

المجلد: 05 / العدد: 02 / (2021)، ص 51/38

إجرائية البرمجة الحاسوبية للّغات الطبيعية –حوسبة المقاطع الصوتية نموذجاً-
Natural Language Programming (NLP) Procedure: Computing
Syllables as a Model

أ.د. براهيم بوداود
brahimiboud@gmail.com

جامعة أحمد زبانه غليزان
(الجزائر)

تاريخ النشر: 2021/12/02

سي بشير راشيد*
rachid.sibachir@univ-relizane.dz

مخبر الدراسات المتعددة التخصصات في تعليم وتعلم اللغات
جامعة أحمد زبانه غليزان
(الجزائر)

تاريخ القبول: 2021/07/12

تاريخ الاستلام: 2021/06/20

ملخص:

تشكل البرمجة الحاسوبية للغة حقلًا جديدًا متميزًا في البحث اللساني الحديث، من خلال تضافر جهود علماء اللّغة وعلماء الحاسوب في معالجة الظواهر اللّغوية حاسوبياً، ويظهر هذا في تعامل الحاسوب مع الظواهر اللّغوية تقريباً كتعامل العقل البشري معها، ولعلّ من بين الأسباب التي ساهمت في التوجه لهذا الحقل هو طبيعة البحث بإدخال آليات جديدة كلغة البرمجة وغيرها. ف جاءت هذه الدراسة من أجل معرفة هذا المجال الذي اصطلح عليه باللسانيات الحاسوبية، والجانب الإجرائي في المعالجة الآلية للغة؛ إذ طُبقت على نموذج اختراعه وهو المقاطع الصوتية، وتمت الحوسبة وفق مراحل معينة. كلمات مفتاحية: اللسانيات الحاسوبية، المقاطع الصوتية، المعالجة الآلية، البرمجة، الخوارزميات.

Abstract:

Language programming constitutes a distinct new field in modern linguistic research, through the concerted efforts of linguists and computer scientists in computerizing linguistic phenomena. This is evident in the computer's treatment of linguistic phenomena, which is roughly the same as the human mind's handling of them. Perhaps among the reasons that contributed to the orientation of linguistics in this field is the nature of the research, as new mechanisms were introduced, such as programming language and others.

*المؤلف المرسل.

This study came in order to identify this field, namely computational linguistics, and the procedural aspect of the automatic processing of language as it was applied to a model we chose, which is syllables, where computing took place according to certain stages.

Keywords: computational linguistics, syllables, machine processing, programming, algorithms.

1. مقدمة

يعدُّ الإهتمام بميدان المعالجة الآلية للغة قضية هامة تشغل اللسانيين من أجل إنشاء برامج حاسوبية لغوية، التي تساهم في حلّ قضايا اللغة، ولم يقتصر هذا الإهتمام على أهل اللغة فقط، بل تشاركت فيه كلّ الأطراف التي يبني عليها هذا العلم، من لغويين وحاسوبين ومبرمجين؛ لأنّ تقدّم هذا المجال مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتطور الميدان التكنولوجي، والضرورة تدعو إلى تجويد ميدان اللسانيات بما يتناسب ومتطلّبات عصر التطور والتكنولوجيا.

فالتفكير في تجويد ميدان اللسانيات وتطويره بما يتناسب ومتطلّبات عصر التطور والتكنولوجيا، أضحى مطلباً ملحاً لا بدّ من النظر فيه، ولا يتأتّى ذلك إلاّ بالإلمام بأبرز مستجدّات الحوسبة والعمل على خلق استراتيجيات حديثة تساهم في تحقيق الأهداف المنشودة، ومن بين أبرز هذه الإستراتيجيات نجد المعالجة الآلية للغة التي تشكّل حلقة هامة تربط بين اللسانيات وعلم الحاسوب.

لذا أصبح من الضروري التفكير في تطوير حوسبة اللغة وفق أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا الحديثة؛ لأن حوسبة اللغة لا تزال في مراحل متأخرة، وبعيدة كلّ البعد عن المجالات الأخرى. فتأتي هذه الدّراسة لتجيب عن الإشكالية الآتية: ماهي مراحل حوسبة اللغة؟ وكيف يمكننا صياغة برامج حاسوبية لغوية؟

2. اللسانيات الحاسوبية:

إنّ محاولة توصيف اللغة حاسوبياً، نتج عنه علم مستقل بذاته أضحى عليه باللسانيات الحاسوبية أو علم اللغة الحاسوبي، فهو من العلوم البيئية الحديثة يستمد أسسه ومبادئه من علمي اللسانيات وعلم الحاسوب، فكان تركيب مصطلح هذا العلم بلفظين لهذين العلمين.

فالجزء الأول من المصطلح هو اللسانيات التي تعد «العلم الذي يدرس اللغة الإنسانيّة دراسة علميّة على الوصف ومعاينة الوقائع بعيداً عن النزعة التعلّيمية والأحكام المعيارية»⁽¹⁾، وينهض هذا العلم على «دعامتين: نظرية لغوية (Linguistic theory) ووصف لغوي (Linguistic description)

تقدم التّظرية الإطار المعرفيّ العام عن اللغة وعن طبيعتها، ويقدم الوصف المعالجة العلميّة لظواهر اللغة على مستوى الأصوات والصرف والنحو والدلالة»⁽²⁾، وهو إخضاع الظواهر اللغوية لمناهج البحث العلمي⁽³⁾.

