Adopting Egin Value of Speech Signal in Distinguishing the Gender of the Speaker

Maysoon Khidr Al-Nuaimi
College of Computer Science and Mathematics
University of Mosul, Mosul, Iraq

Received on: 21/09/2010 **Accepted on: 21/12/2010**

ABSTRACT

In this research a new approach was to represent the speech signal into two dimensional array to make it suitable for evaluating the egin value for this signal.

So many samples of speech signal for both male/female were adopted to generate a threshold for the eign value of male/female after reduce most of the high frequencies from the speech signal using Fourier transform. Then the correlation factor to be measured between the input signal and the threshold values for both male and female، Then found the range of the correlation between the carve of egin value of input signal and threshold one of both groups.

The adopted algorithm pass about 90 % of the tested samples of male and 85 % of the female.

Keywords: Speech signal, egin value.

اعتماد القيمة المميزة لإشارة الكلام في تمييز جنس المتكلم

ميسون خضر النعيمي

كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ استلام البحث: 21 / 9 / 2010 **تاريخ قبول البحث: 21 / 12 / 2010**

الملخص

تم في هذا البحث اعتماد أسلوب جديد لأجل تمثيل إشارة الكلام من خلال مصفوفة ثنائية وذلك لجعلها ملائمة لأجل حساب القيمة المميزة (Egin Value) لتلك الإشارة.

وقد تم اعتماد عينات كثيرة لأصوات من كلا الجنسين (ذكور / إناث) ومن ثم حساب حد عتبة للقيمة المميزة لفئة الذكور وحد عتبة للقيمة المميزة لفئة الإناث بعد اختزال الترددات العالية من إشارة الصوت باستخدام تحويل فورير يتم بعدها حساب عامل التقارب (Correlation Factor) لاكتشاف مدى تقارب القيمة المميزة للإشارة الداخلة مع حد العتبة للقيمة المميزة لفئة الذكور وحد العتبة للقيمة المميزة لفئة الإناث ومن ثم إيجاد مدى التقارب بين منحني القيمة المميزة للإشارة الداخلة ومنحنيي حد العتبة للقيمة المميزة لكلا الجنسين وذلك من خلال رسم تلك المنحنيات. أعطت الخوارزمية المعتمدة نتائج صحيحة ذات مدى 90 % عند اختبار عينات لأصوات من فئة الذكور و85 % عند اختبار عينات لأصوات من فئة الإناث. وقد تم في هذا البحث استخدام لغة ماتلاب (Matlab Version 7.9 (32-bit)) .

الكلمات المفتاحية: إشارة الكلام، القيمة المميزة.

1 - المقدمة:

إن تحليل العلاقة بين السمات الصوتية، السمعية للكلام وجنس المتكلم لها تطبيقات كثيرة. حيث إن إشارة الكلام تحوي الكثير من المعلومات فضلا عن الرسالة التي يتم نقلها على لسان المتكلم، فهي تعطي للمستمع فكرة عن جنس المتكلم، بالإضافة إلى حالته العاطفية. إن اختلاف نمط الكلام بين الإناث والذكور يأتي من الاختلافات في الخصائص اللغوية وغير اللغوية (Paralinguistic) لإشارة الكلام. فمثلا، في حالة الإناث فأن الخصائص اللغوية تتمثل في وجود الترددات العالية، على العكس من ذلك بالنسبة للذكور [1].

كما أن التغييرات الفسلجية تؤثر على صوت المتكلم، حيث تمر الحنجرة بعملية نضوج التي تبدأ في وقت مبكر من العمر وتستمر بالتغييرات خلال الحياة. حيث إن أكثر التغييرات إثارة تحدث خلال سن البلوغ، ومع مرور الوقت فأن غضاريف الحنجرة تبدأ بالتكلس وتصبح متصلبة أكثر بقليل. كما أن المفاصل التي تسمح لحركة الطيات الصوتية ثلاثية الأبعاد تصبح أصلب وحجم عضلة الطيات الصوتية يقل [1].

كذلك تتضمن العوامل المتعلقة بالمتكلم الخصائص الطبيعية (تشريحية وفسلجية) مثل الجنس، الوزن، الصحة، التدخين، الحالة الفسلجية. فمثلا في حالة الجنس حيث إن معظم الخصائص الصوتية تختلف بين الجنسين البعض بسبب اختلافات تشريحية مثل حجم الحنجرة الأكبر والمنطقة الصوتية (Vocal Tract) الأطول قليلا كمعدل في حالة الذكور. حيث أن حجم المنطقة الصوتية في حالة الإناث هي 15 % أقصر من الذكور[1].

حيث إن تمييز الكلام آلياً تقنية واعدة أصبحت حقيقة تؤكد على استعمال السمع والكلام للتحاور من خلال واجهة اللغة الطبيعية مع الأجهزة والمعدات (الشبيهة بالبشر من ناحية الإدراك). عليه أصبحت أنظمة تمييز الكلام بواسطة الآلة هي واحدة من أكثر الطرق كفاءة لتفاعل الإنسان مع الآلة [1].

