تقطيع الكلمة العربية إلى أحرف وتمييزها

فاتن بشير عبد الأحد **إنعام غانم سعيد**

كلية علوم الحاسبات والرياضيات

جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٥/٤/٦ **تاريخ قبول البحث: ٢٠٠٥/٨/٩**

ABSTRACT

In this research a system for Arabic word segmentation into letters and recognition has been designed by dividing it into five groups (plosives, fricatives, nasals, glide and semi-vowel sounds) based on articulatory phonetics. This system include four main stages:

Stage one: Endpoint algorithm has been used to identify the beginning and the end of word.

Stage two: A new segmentation algorithm has been suggested and implemented depending upon time domain features and Arabic phonology rules.

Stage three: This stage includes letters feature extraction depending on linear predictive coding and system data base constructing which include vectors of features for the segmented letters from words and regarding letter recurring in different positions in the word.

Stage four: Includes Arabic letters recognition according to articulation which entails using Dynamic Time Warping (DTW) method that uses dynamic programming basics to obtain the matching path for the least distance accumulated value, where the word used in segmentation and recognition belongs to the four persons who create the data base and the results were in consistence which ranged from (75- 80)%.

الملخص

في هذا البحث تم تصميم نظام لتقطيع الكلمات العربية إلى أحرف وتمييزها من خلال تقسيمها إلى خمس مجاميع وهي (الأصوات الانفجارية ، الأصوات الاحتكاكية ، الأصوات الأنفية ، الأصوات الانزلاقية والأصوات شبه الحركية) اعتمادا على علم الأصوات النطقي.يتضمن النظام أربع مراحل رئيسية وهي كما يأتي:

المرحلة الأولى : يتم فيها تطبيق خوارزمية لتحديد بداية نطق الكلمة ونهايته.

المرحلة الثانية : تم اقتراح وتنفيذ خوارزمية تقطيع جديدة تعتمد على خصائص المنطلق الزمني وقواعد علم الفونولوجي في اللغة العربية.

المرحلة الثالثة: تتضمن استخلاص الصفات للحروف بالاعتماد على طريقة ترميز التنبؤ الخطي LPC وبناء قاعدة البيانات للنظام والتي تشمل متجهات الصفات للأحرف المستقطعة من الكلمات مع الأخذ بنظر الاعتبار ورود الحرف في مواضع مختلفة من الكلمة.

المرحلة الرابعة: تشتمل على تمييز الحروف العربية حسب كيفية نطقها فقد تم استخدام طريقة انحراف الوقت الديناميكي (DTW [dynamic time warping]) التي تستخدم أساسيات البرمجة الديناميكية لإيجاد مسار التطابق الذي يمتلك اقل قيمة تراكمية للمسافة إذ أن الكلمات المستخدمة في التقطيع والتمييز تعود للأشخاص الأربعة المكونين لقاعدة البيانات وكانت النتائج جيدة فقد تراوحت بين (75-80)%.

1. المقدمة:

الكلام هو إحدى الوسائل المستخدمة عالمياً للاتصال بين أفراد الجنس البشري، وهو هبة الله سبحانه وتعالى للبشر الذين ميزهم به عن سائر المخلوقات الأخرى، والكلام هو استحداث موجات صوتية بواسطة الحركة الإرادية للتركيب التشريحي في نظام توليد الكلام لدى الإنسان لتنقل المعلومات من المتكلم إلى السامع. هذا التركيب يتألف من ربط قنوات عديدة لتشكل بمجموعها جهاز النطق وأعضاءه (Vocal tract and speech organs) ، وشكلها مختلف من شخص إلى آخر ولهذا تتغير طريقة إنتاج الكلام [2] [3].

فالكلام هو سلسلة صوتية متصلة ببعضها البعض اتصالا وثيقا ، يمكن وصف الكلام بصيغة إشارة تحمل معلومات معينة ، أي تمثيلها بشكل موجة سمعية (Wave Form).

في كل أنظمة تمييز الكلام تتم معالجة الإشارة من البداية إلى النهاية (Front – end processing) ، مثل (المعالجة بالنافذة ، الترشيح ،التعيان ، التكميم). حسب نوع التطبيق فان إشارة الكلام يمكن ان تتمثل بالاعتماد على معالم (Parameters) متنوعة للكلام مثل التمثيل باستخدام معلمات المجال الزمني (Time domain parameters) للإشارة أو المعلمات الطيفية

(Spectral parameters) ليتم استخراج خصائص الكلام المطلوبة من قبل النظام المصمم ، إن اختيار نوع التمثيل للكلام يؤدي دوراً كبيراً ومهماً في إظهار خصائص الكلام [7][9].

2. <u>تقنيات تمييز الكلام</u>:

إن التقنيات المستخدمة لتمييز الكلام يمكن تصنيفها كالآتي :

1. تمييز الكلمة المنفصلة (Isolated word recognition)

أنظمة تمييز الكلام المنفصل تميز الكلمات المنطوقة بصورة منفصلة (Separately) ، وهنا يجب على المستخدم ان يتوقف بين كلمة وأخرى.

2. تمييز الكلمة المتصلة *(Connected word recognition)*

تعد كحالة وسطية بين تمييز الكلمة المنفصلة (Isolated word recognition) و تمييز الكلام المستمر (Continuous speech recognition) تسمح للمستخدم بان يتكلم بعدد من الكلمات في وقت واحد ودون توقف بين كلمة واخرى.