أما الجزء الثاني نجد المصطلح العربي الحاسوبية؛ أي الإعلام الآلي (المعلوماتية) المترجم من المصطلح الأجنبي data processing المركب من لفظين أدمجا في هذا المصطلح، وأولاهما informations (البيانات data) وهي المعلومات والبيانات المتوفرة، وثانيهما Automatic (آلياً) وهو لفظ يشير إلى الآلة (الحاسوب)، وهو الأمر الذي جعل تقسيم المعلوماتية إلى قسم خاص بالعتاد (Hard Ware) من ذلك المعالج الآلي (Microprocessor) لمعالجة البيانات، والذاكرة نحو القرص الصلب (hard disk) لتخزين المعلومات، وقسم خصص للبرمجيات (Soft Ware) على الوجه الخصوص أنظمة التشغيل (Operating system)، ولغات البرمجة (Programming languages)، والبرمجيات التطبيقية (application programs).

وعليه فإن المعلوماتية هي معالجة المعلومات بطريقة آلية قصد الوصول إلى النتائج؛ أي إدخال

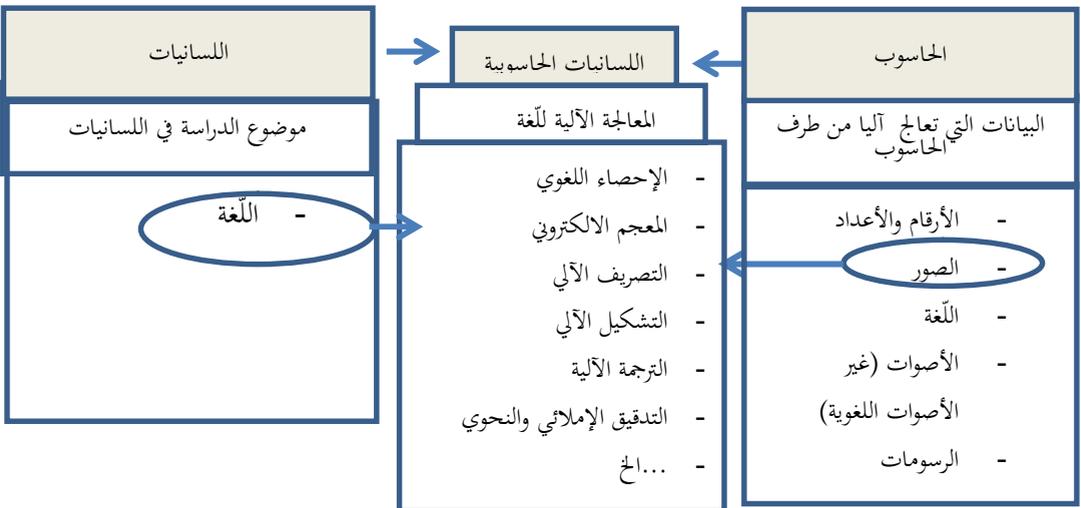
المعلومات للحاسوب ومعالجتها وصولاً إلى النتائج (مخرجات).
ومن ثمة تقوم الحوسبة على نظام آلي Automatic system عبارة عن « مجموعة من الأجزاء المترابطة التي تتفاعل مع البيئة ومع بعضها البعض لتحقيق هدف ما عن طريق قبول المدخلات وإنتاج المخرجات من خلال إجراء تحويل منظم»⁴

وعطفاً على ما سبق تعرف اللسانيات الحاسوبية على أنها «العلم الذي توجه من خلاله أنظمة الحاسوب إلى فهم لغة الإنسان ومحاكاة الذكاء البشري»⁽⁵⁾، وتهدف إلى «تفسير كيفية اشتغال الذهن البشري في تعامله مع اللغة»⁽⁶⁾، أو بمعنى آخر محاكاة الحاسوب للغة الإنسانية ومعالجة المعطيات اللغوية آلياً بظواهرها المختلفة.

ويزيدها وضوحاً تعريف عبد الرحمن العارف بقوله: «إنه العمل الذي يبحث في اللغة البشرية كأداة طيبة لمعالجتها في الآلة وتتألف مبادئ هذا العمل من اللسانيات العامة بجميع مستوياتها التحليلية، الصوتية، النحوية، والدلالية ومن علم الحاسبات الإلكترونية ومن علم الذكاء الاصطناعي وعلم المنطق ثم علم الرياضيات»⁷

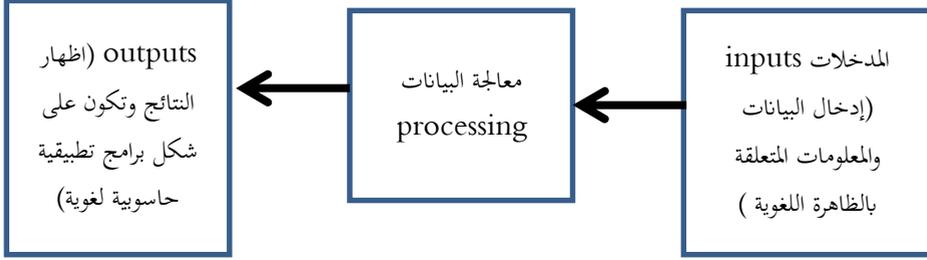
وإن نحن عدنا للتعريف السابقة لكل من المعلوماتية (الحاسوبية) وعلم اللغة (اللسانيات) والنظر في تقاطعهما، لوجدنا أنّ اللسانيات الحاسوبية هي حقل علمي لمعالجة اللغة بطريقة آلية وفق آليات متكونة من عتاد وبرامج؛ أي تأخذ من اللسانيات النظرية كل ما له صلة بالظواهر اللغوية وصياغتها صياغة حاسوبية للوصول إلى أفضل النتائج؛ وعليه سعى علماء اللسانيات الحاسوبية إلى بناء تطبيقات وأدوات التحليل الحاسوبية لمستويات اللغة الصوتية، الصرفية، النحوية، المعجمية؛ بهدف محاكاة التفكير الإنساني في تحليل اللغات الطبيعية، ولهذا برمجة اللغة حاسوبياً تخضع لمعايير لسانية وحوسباتية دقيقة، هدفها تخزين الألاف من البيانات في بنوك لغوية، مع السرعة في الوصول إلى المعلومة اللغوية.

