات الحسابية لتحويل المدخلات إلى مخرجات.

4–العمليات الّتي تجري على البيانات والّتي لابدّ أن تكون منظمة في صورة هياكل وبيانات.

2– شروط وخصائص الخوارزمية: وتتحدّد في:

أ– المدخلات(Input): ويجب أن تعرض القيم الّتي تحتاجها كمدخلات، صفر أو أكثر.

ب– المخرجات(Output): توضّح الخوارزمية النتائج الفعلية المتوقّعة من تطبيقها، وتكون قيمة واحدة على الأقل[19].

جـ–الوضوح(Definiteness): لابد أن تكون كلّ خطوة في الخوارزمية واضحة المعاني وغير غامضة، أي لابد أن تفهم من الجميع.

د–المحدودية(Finiteness): فكل خطوات الخوارزمية يمكن حلّها في فترة زمنية محدّدة، فمثلًا عبارة "قسم الرقم 10 على 3 بدقة عالية" غير محدودة ولا يمكن أن يسمح بها داخل البرنامج[20].

هـ–المحلولية(Effectiveness): لابد أن تكون كل خطوة في الخوارزمية ممكنة الحل أو الفعالية فعبارة 0/3 لا يمكن حلّها أبدًا.

3– أنواع الخوارزميات: يمكن حصر أنواع الخوارزميات في نوعين رئيسين هما:

أ– الخوارزميات الحسابية: وتطلق على تلك الخوارزميات الّتي تتعامل مع الحسابات الرياضية، ولا يمكن أن تسمى أي عملية حسابية رياضية إلّا إذا اقترنت بتسلسل في تنفيذ عملياتها، تبدأ من المدخلات وصولًا إلى المخرجات أو حل المسألة.

ب– الخوارزميات غير الحسابية: وهي أكثر الخوارزميات استخدامًا، ومنها تلك الّتي تقوم بمعالجة النصوص، وتخزين المعلومات واستعادتها وإدارة قواعد البيانات، والمساعدة في اتخاذ القرار في جميع نواحي الحياة، فالخوارزمية الّتي تقوم بالتدقيق الإملائي لنص ما هي خوارزمية غير حسابية[21].

4– طرق كتابة الخوارزمية: يمكن صياغة الخوارزمية بطرق عديدة تتفاوت فيما بينها من حيث دقّة التعبير وسهولة الفهم، وأهمّ هذه الطرق:[22]

أ–استخدام اللغة الطبيعية: يجري تنفيذ تعليمات الخوارزمية بالتسلسل وفق ورودها في نص الخوارزمية على شكل خطوات متسلسلة معدودة ومحدّدة تحدّد سياق هذا التنفيذ، وتقوم الطريقة التلقائية لصياغتها في اعتماد اللغة الطبيعية المتداولة كاللغة العربية أو الانجليزية، وتعدّ أسهل وأيسر الطرق وأفضلها عندما تكون الخطوات واضحة.

ب–استخدام الطريقة الرمزية: تعتمد الطريقة الرمزية على قواعد محدّدة، تستنتج من المفاهيم الرياضية، وتمثّل وفق الآليتين التاليتين:

أ– لغات البرمجة المختلفة ومنها لغة C++

ب– الترميز الرياضي للمفاهيم ضمن الخوارزمية، أثناء تمثيلها بالطرق المختلفة.

جـ–استخدام الطريقة البيانية: أي تمثيلها بواسطة رسومات بيانية متعارف عليها، إذ يتمّ توضيح خطوات تنفيذ الخوارزمية باستخدام أشكال هندسية خاصة وأسهم تصل بينها، إضافة إلى عبارات باللغة الطبيعية، أو بتعابير رياضية ، ويفضل استخدام هذه الطريقة حينما تكون الخوارزمية بسيطة وقصيرة.

II– المعالجة الآلية للغة العربية على المستوى الصرفي باستخدام الخوارزميات:

تهدف المعالجة الآلية للغة العربية إلى بناء قاعدة معلومات لتنظيم الثروة اللغوية في سائر مستوياتها: الصوتية، الصرفية، النحوية والدلالية، فقاعدة المعلومات هي الوسيلة العملية لتخزين هذه الثروة،كما تهدف إلى "بناء موسوعة إلكترونية للغة العربية تساعد على إخضاعها لمنهجية العلم المضبوط ومطالب المعالجة الآلية الدقيقة، كما تساعد على تصميم برامج صحيحة للترجمة الآلية، تراعي خصوصيات اللغة العربية"[23]

وتتمثّل المعالجة الآلية للغة العربية أساسًا في كثير من التطبيقات أهمها: التعرّف على الكلام القراءة الآلية للنصوص المكتوبة(**TTS**)، الكتابة الآلية للنصوص المنطوقة(**STT**)، الترجمة الآلية، التصحيح الإملائي والفهرسة الآلية للنصوص وغيرها.