كما إن اللغات الطبيعية للإنسان تحتوي على صفات مميزة كثيرة منها إمكانية اعتمادها لتصنيف المتكلمين من حيث الفئة العمرية أو من حيث بيان جنس المتكلم. لهذا نشط كثير من الباحثين في هذه الاتجاهات لأجل التمييز الآلي لكثير من الأشياء باعتماد صوت المتكلم.

الإشارات الصوتية ممكن أن تكون لصوت مسموع أو غير مسموع معتمدا على الترددات التي يتكون منها ذلك الصوت. ومن الممكن تصنيف الصوت إلى أصوات الآلات الموسيقية والكلام البشري أو أصوات الحيوانات (جميعها تشترك بخاصية كونها مسموعة أم لا بالاعتماد على الترددات التي تحتويها).

وممكن تعريف الصوت انه عبارة عن تذبذب في ضغط الهواء أو الوسط الناقل سبّبه جسم مهتز [3]، وان كان الصوت كلاماً فان الجسم المهتز الذي سبب الكلام هو الأوتار الصوتية للإنسان [4]، أما أصوات الموسيقى فسببها الاهتزاز الحاصل في الأدوات الموسيقية [5] [6].

يشار عادة لهذه التغيرات المتذبذبة في ضغط الهواء بمصطلح موجة الصوت (Sound Wave)، ولكي تكون هذه التغيرات مسموعة يجب أن تحصل بتردد مناسب لتكون محسوسة وتسبب تأرجح طبلة الأذن، فالترددات التي تتمكن الأذن البشرية من تمييزها يتراوح مداها ما بين(20Hz - 20KHz)، ومع تقدم العمر يقل هذا المدى [5] فقد يصل إلى (20Hz - 17KHz) [3] [7].

وتجدر الإشارة إلى أن الترددات التي تكون اقل من هذا المدى تدعى بـ (Infrasound)، والتي تكون أعلى منه تدعى بـ (Ultrasound) [7].

2- إشارة الكلام :

إشارة الكلام هي عبارة عن إشارة تناظرية (Analog) والتي من الممكن تحويلها إلى إشارة رقمية بسهولة. احد خصائص إشارة الكلام هي السعة والتي من الممكن الحصول عليها بسهولة من خلال إشارة الكلام الرقمية المسجلة. الخاصية الأخرى هي التردد والتي نحصل عليها عادة باستخدام عدة طرق منها طريقة تحويل فورير، تحويل فورير القصير،ترميز التنبؤ الخطي.

إشارة الكلام التي يتم إنتاجها من قبل البشر تحوي معلومات أكثر من مجرد الرسالة التي يتم انتقالها فهي تعطي المستمعَ فكرةً عن جنسِ المتكلم أيضاً وحالته العاطفيةِ، لغة الاتصال، بالإضافة إلى هويةِ المتكلّمَ في

بَعْض الحالاتِ، كُلّ هذه المكوّناتِ مِنْ المعلوماتِ تعالج مِن قِبل المستمعِ، وبعد ذلك توضع سويّة في الدماغِ لتَوليد صورة كاملة عن محادثةِ معيّنةِ.

الطرق الآلية طُوّرتْ لوقت طويل للحصول على هذه المستويات المُخْتَلِفةِ للمعلوماتِ، وساهم الباحثون في مجالاتِ مختلفةِ لمعالجة الخطابِ بالمكائنِ، مثل تمييز المتكلّمِ الآلي (Automatic Speaker Recognition) ، تعريف اللغةِ (Language Identification)، معالجة اللغةِ الطبيعيةِ (Natural Language Processing (NLP))، تعريف المتكلّمِ (هوية المتكلّمِ) (Speaker Identification (Speaker ID) ، بالإضافة إلى تمييز العاطفةِ الخ. وركّزَ البحثَ أيضاً على إعْطاء المكائنِ، القدرة على الكَلام، أَو تأليف الكلام (Speech Synthesis)).

إن صوتَ الكلامِ تَحْتَ سَيْطَرَة المنطقةِ الصوتيةِ والذي يمرُ مِنْ الحبالِ الصوتيةِ إلى الشفاهِ، الأصوات الجهورية تولد عن طريق مرور الهواءِ عبر الحبال الصوتية وخلال منطقةِ صوتيةِ غير مقيّدةِ.

من الممكنُ أَنْ نُخمّنَ عُمرَ متكلّمِ مِنْ النماذجِ الصوتيةِ لأن التغييرات المتعلقة بالعمر في عِلْمِ التشريح وعِلْم وظائف الأعضاءِ يُؤثّرانِ على الطيّاتِ الصوتيةِ والمنطقةِ الصوتية [8].

كذلك يمكن إعطاء تعريف لغوي للكلام على انه صوت مشتمل على الأحرف الهجائية التي تبدأ بالألف وتنتهي بالياء [2]، وهذا بالنسبة إلى اللغة العربية إذ تختلف الأحرف الهجائية باختلاف اللغات المستخدمة.