الشكل 1: مجالات اللسانيات الحاسوبية



وشمل هذا العلم مجالات عديدة كالتحليل الآلي للكلام والترجمة الآلية وغيرها، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هنا هو كيف يمكن توصيف اللغة حاسوبياً؟ والجواب هو أنّ الحاسوب يعتمد على المدخلات المستمدة من النظريات اللسانية والقواعد اللغوية ومعالجتها آلياً للوصول إلى نموذج آلي يحاكي العقل البشري حسب الشكل الآتي:

الشكل 2: مراحل توصيف اللغة حاسوبياً.

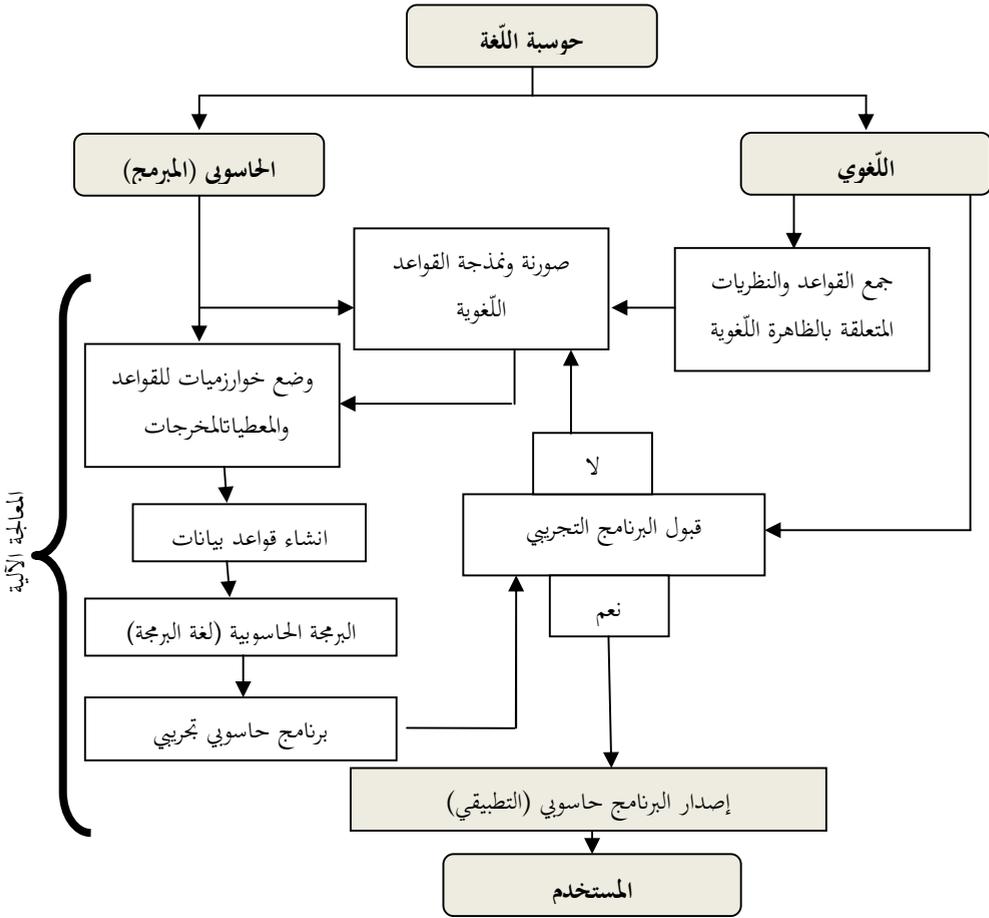


وقد كان لعلماء اللغة جهوداً للنهوض بهذا المجال أمثال نبيل علي والدكتور الحاج عبد الرحمن صالح و ابراهيم انيس والدكتور نهاد موسى وغيرهم، كما شكلت حوسبة اللغة العربية اهتمام العديد من الشركات كشركة "صخر"، وشركة "أليس".

3. مراحل حوسبة اللغة:

إنّ حوسبة اللغة تجعل من الحاسوب يتعامل مع الظواهر اللغوية تقريباً كتعامل العقل البشري معها، وتعتمد على تضافر جهود كل من علماء اللغة وعلماء الحاسوب، فيقدم اللغوي كل تفاصيل الظاهرة اللغوية المراد حوسبتها، وبدوره الحاسوبي (المبرمج) يترجم تلك تفاصيل إلى خوارزميات وصولاً بها إلى تطبيقات حاسوبية، وفق آليات وأدوات تستخدم في ذلك، وهو ما يوضحه المخطط التشجري الآتي:

الشكل 3: مراحل حوسبة ظاهرة لغوية.



المخطط من إعداد الباحث.

1.3 جمع القواعد والنظريات المتعلقة بالظاهرة اللّغوية.

تميّزت اللّغة بمجموعة كبيرة من الظواهر اللّغوية على جميع مستوياتها الصّوتية، والصّرفية، والنحوية، والدلالية، والمعجمية، واتّخذها العلماء أداة للتحليل اللّغوي، ويستخدم مصطلح الظواهر اللّغوية « في مجالات الدّرس للّغة، على تنوع هذا الدّرس وامتداد آفاقه وتعدّد مستوياته، ابتداء من دراسة الأصوات فدراسة الصّيغ والمفردات إلى أن ينتهي بدرس التراكيب اللّغوية وما يطرأ عليها من تغييرات، فالظواهر اللّغوية اصطلاح واسع، يمتد ليشمل الظواهر المتعددة لكل مستوى من هذه المستويات على حدة، كما يتناول في الوقت نفسه الظواهر المشتركة بين أكثر من مستوى واحد، والظواهر اللّغوية متنوعة؛ لأنّها تتناول كل ما في اللّغة من أنظمة»⁽⁸⁾، ومن هذه الظواهر: دراسة الأصوات اللّغوية، الحذف، والزيادة، والتّقديم والتأخير، والفصل، والإعراب إلى غير ذلك.

