

Speech Synthesis of Arabic Vocabularies

Enaam Ghanim Saeed

enaamghanim@uomosul.edu.iq

College of Computer Sciences and Mathematics

University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on:5/1/2011

Accepted on:16/3/2011

ABSTRACT

In this paper, system is presented for speech synthesis of Arabic vocabularies written with diacritics, graphemes transfer to allophones by applying the phonological rules. The system depend on phonetics units series every unite consists of one ore more phonetic character. We create linguistic group from Arabic phonemes and a group of phonological rules and special and unusual cases by designing special function for this purpose. We use (visual basic v.6) to design this system. Evaluation of the system was undertaken to assess the accuracy on word and sentence levels. The results showed high perception levels about 84 %.

Keywords: speech phonetics,synthesis

تركيب الكلام من المفردات العربية

إنعام غانم سعيد

كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2011 / 3 / 16

تاريخ استلام البحث: 2011 / 1 / 5

الملخص

في هذا البحث، تم تصميم نظام لتركيب الكلام من المفردات العربية المشكلة من رموز كتابية إلى رموز صوتية من خلال تطبيق القوانين الفونولوجية لتوليد كلام منطوق وبدون حدود للمفردات. حيث يقوم النظام على مبدأ تسلسل الوحدات الصوتية أي كل وحدة صوتية تتكون من حرف صوتي واحد أو أكثر من حرف مدمج في نفس الوحدة ويكون مشكل بالحركات. حيث تم تكوين مجموعة لغوية تتألف من الوحدات الصوتية العربية بصوت شخص معين ومجموعة من القواعد اللسانية ومنها قواعد النطق العربي والحالات الخاصة والشاذة بكل حرف من خلال تصميم دوال خاصة لهذا الغرض. واستخدمنا لغة (Visual Basic v.6) لتصميم هذا النظام. وقد قيم هذا النظام على مستويين: دقة الكلمة ودقة الجملة ودلت النتائج على درجة عالية من الوضوح ما يقارب 84%.

الكلمات المفتاحية: كلام, وحدة صوتية, تركيب

المقدمة:

تركيب الكلام هو التوليد الأوتوماتيكي للكلام (الموجات الأوكستية) من المفردات اللغوية. الاختلاف الرئيسي بين تركيب الكلام من المفردات وأي ماكنة متكلمة هي قدرة النظام على الإنتاج الأوتوماتيكي لأي جملة أو كلمة جديدة [4].

فاللغة العربية تتمتع بقدرات صوتية هائلة تفوق ما تحمله اللغات الأخرى. مما يتطلب وضع أنظمة برمجية قادرة على استيعاب النص العربي وإمكانية تحويله إلى صوت منطوق، فنظام الصوت في أي لغة يحتفظ عادة بلائحة بالشكل الصوتي للفونيمات والألفونات التي تستخدمها الجماعة اللغوية كما موضح في الملحق 1. ولهذا اعتمدنا في تصميم هذا النظام على الفونيمات والألفونات الخاصة باللغة العربية [2].

يجد الباحثون والعاملون في مجال النطق الآلي والتعرف الآلي على الكلام العربي صعوبة إلى حد ما في التعامل مع النص العربي وذلك من حيث تحويل رموزه المكتوبة إلى رموز صوتية. رغم إن العربية تكاد تكون أقدم

لغة حددت أصواتها ودون نظامها وقوانينها الفونولوجية (قبل أكثر من 12 قرن) إلا انه لم توضع هذه الخصائص والقوانين الفونولوجية بشكل يمكن للعاملين في مجال الحوسبة الاستفادة منها. إن تنفيذ مشروع للناطق الآلي ليس بالأمر اليسير، مثله في ذلك مثل تنفيذ نفس النظام لأية لغة أخرى ولو أن الخصائص اللسانية العربية من اقلها صعوبة عند مقارنتها بتلك في اللغات الأخرى من حيث التعامل مع الحاسب الآلي وبرامجه لكل حرف في العربية رمز صوتي لا يشذ عنه إلا لوجود قانون محدد كما هو موضح في القوانين التي سنأتي على ذكرها [1].