3. تمييز الكلام المستمر *(Continuous – speech recognition)*

أنظمة تمييز الكلام المستمر اكثر صعوبة من أنظمة تمييز الكلام المنفصل ، النظام يدرب على تمييز وحدات الكلام مثل(الفونيمات Phonemes ، المقاطع Syllables). وان التمييز في الأنظمة المستمرة يتطلب تسلسلاً سمعياً (Acoustic continuum) ليتم تقطيعه إلى وحدات صوتية اصغر من الكلمة مثلا إلى مقاطع (Syllables) أو إلى أنصاف المقاطع(Semi – syllables) أو إلى فونيمات (Phonemes) وبعدها يتم تمييز هذه المقاطع أو الفونيمات. هذه النوعية من التمييز تستخدم الفونيمات وحدة أساسية للتمييز وتحتاج فضلاً عن الخصائص المميزة للفونيمات إلى معرفة بإشارات اللغة وقواعدها ، وهذه المعرفة ضرورية لحل بعض المشاكل ، في هذا النوع من التمييز حجم المصادر يكون كبيراً وهذا يعتمد بصورة مباشرة على اللغة المستخدمة .[5][6][8][10]

3. <u>الفونيمات</u> :

تعد الفونيمات الوحدة الرئيسة التي تنقل المعنى اللغوي للكلام، فالفونيم هو اصغر وحدة صوتية محددة بعدد من الصفات الواضحة والمناسبة التي تميزه من غيره من الفونيمات لتلك اللغة. إن دراسة وتصنيف هذه الأصوات الكلامية نفسها تعرف بعلم الأصوات (Phonetics). تتألف اللغة العربية الفصحى (Standard Arabic language) من 29 فونيم من الفونيمات

الصامتة (Consonants) و 6 فونيمات من فونيمات العلة (Vowels) ، وبذلك فان الفونيمات يمكن أن تصنف إلى صنفين العلة (Vowels) والصامتة (Consonants)[4][8] . ويمكن تصنيف الصوامت على النحو الأتي :

1. الأصوات الانفجارية (The plosive sounds)

عند النطق بهذه الأصوات يسمع انفجار خفيف ناتج عن اندفاع الهواء المنحبس خلف مخرج الصوت ، وهناك مصطلح آخر للانفجارات هو (" الوقفات Stops ") إذ أن مصطلح الوقفات يشير إلى قفل مجرى الصوت قفلاً كاملاً. الأصوات الانفجارية في اللغة العربية هي : ب, ض، د, ك، ت، ء، ق، ط.

2. الأصوات الاحتكاكية (The fricative sounds)

الأصوات الاحتكاكية عند نطقها لا يسمع معها مثل هذا الانفجار وذلك لان الهواء لا ينحبس عند مخرج الصوت بل ينساب في يسر وهوادة وعليه فان الأصوات الاحتكاكية في اللغة العربية هي: غ، ع، ج، ز، ظ ، ذ ، هـ ، ح ، خ ، ص ، ش ، س ، ث ، ف.

3. الأصوات الأنفية (The nasals sounds)

هي الأصوات التي تشترك القناة الصوتية (Vocal tract) والقناة الأنفية في إنتاجها ويوجد في اللغة العربية حرفان أنفيان هما : م ، ن.

4. الأصوات الإنزلاقية (The glides sounds)

أهم ما يميز الأصوات الإنزلاقية إن الهواء المنحبس عند النطق بها يخرج من جانب من جوانب اللسان أومن كليهما واللغة العربية تمتلك ثلاثة أصوات إنزلاقية هي :ل المرققة ، ل المضخمة ، ر.

5. أصوات أشباه الحركات (Semi _ Vowels sounds)

تمتلك اللغة العربية صوتين من أشباه الحركات هما : و ، ي [1][8].

4. <u>تسجيل الكلام</u>:

المتكلمون : هم أربعة أشخاص اثنان من الذكور واثنان من الإناث تتراوح أعمارهم بين (20-26) عاما ، قام كل واحد منهم بتسجيل ما يقارب الـ(35) كلمة مختلفة. عند إصدار الكلمة أمام لاقط الصوت تتغير الموجات الصوتية إلى موجات تناظرية ثم تقوم بطاقة الصوت (Sound card) بتحويلها إلى عينات. في هذا البحث تم تسجيل الكلمة بمعدل عينات يساوي (11025 HZ) وتمثيل كل عينة بـ (64 bit) واستخدام الأسلوب الأحادي (Mono) في

التسجيل. خزنت هذه العينات الصوتية داخل ملفات بصيغة (Wav) وهي من الصيغ المستخدمة بشكل واسع في بيئة النوافذ (Windows).

5.مرحلـــة إزالـــة الصمت

من المشاكل التي تواجه عملية معالجة إشارة الكلام هي تحديد بداية النطق الحقيقي ونهايته وذلك لتقليل حجم الملفات الصوتية التي تؤدي إلى تقليل المعالجـــة المطلوبـــة لإشـــارة الكـــلام والحصول على كفاءة اكبر في التمييز . وتتلخص إزالة الصمت في هـــذا البحـــث بخطـــوتين أساسيتين هما:

1. حساب معدل السعة لإشارة الكلمة
2. إزالة السكوت بتطبيق خوارزمية تحديد بداية الكلام ونهايته (Endpoint algorithm)[11]

5-1 حســـاب معـــدل السعـــة لإشارة الكلمـــة

إن السعة لإشارة الكلام تتغير مع الزمن ، وتمثيل إشارة الكلمة بالاعتماد على معـــدل السعة لوقت قصير يعطي تمثيلاً ملائماً لإشارة الكلمة لأنه يعكس هذه التغييرات بشكل واضـــح وجيد، ويتم إنجاز هذه العملية من خلال الخطوات الأتية:

1. معالجة إشارة الكلمة من البداية إلى النهاية بنافذة هامينك (Hamming window) لتنعيم الإشارة وتنقيتها من الضوضاء وكالآتي

$$S`(n) = S(n) * W(n) \qquad n = 1,2,\ldots\ldots\ldots length(s) \qquad (1)$$

W(n) : نافذة هامينك ،S(n): بيانات إشارة الكلمة الداخلة .

2. تقطيع الاشارة S`(n) من البداية إلى النهاية إلى اطارات متداخلة ومتساوية في الحجم كـــل إطار يتكون من (N = 512) من العينات وبتداخل مقداره (M=256) من العينات، وكل إطار تتم معالجته بشكل منفصل بأخذ نافذة هامينك ثم حساب معدل السعة لذلك الإطار.