وعليه فإنّ علماء اللّغة قد وضعوا وأسّسوا قواعد أساسية للّغة، بعد ما جمعوا مادّتها العلميّة واستنبطوا

أسرارها، ومن هنا يكون أول ما يقوم به اللغوي هو جمع كل هذه القواعد والنظريات العامة، وتحديد طبيعتها الخاصة بالظاهرة اللغوية؛ لأنها المادة الخام في حوسبة هذه الظاهرة، وتقديمها بشكل مفصل ودقيق.

وبما أننا اخترنا في دراستنا هذه نموذجاً حوسبة المقاطع الصوتية فإن هذه المرحلة تتطلب وضع أهم ما يتعلق بالكتابة الصوتية والمقاطع الصوتية أهمها:

__ الأصوات اللغوية تنقسم إلى قسمين: الصوامت consonants والصوائت Vowels
جدول 1: الصوامت والصوائت⁽⁹⁾

الصوائت			الصوامت
/ا/	الفتحة الطويلة	/أ/	الفتحة
/و/	الضمة الطويلة	/ؤ/	الضمة
/ي/	الكسرة الطويلة	/ئ/	الكسرة

- يتخذ المقطع الصوتي صوراً متعددة في اللغة العربية الفصحى:⁽¹⁰⁾

1. المقطع الأول: وهو ما يتكوّن من صوت صامت تتلوه حركة قصيرة ومثاله الكاف من كلمة كتب.
2. المقطع الثاني: يتكوّن من صوت صامت تتلوه حركة طويلة (حرف مد) نحو: لا-يا-ما.
3. المقطع الثالث: يتكوّن من صوت صامت تتلوه حركة قصيرة فصوت صامت، ونماذجه: لم-لن-كم.
4. المقطع الرابع: يتكوّن من حرف صامت فحركة طويلة فحرف صامت ومن نماذجه كلمتا ريم وعيد الموقوف عليها.
5. المقطع الخامس: يتكوّن من حرف صامت تتلوه حركة قصيرة فحرفان صامتان، ونماذجه كلمتا بكر وذئب الموقوف عليهما

- الكتابة الصوتية الدولية:

هي رموز لجميع الوحدات الصوتية الموجودة في أي لغة، وضعت من طرف المنظمة العالمية للصوتيات المعروفة اختصاراً بـ (International Phonetic Association) IPA حتى تمكن اللغويين من التعرف على الأصوات اللغوية⁽¹¹⁾، ويعرفها مُجدّ علي الخوالي في معجم علم الأصوات على أنها: «رموز كتابية اتفقت عليها الجمعية الصوتية الدولية للتعبير عن أصوات اللغات وفونيماتها. وهي أبجدية تستخدم الرموز اللاتينية أساساً»⁽¹²⁾

فإن كل صوت منطوق وضع له رمز لاتيني خاص به، وبها تقرأ الكلمات كما تنطق لا كما كتبت بحروف اللغة المكتوبة.

2.3 التّمدّجة و الصّورنة.

التّمدّجة (Modeling)، وتعرّف على أنّها «مبدأ أو تقنية تمكّن الباحث من بناء نموذج لظاهرة أو لسلوك عبر إحصاء المتغيرات أو العوامل المفسّرة لكلّ واحدة من هذه المتغيرات: فهي مسلك علمي يمكّن من فهم الأنساق المركبة والمعقدة، عبر خلق نموذج يكون بنية صوريّة تعيد إنتاج الواقع افتراضياً»⁽¹³⁾، فالجزء الصّوري يتضمن مجموعة من الحسابات والمعادلات الرياضيّة وكذلك زمرة من القواعد المجرّدة والرّموز

المنطقيّة، بحيث يكون لكلّ رمز تعريف واحد قار وثابت تتحدّد قيمته بالنسبة إلى القواعد التي تضبطه وتتحكّم في اشتغاله.⁽¹⁴⁾

ولعلّ أبرز هذه التّماذج نجد التّموذج المرّكيّ الّذي يعتمد على التّمثيل البياني للوصف البنيوي، ونموذج التّصوير الشّجري للجملة.

إنّ الهدف من الصّيغة الصّورية «أن تكون عمليّة التّحليل المتّبعة عمليّة واضحة وضوحا تاما وأن يكون التّموذج المتّبع في التّحليل قابلا للمراقبة فيما يخصّ آليات اشتغال مكّوناته... فإنّ التّسق الصّوري يجب أن يحدّد قيمته بصفة نهائيّة وفق قواعد استعمال مضبوطة، وأن تكون العمليّات التي يخضع لها هذا الرّمز محدّد بدورها عن طريق المصادرات التي يعتمدها التّسق الصّوري»⁽¹⁵⁾

وعليه فإنّ فاعلية التّمدجة في نهاية المعالجة الآليّة للغة تكون في الوصول إلى نتائج علميّة دقيقة ومنطقيّة تتوافق مع طبيعة هذه اللّغة.