ولقد قدم الباحثون العرب عدد من البحوث في هذا المجال ففي عام 2005 صمم نظام تركيب الكلام من النص بالاعتماد على ثنائيات الأصوات واستخدام تقنيات PSOLA [5]. وفي 2006 صمم نظام إضافة العاطفة (كالحنن، والفرح، والغضب، والخوف) مع الكلام المنتج بحسب الموقف المرافق للحالة [6]. واعتمد باحثون آخرون في عام 2009 على الشبكات العصبية في تحليل النص وإنتاج الكلام [3]. وفي 2010 قدم بحث في تحويل النص العربي إلى كلام بالاعتماد على ثنائيات الأصوات واستخدام MARRY TTS [4].

2- الهدف من البحث:

مع التقدم السريع في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تطلب تقديم أنظمة حاسوب توفر للمستخدمين فرصة التعامل مع المعلومات من خلال الكلام [6]. لما له من أهمية كبيرة في مجالات عدة مثل مجال تعلم نطق العبارات المكتوبة باللغة العربية والذي يستفاد منه في تعليم الأشخاص الأجانب الذين لا يستطيعون نطقها وكذلك في مجال أنظمة الاستجابة الصوتية التفاعلية ومن أمثلة هذه التطبيقات في حياتنا اليومية أنظمة معلومات الطيران والوكالات الإخبارية والإذاعة وأحوال الطقس والمكاتب الخاصة بالبورصة وأيضاً قراءة الرسائل القصيرة وإرسالها [3]. وكما يستفاد منه في المجالات المتعلقة بالمكفوفين وضعاف البصر من قراءة النص المكتوب على الشاشة ويتيح للمكفوفين التحكم بجهاز الكمبيوتر والاستعانة به في أعمالهم الحاسوبية إما عن طريق قراءة محتوى الأيقونة أو قراءة النصوص المكتوبة في محرر النصوص، كما يتيح لهم إرسال واستقبال والاستماع إلى رسائل البريد الإلكتروني كما أنها تسهل على الناس قراءة النصوص الإلكترونية الطويلة حيث تقوم باختصار الوقت والجهد [3]. ولأهمية الموضوع صممت وطورت أنظمة تركيب الكلام للغات عدة مثل الانكليزية والفرنسية والاسبانية وغيرها ومن جهة أخرى كانت فرصة اللغة العربية قليلة مقارنة باللغات أخرى بنفس الأهمية. ونتيجة لذلك قدمنا هذا النظام لتركيب الكلام من النص العربي [2].

3- القوانين الفونولوجية: [2]

لتحويل المفردات المكتوبة باللغة العربية إلى كلام منطوق فمن الضروري استخدام وتطبيق القوانين الفونولوجية العربية المذكورة بالمصدر أعلاه للحصول على نظام متكامل يشمل جميع احتمالات النص المكتوب من جمل اعتيادية أو شاذة ومن ضمن هذه القوانين الإقلاب والإخفاء والإدغام ... الخ.

وفيما يلي القوانين الفونولوجية التي تم تطبيقها في هذا البحث:

- 1- هذا القانون يتعلق بتحويل الصوامت المشددة إلى صامتين متمائنين، كما في "كَلَمٌ" التي تُنطَقُ/ك - ل ل - م/.
- 2- إذا كان "ا" جزء من "أل" التعريف في بداية العبارة فإننا ننطقه /ء -/ مثل "العلم" /ء - ل ق - م/.
- 3- تأتي "ى" في نهاية الكلمة ويسبقها دائماً فتحة قصيرة وتنتقلان فتحة طويلة كما في "رمى" /ر - م - م - م/.
- 4- القانون هذا يخص التاء المربوطة التي تنطق دائماً تاء إلا إذا أتت في نهاية العبارة فإنها تتحول إلى هاء.