ويوصف الكلام (من الناحية العلمية) على انه يمثل الصوت الناتج من استخدام الأوتار الصوتية لإنشاء تمثيل لغوي ينقل المعلومات من المستهل بالحديث إلى المستقبل للحديث [9]، أما الهدف منه فتتركز في نقل المعنى بين الأشخاص أو لزيادة الرابطة الاجتماعية بين الأشخاص أو الجماعات، ولهذا فان المتحدثين عادة يستخدمون لغة واحدة بمجموعة محددة وعامة من الكلمات لكي يتم نقل المعلومات بينهم بشكل صحيح [10].

أما من ناحية الحاسوب فان الصوت والكلام كلاهما لديه خواص، فالمعالجة الأولية التي تجرى على الصوت ذاتها تجرى على الكلام، من تقطيع، (تعيان Sampling) وتكميم وترميز وخزن، إلا إن بعض برامج معالجة الصوت تختلف عنها للكلام مثال ذلك الكبس، تعود هذه الاختلافات إلى أهمية الاحتفاظ ببعض خواص الكلام من وضوح ونبرة ومفهوم إذ يجب أن يبقى الكلام مفهوماً ومعبرا عن شخصية قائله حتى بعد أن تم أجراء الكبس وفتح الكبس عليه [9].

أما في مجال اعتماد إشارة الكلام في المعالجات الحاسوبية فقد تم اعتماد كثير من الطرائق والأساليب ومنها إمكانية تحديد عمر متكلم أو التوصل إلى صفات متكلم، عليه أصبحت إشارة الكلام مادة مهمة بالنسبة للعاملين في مجال التطبيقات الحاسوبية.

3- إشارة الكلام وتمييز الأنماط (Speech Signal and Pattern Recognition)

تمييز الأنماط هو العلم الذي يتضمن هدفه الفهم النظري والتجريبي لكيفية بناء أنظمة وخوارزميات تكون قادرة على القيام بعدة أشياء منها [11]:-

1. تصنيف الأشياء (Object) والبيانات إلى أصناف مختلفة.
2. إيجاد أنماط في البيانات لغرض اكتشاف وتنبؤ المعرفة.
3. إيجاد أنماط في مجموعات بيانات التجربة لغرض التعلم والتطور.
4. تكوين ذاكرات للأنماط والتي يمكن أن تسترجع عند التعرض للأنماط المماثلة.

إن تمييز الأنماط ينشأ من التمييز الآلي للأشياء (Objects) كالصور والصوت. أو الحاجة لاتخاذ القرار الآلي بالاعتماد على مجموعة من العوامل (Parameters).

4- مفاهيم المتجه المميز (Eigen Vector) والقيمة المميزة (Eigen Value):

على فرض إن المصفوفة المربعة $A_{n\times n}$ والتي عندما يتم ضربها في المتجه $X_{n\times 1}$ ينتج المتجه آخر هو $Y_{n\times 1}$ وهو بالأساس نفس المتجه الأصلي X ومثل هذا المتجه يسمى بالمتجه المميز (Eigen Vector)، الذي يحول المصفوفة المربعة A إلى متجه والذي يكون إما نفس المتجه X أو أكثر من X (أي متجهات متعددة تشبه المتجه X)، والمصفوفة المربعة A تسمى مصفوفة التحويل (Transformation Matrix)، والمتجه X يسمى المتجه المميز (Eigen Vector). وكما هو معروف أن أي عملية ضرب صحيح لمتجه ينتج نفس المتجه وبنفس الاتجاه وفقط القيمة المطلقة له تزداد (Scaled Up)، أي المتجه فقط يستطيل. وهنا يجدر الإشارة إلى أن من الممكن تحديد المتجه المميز من المصفوفة المربعة ولكن ليس من الضروري العكس. ويمكن أن يكون لمصفوفة التحويل المربعة عدد من المتجهات المميزة (Eigen Vectors)، وجميعهم على خط عمودي أو يكونوا متعامدين على بعضهم، وكل متجه مميز يشترك مع قيمة مميزة (Eigen Value) يتطابق معها أو يوازيها. ومفهوم القيمة المميزة (Eigen Value) هي تلك القيمة التي تكون بقياس والتي عندما تضرب بالمتجه المميز ينتج نفس المتجه بالقياس وبنفس الاتجاه [12].

5- طرائق حساب القيم المميزة:

هناك العديد من الطرائق والخوارزميات المستخدمة في إيجاد وحساب القيم المميزة البعض منها يستخدم لحساب جميع القيم المميزة والبعض الأخر يستخدم في حساب أعلى أو أقل قيمة مميزة من هذه الطرق نذكر:

(1) طريقة متعددة الحدود المميزة (Characteristic Polynomial)

يتم في هذه الطريقة إيجاد جذور متعددة الحدود والتي تمثل القيم المميزة. وتعرف متعددة الحدود المميزة بالمعادلة التالية:

$$pA(\lambda) = \det(A - \lambda In)$$

حيث أن A: هي مصفوفة مربعة ذات الأبعاد (n*n)

In: المصفوفة المحايدة

det: محدد المصفوفة

وتستخدم هذه الطريقة في حالة كون حجم المصفوفة صغير، لأنه في حالة المصفوفات كبيرة الحجم نحتاج إلى وقت وجهد كبيرين في إيجاد جذور متعددة الحدود المميزة. لذا في حالة كون متعددة الحدود المميزة من الدرجة الرابعة فما فوق نلجأ إلى الطرق التكرارية (Iterative Methods) [13] .