وعطفا على ما سبق ذكره نحاول وضع نموذج خاصة بالكتابة الصوتية والمقاطع الصوتية نذكر أهمها في الجدولين الآتيين:

- تستعمل في الكتابة الصوتية الأبجدية الصوتية الدولية ، ويضع رموزها بين معقوفتين هكذا [] ، ويمكن ان يستخدم في أي لغة من اللغات لأن رموزه تمثل أصوات الكلام.⁽¹⁶⁾

المقاطع الصوتية:

C	ص	الصامت
الصوائت		
V	ح	حركة قصيرة
ح الأولى للحركة القصيرة ح الثانية ل (ا، ي، و)	VV	ح ح
		ح ح ح
		ح ح ح ح
نضع رمز PH بحيث يكون PH إما صامت أو صائت حيث PH = ص أو PH = ح. (الرمز PH لاستخدامه في الخوارزميات والبرمجة)		

وبالإضافة إلى ما سبق تكون نمذجة المقاطع كآتي:

- المقطع الأول (المقطع القصير المفتوح) = صامت + حركة قصيرة. \Leftarrow ص ح
- المقطع الثاني = صامت + حركة طويلة (المقطع الطويل المفتوح). \Leftarrow ص ح ح
- المقطع الثالث = صامت + حركة قصيرة + صامت (المقطع القصير المغلق). \Leftarrow ص ح ص
- المقطع الرابع = صامت + حركة طويلة + صامت (المقطع الطويل المغلق بصامت). \Leftarrow ص ح ح ص
- المقطع الخامس = صامت + حركة قصيرة + صامت + صامت (المقطع الطويل المغلق بصامتين). \Leftarrow ص ح ص ص

3.3 الخوارزميات Algorithms

ارتبط اسم الخوارزميات بالعالم العربي الرياضي الخوارزمي، وتُعرف على أنها « مجموعة متتالية من العمليات المعرفة والمعدودة اللازمة لإنجاز عمل أو حل مسألة ما والحصول على نتيجة صحيحة»⁽¹⁷⁾، فبعد اتباع مجموعة من الخطوات المتسلسلة أو طريقة لحل قضية ما والوصول إلى نتائج انطلاقاً من معطيات وقواعد معروفة.

كما أنه يوجد نوعان من الخوارزميات، خوارزميات حسابية تهتم بالمسائل الرياضية، وخوارزميات غير حسابية تعتمد على الحل المنطقي نحو خوارزميات التوليد الصّري (توليد المشتقات) وغيرها. وعليه تعدّ مرحلة إعداد الخوارزميات المرحلة التمهيدية للبرمجة الحاسوبية، وفي الوقت نفسه تركز على ما قام به اللغوي في مرحلة النمذجة والصّورة، ومنه فالخوارزميات ضرورية للتحليل حيث تقوم بتحليل البيانات المتعلقة بالظاهرة اللغوية، ومن هنا تساعد المبرمج لوضع أوامر البرمجة الحاسوبية (SOURCE code) بعد اختيار لغة البرمجة المناسبة لذلك، إذن هي القاعدة الأساس التي تبنى عليها المعالجة الآلية للغة، فهي توصيف دقيق لخطوات إنجاز برنامج تطبيقي حاسوبي.

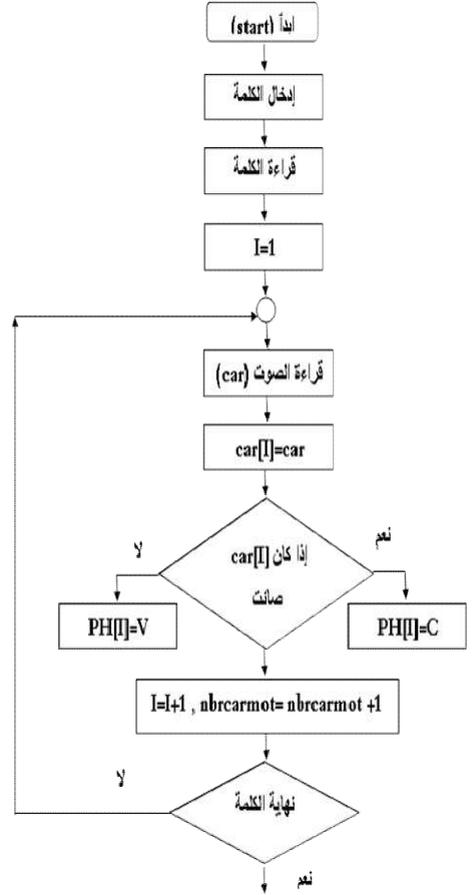
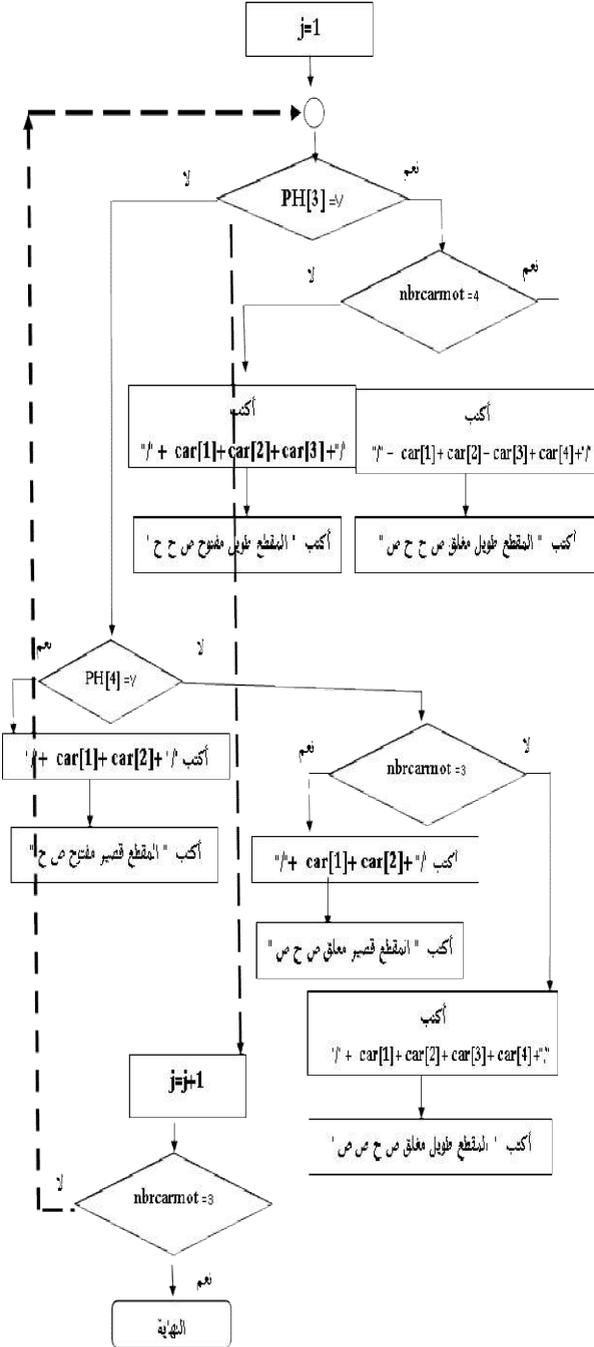
ومن المؤكد أنّ المبرمج يعتمد على طرق التحليل والتفكير في وضع الخوارزميات حتى يسهل عليه كتابة أوامر لغة البرمجة بشكل صحيح، وبذلك يمكن صياغة الخوارزميات بطرق عديدة أهمها:⁽¹⁸⁾