- 5- هذا قانون حذف اللام الشمسية كما في كلمة "النور" التي عند تجزئة كتابتها فإنها تظهر: "ل ن ن - و ر"، وعند تطبيق القانون تصبح كما تُنطق/ء- ن ن - ر/.
- 6- هذا القانون يقوم بحذف التنوين في نهاية العبارة ويحوّله إلى حركة (فتحة، ضمة، كسرة) ونون في أي مكان أخرجها في "صبراً" حيث تنطق /ص - ب - ر- ن/.
- 11- هذان قانون الإقلاب حيث تصبح النون ميماً كما في "عبر" حيث تنطق /ع - م - ب - ر/.
- 12- يعرف هذا بالإدغام التام حيث يصبح الصوت مطابقاً تماماً للصوت الذي يليه كما في "إذ ظلموا" حيث تنطق /ء - ظ - ل - م - / وكما في قالت طائفة فتتطق /ق - ل - ط - ط - ء - ف - ه - /.
- 13- هذا القانون خاص بالأقلاب حيث تقلب اللام التي بعدها راء إلى راء كما في "قُلْ رَبِّي" إذ تنطق /ق - ر- ر- ب - /.
- 14- هذا قانون الترقيق والتفخيم للراء، فالراء مرققة إذا كانت مكسورة أو كانت ساكنة مسبوقه بكسرة، ومفخمة فيما عدا ذلك .
- 19- هذا القانون يتولى حذف الصوائت القصيرة في نهاية العبارة كما في "يجتهد التلميذ" حيث تنطق /ي - ج - ت - ه - د - ت - ل - م - ذ/.
- ملاحظة: تسلسل القوانين في هذا البحث ذكرت كما جاءت في المصدر.

4- الموارد التي تطلبها النظام:

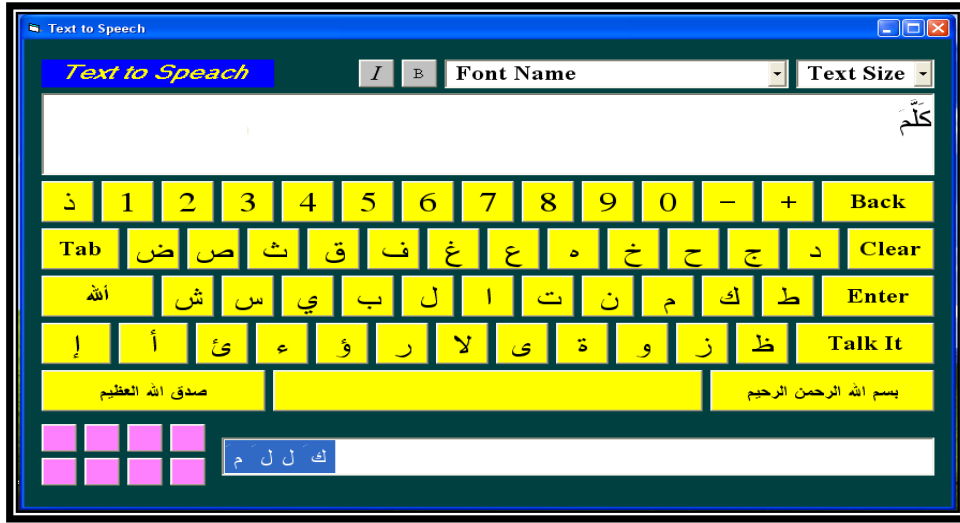
- أن عدد الموارد التي يحتاجها النظام محدودة و متمثلة بما يلي:
1. ملفات الصوت الخاصة بالأفونات والتي تكون مخزونة في القرص الصلب فإذا تم استخدامها في الأنظمة المضمنة فمن الممكن تخزينها في ذاكرة القراءة فقط (ROM).
 2. لوحة المفاتيح (Key Board) الخاصة بالحاسب الشخصي والتي من الممكن بنائها عن طريق استخدام المسيطر الدقيق (Micro Controller) أو (FPGA).
 3. شاشة العرض (Monitor) والتي من الممكن الاستعاضة عنها بشاشة عرض البلورات السائلة (LCD) وبناء البرنامج الخاص بملائمة الشاشة.
 4. بطاقة الصوت (Sound Card) ويستعاض عنه بمحول الإشارة الرقمية إلى تناظري (DAC: Digital to Analog Converter) للحصول على إشارة الصوت التناظرية.
 5. مكبر صوت (Audio Power Amplifier) ذو قدرة معينة وحسب متطلبات المستخدم.
 6. البرنامج الخاص بالنظام والذي من الممكن ترجمته إلى اللغة الخاصة بالمسيطر الدقيق أو ألد (FPGA).
 7. جهاز القدرة لتجهيز مكونات النظام المضمون بالجهود والتيارات المطلوبة.