5-2 استخـــدام خوارزميـــة تحديـــد بدايـــة الكلمـــةونهايـــتها:

يوضح الشكل (1) المخطط الانسيابي لخوارزمية إزالة السكـــوت من بدايـــة الإشـــــارة للكلمـــة

* لتكن A تمثل مصفوفة حساب معدل السعة للإشارة الداخلة فنأخذ أعلى قيمة واقل قيمة من قيم معدل السعة التي يمكن تمثيلها بـــ Amax و Amin على الترتيب.
* نحسب قيمة العتبة (Threshold) للكلام وكالآتي [11]:

$$I_1 = 0.03 * (Amax - Amin) + Amin \qquad (2a)$$

$I_2 = 4 * Amin$ (2b)

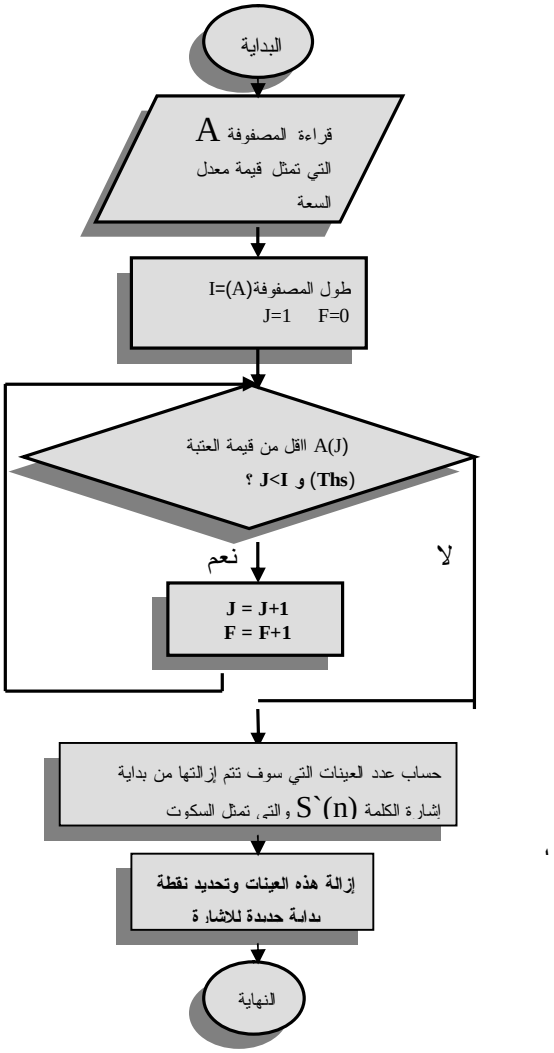
$I_3 = MIN (I_1, I_2) + 0.4$ (2c)

* يتم حساب الإطارات التي ستتم إزالتها من بداية الإشارة S`(n) بالاعتماد على قيمة العتبة ، الإطارات المحذوفة من قيم معدل السعة للإشارة تمثل الإطارات التي معدل سعتها اقل من قيمة العتبة فإذا فرضنا أن F تشير إلى عدد الإطارات التي ستتم إزالتها من بداية الإشارة ومن ثم يمكن حساب عدد العينات التي تتم إزالتها على النحو الأتي:

عدد العينات المزالة = ((F-1)*M) + N)

* وفي حالة حذف الصمت من نهاية الكلمة تطبق نفس الخطوات السابقة ، لإزالة الصمت من بداية الإشارة مع الأخذ بنظر الاعتبار ان I=1 و J طول المصفوفة(A) .

وعليه نستمر بحذف الإطارات مادامت قيمة السعة اقل من العتبة و ان I < J ثم تتم إزالة العينات التي تمثل الصمت من نهاية الإشارة بنفس الطريقة السابقة.



الشكل (1)المخطط الانسيابي لإزالة الصمت من بداية الإشارة

6. <u>تقطيـــع الكـــلام أتوماتيكيـــاً إلـــى أحـــرف</u>:

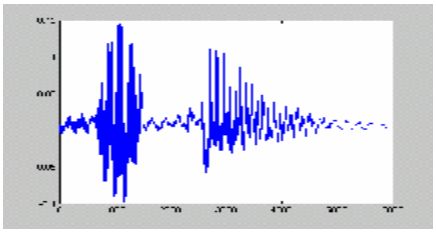
يعد تقطيع الكلام أتوماتيكيا مرحلة مهمة في تطوير عملية تمييز الكلام لأنه سيؤدي إلى تمييز عدد اكبر من الكلمات من خلال بناء مصادر (References) للنظام تعتمد في حجمها على

عدد أحرف لغة المتكلم بدلا من بناء مصادر محددة بعدد معين من الكلمات ، وإن عملية تقطيع الكلام يدوياً هي عملية عرضة للخطأ وفيها هدر للوقت لهذه الأسباب كلها يفضل تقطيع الكلام أوتوماتيكيا.

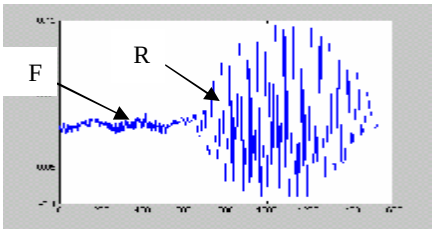
في معظم الأحيان نستطيع من خلال النظر إلى الشكل الموجي المميز (Formant) لإشارة الكلمة أن نميز حرفاً من أخر ، فالشكل الموجي بصورة عامة يرتفع (rises) عند الانتقال من الفونيم الصامت إلى فونيم الحركة وعند الانتقال من فونيم الحركة إلى الصامت يحدث هبوط (Falls) بالشكل الموجي كما موضح في الشكل (a)٢ .

