



المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة لبرامج المنح

أ ت - ١٨ - ١٢

التقرير النهائي

نظام آلي لنطق النص العربي بالحاسب

د. منصور محمد الغامدي
د. مصطفى الشافعي أحمد
أ. حسني المحتسب

جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

١٤٢٥هـ -

قائمة المحتويات

العنوان	الصفحة
---------	--------

ملخص التقرير (عربي)	١
ملخص التقرير (إنجليزي)	٢

١. المقدمة ٣

١. ١. أهداف البحث ونتائجه	٣
١. ٢. تطبيقات نظم النطق الآلي	٧
١. ٢. ١. خدمات الاتصالات	٧
١. ٢. ٢. تعليم اللغة	٨
١. ٢. ٣. إعانة المعاقين	٨
١. ٢. ٤. الكتب واللعب الناطقة	٩
١. ٢. ٥. المتابعة الصوتية	٩
١. ٢. ٦. الوسائط المتعددة والتواصل البشري الآلي	٩
١. ٢. ٧. البحوث التطبيقية والأساسية	٩

٢. المسح الأبني ١١

١. ٢. قواعد النطق	١٢
٢. ٢. نماذج توليد الكلام	١٤
٢. ٢. ١. طرق التنبؤ الخطي	١٦
٢. ٢. ٢. محاكاة الجهاز الصوتي	١٩
٢. ٢. ٣. توليد النطق الرنينية	٢٠
٢. ٢. ٤. طرق إضافة تزامن التطريز	٢٣

٢٥	.....	٢. ٢. ٥. أنموذج المنحنى الجيبي
٢٧	.....	٢. ٢. ٦. أنموذج الرنين المضعف والضجيج
٢٨	.....	٢. ٢. ٧. توليد الكلام بالتسلسل
٣٠	.....	٢. ٢. ٧. ١. أشباه المقاطع
٣١	.....	٢. ٢. ٧. ٢. الفونيمات
٣١	.....	٢. ٢. ٧. ٣. الدايفونات
٣٣	.....	٢. ٣. التشكيل الآلي للنص

٣. منهج البحث ٣٧

٣٧	.....	٣. ١. التركيب العام لنظام تحويل النص إلى كلام
٣٧	.....	٣. ١. ١. وسائل تحويل الملفات
٣٨	.....	٣. ١. ٢. واجهة التعامل مع المستخدم للبرنامج
٣٩	.....	٣. ١. ٣. وحدة معالجة الاستثناء
٤٠	.....	٣. ١. ٤. وحدة تحويل النص المكتوب إلى كتابة صوتية
٤٠	.....	٣. ١. ٥. وحدة تقسيم النطق طبقا لقواعد الوقف والنفس
٤٠	.....	٣. ١. ٦. وحدة تحويل ملف الترميز إلى ألفونات
٤١	.....	٣. ١. ٧. وحدة تحويل ملف الترميز إلى دايفونات
٤١	.....	٣. ١. ٨. أنموذج الرنين المضعف
٤٢	.....	٣. ٢. مراحل تحويل النص إلى كلام
٤٤	.....	٣. ٣. أنموذج التردد المضاعف والضجيج للكلام
٤٥	.....	٣. ٣. ١. تحديد عوامل التغير
٤٥	.....	٣. ٣. ٢. التمييز بين الجهر والهمس
٤٥	.....	٣. ٣. ٣. تقدير أعلى تردد
٤٦	.....	٣. ٣. ٤. حساب عنصر التردد المضاعف

٤٦	٣. ٣. ٥. حساب عنصر الضوضاء
٤٧	٣. ٣. ٦. تعديل تطريز الوحدات الصوتية
٤٧	٣. ٣. ٧. تسلسل الوحدات الصوتية
٤٨	٣. ٣. ٨. التنفيذ
٥٠	٣. ٤. قواعد نطق اللغة العربية
٥٧	٣. ٧. قواعد التنغيم
٥٨	٣. ٧. ١. التأكيد
٥٩	٣. ٧. ٢. النبر

٦١	٤. الوحدات الصوتية
٦٣	٤. ١. قاعدة بيانات الوحدات الألفونية
٧٣	٤. ٢. قاعدة بيانات الوحدات الديلوفونية