5- المراحل التي تم القيام بها لتحويل المفردات العربية إلى كلام:

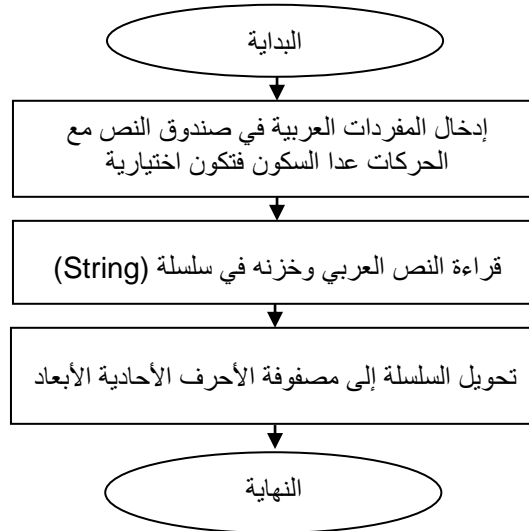
قمنا بإتباع الخطوات التالية لمعالجة المفردات وتحويلها إلى كلام منطوق للحصول على نتائج جيدة جدا ومتكاملة والشكل (7) يمثل المخطط الانسيابي المبني والخاص بالبحث. وفيما يلي هذه الخطوات:

1-5 إدخال المفردات المشكلة

في هذه المرحلة اعتمدنا على إدخال المفردات المشكلة لتوفير جميع الرموز الكتابية للأصوات اللغوية العربية والتي تتكون من الحروف وعلامات التشكيل . فبدون تشكيل الحرف العربي لا يمكن لنظام النطق الآلي معرفة التضعيف من عدمه والتتوين والصوائت التي تلي الصوامت، مما يجعل عملية النطق الآلي للنص الغير مشكل عملية مستحيلة [7]. كما تشمل هذه المرحلة على تحويل الرموز والأرقام والاختصارات والكلمات الشاذة في العربية إلى كلمات مطابقة إلى معنى الرمز كما موضح في الشكل (2). حيث تم إدخال المفردات المشكلة من خلال الواجهة التي قمنا بتصميمها والمبينة بالشكل رقم (1).