1 / المعالجة الآلية للوحدات الصرفية: عادة تمرّ عملية معالجة اللغات الطبيعية معالجة آلية من المراحل التالية:[24]

- تقطيع الكلمات
- تقسيم الجمل.
- تصنيف أقسام الكلام.
- التحليل الصرفي.
- التحليل اللغوي وتجزئة النص.

ويتعلّق التحليل الصرفي بشكل أساسي بالتعرّف على الوحدات اللغوية داخل الكلمة وتصنيفها، ويتمّ عادة تجزئة الكلمة إلى الجذر مع السوابق واللواحق.

يقوم المحلّل الصرفي بتحليل كلمات الجملة المدخلة وتحديد بياناتها الصرفية، وذلك في الخطوات التالية:

1- تجريد الكلمة من السوابق واللواحق مثل أل التعريف والضمائر المتصلة.

2- إيجاد الوزن المقابل لكلّ كلمة من كلمات الجملة، وذلك من خلال بنى المعطيات.

3- إيجاد العلاقة الصرفية النحوية بين مركبات الجملة، وذلك طبقًا للقواعد النحوية الّتي تحدّد الموقع الصرفي لكلّ وزن.

تعنى المعالجة الآلية الصرفية بمجموعة من العناصر المكوّنة لبنية الكلمة في اللغات الطبيعية سواء بتحليلها إلى مكوّنات صغرى ،أو بتوليدها من مكوّنات صغرى، ويعدّ المورفيم (**Morpheme**) وحدة المعالجة الصرفية، إذ تتداخل المورفيمات في الكلمة لتنتج عناصر بنيتها، والمتمثلة في: الجذر (**Root**) والجذع(**Stem**)، والفرع(**Lemma**)، السوابق (**Prefixes**)، واللواحق (**Suffixes**).ونمثل لها كالآتي: (سيعاودون)[25]،

الجذر: ع . و . د

الجذع: يعاود.

الفرع: عاود.

السابقة: س

اللاحقة: و ن

وانطلاقًا من هذه المعطيات، يتم معالجة الوحدات الصرفية، أين تقلّ احتمالاتها إلى الحدّ الأدنى، إذا كانت الكلمة تامة التشكيل، وتزداد تدريجيًا احتمالات المعالجة الصرفية كلّما قلّ الضبط، لذلك"ننشد من المعالجة العميقة للوحدات الصرفية أمرين هما:

1- توجيه الآلة إلى دلالات الكلمات المجرّدة من الضبط.

2- ترتيب احتمالات معالجة الوحدات الصرفية بحسب دورانها في واقع اللغة"[26]

2/ خوارزميات التحليل والتوليد الصرفي: تقوم المعالجة الآلية على المستوى الصرفي -كما أشرنا آنفًا- على وظيفتين أساسيتين هما: التحليل والتوليد، أين ينظر إلى الدماغ على أنّه آلة لها مدخل(التحليل)، فتوجد به قواعد البيانات الّتي تولّد المعرفة اللسانية الّتي تنبني عليها الآلة الخوارزميات اللغوية الّتي تضبط

اللغة، وتتحكّم فيها تخزينًا واسترجاعًا، ومخرج(التوليد)، يتمّ فيه عملية إنتاج اللغة الإنجازية كمفردات وجمل ونصوص.

أ–خوارزميات التحليل الصرفي: يعدّ برنامج المحلل الصرفي القاعدة الأساس الّتي تبنى عليها مختلف التطبيقات الحاسوبية المتعلّقة باللغة العربية، من قبيل أنظمة التصحيح الإملائي والنحوي، وخوارزميات تشفير النصوص، ونظم الترجمة الآلية ثنائية الاتجاه. و" يرتكز المحلّل الصرفي اللغوي في عمله على فحص الخصائص الصرفية والنحوية على قاعدة ضخمة من المفردات العربية المستقاة من تحليل ذخيرة لغوية ضخمة، ولا يعدّ المحلّل الصرفي اللغوي تطبيقًا نهائيًا، ولكنّه أساس لمجموعة من التطبيقات كالتصحيح والفهم الآلي، نظم فهرسة المعلومات واسترجاعها..."[27] ، وتنقسم خوارزميات التحليل الصرفي إلى أربعة أقسام هي:

1– خوارزميات التحليل الصرفي القاموسي: القائمة على التحديد المعجمي للكلمة.