(2) طريقة الرفع (Power Method)

طريقة الرفع لها أهمية كبيرة وتعتبر الأساس للعديد من الخوارزميات، وهي تقنية تكرارية تستخدم لحساب القيمة المميزة ذات الصفة الغالبة (Dominant Eigen Value) التي يرمز لها بالرمز $\lambda 1$ ، وهي القيمة المميزة التي تمتلك أعلى قيمة والتي تحقق العلاقة الآتية:

$$|\lambda 1| > |\lambda 2| \geq |\lambda 3| \ldots \geq |\lambda n| \geq 0.$$

طريقة الرفع تعتمد على فكرة أنه إذا تم تطبيق المتجه المعطى بشكل متكرر على المصفوفة وتم إجراء عملية التطبيع (Normalization) عليه بشكل صحيح، فأنه بالتالي سوف يقع في اتجاه المتجه المميز (Eigen Vector) المرتبط مع القيمة المميزة الأعلى في قيمتها المطلقة.

نسبة تقارب هذه الطريقة تعتمد على النسبة مابين ثاني أعلى قيمة مميزة (كقيمة المطلقة) إلى أعلى قيمة مميزة (كقيمة مطلقة). [14]

6- الخوارزمية المعتمدة في البحث:

الخوارزمية المطبقة في هذا البحث اعتمدت على أسلوب جديد للتعامل مع إشارة الصوت بهيئة مصفوفة ثنائية (تكون عادة بشكل مصفوفة أحادية) وتضمنت هذه الخوارزمية المراحل التالية:

المرحلة الأولى:

الخطوة الأولى: في هذا البحث تم اعتماد أسلوب جديد في تحويل إشارة الكلام الداخل بواسطة لاقطة الصوت (Microphone) المربوطة إلى الحاسبة داخل غرفة مغلقة لتفادي اكبر كم من الضوضاء (والتي عادة تكون مصفوفة أحادية ذات بعد واحد) إلى مصفوفة ثنائية مربعة ذات بعدين (وذلك لأنه خوارزمية جاكوبي لإيجاد القيمة المميزة يتم تطبيقها على المصفوفات الثنائية المربعة فقط) وكما يلي:

أ- حساب الجذر ألتربيعي لطول إشارة الكلام مقربة إلى اصغر رقم صحيح (أي لطول المصفوفة الأحادية للإشارة الداخلة كي يتم اعتماده كأبعاد للمصفوفة الثنائية التي سوف يتم تكوينها في الخطوة ب).

ب- يتم إملاء المصفوفة الثنائية (سطر بعد سطر) من عناصر مصفوفة الكلام ذات البعد الواحد على أن يتم إهمال العناصر الأخيرة من مصفوفة الكلام.

الخطوة الثانية: يتم في هذه الخطوة تحويل المصفوفة الثنائية إلى تحويل فورير (لأجل الاستفادة من مواصفات فورير للتخلص من الترددات العالية (من خلال إمرارها بمرشح تردد واطئ) حيث أن الترددات العالية تكون عادة غير مسموعة. إذ أن المصفوفة الثنائية الجديدة تكون غنية بالمعلومات (أي الترددات الواطئة) والتي تكون عادة مسموعة.

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيمة المميزة (egin value) للمصفوفة الثنائية الجديدة (باعتماد خوارزمية جاكوبي).

وبعد ذلك يتم تكرار الخطوات من الأولى إلى الثالثة على مجموعة العينات التي تم تسجيلها والتي تضمنت (65 عينة لصوت ذكور و65 عينة لصوت إناث). ليتم بعدها إيجاد المعدل للقيمة المميزة للعينات ولكلا الفئتين. عليه يتم حساب حد العتبة للقيمة المميزة لفئة الذكور وحد العتبة للقيمة المميزة لفئة الإناث.

المرحلة الثانية:

في هذه المرحلة يتم اختبار صوت متكلم لنفس كلمات أو جملة الاختبار التي تم اعتمادها في المرحلة الأولى والتي اعتمدت لحساب حد العتبة للفئتين (الذكور / الإناث) ويمكن تلخيص خطوات هذه المرحلة كما يلي:

الخطوة الأولى: تضمنت هذه الخطوة الأسلوب ذاته الذي تم اعتماده في المرحلة الأولى لتحويل إشارة الكلام ذات البعد الواحد إلى مصفوفة ثنائية ليتم بعدها تحويلها إلى المجال الترددي باعتماد تحويل فورير بعد ذلك يتم حساب القيمة المميزة (Egin Value) للمصفوفة الثنائية للصوت المراد تمييزه.