- كتابتها باللّغة الطبيعية كاللغة العربية أو الإنجليزية. -صياغتها بطريقة بيانية بواسطة المخططات التدفقية (التمثيل الرسومي)*. -صياغتها باستخدام لغة رمزية خاصة.

بناء على ما سبق سنصوغ خوارزمية لمعرفة المقاطع الصوتية بطريقة بيانية بواسطة المخطط التدفقي وقبل ذلك لا بد من ضبط ووضع رموز للعناصر المستعملة في الخوارزمية وذكر أهم الملاحظات منها:

1. نضع الرمز C للصامت، الرمز V للحركة القصيرة، الرمز VV للحركة الطويلة.
 2. نضع الرمز Ph الذي يأخذ إما صامت (C) أو حركة قصيرة (V).
 3. نضع الرمز nbrcarmot طول الكلمة (الحروف + الحركات).
 4. كل المقاطع تبدأ بصامت تتبعه حركة، ولا يجتمع صامتين في أول المقطع.
 5. إذا كان صامت الأول من المقطع (أي PH=C و R=1 ونرمز إليه PH₍₁₎=C): متبوع بحركة طويلة (VV) فيكون المقطع إما طويل مفتوح (ص ح ح) أو طويل مغلق بصامت (ص ح ح ص).
 6. فإذا كان بعد الحركة الطويلة صامت موقوف عنده فهو مقطع مغلق بصامت
- بعدما ذكرنا أهم الرموز التي سنستعملها وأهم الملاحظات التي تساعد على وضع الخوارزميات المناسبة لنموذج بحثنا، ارتأينا ان نضعها مقسمة إلى أجزاء حتى يستوعبها القارئ لهذا البحث.

الشكل 4: خوارزمية قراءة الكلمة ومعرفة مكوناتها. الشكل 5: خوارزمية التعرف على المقاطع الصوتية.



من إعداد الباحث

رابعاً: قواعد البيانات.

يقول حسين بن علي الزراعي أن :
 «اللسانيات الحاسوبية، أو حوسبة اللغة: فرع من فروع اللسانيات التطبيقية يهتم بوصف اللغات الطبيعية وتوصيفها ومقارنتها، من خلال وضع قاعدة بيانات رقمية ودقيقة للمعارف اللغوية بكل مكوناتها

وفروعها باستخدام علوم الحاسب المختلفة، ويستخدم لتخزين قواعد البيانات اللغوية برامج حاسوبية تعمل على ربط قواعد اللغات الطبيعية بقواعد لغات الذكاء الاصطناعي، بغية التمكين من استرجاع البيانات اللغوية المخزنة واستدعائها»⁽¹⁹⁾، ومنه فإن حوسبة اللّغة قائمة على إدراج قواعد اللّغة الطبيعية بمختلف قوانينها في قواعد بيانات رقمية دقيقة في جهاز الحاسوب لتمثيل النظام اللغوي.

وتعد قاعدة البيانات «مجموعة من الملفات ذات الصلة ببعضها بعض، مودعة في مخازن حاسوبية، يمكن الإضافة عليها أو تعديلها»²⁰، وعطفاً على ما سبق فإن قاعدة البيانات هي مجموعة المعلومات والبيانات المخزنة بطريقة نموذجية ودون تكرار والمتصلة مع بعضها البعض مفصولة عن البرامج والتطبيقات التي تقوم بمعالجة هذه البيانات، ويمكن تسييرها كالاسترجاع، والتحديث، والحذف، والإضافة، وفق نظام يسمى نظام إدارة قاعدة البيانات (Database Management Information System DBMS)، وتتكون بيئة قاعدة البيانات من جداول مرتبطة فيما بينها، كل جدول يحوي مجموعة من الحقول، ولكل حقل نوع خاص بالبيانات، وبهذا تكون قاعدة البيانات الخاصة ببحثنا هذا مكونة من الجداول الآتية.

جدول: جدول خاص بالمقاطع جدول: القيم المدرجة في جدول المقاطع.