الشكل (1): واجهة النظام

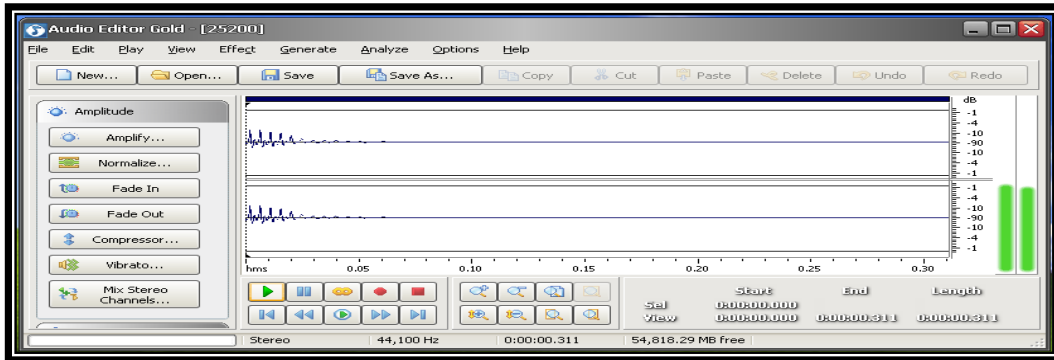


الشكل (2): المخطط الانسيابي لإدخال النص

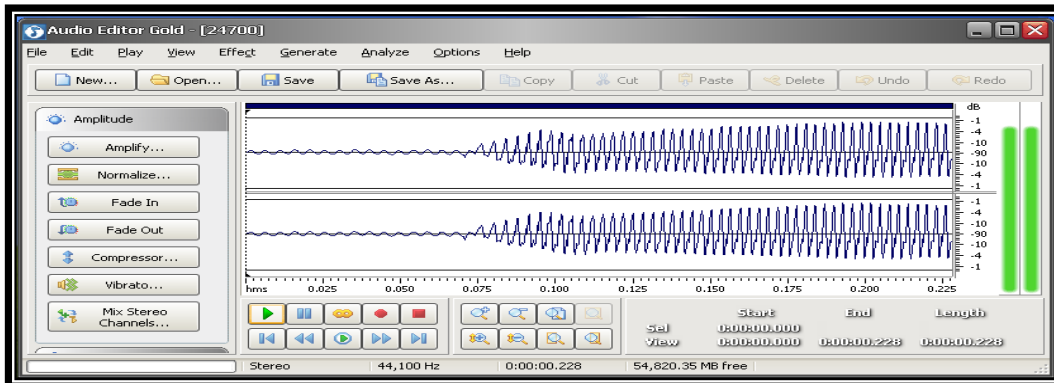
2-5 تحويل الحرف العربي والحركة التي عليه إلى رمز صوتي يسمى فونيم

القص من الرموز هنا هو تعريف نطق كل حرف بحيث يمكن تحديد خصائصه الأكوستية (Acoustic Characteristics) ومن ثم توليدها وهذه المرحلة التي تشتمل على نطق الحروف والرموز العربية، بما فيها

التشكيل في جميع المواقع. وللحصول على فونيمات اللغة العربية بوضوح تم اختيار متحدث يتمتع بجودة الصوت وتكون مخارج الأحرف العربية لديه واضحة وصحيحة، وحيث انه بعض الأحرف تكون من الصعوبة تسجيلها وخبزنها في ملف صوتي لوحدها كالأحرف الساكنة والمشددة مثلاً، لذا تم استخدام برنامج مفيد للغاية (Audio Editor Deluxe) لتقطيع الأحرف ضمن كلمات مسجلة مسبقاً للحصول على أي حرف ذو مخرج لساني واضح وصحيح وكما موضح في الشكل (3) والتي تمثل حرف الباء ساكناً مقطوعاً من كلمة ما بسبب صعوبة نطق حرف الباء ساكناً كما ذكرنا والشكل (4) يمثل حرف الباء مضموماً.