الخطوة الثانية: في هذه الخطوة يتم حساب عامل التقارب (Correlation Factor) لاكتشاف مدى تقارب القيمة المميزة للإشارة الداخلة مع حد العتبة للقيمة المميزة لفئة الذكور وحد العتبة للقيمة المميزة لفئة الإناث وكذلك يتم رسم الأشكال التي تبين منحني القيمة المميزة لإشارة المتكلم ومنحنيي حد العتبة للقيمة المميزة للذكور والإناث لاكتشاف مدى تقارب منحني القيمة المميزة للإشارة الداخلة مع منحنيي حد العتبة لفئة الذكور وحد العتبة لفئة الإناث .

الخطوة الثالثة: في حالة التوصل إلى نتائج مقاربة لحقيقة جنس المتكلم يكون هناك خيار لإضافة القيمة المميزة التي تم حسابها للإشارة الجديدة إلى مجموعة القيمة المميزة للفئة التي تنتمي إليها الإشارة الجديدة وفق المعادلة (1) التالية:

$$[(x*z) + y] / z+1 \qquad (1)$$

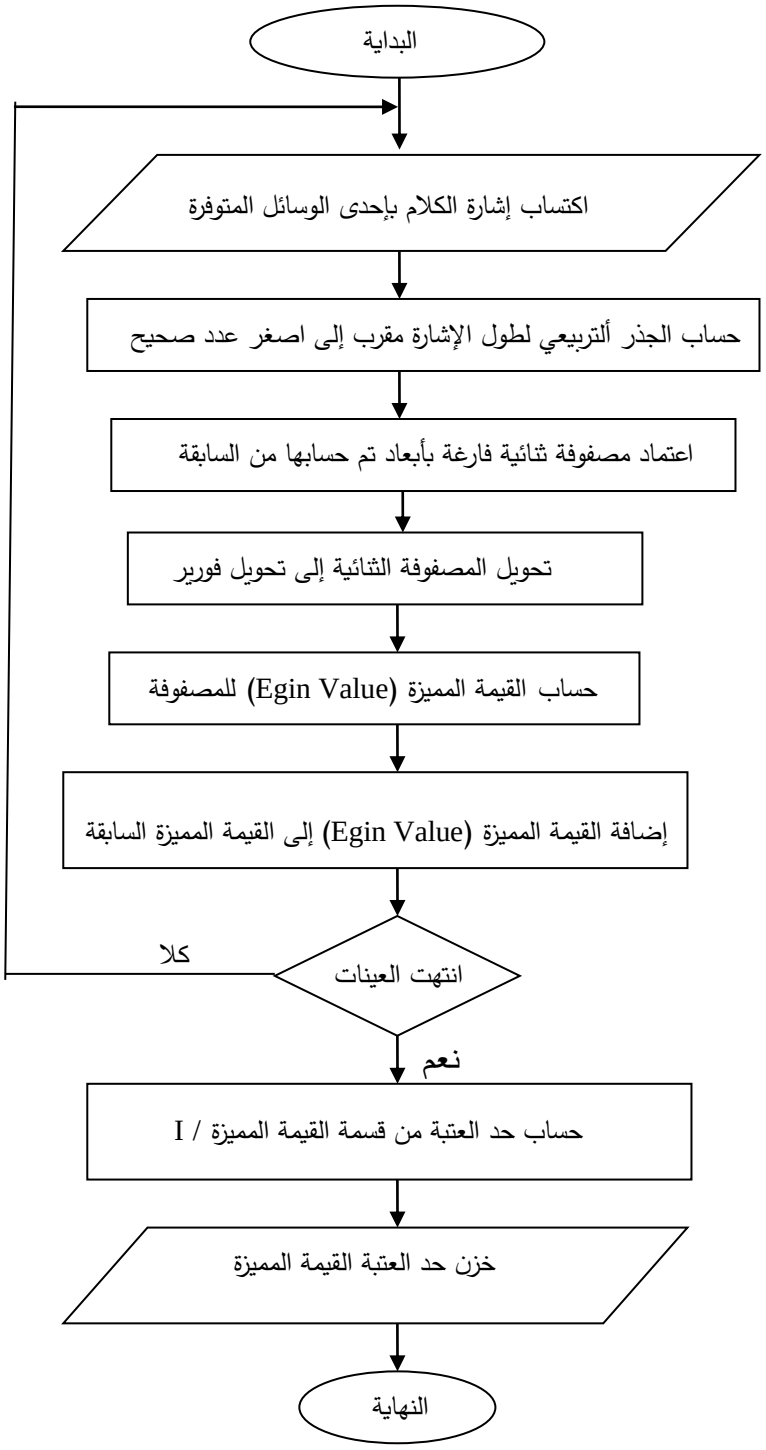
x : القيمة المميزة السابقة

y : القيمة المميزة للإشارة الجديدة

z : العدد الكلي للعينات

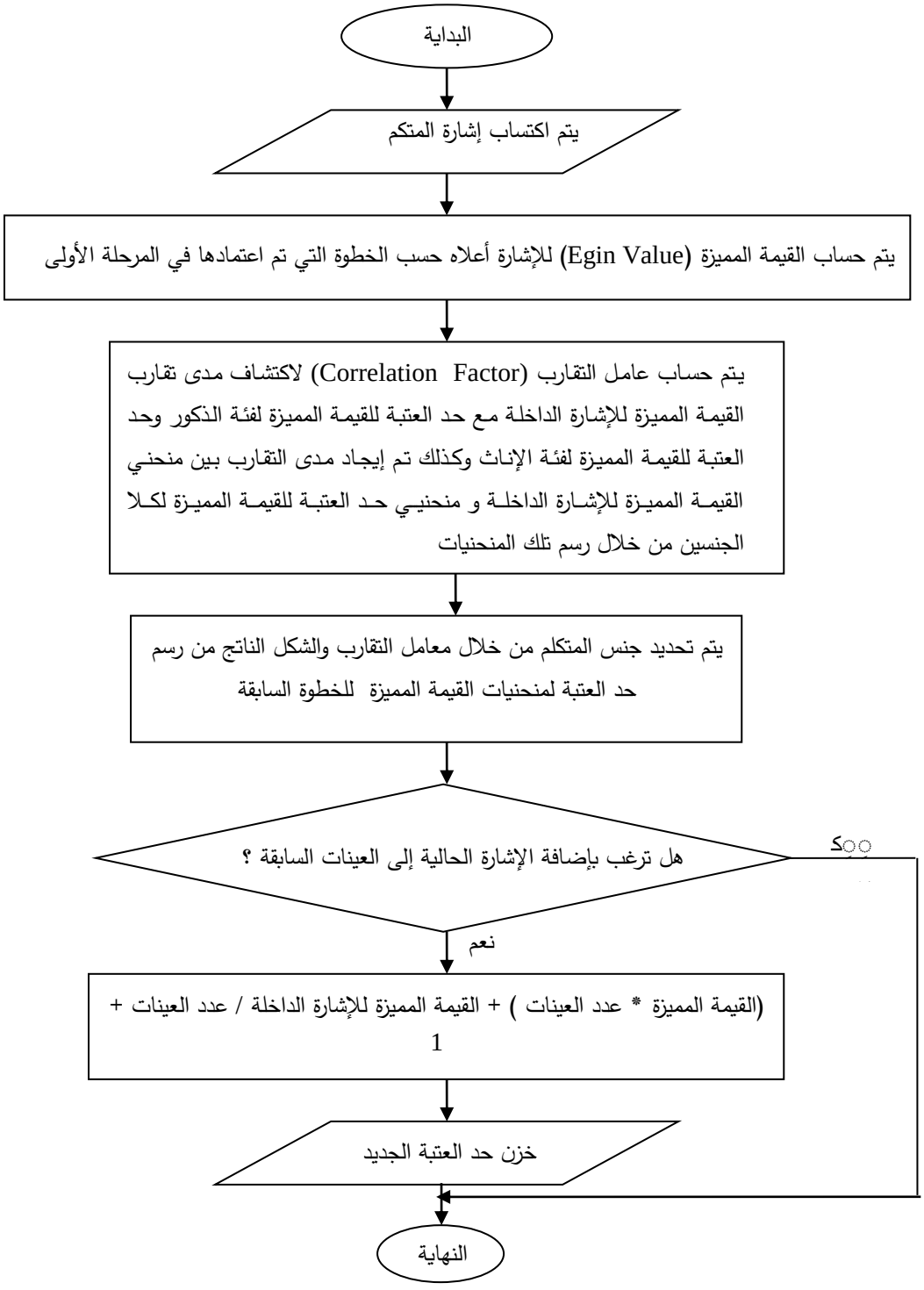
حيث أن العلاقة أعلاه تتضمن تغير خطي على حد العتبة المعتمد سابقا.

ويوضح الشكل (1) المخطط الصندوقي لسير عمليات المرحلة الأولى للخوارزمية المقترحة:



الشكل (1). المخطط الصندوقي لسير عمليات المرحلة الأولى

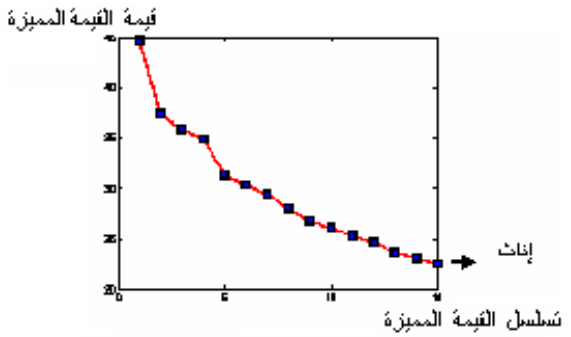
إما الشكل (2) فيمثل المخطط الصندوقي لسير عمليات المرحلة الثانية للخوارزمية المقترحة:



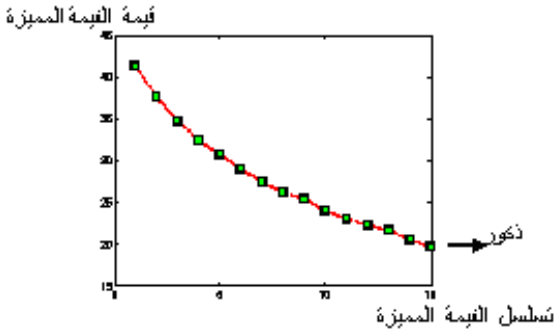
الشكل (2). المخطط الصندوقي لسير عمليات المرحلة الثانية

7- مثال تطبيقي ومناقشه النتائج:

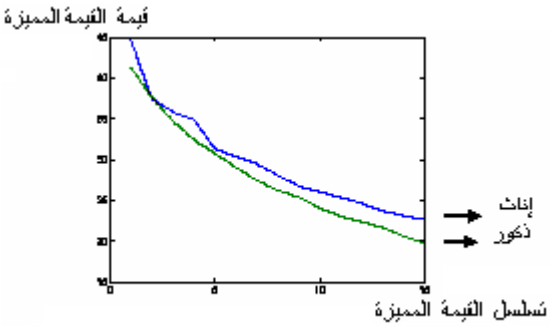
يوضح الشكل (3) منحني حد العتبة للقيمة المميزة لفئة الإناث أما الشكل (4) فيوضح منحني حد العتبة للقيمة المميزة لفئة الذكور كذلك الشكل (5) يوضح منحنيي حد العتبة لكلا الجنسين وذلك بعد إيجاد القيمة المميزة لكلا الجنسين ورسمها.



شكل (3) حد العتبة للقيمة المميزة (egin value) للإناث



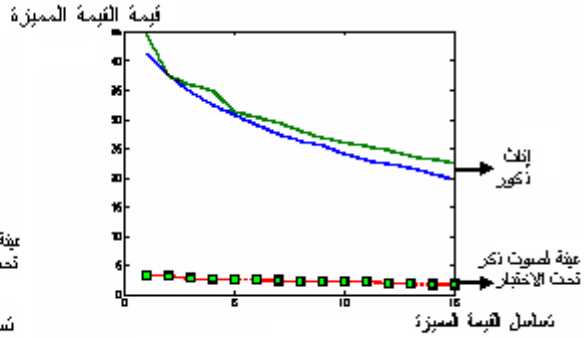
شكل (4) حد العتبة للقيمة المميزة (egin value) للذكور



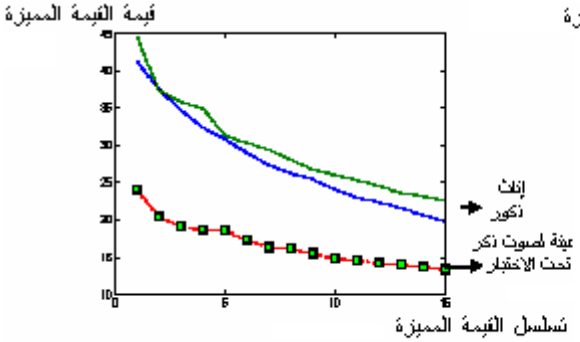
شكل (5) حد العتبة للقيمة المميزة (egin value) لكلا الجنسين

بعد تطبيق الخوارزمية على عينتين من الذكور وإيجاد معامل الاقتراب بين العينتين وحد العتبة لكلا الجنسين ومن خلال رسم منحني القيمة المميزة للعينتين مع منحنيي حد العتبة للقيمة المميزة لكلا الجنسين وكما هو موضح في الشكلين (6) و(7) نلاحظ أن منحني القيمة المميزة لعينتي الذكور هو اقرب إلى حد العتبة لفئة الذكور من الإناث.

كما ثبت أن الاختبار على 50 % من البيانات كافي لإثبات نتائج التصنيف ذات كفاءة أداء جيدة [15].

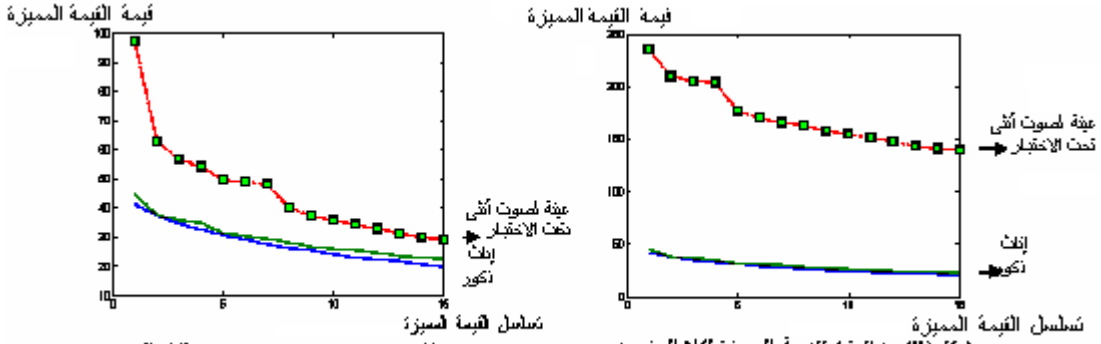


شكل (6) حد العتبة للقيمة المميزة لكلا الجنسين مع القيمة المميزة لعتبة صوت ذكر قيد الاختبار