٧٩	٥. التشكيل الآلي
٧٩	٥. ١. المقدمة
٨٣	٥. ٢. الطريقة
٨٦	٥. ٣. النتائج

٨٧	٦. النتائج والتوصيات
٨٧	٦. ١. النتائج
٨٨	٦. ٢. التوصيات

٩١	٧. المراجع
٩١	٧. ١. العربية

٧. ٢. الأجنبية ٩٣

٨. الملحق ٩٧

٧. ١. الملحق ١: قاموس أنجليزي عربي ٩٧

٧. ٢. الملحق ٢: قاموس عربية إنجليزي ١٠٠

٧. ٣. الملحق ٣: استثنائات النطق في الخط العربي ١٠٣

٧. ٤. الملحق ٤: صفحة الغلاف بالإنجليزية ١٠٤

قائمة الجداول

الجدول الصفحة

الباب الثالث:

الجدول ١: محتويات نظام الناطق الآلي من الملفات	٤٩
الجدول ٢: عينة من حالات الاستثناء وتحليلها	٥١
الجدول ٣: تحويل التنوين إلى رموز صوتية	٥١
الجدول ٤: قوانين تحويل اللام ألف	٥٢
الجدول ٥: قوانين تحويل الهمزة	٥٣
الجدول ٦: قانون تحويل الألف المقصورة إلى فتحة	٥٤
الجدول ٧: قانون حذف الألف بعد واو الجماعة	٥٤
الجدول ٨: قانون حذف ألف أل التعريف	٥٤
الجدول ٩: قانون التحويل في الصوائت الطويلة	٥٥
الجدول ١٠: قانون الانقلاب	٥٥
الجدول ١١: قانون إدغام النون في الراء	٥٥
الجدول ١٢: قانون إدغام الضاد والادال	٥٥
الجدول ١٣: قوانين أل التعريف	٥٦

الباب الرابع:

الجدول ١: أصوات اللغة العربية	٦٢
الجدول ٢: قائمة بالآلفونات المحتملة في اللغة العربية	٦٤ - ٧٠
الجدول ٣: توزيع الآلفونات لكل فونيم في اللغة العربية	٧١ - ٧٢
الجدول ٤: تسلسل الدايفونات لكل مقطع من مقاطع العربية	٧٦
الجدول ٥: جدول التركيب الآلي لرموز الدايفونات	٧٦ - ٧٨

الباب السادس:

الجدول ١: بعض نتائج اختبار وضوح الكلام ٨٨

قائمة الأشكال

الشكل الصفحة

الباب الثاني:

- الشكل ١: رسم عام لنظام النطق الآلي ١٢
- الشكل ٢: مواد متتابع النطق الرنينية ٢١
- الشكل ٣: مواد متوازي النطق الرنينية ٢١
- الشكل ٤: أنموذج بالتوازي والتتابع ٢٣
- الشكل ٥: طريقة إضافة تزامن التنغيم ٢٥
- الشكل ٦: نموذج المنحنى الجيبي للتوليد والتحليل ٢٦
- الشكل ٧: رسم لموجة صوتية والتردد الأساس والرسم الطيفي ٣٠

الباب الثالث:

- الشكل ١: رسم تخطيطي لمكونات برنامج تحويل النص إلى كلام ٣٨
- الشكل ٢: واجهة برنامج تحويل النصوص العربية إلى كلام ٣٩
- الشكل ٣: رسم تخطيطي لمراحل تنفيذ البرنامج ٤٢
- الشكل ٥: معامل الذبر ٥٩

الباب الرابع:

- الشكل ١: فك ترميز الوحدات المستخدمة ٧٥

الباب الخامس:

- الشكل ١: المكونات المطلوبة للمشكل الآلي ٨٣

الملخص:

رغم التطبيقات التقنية التي حظيت بها كثير من اللغات الأوروبية وخاصة في مجال النطق الآلي Text-To-Speech ، إلا أن النطق الآلي العربي لا يزال حبيس المعامل والبحوث نظرا لتشعب متطلباته وتعقيدها مع كثرتها. وهذا هو أول نظام نطق عربي متكامل ومتاح للباحثين، ويمكن تطبيقه في مجالات عملية شتى كالتخاطب مع الحاسب الآلي وقراءة النصوص المختلفة. ويقوم النظام على مبدأ تسلسل concatenation الوحدات الصوتية speech units بنوعيتها الدايفوني diphones والألفوني allophones ؛ حيث تم تحديد وتفنيد وبناء قاعدة بيانات لوحدات الأصوات العربية مكونة من ٣٧٥ دايفون ، وكذلك تم تحديد وتفنيد وبناء قاعدة بيانات لوحدات الأصوات العربية والإنجليزية مكونة من ١٧٨ ألفون. وقد تم جمع وتفنيد مجموعة من القواعد اللسانية الخاصة باللغة العربية منها: قواعد نطق اللغة العربية ، والحالات الشاذة في نطق كلمات اللغة العربية، وقواعد لاختيار المقاطع الصوتية الدايفونية والألفونية وطريقة تتابع كل منهما من خلال الرموز الصوتية للنص العربي المشكل . ويشتمل النظام على منظومة من البرمجيات المتعددة والمتراصة والمصممة بطريقة التجزئة modules التي تفتح المجال لتطوير أي منها في المستقبل. فتم تصميم خوارزميات لتحويل النص العربي المشكل إلى رموز صوتية بدئية ، كما جُهِز النظام بأنموذج عامل التغير parametric model الذي يمكن بواسطته التحكم في نغمة الصوت pitch وأمدده speech tempo. وكذلك تم تطوير نظام مبدئي للتشكيل vocalization الآلي إذ أنه لا يمكن نطق النص العربي الغير مشكل. واختبر الكلام الناتج عن النظام باستخدام كلمات غنية صوتيا phonetically rich ، وكان النطق مفهوما في مجمله ، إلا إنه لا يزال يحتاج إلى مزيد من التطوير في مجالات متعددة كالتنعيم والتعامل مع النصوص العربية بجميع أنواعها كالتواريخ والرموز علما بأن هذا التطوير سيكون مستمرا لعقود من الزمن كما هو الآن قائم بالنسبة للغات أخرى كالإنجليزية التي بدأ العمل في نطقها آليا منذ أكثر من ثلاثة عقود.

Abstract:

In the last 30 years, Text-to-speech methods have been developed for many European languages. However, Arabic text-to-speech (ATTS) has not exceeded laboratories and experiments. This is the first ATTS which is available for researchers and ready for application in different areas such as Human-Machine Communication and reading various Arabic texts. The system is based on a text-to-speech method called *concatenation*. Two types of speech units were used independently: The first consists of 375 diphones that cover Arabic sounds, and the other has 178 allophones which cover Arabic and English sounds. A bunch of Arabic linguistic rules was designed to fit the system including: Arabic pronunciation rules, irregularly pronounced Arabic words, and rules for speech unit selection and concatenation for diphones and allophones. The system consists of several programs and algorithms that are integrated in the form of modules to be easily modified and developed individually in the future. Algorithms were designed to convert Arabic graphemes to speech sound symbols. A parametric model was built to synthesize the speech and to give the user control over the pitch rate and speech tempo. Since ATTS requires fully vocalized text, while almost all Arabic texts nowadays are unvocalized, an attempt has been made to develop a vocalization system. The system is included in the ATTS but needs further research and development. ATTS system has been tested and evaluated. ATTS speech is intelligible, however, the system still requires further research and developments in many directions including handling various Arabic texts such as dates, abbreviations, foreign names and numbers.

٧. المراجع

٧. ١. العربية:

- ابن جني، أبو الفتح عثمان. ت ٣٩٢هـ. *سر صناعة الإعراب*. تحقيق مصطفى السقا وآخرين. ١٣٧٤هـ. مكتبة مصطفى الحلبي. مصر.
- أنيس، إبراهيم. ١٩٩٠م. *الأصوات اللغوية*. أنجلو برس. القاهرة.
- بدري، الدكتور كمال إبراهيم. ١٤٠٨هـ. *علم اللغة المبرمج*. مطابع جامعة الملك سعود. الرياض.
- حركات، مصطفى (١٤١٨هـ) *الصوتيات والفونولوجيا*، المكتبة العصرية، بيروت.
- الحمد، غانم قدوري (١٤٠٦) *الدراسات الصوتية عند علماء التجويد*، مطبعة الخلا، بغداد.
- سبيويه، أبو بشر عمرو بن عثمان. ت ١٨٠هـ. *الكتاب*. تحقيق عبد السلام محمد هارون. ١٩٦٨م. دار الكتاب العربي. القاهرة.
- صليبا، باسل. ١٦٨٩م. *التشكيل الأوتوماتي للنصوص العربية*. المؤتمر الثاني ج-ول اللغويات الحاسوبية العربية. الكويت. ٤٠١-٤١٠.
- العاني، سليمان بن حسن. ١٤٠٣هـ. *التشكيل الصوتي في اللغة العربية: فونولوجيا/العربية*. النادي الأدبي الثقافي. جدة.
- علي، نبيل. ١٩٨٨م. *اللغة العربية والحاسوب*. الخط للطباعة والنشر.
- علي، نبيل. ١٩٨٩م. *الفهم الأوتوماتيكي للعربية المكتوبة غير المشكولة*. الم-ؤتمر الثاني حول اللغويات الحاسوبية العربية. الكويت. ٤٦٢-٤٧٠.
- عمر، أحمد مختار. ١٩٧٦م. *دراسة الصوت اللغوي*. عالم الكتب. القاهرة.
- الغامدي، منصور بن محمد. ١٤٢١هـ. *الصوتيات العربية*. مكتبة التوبة. الرياض.