وهذا ما يعكسه بصورة واضحة معدل السعة للإشارة فبالاعتماد على معدل السعة الذي تم حسابه في الخطوات السابقة وبعد إزالة الصمت من بداية إشارة الكلمة ونهايتها نطبق خوارزمية التقطيع والشكل (3) يوضح المخطط الانسيابي لعملية التقطيع إذ نأخذ قيم معدل السعة للحرف الأول (صامت + حركة) تكون قيمتها في حالة تصاعد إلى أن يأتي نطق الصامت الثاني للكلمة فنلاحظ بدء هبوط قيم معدل السعة ونستمر بتتبع قيم معدل السعة إلى أن تبدا بالارتفاع ومن ثم بالهبوط لتشير إلى الصامت الآخر وهكذا مع مراعاة كون طول أي حرف لا يقل عن أربعة إطارات التي تمثل اقصر مدة زمنية لنطق أي حرف في اللغة العربية والتي تم تحديدها من خلال التجارب العملية التي قمنا بها .وبهذه الطريقة يمكن تقطيع الكلمة إلى حروفها ، كل مقطع يمثل حرف يتكون من (F) من الإطارات وكل إطار يمثل (M) من العينات لإشارة الكلمة S`(n) لذلك يعوض عن كل مقطع بما يقابله من إشارة الكلمة ( S`(n .

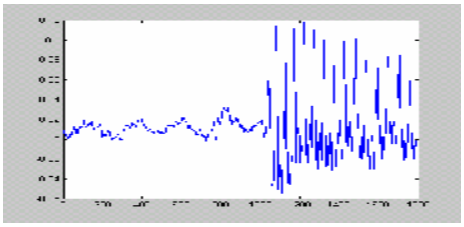
والشكل (2) يوضح إشارة كل حرف من أحرف كلمة "حسن" المقطعة



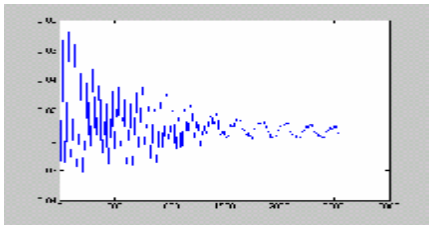
a



b

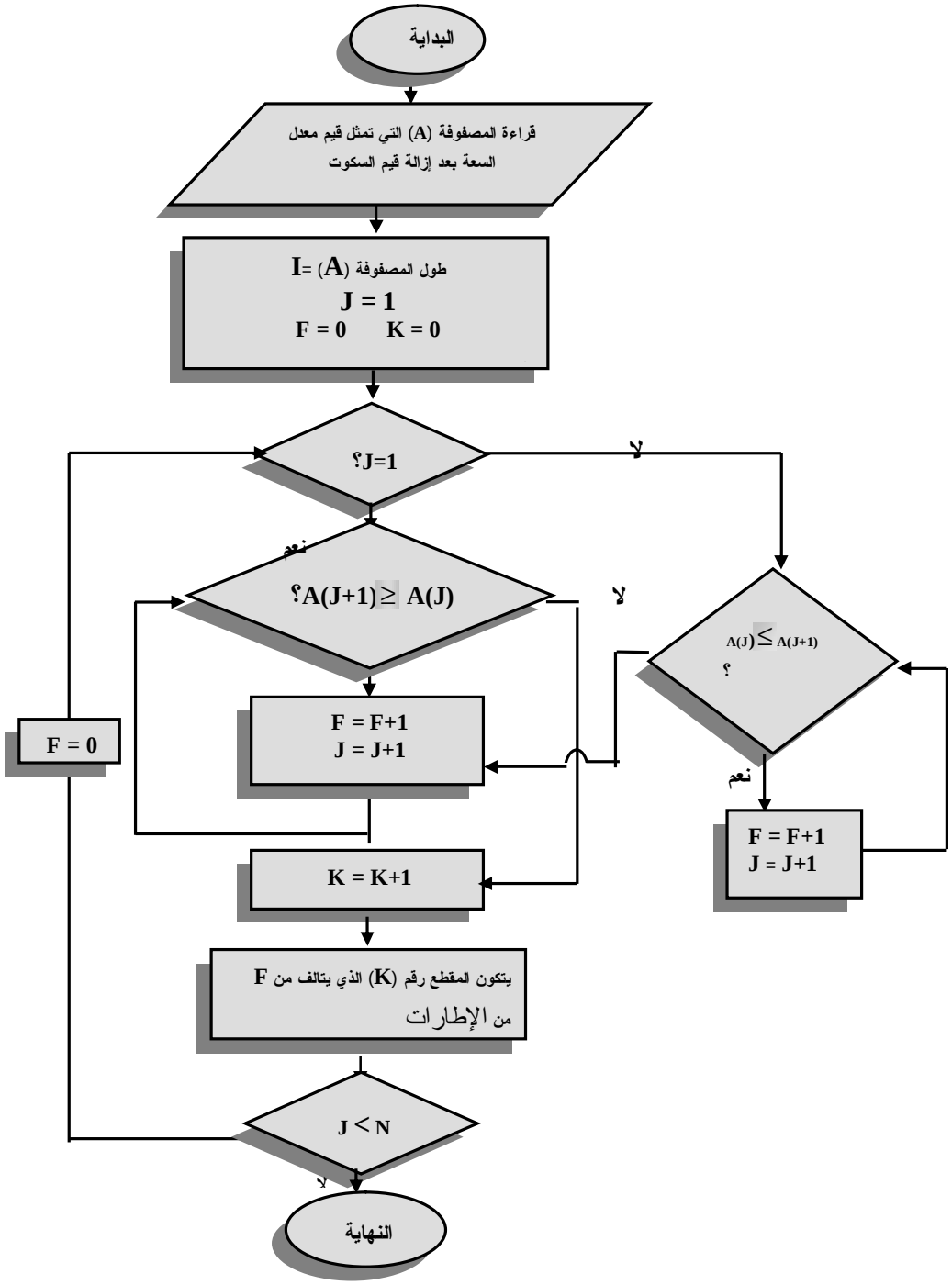


c



d

الشكل (2) (a: إشارة كلمة "حسن" ,b : إشارة الحرف " حَــ " ,c : إشارة الحرف "سَــ"
d: إشارة الحرف " ن ") R: raises F: falls