2– خوارزميات التحليل الصرفي اللغوي: ويهدف إلى تحديد نوع الكلمة وخصائصها الصرفية، فكلمة المعلّمون تحلل على الشكل التالي:

أل: سابقة(أداة تعريف).

معلمون: اسم(جمع مذكر سالم).

ون: لاحقة الجمع.

علّم: مورفيم الجذر.

معلّم: الجذع.

وقبل تطبيق هذا البرنامج، لابد من استحضار العناصر التالية:[28]

1– قائمة بجميع الجذور اللغوية(قاعدة بيانات الجذور).

2– قائمة بجميع الأوزان الصرفية الأساسية(قاعدة بيانات الخوارزميات الصرفية).

3– قائمة بجميع السوابق الممكنة.

4– قائمة بجميع الكلمات الجامدة(أقل من 500 كلمة).

3– خوارزميات التحليل الصرفي التبادلي: وتستخدم لمعرفة الجذر الصحيح للكلمة من خلال إيجاد مجموعة من التبادلات على مستوى الحروف المكوّنة.

4– خوارزميات التحليل الصرفي المصدري: وترتبط بالتطبيقات الآلية التالية:[29]

– المصححّات الإملائية والنحوية.

– مولّدات المفردات والجمل والنصوص العربية.

– المشكلات الآلية للنصوص العربية.

– أنظمة الفهم الآلي وحفظ النصوص واسترجاعها.

– الذخيرة اللغوية.

– النظام الخبير.

ب- خوارزميات التوليد الصرفي: وتهدف إلى توليد المشتقات ومزيداتها انطلاقًا من الجذر "وهذا النوع من المعالجة الصرفية تقوم على عملية التحويل الصرفي، فتبدأ من الجذر بوصفه مدخلًا (**Input**)، وتمرّ بالقناة الصرفية الخوارزمية المؤطرة بالقواعد الصرفية والصواتية، وتنتهي بالمخرج(**Output**) أي المفردة المعجمية"[30]، وباستطاعة هذا البرنامج توليد جميع الأسماء القياسي منها والسماعي، المجرّد والمزيد، الصحيح والمعتلّ). ويقسّم التوليد الصرفي إلى نمطين[31]:

1- التوليد الصرفي المعجمي: وتكون في هذا النوع المفردات المعجمية مجرّدة من اللواصق، فتولّد منها الصحيح والمعتلّ، الثلاثي والرباعي.

2- التوليد الصرفي النصي: ويهدف إلى توليد المفردات كما هي في النص اللغوي الطبيعي، ولا تكون المفردة مجرّدة من السوابق واللواحق، ويوظّف هذا النوع في تطبيقات الترجمة الآلية.

وتمرّ عملية التوليد الصرفي-بعد خضوع جذر المفردة لسلسلة من التحويلات الصرفية والصوتية عبر المراحل التالية:

1-إدخال الجذر إلى قاعدة بيانات الجذور،ثمّ اختيار نوع الجذر(ثلاثي،رباعي،معتلّ، صحيح)

2- ينتقل الجذر من المستوى الصوتي المجرّد إلى المستوى المحسوس، بعد تطبيق الخوارزميات الصرفية على البنية الصورية للجذر، وذلك بإضافة مورفيمات الزيادة والحركات.

3- تفرغ الكلمة في قالب صرفي (الميزان الصرفي)، مطابق لها ويحدّد هويتها بدقّة.

وبعد الانتهاء من العمليات السابقة يكون الناتج قوائم من المفردات التامة البناء والمرتبة في جداول وخانات على شكل مصفوفات.

-.خاتمة:

إن تطبيق برامج الذكاء الاصطناعي على اللغات لاسيما اللغة العربية أصبح مطلبًا ملحًا أكثر من أي وقت مضى، لسدّ الفجوة الرقمية بينما وبين غيرها من اللغات الّتي استفادت من الإنتاجات الحاسوبية، لذا يمكن القول أن بلورة قاعدة معطيات صرفية للمفردات اللغوية يعدّ مقدمة أساسية لسائر الأعمال المقدمة في مجال المعالجة للغة العربية.

وصل البحث في مساره إلى مجموعة من النتائج نوجزها في الآتي:

1- يهدف الذكاء الاصطناعي إلى فهم طبيعة الذكاء الإنساني من خلال بناء برامج حاسوبية متخصصة تحاكي السلوك الإنساني الذكي.