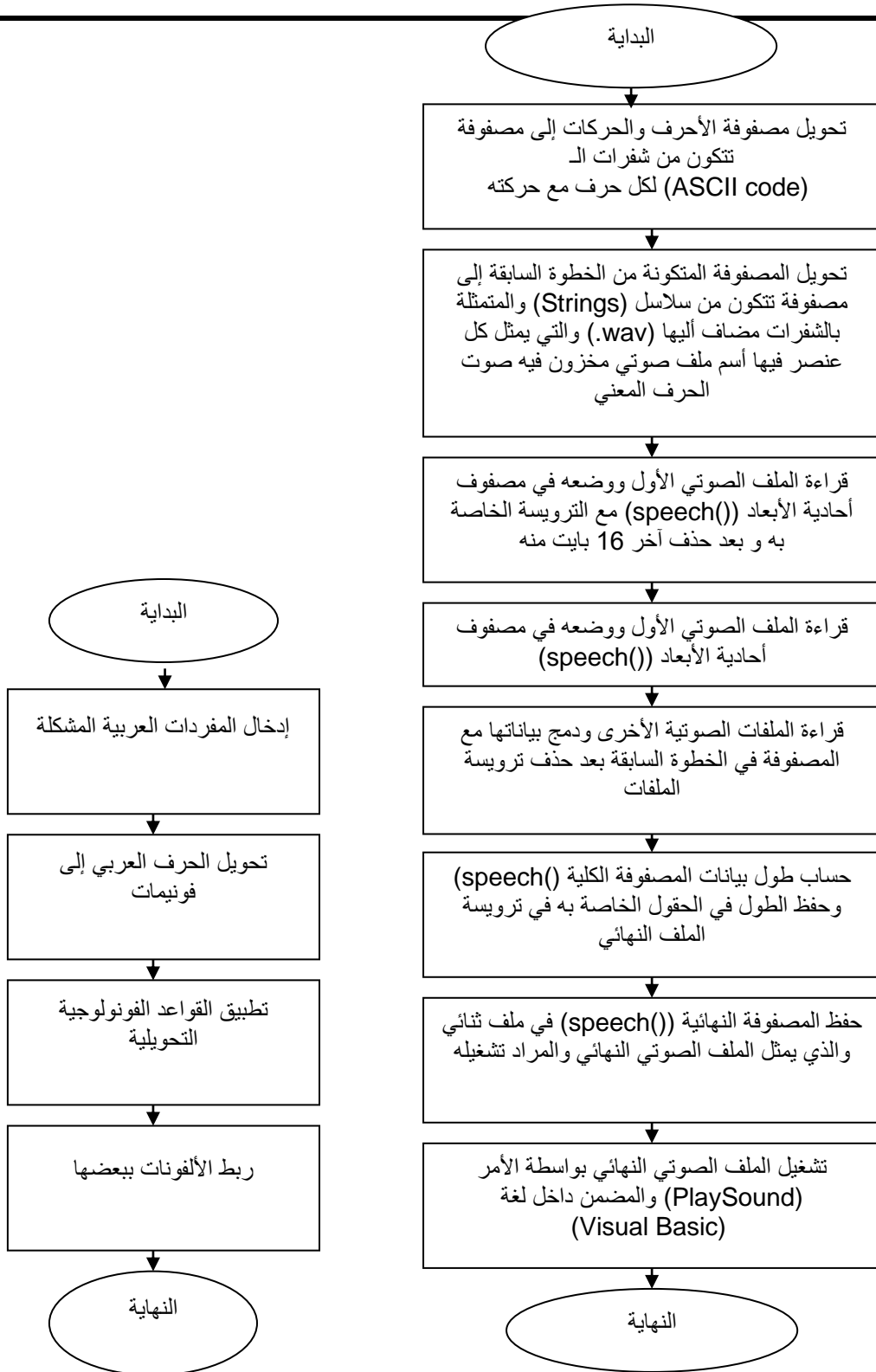
الشكل (3): حرف الباء ساكناً المستقطع من كلمة مُبَدِعْ



الشكل (4): حرف الباء مضموماً

3-5 وضع القواعد الفونولوجية التحويلية

حيث تتولى القواعد في هذه المرحلة تحويل الفونيمات إلى الـفونيمات الفونولوجية للأصوات (الفونيمات) على بعضها البعض وتحديد الصوت الذي يتم إخراجه في نهاية المطاف. ويندرج تحت هذه القواعد تأثيرات الأصوات المتجاورة وما تجاوزها إلى الأصوات التي بعدها وذلك من خلال تطبيق القوانين الفونولوجية الأنفة الذكر جميعها وبالتسلسل الصحيح متى ما توفرت متطلبات القانون وكما مبين بالشكل (5).



الشكل (7): المخطط الانسيابي العام للنظام

الشكل (6): المخطط الانسيابي لتطبيق القواعد الفونولوجية

6- النتائج:

تم بناء نظام متكامل لنطق المفردات (كلمة، جملة) المكتوبة باللغة العربية وبعدها من الألفونات يعتبر قياسيا نسبة إلى الأعمال السابقة حيث تم الاستعانة بـ (28*4) من الألفونات والتي تمكن النظام من نطق أي كلمة من كلمات اللغة العربية.

تطبيق أكبر عدد من قوانين الفونولوجية العربية وكذلك الاستفادة من الكتابة العروضية التي تستخدم من قبل الشعراء الذين يكتبون الشعر بالاعتماد على الأوزان الخاصة ببحور الشعر العربي والتي سهلت كثيرا عملية تحويل الفونيمات إلى ألفونات. وكانت دقة التركيب جيدة جدا ما يقارب 84%. الخطوات اللازمة لتحويل الكتابة النصية إلى منطوقة:

1. إدخال النص مع الحركات كسلسلة من الأحرف (String of characters):