شكل (7) حد العتبة للقيمة المميزة لكلا الجنسين مع القيمة المميزة لعتبة صوت ذكر قيد الاختبار

كذلك بعد تطبيق الخوارزمية على عينتين من الإناث وإيجاد معامل الاقتراب بين تلك العينتين وحد العتبة لكلا الجنسين ومن خلال رسم منحني القيمة المميزة لتلك العينتين مع منحنيي حد العتبة للقيمة المميزة لكلا الجنسين وكما هو موضح في الشكلين (8) و(9) نلاحظ أن منحني القيمة المميزة لعينتي الإناث هو اقرب إلى حد العتبة لفئة الإناث من الذكور وهذه النتائج التي تم الحصول عليها أثبتت أن الخوارزمية المعتمدة في البحث أعطت نتائج صحيحة بشكل جيد.



شكل (8) حد العتبة لقيمة المميزة لكلا الجنسين مع القيمة المميزة لعتبة صوت أنثى قيد الاختبار

شكل (9) حد العتبة لقيمة المميزة لكلا الجنسين مع القيمة المميزة لعتبة صوت أنثى قيد الاختبار

8- الاستنتاجات والأعمال المستقبلية:

إن الخوارزمية المعتمدة في البحث أعطت نتائج صحيحة و جيدة وبذلك يمكن الاستفادة منها في إمكانية بناء منظومة مبسطة لاختبار جنس المتكلم. يمكن تطوير الخوارزمية أعلاه من خلال إضافة إحدى الشبكات العصبية التي لها القابلية على إيجاد مدى التقارب بين النموذج المطلوب اختباره وحد العتبة لكلا الجنسين. وأيضا بالإمكان الاستفادة من أفكار الخوارزمية المعتمدة في البحث لأجل تصنيف الفئات العمرية للمتكلم من خلال جمع عينات عالية (كثيرة) لفئات عمرية متباينة لأجل حساب حد العتبة لكل فئة عمرية.

المصادر

[1] الوكيل، هناء محسن احمد، (2006)، " تصميم نظام مسيطر حركة مضبب لروبوت متنقل ذاتي الحركة"، رسالة دكتوراه، قسم علوم الحاسبات، الجامعة التكنولوجية.

[2] عبد الحميد، محمد محيي الدين، (1996)، " التحفة السنية بشرح المقدمة الأجرومية"، المكتبة العصرية للطباعة والنشر، بيروت، صيدا.

[3] Elseom-Cook, Mark, (2001), "Principles of Interactive Multimedia", The McGraw. Hill companies.

[4] Saeed, V., (2002), "Speed Processing Digital Filter", M.Sc. Thesis. http://www.brunel.ac.uk/depts/ee/com/home speed vaseghi

[5] McEnary, John, (2001), "Computer in Music / What is Sound ?", Lectures / The Classroom Instructional Materials / Orange Coast College in Costa Mesa, California.
http:// www.occ.cccd.edu/faculty/jmcenary/sound/sound.htm

[6] Minasi, Mark, (1996), "The Complete PC Upgrade and Maintenance Guide", 4th Edition, Sybex-Inc.

[7] Kivimaki, Jukka, (2000), "Very Low Bit Rate Speech Coding Using Speech Recognition, Analysis and Synthesis, M.Sc. Thesis, Tampere university of technology, Department of information Technology.

[8] Maria W., Ravichander V., Steve R., (2009), "Age Reognition for Spoken Dialogue System: Do We Need It ?", Centre for Speech Technology Research School of Informatics, University of Edinburgh, Edinburgh, Scotland, in proc. Interspeach, pp. 1435-1438.

[9] Brooks, David W.; Carr, Adam; Edkins, Keith; et al, (2004), "Data Compression", Wikipedia the Free Encyclopedia, GNU Free Documentation License, Boston, U.S.A.
http:// en.wikipedia.org/wiki/

[10] Abdul-Majeed, Elaf Osamh, (2000)," Voice Recognition Using Neural Networks", M.Sc. Thesis, Computer Science, College of Computer and Mathematics, Mosul University.

[11] Wray B., (1991), "Classifiers:A theoretical and Empirical Study", Int. joint Conf. on AI, Sydney.
http://www.math.nuk.edu.tw/jinnliu/Software_Engineering/power_method(1).pdf

[12] Tinku Acharya, Ajoy K. Ray, (2005), "Image Processing Principles and Applications", Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

[13] Hsin-Yi Lin, (2007), "An introduction to Power Method", M.Sc. Thesis, Department of Applied Mathematics, National University of Kaohsiung, Kaohsiung 811, Taiwn.

[14] Gene H. Golub, Henk A. Van, (2000), "Egin value computation in the 20th century", Journal of Computational and Applied Mathematics, Volume 123, Issue 1-2 (November 2000), Page:35-65.

[15] XI, ZHOU, (2010), "joint appearance and locality image representation by gaussianization", Ph.D. Thesis, Electrical and Computer Engineering Dept., University of Illinois at Urbana-Champaign.