اسم الحقل	نوع الحقل	المقطع	رمز المقطع	رمز المقطع عربي	نوع المقطع
رمز المقطع	نصي	الأول	CV	ص ح	القصير المفتوح
نوع المقطع	نصي	الثاني	CVV	ص ح ح	الطويل المفتوح
اسم المقطع	نصي	الثالث	CVC	ص ح ص	القصير المغلق
		الرابع	CVVC	ص ح ح ص	الطويل المغلق بصامت

جدول : جدول الكتابة الصوتية

اسم الحقل	نوع الحقل
الحرف (الصوت)	نصي
رمز الصوت (الكتابة الصوتية)	نصي
نوع الصوت	نصي

جدول: القيم المدرجة في جدول الكتابة الصوتية⁽²¹⁾

الصوت	رمز الصوت	نوع الصوت	الصوت	رمز الصوت	نوع الصوت
الباء	[b]	صامت	الضاد	[ð]	صامت
الواو	[w]	صامت	الميم	[m]	صامت
الفاء	[f]	صامت	الثاء	[θ]	صامت
الذال	[.]	صامت	الدال	[d]	صامت
الظاء	[.]	صامت	الزاي	[z]	صامت
التاء	[t]	صامت	التون	[n]	صامت

صامت	[l]	اللام	صامت	[t]	الطاء
صامت	[i]	الياء	صامت	[s]	السين
صامت	[.]	الجيم	صامت	[]	الصّاد
صامت	[r]	الراء	صامت	[k]	الكاف
صامت	[š]	الشين	صامت	[x]	الحاء
صامت	[q]	القاف	صامت	[]	الحاء
صامت	[y]	الغين	صامت	[h]	الهاء
صامت	[.]	الهمزة	صامت	[.]	العين
حركة	[...]	اَ (فتحة طويلة)	حركة	[a]	اَ (فتحة قصيرة)
حركة	[...]	يَ (كسرة طويلة)	حركة	[i]	يَ (كسرة قصيرة)
حركة	[...]	وُ (ضمة طويلة)	حركة	[u]	وُ (ضمة قصيرة)

5.3 البرمجة الحاسوبية (لغة البرمجة).

لغات البرمجة (Programming)

لغة البرمجة (Language) هي مجموعة من الأوامر مكتوبة على شكل رموز تستند إلى قواعد معينة يفهمها الحاسوب ويقوم بتنفيذها بعد أن تمر بخطوات ومراحل.

واخترنا في بحثنا هذا لغة البرمجة الدلفي

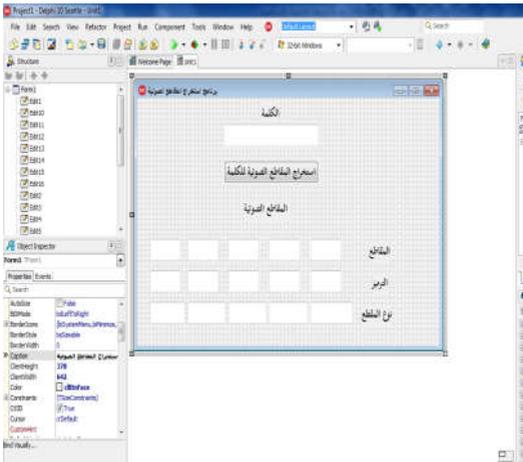
(delphi) الإصدار 10.

الشكل 6: واجهة لغة البرمجة دلفي وبرمجة

برنامج استخراج المقاطع الصوتية.

جدول: العناصر المشكلة لبرنامج استخراج

المقاطع الصوتية.



الرقم	اسم العنصر	أهم الخصائص	ملاحظات
01	Form1	Caption = برنامج استخراج المقاطع الصوتية.	هي الواجهة ويمكن تغيير في ألوان الواجهة و الحجم...
02	Label1	Caption = الكلمة	يمكن تغيير نوعية ولون الخط وغيرها من الخصائص
03	Label2	Caption = المقاطع الصوتية	
04	Label3	Caption = المقاطع	

	الترميز=Caption	Label4	05
	نوع المقطع=Caption	Label5	06
إدخال الكلمة		Edit1	07
إظهار المقاطع		Edit2..Edit 6	08
إظهار ترميز المقاطع		Edit7..Edit 11	09
إظهار نوع المقطع		Edit12..Edi t16	10
زر تنفيذ استخراج المقاطع	استخراج=Caption المقاطع الصوتية	Button1	11

6.3 برنامج حاسوبي تجريبي.

بعد مرحلة البرمجة واستكمال البرنامج، يعرض البرنامج على مجموعة من الخبراء وأهل الاختصاص في اللغة لتجريبه لاستخلاص أهم النقائص والأخطاء إن وجدت لتصحيحها من قبل المبرمجين.

الشكل 7: واجهة البرنامج

وتطبيق على كلمة كَاتِبُ

7.3 قبول البرنامج التجريبي.

بعد استدراك الأخطاء والهفوات وتصحيحها، يعاد عرض البرنامج على المختصين واللغويين للتأكد من جاهزية البرنامج وخلوه من الأخطاء وقبول البرنامج.

8.3 إصدار البرنامج الحاسوبي

(التطبيقي).

بعد مرحلة تقييم البرنامج من طرف الخبراء يصدر البرنامج في نسخته الكاملة المصححة لعامة الطلبة والباحثين وإلى كل من هو بحاجة إليه.

4. خاتمة:

في نهاية بحثنا توصلنا لبعض النتائج الهامة تمثلت في الكشف عن مراحل حوسبة اللغة -المقاطع الصوتية -نموذجاً- ، والمتمثلة في مرحلة جمع القواعد والنظريات المتعلقة بالظاهرة اللغوية، تلتها مرحلة النمذجة و الصّورنة، بعدها جاءت أهم مرحلة قبل البرمجة وهي مرحلة صياغة الخوارزميات، بعدها مرحلة

إدراج قواعد البيانات، ومن ثمّ مرحلة كتابة البرنامج في لغة مخصصة لذلك كلغة الدلفي، لنصل في الأخير إلى إصدار البرنامج بعد التحقق من صحته.

وبهذا يمكن ربط ودمج ما توصلت إليه المعالجة الآلية للأصوات اللغوية العربية مع البرامج التطبيقية الموجودة كمعالج النصوص، والمكتبة الشاملة وغيرها، فتضاف ميزة قراءة الكلمات والنصوص آلياً إلى هذه البرامج التطبيقية.