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ك | ت | ب | ب | ا | ا | ط | ا | ا | ب | ب | ا | ا | د | ر | س |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

2. تحويل السلسلة الحرفية إلى مصفوفة أحادية تضم الحروف والحركات وكما موضح أدناه:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ك | ت | ب | ب | ا | ا | ط | ا | ا | ب | ب | ا | ا | د | ر | س |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

3. بعد تحويل السلسلة إلى مصفوفة أحادية من الأحرف والحركات يتم تطبيق قوانين الفونولوجية العربية للوصول إلى ما يقابل الكتابة العروضية في الشعر العربي وكما يلي:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ك | ت | ب | ب | ا | ا | ط | ط | ا | ا | ب | ب | ا | ا | د | ر | س |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

4. إضافة السكون إلى الأحرف الغير محرّكة في النص:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ك | ت | ب | ب | ا | ا | ط | ط | ا | ا | ب | ب | ا | ا | د | ر | س |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

5. تكوين مصفوفة أحادية من الأرقام والتي تمثل شفرات الـ (ASCII) لكل من الحروف والحركات:

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 243 | 216 | 250 | 216 | 243 | 200 | 243 | 202 | 243 | 223 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 209 | 243 | 207 | 250 | 207 | 245 | 200 | 246 | 225 | 250 | 199 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | |
|-----|-----|-----|
| 243 | 211 | 250 |
|-----|-----|-----|

6. تحويل كل حرف مع الحركة الخاصة به (الفونيم) إلى شفرة خاصة والتي تمثل أسم المقطع الخاص بالحرف (الألفون) مع ملاحظة أن عملية الجمع تكون شفرة الحرف مع شفرة الحركة مضروبة في 100.

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24700 | 24855 | 25199 | 24516 | 25216 | 24500 | 24502 | 24523 |
| | | | | 24511 | 25209 | 24507 | 5207 |

7. تكوين مصفوفة من السلاسل (Array of string) والتي تمثل أسماء الملفات الصوتية والتي تمثل الألفونات وهي ناتجة من المصفوفة التي في الخطوة السادسة حيث تم تحويل الأرقام المخزونة إلى سلسلة حرفية مضاف إليها المقطع ("WAV") :

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 24511.WAV | 25209.WAV | 24207.WAV | 25207.WAV | 24700.WAV | 24855.WAV |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 25199.WAV | 24516.WAV | 25216.WAV | 24500.WAV | 24502.WAV | 24523.WAV |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

8. قراءة جميع الملفات الصوتية ودمجها في مصفوفة أحادية واحدة أممها (speech) ومن ثم يتم تخزينها في ملف ثنائي اسمه (speech1.wav) والذي يمثل الملف الصوتي النهائي الذي سوف يتم تشغيله.

"speech.wav"

9. النهاية.

7- الاستنتاجات:

1. هذا النظام كانت له القدرة على إنتاج عدد غير محدد من المفردات (كلمة، جملة) مع جودة عالية في الصوت.
2. تتمتع لغة (Visual Basic V.6) بمرونة عالية في التعامل مع النصوص والملفات الصوتية وتشغيلها
3. تحرير جميع الألفونات الخاصة بالفونيمات عن طريق برنامج خاص يسمى (Audio Editor) للتخلص من المناطق الصامتة أو الشاذة في بداية الألفونة ونهايتها قبل عملية الربط .
4. يجب تخزين الألفونات بمستوى واحد من سعة الموجة (Amplitude) لكي لا ينتج اختلاف في شدة الصوت لكل ألفونة ضمن الكلمة.
5. أن لكل حرف من الحروف العربية شفرة (ASCII) خاص بها وكما هو معلوم، ومن حسن الحظ أن الحرف الأولي والوسطي والأخرى له نفس الشفرة مما سهل عملية تطبيق القوانين أعلاه.
6. يجب ربط الألفونات ببعضها البعض وتحويلها إلى ملف صوتي واحد ذي الامتداد (.WAV). لتجنب التقطع الحاصل من جراء تشغيل كل ألفونة لوحدها فيما لو لم يكن هنالك هذا الربط.
7. مراعاة وضع الفراغات المناسبة بين كلمة وأخرى لكي تتم عمليات المعالجة للجملة من دون أي مشاكل وتعقيدات برمجية.
8. لتطبيق قوانين الفونولوجية العربية يجب مراعاة التسلسل الوارد من المصدر المشار إليه في البحث لكي تتم العمليات الخاصة بالنظام بصورة تامة وصحيحة وألا سوف يكون هناك تضارب في الحالات المراد معالجتها برمجياً.
9. إن بعض قوانين الفونولوجية العربية لم يتم تطبيقها من خلال البحث وذلك بسبب عدم الحاجة الملحة لها لبناء النظام
10. يمكن تطبيق هذا النظام على الأنظمة المطمورة.
11. هذا النظام الخاص باللغة العربية هو أكثر تعقيداً من الذي يستخدم مع اللغات الأخرى الأجنبية بسبب كون أن اللغة العربية من أغنى اللغات بالمفردات الكلامية والنحوية بسبب كونها لغة القرآن الكريم.

