

## قائمة الجداول

78	الجدول 1.3 ابرز أنواع الشبكات العصبية واستخداماتها
87	الجدول 1.4. بعض جمل المدونة
88	جدول 2.4: ترميز الفونيمات
91	جدول 3.4 : مواصفات ملف التحليل config الخاص بمعاملات MFCC
91	جدول 4.4: مواصفات ملف التحليل config الخاص بمعاملات $\Delta$ MFCC
92	جدول 5.4: مواصفات ملف التحليل config الخاص بمعاملات $\Delta\Delta$ MFCC
93	جدول 6.4. بعض أنظمة البرمجة المستعملة في التعرف الآلي على الكلام

## قائمة الأشكال

- 39 الشكل 1.2 : الجهاز الصوتي و الجهاز التنفسي
- 41 الشكل 2.2 : النموذج الكهربائي لآلية إنتاج الكلام
- 42 الشكل 3.2: تمثيل زمني لإشارة كلمة "خمسة"
- 42 الشكل 4.2: نافذة كلام عند إنتاج صوت في الزمن (أسفل) يعلوها طيف الإشارة على هذه النافذة
- 43 الشكل 5.2: نافذة كلام عند إنتاج جملة في الزمن (أسفل) يعلوها السونوغرام الموافق.
- 49 الشكل 6.2: تصحيح نهايات الكلمة اعتمادا على معدل العبور بالصفير
- 49 الشكل 7.2: مثال تحديد بداية و نهاية كلمة إغلاق
- 51 الشكل 8.2: خواص مرشح التعزيز الأولي من حيث المطال و الطور
- 52 الشكل 9.2: الضرب بنوافذ هامينغ
- 53 الشكل 10.2: شكل نافذة هامينغ
- 54 الشكل 11.2: استجابة المسار الصوتي
- 56 الشكل 12.2: مراحل تحليل المركبات الممثلة
- 57 الشكل 13.2: بنك الترشيح Mel
- 57 الشكل 14.2: مخطط عمل تقنية MFCC
- 62 الشكل 15.2: مخطط استخراج سمات الإشارة بتقنية التنبؤ الخطي
- 68 الشكل 1.3 : مكونات نظام نموذجي للتعرف الآلي على الكلام

- 75 الشكل 2.3: النموذج الثبوتي
- 75 الشكل 3.3: نموذج الأيسر- الأيمن
- 80 الشكل 4.3: يمثل معمارية شبكات الطبقة المفردة
- الشكل 5.3: يمثل معمارية الشبكات متعددة الطبقات
- 83 الشكل 1.4 : مراحل عمل نظم التعرف الآلي على الكلام
- 87 الشكل 2.4: تسجيل و معاينة الأصوات بواسطة برنامج Praat
- 90 الشكل 3.4: مخطط استخلاص صفات الإشارة المدخلة
- 94 الشكل 4.4: ملف التهيئة
- 95 الشكل 5.4 طريقة عمل الأداة HVite
- 95 الشكل 6.4. نسبة تعرف النظام لمتكلم من المدونة
- 97 الشكل 7.4. نسبة تعرف النظام لمتكلم من خارج المدونة
- 98 الشكل 8.4. مقارنة نسب التعرف حسب نوع المتكلم.
- 99 شكل 9.4. مقارنة نسب التعرف حسب نوع المتكلم.
- 99 الشكل 10.4. مقارنة نسب التعرف حسب نوع المتكلم.
- 100 الشكل 10.4. مقارنة نسب التعرف حسب نوع المتكلم.

## الفهرس

الإهداء

التشكرات

المقدمة العامة

أ-ب-

ج-د-هـ

### الفصل الأول: اللسانيات الحاسوبية

8	1. المقدمة
8	2. المفاهيم الرئيسة للسانيات الحاسوبية
12	3. أسس اللسانيات الحاسوبية
14	3.1. اللسانيات العامة
15	3.2. علم الحاسبات
16	3.3. علم الذكاء الاصطناعي
18	3.4. علم المنطق
18	3.5. علم الرياضيات
19	4. تحديات اللسانيات الحاسوبية
20	5. اللسان العربي والحاسوب
21	1.5 في المستوى الصوتي
21	2.5 في المستوى الصرفي
22	3.5 في المستوى التركيبي