فإنّ التحدّي المطروح اليوم هو أن ننجح في الوصول إلى الاستثمار الأمثل للسانيات الحاسوبية، لتجسد توصيف الحاسوب للغة وتناوله بشكل حيوي ملموس، بهدف تنمية المعالجة الآلية للغة، والارتقاء بنوعية البرامج الحاسوبية اللغوية التطبيقية، وتحقيق تعميم المعرفة.

قائمة المصادر والمراجع

1. أحمد كشك، من وظائف الصوت اللغوي - محاولة لفهم صرطي ونحوي ودلالي-، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، 2006م.
2. أحمد مجّد قدور، مبادئ اللسانيات، دار الفكر، دمشق، ط3، 2008م.
3. أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتاب، القاهرة، 1997.
4. حسين بن علي الزراعي، اللسانيات وأدواتها المعرفية، مؤسسة الانتشار العربي، بيروت، لبنان، ط1، 2016.
5. سليمان عيدة المحمدي، الخوارزميات ومبادئ البرمجة Fortoin، جامعة دمار كلية الهندسة، اليمن، 2018.
6. عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، الأردن، العدد 73، 2007.
7. عبده الراجحي، علم اللغة التطبيقي وتعليم العربية، دار النهضة العربية، لبنان، ط2، 2004م.
8. علي أبو المكارم، الظواهر اللغوية في التراث النحوي، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، ط1، 2007م.
9. عماد الصباغ، نظم المعلومات ماهيتها ومكوناتها، مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2000.
10. محسن رشوان، مدخل إلى حوسبة اللغة، من خلال كتاب جماعي (مقدمة في حوسبة اللغة العربية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، ط1، 1441هـ-2019م، الرياض، السعودية).
11. مجّد علي الخولي، معجم علم الأصوات، مطابع الفرزدق التجارية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط1، 1982.
12. مصطفى غلفان وآخرون، اللسانيات التوليدية من النموذج ما قبل المعيار إلى البرنامج الأدنوي: مفاهيم وأمثلة، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2010.
13. منصور بن مجّد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط1، 2001.
14. نهاد الموسى، العربية: نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، 2000.

- قائمة الإحالات:

- 1- أحمد مجّد قدور، مبادئ اللسانيات، دار الفكر، دمشق، ط3، 2008م، ص: 15.
- 2- عبده الراجحي، علم اللغة التطبيقي وتعليم العربية، دار النهضة العربية، لبنان، ط2، 2004م، ص: 7.
- 3- ينظر: أحمد مجّد قدور، مبادئ اللسانيات، ص: 17.
- 4- عماد الصباغ، نظم المعلومات ماهيتها ومكوناتها، مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2000، ص: 13.
- 5- محسن رشوان، مدخل إلى حوسبة اللغة، من خلال كتاب جماعي (مقدمة في حوسبة اللغة العربية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، ط1، 1441هـ-2019م، الرياض، السعودية، ص: 17.

- 6- البيوي، بلقاسم، اللسانيات الحاسوبية مفهومها و تطوراتها ومجالات تطبيقاتها، (استشراف آفاق جديدة لخدمة اللغة العربية وثقافتها)، مجلة مكناسة، 1999، العدد 12، ص. 44.
- 7- عبد الرحمن بن حسن العارف، توظيف اللسانيات الحاسوبية في خدمة الدراسات اللغوية العربية - جهود ونتائج، مجلة مجمع اللغة العربية الأردني، الأردن، العدد 73، 2007، ص: 18.
- 8- علي أبو المكارم، الظواهر اللغوية في التراث النحوي، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، ط1، 2007م، ص: 21.
- 9- راضية بن عربية، الصوت اللغوي والحوسبة الآلية، مجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والانسانية، المجلد 1، العدد 2، 2009، ص: 96
- 10- ينظر: أحمد كشك، من وظائف الصوت اللغوي - محاولة لفهم صرقي ونحوي ودلالي-، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، مصر، 2006م، ص، ص: 24-25.
- 11- ينظر: منصور بن محمد الغامدي، الصوتيات العربية، مكتبة التوبة، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط1، 2001، ص: 48.
- 12- محمد علي الخولي، معجم علم الأصوات، مطابع الفرزدق التجارية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ط1، 1982، ص: 9.
- 13- عبد الرحمن محمد طعمة، الأبستمولوجيا التكوينية للعلوم: مقارنة بينية للنموذج اللساني المعاصر، مجلة اللغة اللّغة العربية، المجلس الأعلى للغة العربية، العدد 38 (ص 13-66)، ص-ص: 35-36.
- 14- ينظر: مصطفى غلفان وآخرون، اللسانيات التوليدية من النموذج ما قبل المعيار إلى البرنامج الأدنوي: مفاهيم وأمثلة، عالم الكتب الحديث، إربد، الأردن، ط1، 2010، ص-ص: 19-20
- 15- المرجع نفسه، ص.ص: 228.
- 16- ينظر: أحمد مختار عمر، دراسة الصوت اللغوي، عالم الكتاب، القاهرة، 1997، ص: 93.
- 17- سليمان عيدة الحمدي، الخوارزميات ومبادئ البرمجة Fortorn، جامعة دمار كلية الهندسة، اليمن، 2018، ص: 29.
- 18- سليمان عيدة الحمدي، الخوارزميات ومبادئ البرمجة Fortorn، ص: 30.
- * المخطط التدفقي هو رسم تخطيطي للمنطق المستعمل في حل المسألة، يتألف من أشكال ورموز خاصة مرتبة حسب ترتيب حل المسألة
- 19- حسين بن علي الزراعي، اللسانيات وأدواتها المعرفية، مؤسسة الانتشار العربي، بيروت، لبنان، ط1، 2016، ص: 208.
- 20- نهاد الموسى، العربية: نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، ط1، 2000، ص: 53.
- 21- ينظر: راضية بن عربية، محاضرات في اللسانيات الحاسوبية، ألفا للوثائق، قسنطينة، الجزائر، 2017، ص: 55.