الشكــل (3) المخطــط الانسيابي لعمليــة التقطيــع

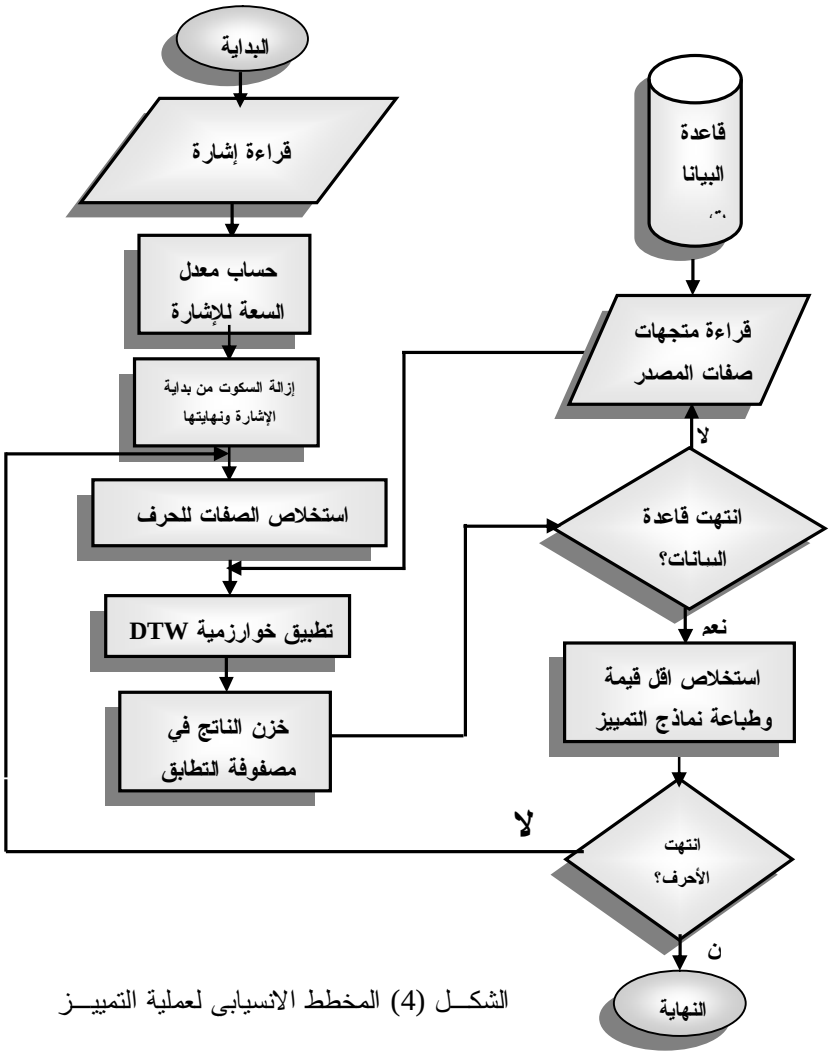
7. تحليـــل الإشـــارة وبنـــاء قاعـــدة البيانـــات:

تحتوي الإشارة الصوتية الرقمية على عدد كبير من المعلومات غير المهمة في عملية التمييز فضلاً عن أنها تحتاج إلى مساحة خزن كبيرة، فلتـــسهيل خطـــوات المعالجـــة وتقليلهـــا نستخلص الصفات الأساسية من هذه الإشارة مما يؤدي إلى تقليص حجم البيانات.

في هذا البحث يتم استخلاص الصفات للإشارة الصوتية للأحرف العربية المـــستقطعة باستخدام طريقة التحليل (LPC) كل على انفراد وبناء قاعدة البيانات من الأحرف المحللة التي تعد المرجع الرئيس لتمييز أي حرف، في هذا البند يتم أولا تحديد المتكلم وقراءة الملفات الخاصة بذلك المتكلم ثم يحلل كل ملف بصورة منفصلة لاستخلاص متجهات الصفات لغرض خزنها في قاعدة البيانات لذلك المتكلم . وتكرر هذه العملية مع جميع الأحرف لغـــرض اســـتكمال قاعـــدة البيانات ، يتم استخلاص الصفات لكل حرف بتطبيق خطوات خوارزمية ترميز التنبـــؤ الخطـــي المذكورة أنفاً . علماً أن عدد معاملات المتجه الواحد لكل إطار من إطارات الإشارة يساوي (P =10) بالاعتماد على النتائج التي حصلنا عليها خلال التجربة والنتائج موضحة في الجدول (٢) .

8. مرحلـــة التمييـــز:

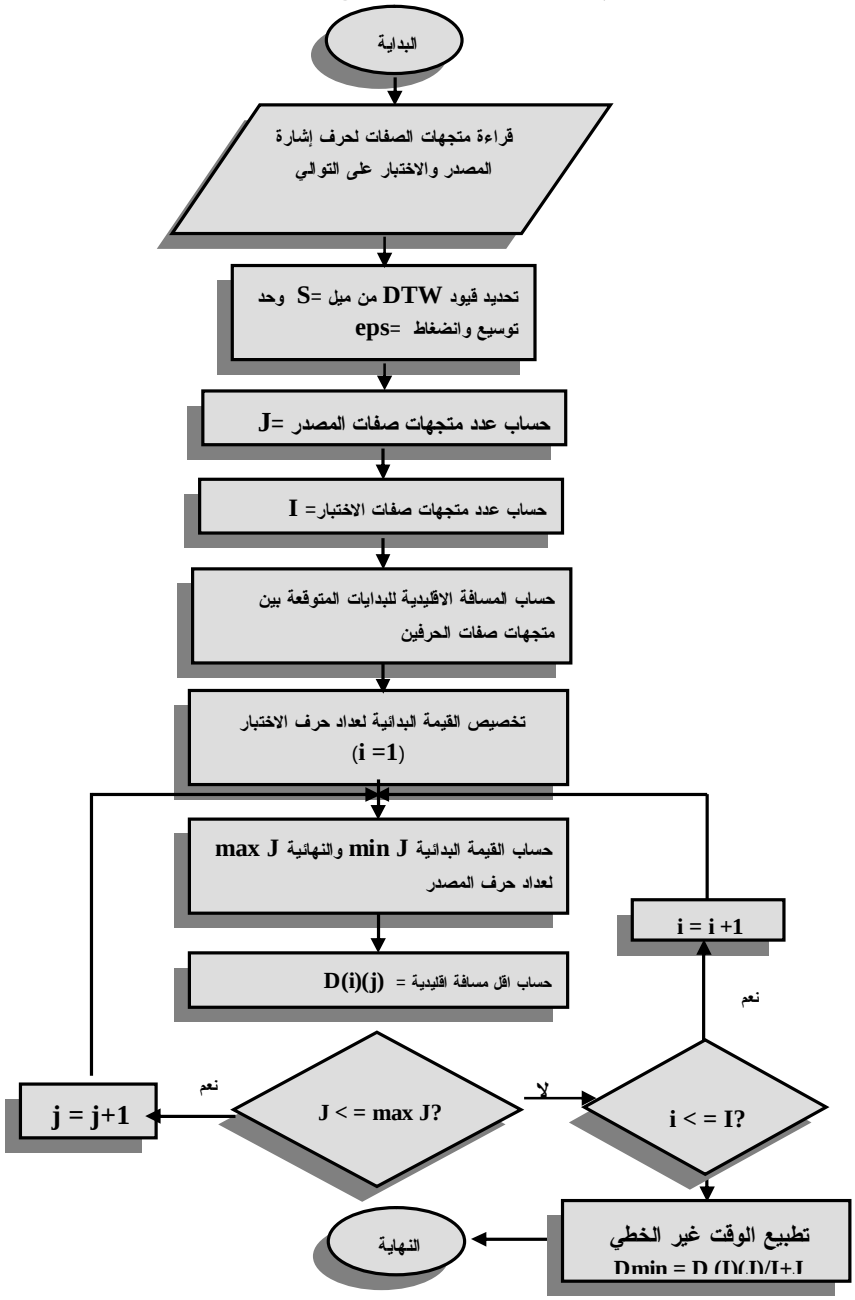
تتم عملية التمييز كما مبين في الشكل (4) الذي يوضح المخطط الانسيابي لعملية التمييز بعد أن يتم استخلاص الصفات لإشارات المصادر وبناء قاعدة البيانات للنظام يستلم النظام إشارة الاختبار التي سوف تمر بنفس المراحل السابقة (إزالة السكوت من بداية ونهاية الإشارة ، تقطيع إشارة الكلمة إلى أحرف ،واخيرا استخلاص متجهات صفات كل حرف من حروف الكلمة).يتم بعدها حساب اقل قيمة تراكمية بين متجهات صفات إشارة حرف الاختبار ومتجهـــات صـــفات إشارة حرف المصدر باستخدام خوارزمية (DTW) التي ستوضح لاحقا ، ثم تخزن النتيجة في مصفوفة التطابق المحددة ، وتكرر هذه العملية مع كل إشارات المصادر يستخرج في النهاية اقل قيمة من مصفوفة التطابق والحرف الذي يعود إلى تلك القيمة يعد ناتج التمييز.



الشكــل (4) المخطط الانسيابى لعملية التمييــز

يتم تطبيق خوارزمية انحراف الوقت الديناميكــي(DTW) الموضحة في الشكل (5) حيث يوضع المخطط الانسيابي بخوارزمية (DTW) . في البداية تعرف المتغيــرات وفــضاء البحث الذي سوف يستخدم لتطبيق الخوارزمية ، فنستخدم سلسلة متجهــات الــصفات (LPC)

لإشارة المصدر وإشارة الاختبار الناتجة من عملية التحليل ونطابقها وان نتيجة التطابق تمثل اقل قيمة للكلفة وهي الكلفة التراكمية لمسار التطابق . نحتاج إلى مصفوفتين لخزن إشارة المـــصدر وإشارة الاختبار اللتين يشار إليهما بـــ Ref و Test على الترتيب .

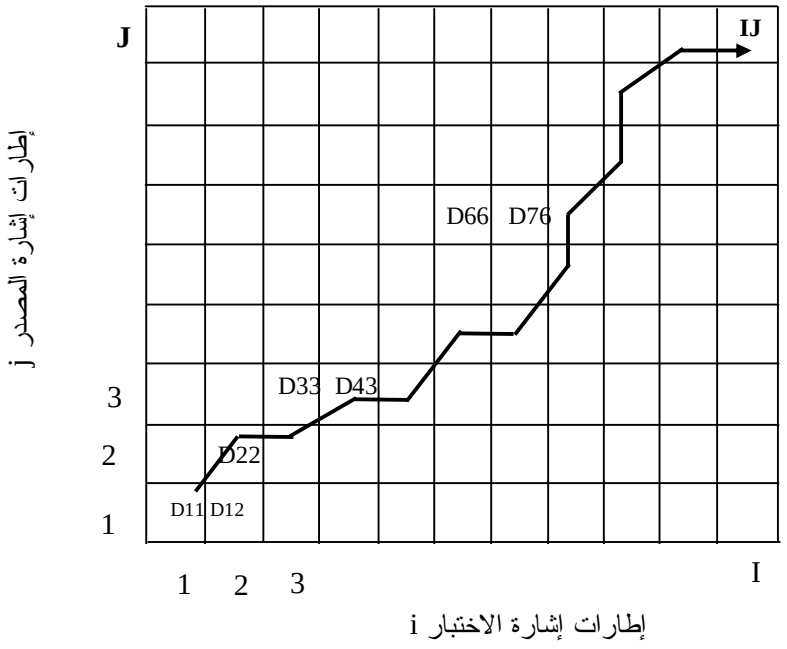


الشكـــل (5)المخطـــط الانسيابـــي لخوارزميـــة DTW

في الشكل (6) يلاحظ ان كل عمود يعكس إطار إشارة الاختبار ، وكل صف يعكس إطار إشارة المصدر، يتم الحصول على قيمة العقدة D من قياس المسافة الاقليدية ، كل عقدة تمثل المسافة بين إطار i من إشارة الاختبار والإطار j من إشارة المصدر وكالآتي :