2- تسعى المعالجة الآلية للغة العربية إلى بناء قاعدة معلومات لتنظيم الثروة اللغوية في سائر مستوياتها: الصوتية، الصرفية، النحوية والدلالية.

3- يتعلّق التحليل الصرفي بالتعرّف على الوحدات اللسانية داخل الكلمة ثم تصنيفها، من خلال تجزئة الكلمة إلى الجذر مع تحديد السوابق واللواحق المكوّنة لها.

4- تقوم المعالجة الآلية على المستوى الصرفي على وظيفتين أساسيتين هما: التحليل والتوليد، أين ينظر إلى الدماغ على أنّه آلة لها مدخل(التحليل)، ومخرج(التوليد).

5- ينطلق التحليل الصرفي من قواعد البيانات الّتي تولّد المعرفة اللسانية الّتي تنبني عليها الآلة الخوارزميات اللغوية الّتي تضبط اللغة، وتتحكّم فيها تخزينًا واسترجاعًا ، أمّا التوليد فتتمّ فيه عملية إنتاج اللغة الإنجازية كمفردات وجمل ونصوص.

إذن تهدف الخوارزميات على المستوى الصرفي إلى إبراز القواعد النحوية من أجل استخلاص الصور المورفولوجية، قصد تحقيق هندسة لسانية اللغة العربية عبر تحديد الخريطة اللسانية ثمّ إعطائها رموزا رياضية ومنطقية مقابل الوحدات اللغوية. و فشل عديد التطبيقات الآلية العربية اليوم يرجع إلى عدم الانتباه إلى أهمية المكوّن الصرفي في المعالجة الحاسوبية، الأمر الّذي عطّل لغة الحوار بين الإنسان العربي والآلة بواسطة اللسان العربي.

- قائمة الإحالات:

1- آلان بونييه: الذكاء الاصطناعي –واقعه ومستقبله-، تر: علي صبري فرغلي، منشورات عالم المعرفة، الكويت، 1993، ص11.

2- محمّد عطية وآخرون: العربية والذكاء الاصطناعي، إصدارات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، السعودية، 2019. ص29.

3- غسان عيسى العمري: دور تكنولوجيا المعلومات وإدارة المعرفة في بناء الذاكرة التنظيمية، المجلّة العربية للدراسات الأمنية، جامعة نايف للعلوم الأمنية، السعودية، م27، ع52، 2015، 95ص-96.

4- نفسه،31.

5- فهد آل قاسم، علم الذكاء الاصطناعي، 2019، ص3.

6- بانا ضمراوي: تعريف الذكاء الاصطناعي: www-mawdooa.com ، تحديث: 14 / 01 / 2020.

7- عدي غني الأسدي: الذكاء الاصطناعي، شبكة جامعة بابل، 2012، ص05

8- نفسه، الصفحة نفسها.

9- جهاد أحمد عفيفي: الذكاء الاصطناعي والأنظمة الخبيرة، دار أمجد، عمان، ط1، 2014، ص 32.

10- عدي غني الأسدي: الذكاء الاصطناعي، شبكة جامعة بابل، ص05.

11- حامد أحمودي: النظم الخبيرة، 2020، ص8.

12- مصعب الدويك: أثر استخدام الأنظمة الخبيرة في تطوير الأداء في التدقيق الخارجي، بحث مقدّم لاستكمال مساق حلقة البحث العلمي في المحاسبة، جامعة عمان العربية، الأردن، 2013، ص26.

13-قصي حبيب الحسيني: في الشبكات العصبية الاصطناعية، جامعة الإمام جعفر الصادق، العراق، ص3.

14- فهد آل قاسم، علم الذكاء الاصطناعي، 2019، ص99.

15-نفسه، ص 99.

16- سعد غالب ياسين: نظم مساندة القرارات، دار المناهج النشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2017، ص194.

17- أمينة عثامنية: المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي، مقال في تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجّه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين، ألمانيا، ط1، 2019، ص 19.

18- محمّد دالي: مقدمة في علم الحاسب، جامعة الكامل، 2019، ص4.

19- أحمد فتح العليم عبيد الله: خوارزميات الحاسوب: www-alarabmag.com، تاريخ الإطلاع: 16 / 03 /2020.

20- حسن ياسين طعمة: تحليل وتصميم الخوارزميات، مكتبة نور للنشر الالكتروني، 2019، ص7.

21- علي سليمان: مدخل إلى الحاسوب والخوارزميات، منشورات جامعة تشرين، سوريا، 2009، ص62.