- 22 4.5. في المستوى الدلالي
- 23 5.5. في المستوى المعجمي
- 24 6. جهود الباحثين العرب لحوسبة اللسان العربي
- 25 7. وصف المستوى الصوتي للسان العربي لأغراض البرمجة الحاسوبية
- 28 8. أثر العولمة على اللسانيات الحاسوبية
- 30 9. التعرف الآلي على الكلام العربي المنطوق
- 32 10. التحديات التي تواجه برامج التعرف الآلي على الكلام العربي
- 33 11. الفرق بين التعرف على الكلام والتعرف على الصوت
- 34 12. الفرق بين التعرف الآلي على الكلام في اللغتين العربية والإنجليزية
- 35 13. بعض البرامج الموجودة للتعرف الآلي على الكلام العربي
- 35 14. الخاتمة

## الفصل الثاني : تحليل الإشارة الكلامية

- 38 1. مقدمة
- 38 2. الجهاز الصوتي عند الانسان
- 41 3. النموذج الكهربائي لآلية إنتاج الكلام
- 42 4. آلية تمثيل إشارة الكلام
- 43 5. مراحل عملية التعرف الآلي على الكلام
- 43 1.5. رقمنة الإشارة الكلامية و تحديد نهايات الكلمات
- 43 1.1.5. اللاقط Microphone

44	2.1.5 . بطاقة تحصيل الصوت voice card
44	3.1.5 . وسط التحصيل المحيط
44	2.5 . مرحلة تسجيل الكلمات
46	3.5 . كشف حدود الكلمات Endpoint detection problem
46	4.5 . حساب طاقة الإشارة
50	5.5 . استنتاج أشعة سمات الإشارة الكلامية
50	1.5.5 . ترشيح الإشارة بمرشح التعزيز الأولي
51	2.5.5 . تقسيم الإشارة إلى نوافذ زمنية
52	3.5.5 . التمرير عبر النافذة
54	6. طرق استنتاج أشعة سمات الإشارة الكلامية
54	1.6 . التحليل باستخدام الكبستروم (Cepstrum)
56	2.6 . تقنية درجة النغم (MFCC) Mel Frequency Cepstral Coefficients
58	3.6 . تطبيق المرشحات الترددية
58	4.6 . تطبيق اللوغاريتم على خرج المرشحات
59	5.6 . تطبيق التحويل الجيبي المتقطع Discrete Cosine Transform
59	6.6 . تقنية المشتقات الأولى و الثانية لمعاملات الكبستروم
60	7.6 . تحليل الإشارة باستخدام Linear Frequency Cepstrum Coefficients (LFCC)
61	8.6 . التحليل بتقنية التنبؤ الخطي Linear Predictive Coding
62	7 . صعوبات نظم تمييز الكلام العربي

64 8. الخاتمة

## الفصل الثالث: طرق التصنيف المستخدمة في التعرف الآلي على الإشارات الكلامية

66 1. مقدمة

66 2. تصنيف نظم التعرف الآلي على الكلام

66 1.2. التصنيف وفق طريقة الكلام

67 2.2. التصنيف وفق نمط الكلام

67 3.2. التصنيف وفق عدد الكلمات

68 3. خطط نظم التعرف الآلي على الكلام

69 4. طرق التصنيف

69 1.4. نماذج ماركوف المخفية HMM

70 1.1.4. النظرية التصادفية

70 2.1.4. فضاء الحالة

71 3.1.4. سلاسل ماركوف المخفية

72 4.1.4. نماذج ماركوف المخفية

73 5.1.4. عناصر نماذج ماركوف المخفية

75 6.1.4. أنواع نماذج ماركوف المخفية

76 2.4. الشبكات العصبية الاصطناعية

77 1.2.4. الشبكات العصبية

78 2.2.4. أنواع الشبكات العصبية

78	3.2.4. أساليب التعليم في الشبكات العصبية
79	4.2.4. معمارية الشبكات العصبية
82	5. الخاتمة

## الفصل الرابع : الدراسة التطبيقية وتحليل النتائج

84	1. المقدمة
86	2. بناء نظام للتعرف الآلي للكلام
86	1.2. مرحلة تهيئة البيانات
86	1.1.2 انشاء المدونة
88	2.1.2 مرحلة تقسيم الجمل و ترميز الفونيمات
89	2.2. مرحلة تحليل الإشارات الصوتية و استخلاص الصفات
90	1.2.2 تهيئة ملف التحليل. config
93	3. مرحلة إعداد المصنف classifier
95	4. التعرف بواسطة الأداة HVite
96	5. اختبار النظام بتقنيات التحليل المختارة و تحليل النتائج
96	1.5. متكلم من مدونة التدريب
97	2.5. متكلم من خارج مدونة التدريب
98	3.5. إضافة معامل طاقة الاشارة
100	6. دراسة تغير نسب التعرف الخاصة بكل نوع من المعاملات بدلالة تغير حجم المدونة
101	8. الخاتمة

الخاتمة العامة

قائمة المصادر و المراجع

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

فهرس الموضوعات

الملخص