8- التوصيات:

بعد أنجاز البحث بنجاح نوصي بتحسينه كإضافة المصحح اللغوي والنحوي لتحليل الجمل المكتوبة لغرض نطقها من ناحية القواعد الخاصة باللغة العربية حيث أن هذا العمل سوف يغني المستخدم نوعاً ما من تحريك الأحرف المكونة للجمل المراد نطقها.

المصادر

- [1] بدري، الدكتور كمال إبراهيم، (1988)، "علم اللغة المبرمج"، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض.
- [2] د. منصور محمد الغامدي، د. مصطفى الشافعي أحمد، أ. حسني المحتسب، (1424هـ)، "نظام ألي لنطق النص العربي بالحاسب، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
<http://www.ccisdb.ksu.edu.sa/files/prs1280000.pptx>
- [3] Ghadeer Al-Said and Moussa Abdallah, (2009), "An Arabic Text-To-Speech System Based on Artificial Neural Networks", Journal of Computer Science 5.
- [4] M. Z. Rashad, Hazem M. El-Bakry and Islam R. Isma'il, (2010), "Diphone Speech Synthesis System for Arabic Using MARY TTS", International journal of computer science & information Technology (IJCSIT) Vol.2, No.4, August .
- [5] Nader Abu Ghattas, and Hanna Abdel Nour, (2005), "Text-to-Speech Synthesis by Diphones for Modern Standard Arabic", An-Najah Univ. J. Res. (N. Sc.), Vol. 19.
- [6] O. Al-Dakkak, N. Ghneim, M. Abou Zliekha and S. Al-Moubayed, (2006), "Emotion Inclusion In An Arabic Text-To-Speech",
http://www.w3.org/2006/02/SSML/papers/HIAST/final_Emotion.pdf.
- [7] <http://www.emaratesmac.com/formes/arabic>.

الملحق 1

A- Consonants:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Arabic Symbol | ء | ب | ت | ث | ج | ح | خ | د | ذ | ر | ز | س | ش | ص |
| Phonetic Symbol | /ʔ/ | /b/ | /t/ | /θ/ | /ʒ/ | /ħ/ | /x/ | /d/ | /ð/ | /r/ | /z/ | /s/ | /ʃ/ | /ṣ/ |
| Arabic Symbol | ض | ط | ظ | ع | غ | ف | ق | ك | ل | م | ن | هـ | و | ي |
| Phonetic Symbol | /ḍ/ | /ṭ/ | /ð̣/ | /ɛ/ | /ɣ/ | /f/ | /q/ | /k/ | /l/ | /m/ | /n/ | /h/ | /w/ | /j/ |

B- Vowels:

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|------|----------------------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
| Arabic Symbol | — | — | — | ا | و | ي | — | — | — | ا | و | ي |
| Phonetic Symbol | /a/ | /u/ | /i/ | /aa/ | /uu/ | /ii/ | /â/ | /û/ | /î/ | /ââ/ | /ûû/ | /îî/ |
| Arabic Symbol | — | — | و | مفخمة Pharyngealized | | | | | | | | |
| Phonetic Symbol | /o/ | /e/ | /oo/ | | | | | | | | | |