$$Di\,j = 1/P \sqrt{\sum_{K=1}^{P} (ref(k,j) - test(k,i))^2} \qquad (3)$$

P: عدد المعاملات لكل إطار



الشكـــل (6) انحـــراف الوقـــت الديناميكـــي

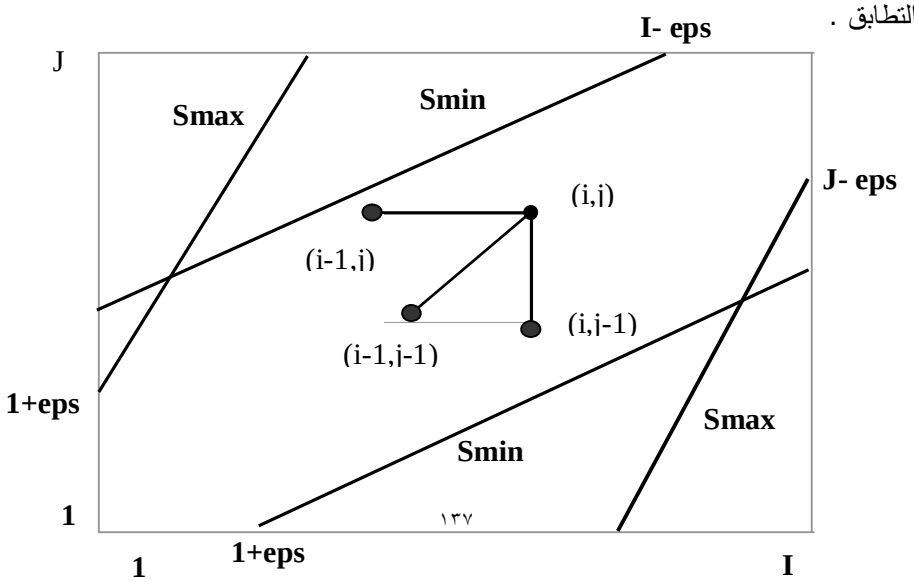
إن هناك قيودا خاصة لخوارزمية (DTW) لتحقيق الانحراف الزمني بشكل صحيح ، في هذا البحث تم تطبيق القيود الشاملة على مسار البحث العام لحصره ضمن منطقة قانونية تقع حدودها ما بين اكبر واقل ميل (S) معين يشار إليه بـــ Smax و Smin علـى التـوالي والموضحة بالشكل (7) فضلاً عن تقييد حد الانضغاط والتمدد في إشارات الحرف لمدى معـين من الوقت ويشار إليه بـــ (eps) ويتم تحقيق هذه القيود الشاملة من خلال المعادلتين الآتيتين:

$$\text{Max } J = \text{Min} \begin{pmatrix} \text{Smax } (i-1) + \text{eps} + 1 \\ \text{Smin } (i-1) + J - \text{Smin } (I-\text{eps}-1) \end{pmatrix} \qquad (4)$$

$$\text{Min } J = \text{Max} \begin{pmatrix} \text{Smin}(i-1-\text{eps})+1 \\ \text{Smax} * i - (\text{Smax} * I-J) - \text{eps} \end{pmatrix} \qquad (5)$$

علماً إن $\text{Smin} = 1/\text{Smax}$

أما القيود المحلية التي تم استخدامها في هذا البحث فهي قيد المسار المحلي الموضـح فضلاً عن قيدي الاستمرارية وثبوت الوتيرة ، تحت هذه القيود تجمع كل المسافات ذات الكلفـة المتراكمة الأقل للمسارات القادمة من كل العقد السابقة الممكنة ، وتخزن النتيجة في مـصفوفة التطابق .



الشكـل (7) القيـود المستخدمـة

9.مناقشة النتائج والاستنتاجات والتوصيات:

1.9 عملية التقطيـــع

لغرض اختبار الخوارزمية المستخدمة في تقطيع الكلمة إلى أحرف قمنا باستخدام ثلاثة أطوال مختلفة للإطارات لغرض معرفة الأكفأ بينها .

فإذا فرضنا ان N يمثل حجم الإطار الواحد، وM حجم التداخل بين الإطارات فانه فـــي الحالة الأولى (M=128 , N=256) لاحظنا انه تمت تجزئة الحرف الواحد إلى عدة أجزاء . فـــي الحالة الثانية (M=256 , N= 512) كانت النتائـــج جيدة وكان التقطيع صحيحاً بشكل عام.اما في الحالة الثالثة (M=512 ,N=1024) فقدأظهرت النتائج تداخل الحرف الواحد مع الحرف الذي يسبقه أو الذي يليه .

وعليه فشل التطبيق في الحالتين الأولى والثالثة .

والنتائج التي حصلنا عليها من الحالة الثانية موضحة بالجدول (1)

الجـــدول (1) نتائـــج التقطيـــع

الأشخـــاص	عـــدد الكلمات المقطعة بصورة صحيحـــة	عـــدد الكلمات المقطعة خاطئاً	النسبة المئويـــة %
Male 1	31	4	88.5
Male 2	30	5	85.7
Female 1	29	6	82.8
Female 2	29	6	82.8

9.2 عملية التمييـــز

أما طريقة التمييز فقد تم اختبارها بوساطة قيم مختلفة للمحددات إذ أن P تمثل عدد معاملات المتجه الواحد لكل قالب من قوالب متجهات الصفات للإشارة ، eps هي حد الانضغاط والتمدد في الوقت ، و Smax وsmin تمثل القيمتين العظمى والصغرى للميل (S)على التوالي- عند اختبار كل حالة من حالات الجدول (2) يلاحظ جودة النتائج في الحالتين الأولى والثانية وان إنقاص P من 10 إلى 8 لا يؤثر في نتيجة التمييز، أما الحالات الأخرى فان إنقاص قيم الميل والـــ eps أدى إلى انخفاض دقة التمييز كذلك فإن ارتفاع الـــ eps إلى 5 كان له تأثير في دقة نتائج التمييـــز ،

لهذا فان اختيار قيم المحددات الشاملة له تأثير كبير على دقة النتائج لدورها بتحديد منطقة البحث القانونية أي استبعاد فضاء البحث غير المعقول بحيث تتضمن هذه المنطقة اكثر احتماليات المسار الممكنة.