22- عبد الله عبد العزيز الموسى، مقدمة في الحاسب والانترنت، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ط6، 2010، ص 76-77.
23- سناء منعم: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية –بعض الثوابت النظرية والإجرائية–، عالم الكتاب الحديث، الأردن، ط1، 2015، ص181.
24- ديانا مانيارد وآخرون: معالجة اللغات الطبيعية للويب الدلالي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، السعودية، ط1، 2019، ص41.
25- محمّد عطية وآخرون: العربية والذكاء الاصطناعي، ص103.
26-نفسه، 108
27- فائز جمعة النجار: نظم المعلومات الإدارية –منظور إداري–، دار الحامد للنشر، الأردن، 2010.ص62
28- عمر مهديوي: توليد الأسماء من الجذور الثلاثية المعتلّة –مقاربة لسانية حاسوبية–، أطروحة السلك الثالث، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، المغرب، 1999، ص63.
29- محمد الحناش: اللغة العربية والحاسوب –قراءة سريعة في الهندسة اللسانية–، جامعة الإمارات العربية المتّحدة، 2002، ص87.
30- عمر مهديوي: التعريف المعجمي بين المعجم الورقي والمعجم الآلي، ملتقى دولي للقاموسية، تونس، 2006.
31- نفسه.

قائمة المراجع:

1- آلان بونيه: الذكاء الاصطناعي –واقعه ومستقبله–، تر: علي صبري فرغلي، منشورات عالم المعرفة، الكويت، 1993.
2- أمينة عثامنية: المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي، مقال في تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجّه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين، ألمانيا، ط1، 2019.
3- بانا ضمراوي: تعريف الذكاء الاصطناعي: www-mawdooa.com، تحديث 14 / 01 / 2020.
4- جهاد أحمد عفيفي: الذكاء الاصطناعي والأنظمة الخبيرة، دار أمجد، عمان، ط1، 2014.
5- حامد أحمودي: النظم الخبيرة، 2020.
6- حسن ياسين طعمة: تحليل وتصميم الخوارزميات، مكتبة نور للنشر الالكتروني، 2019.
7- ديانا مانيارد وآخرون: معالجة اللغات الطبيعية للويب الدلالي، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، السعودية، ط1، 2019.
8- سعد غالب ياسين: نظم مساندة القرارات، دار المناهج النشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2017.
9- سناء منعم: اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية –بعض الثوابت النظرية والإجرائية–، عالم الكتاب الحديث، الأردن، ط1، 2015.
10- عبد الله عبد العزيز الموسى، مقدمة في الحاسب والانترنت، جامعة الملك فيصل، الأحساء، ط6، 2010.
11- عدي غني الأسدي: الذكاء الاصطناعي، شبكة جامعة بابل، 2012.
12- علي سليمان: مدخل إلى الحاسوب والخوارزميات، منشورات جامعة تشرين، سوريا، 2009.
13- علي نبيل: اللغة العربية والحاسوب، مجلة عالم الفكر، الكويت، 1987.
14- عمر مهديوي: توليد الأسماء من الجذور الثلاثية المعتلّة –مقاربة لسانية حاسوبية–، أطروحة السلك الثالث، جامعة سيدي محمد بن عبد الله، المغرب، 1999.
15- عمر مهديوي: التعريف المعجمي بين المعجم الورقي والمعجم الآلي، ملتقى دولي للقاموسية، تونس، 2006.
16- غسان عيسى العمري: دور تكنولوجيا المعلومات وإدارة المعرفة في بناء الذاكرة التنظيمية، المجلّة العربية للدراسات الأمنية، جامعة نايف للعلوم الأمنية، السعودية، م27، ع52، 2015.
17- فائز جمعة النجار: نظم المعلومات الإدارية –منظور إداري–، دار الحامد للنشر، الأردن، 2010.

18- فهد آل قاسم، علم الذكاء الاصطناعي، 2019.
19- محمد الحناش: اللغة العربية والحاسوب –قراءة سريعة في الهندسة اللسانية–، جامعة الإمارات العربية المتّحدة، 2002.
20- محمّد دالي: مقدمة في علم الحاسب، جامعة الكامل، 2019.
21- محمّد عطية وآخرون: العربية والذكاء الاصطناعي، إصدارات مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، السعودية، 2019.
22- مصعب الدويك: أثر استخدام الأنظمة الخبيرة في تطوير الأداء في التدقيق الخارجي، بحث مقدّم لاستكمال مساق حلقة البحث العلمي في المحاسبة، جامعة عمان العربية، الأردن، 2013.