الجدول (2) حالات التمييز

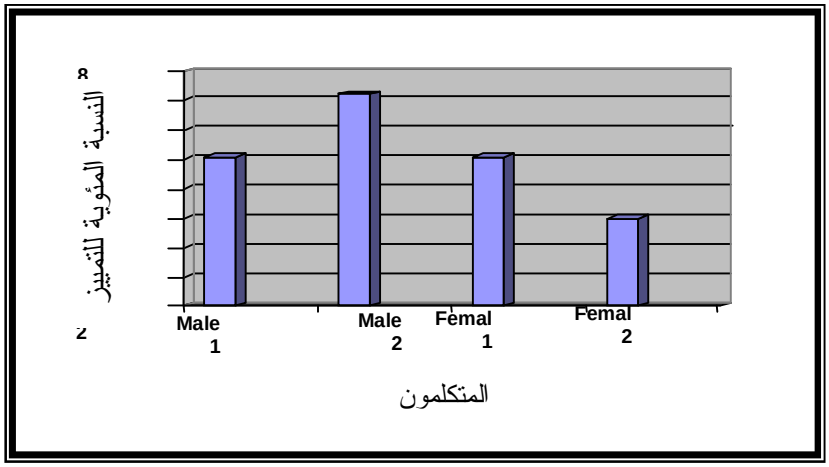
الحالات	P	Smax	Smin	eps
الحالة الأولى	10	3	0.333	3
الحالة الثانية	8	3	0.333	3
الحالة الثالثة	10	3	0.333	2
الحالة الرابعة	10	2	0.25	3
الحالة الخامسة	10	3	0.333	0
الحالة السادسة	10	3	0.333	5

والجدول (2) يوضح حالات التمييز

والجدول (3) يظهر نتائج تمييز الأحرف بالاعتماد على قيم المحددات للحالة الأولى والتي تم استخدامها في هذا البحث والموضحة بالشكل (8)

الجدول (3) نتائج تمييز الأحرف

الحالات	عدد الأحرف الصحيحة	عدد الأحرف الخطأ	النسبة المئوية%
Male 1	74	22	77.1
Male 2	76	19	80
Female 1	74	22	77.1
Female 2	72	24	75



الشكـــل (8) دقـــة نتائـــج التمييـــز للمتكلميـــن

3-9 الاستنتـــاجـــات

تم من خلال هذا البحث التوصل إلى الاستنتاجات الآتية :

1. لإزالة الصمت (Silence) من بداية الإشارة ونهايتها تأثير كبير في دقة النتائـــــج.
2. إن اختيار نسبة التعيان لها تأثير كبير في عملية التمييز ، فزيادة نسبة التعيان تـــؤثر تـــأثيراً فعـــالاً في زيادة دقة التمييز والعكس بالعكس .
3. ان معالجة الإشارة باســـتخدام طريقـــة التحليـــل (LPC) فـــضلاً عـــن ســـرعتها ودقـــة نتائجها تزودنا بنموذج جيد لإشارة الكلام وذلك بإعطائها افضل تمثيل ممكـــن للإشارة وهذا يقود إلى دقة أعلى في أداء التمييز .
4. إن انحراف الوقت الديناميكي (DTW) هي طريقة رياضية مرنة وتعطي نتـــائج ذات دقـــة عالية في التمييز .
5. بالرغم من وجود عدة طرائق لحـــساب المـــسافة لكـــن لاحظنـــا ان المـــسافة الاقليديـــة المستخدمة في الحسابات أثبتت فعاليتها في هذا المجال
6. استخدام قيـــود تطبيـــع الزمـــن (Time normalization constraints) يضمـــن التزامن بشكل صحيح بين إشارة الاختبار وإشارة المصـــدر المختلفتيـــن في الطـــول.

المصادر

(١) بدري ، كمال إبراهيم ،(١٩٨٨) ، " **علم اللغة المبرمج ، الأصوات والنظام الصوتي مطبقا على اللغة العربية**"، معهد *اللغة العربية* ، جامعة *الملك محمد بن سعود الإسلامية*.

(٢) حليم ،علياء موفق عبد المجيد ، (٢٠٠٣) "**تشفير إشارة الكلام بطريقة البعثرة** "، بحث ماجستير ، علوم حاسبات ، كلية علوم *الحاسبات والرياضيات* ، جامعة *الموصل* .

(٣) الدليمي ، شهلة عبد الوهاب ، (٢٠٠٢) ، "**تمييز أصوات الحروف العربية**" بحث ماجستير ، علوم حاسبات ، كلية علوم *الحاسبات والرياضيات* ، جامعة *الموصل*.

[4] AL-Ani, S.H., (1970), **Arabic Phonology an Acoustical and Physiological Investigation**, *Indiana University, Mouton and Co.N.V. Publishers, The Hague.*

[5] Coust, A.P., (2002), "**Connected Word Recognition**", http:// ska.ai-depot.com/paper/nodeq.htm1.

[6] Land, J., (2000), "**Isolated Word Speech Recognition of English Digits**", http://www.gerc.eng.ufl.edu/defult.htm

[7] Riadh, M.H., (2001), "**Information Retrieval using Spoken Language Interface. (Isolated)**", Msc.Thesis computer science, *National computer center/ Institute of Higher studies in Computer and information.*

[8] AL – Sayegh, S.W., (2002), "**Arabic Phoneme Recognizer Based on Hybrid Neural Network**", Ph.D. Thesis, *information institute for postgraduate studies at in computer science Iraq Commission for computer and Information*.

[9] Sofia, F.B., (2003), "**Mathematical model for ARABIC Speech Recognition**", Ph.D.Thesis in Mathematics, *The College of Computer Sciences and Mathematics, University of Mosul*.

[10] (2003),"**Speaker Dependent /Speaker Independent**",http://www. Imagesco.com/articles/hm 2007/Speech Recognition Tutoriat02.htm Speech Recognition circuit.

[11] Rabiner, L.R ;Sambur,M.R.,(1975), " **An algorithm for determining the end point of isolated utterances**",*American telefone and telegraph company* .