الغامدي، منصور وحسني المحتسب - ب ومصد - طفى الش - افعي. ١٤٢٤هـ - . - ق - وانين
الفونولوجيا العربية، مجلة جامعة الملك سعود: علوم الحاس - ب والمعلوم - ات.
١٦ : ١ - ٢٥.

الغامدي، منصور ومحمد بالسلامة ومحمود الصيني وسيد حسين. ١٤١٨هـ - . قاع - رة
معلوماتية لأصوات العربية: مفردات. الم - وتمر ال - وطني الخ - امس ع - ر
للحسابات الآلية. جامعة الملك فهد للبترول والمعم - ادن. الظه - ران. ٢ : ٧٩٩ -
٨١٥.

الغامدي، منصور محمد ومصطفى أحمد الشافعي وحس - ني عبد الغ - ذي المحتسب - ب.
١٤٢٣هـ - . وحدات صوتية لتوليد الكلام العربي آليا. ورشة العمل الرابعة
حول علوم الحاسب الآلي والمعلومات. جامعة الملك فهد للبترول والمعم - ادن.
١٩٩ - ٢١٢.

الغامدي، منصور وعبد العزيز الحميد ومنير الدسوقي. ١٤٢٤هـ - . قاع - رة بيان - ات
الأصوات العربية: جمل. معهد بحوث الحاسب والإلكترونيات، مدينة الملك
عبد العزيز للعلوم والتقنية. ح ك - ٢٨.

الغول ، محمد شحاده . ١٤١٠ هـ - . بغية عباد الرحمن لتحقيق تجويد القرآن. دار ابن
القيم. الدمام.

فياض، سليمان. ١٤١٨ هـ - . استخدامات الحروف العربية : معجميا وصوتيا وصرفيا
ونحويا وكتابيا. دار المريخ. الرياض.

القارئ، عبدالعزيز عبد الفتاح. ١٩٨٠م. التجويد الميسر. دار الأرقم. الكويت.

المحتسب، حس - ني. ٢٠٠١م. تقنيات اللغة العربية - ة . <http://www.ccse.kfupm.edu.sa/~husni/ICS484/WebPages/Munawes/Arabic.htm>

الهاشمي، السيد أحمد. ١٤١٩ هـ - . المفرد العلم في رسم القلم. دار المغني. الرياض.

٧.٢. الأجنبية:

- Abu Alyazeed, M. F., M. M. R. Al-Ghoneimy, and M. F. Mohammad. 1989. Comparison of the Syllable and Sub-Syllable Methods for Speech Synthesis. *Proceedings of the Second Conference on Arabic Computational Linguistics, Kuwait*.
- Al-Ani, Salman, H. 1970. *Arabic Phonology - An Acoustical and Physiological Investigation*. Paris. Mouton.
- Al-Dannan, Abdullah and B. Thatouth. 1987. Comprehensive Arabic Morphological Analyzer/Generator. *Technical Report # KSC 029, IBM Kuwait Scientific Center*.
- Alghamdi, Mansour. 1990. *Analysis, Synthesis, and Perception of Voicing in Arabic*. Ph. D. Thesis. Unpublished. University of Reading.
- Al-Jabri, Saad K. 1989. *A Syntactic Analyzer for Arabic*. M. Sc. Thesis, College of Computer Science and Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals.
- Allen, J., S. Hunnicutt, D. Klatt, 1987. *From Text to Speech: The MITalk System*. Cambridge University Press, Inc.
- Al-Muhtasib, Husni, Moustafa Elshafei and Mansour Al-ghamdi. 2000. Techniques for High Quality Arabic Speech Synthesis. *The Third KFUP Workshop on Information & Computer Science*. 73-82.
- Apple Speech Technologies Home Page. 1998. <<http://www.apple.com/macos/speech/>>.
- Belhoula, K. 1993. Rule-Based Grapheme-to-Phoneme Conversion of Names. *Proceedings of Eurospeech*. 93 (2): 881-884.
- Bell Laboratories TTS Homepage. 1998. <<http://www.bell-labs.com/project/tts/>>.
- Bellcore ORATOR Homepage. 1998. <<http://www.bellcore.com/ORATOR>>.
- Black, A., Taylor P. 1997. Festival Speech Synthesis System: System Documentation (1.1.1). *Human Communication Research Centre Technical Report HCRC/TR-83*.
- Boeffard, O., B. Cherbonnel, F. Emerard, S. White. 1993. Automatic Segmentation and Quality Evaluation of Speech Unit Inventories for Concatenation-Based, Multilingual PSOLA Text-to-Speech Systems. *Proceedings of Eurospeech* (1): 1449-1452.
- Breen, A. 1992. Speech Synthesis Models: A Review. *Electronics & Communication Engineering Journal*. 4: 19-31.
- BT Laboratories Laureate home page 1998.
<<http://www.labs.bt.com/innovate/speech/laureate>>
- Campos, G., Gouvea E. 1996. Speech Synthesis Using the CELP Algorithm. *Proceedings of ICSLP*: 3.
- Carlson, R., B. Granström, L. Nord. 1990. Evaluation and Development of the KTH Text-to-Speech System on the Segmental Level. *Proceedings of ICASSP* (1): 317-320.
- Charpentier, F., E. Moulines 1989. Pitch-Synchronous Waveform Processing Techniques for Text-to-Speech Synthesis Using Diphones. *Proceedings of Eurospeech* (2): 13-19.
- Charpentier, F., M. Stella. 1986. Diphone Synthesis Using an Overlap-Add Technique for Speech Waveforms Concatenation. *Proceedings of ICASSP* (3): 2015-2018.
- Coker, C. H. 1985. A Dictionary-Intensive Letter-to-Sound Program. *J. Ac. Soc. Am.*, Suppl. 1, n°78, 1985, S7.
- Coltech Company. 2000. <<http://www.coltec.net>>

- Dettweiler, H., W. Hess. 1985. Concatenation Rules for Demisyllable Speech Synthesis. *Proceedings of ICASSP 85* (2): 752-755.
- Donovan, R. 1996. *Trainable Speech Synthesis*. PhD. Thesis. Cambridge University Engineering Department, England.
<ftp://svr-ftp.eng.cam.ac.uk/pub/reports/donovan_thesis.ps.Z>.
- Dutoit, T. 1996. *An Introduction to Text-To-Speech Synthesis*, Kluwer Academic Publishers. 326 pp.
- Dutoit, T., and H. LEICH. 1993. MBR-PSOLA : Text-To-Speech Synthesis based on an MBE Re-Synthesis of the Segments Database", *Speech Communication*, Elsevier Publisher, November. vol. 13, n°3-4.
- Dutoit, T., V. Pagel, N. Pierret, F. Bataille, O. Vrecken. 1996. The MBROLA Project: Towards a Set of High Quality Speech Synthesizers Free of Use for Non Commercial Purposes. *Proceedings of ICSLP* (3).
- El-Dessouki, A., A. Nazif, O. El-Dessouki, and M. Ahmed. 1987. An Expert System for Understanding Arabic Sentences. *10th National Computer Conference & Exhibition*, King Abdul-Aziz University, Jeddah.
- El-Emam, Y. A. and A. Dannan. 1986. The Phonetics of Modern Standard Arabic. *Technical Report # KSC 022, IBM Kuwait Scientific Center*.
- El-Imam, Y. A. 1988. Synthesis of Arabic Speech from Sub-Syllables. *Proceedings of the Regional Conference on Informatics and Arabization, Tunis*.
- El-Imam, Yousef A. 1989. Unrestricted Vocabulary Arabic Speech Synthesis System," *IEEE Trans. Acoustic, Speech and Signal Processing*. ASSP-37, (12): 1829-1845.
- Elsadany, T. A. and M. A. Hashish. 1987. Semi-Automatic Vowelization of Verbs. *10th National Computer Conference & Exhibition*, King Abdul-Aziz University, Jeddah.
- Elshafei, M. Ahmed and A. Al-Sultan. 1989. A Letter-to-Sound Algorithm for Automatic Conversion of Voweled Arabic Text to Speech. *Proceedings of the 11th National Computer Conference, Dhahran*.
- Elshafei, M. Ahmed. 1989. Allophone-Based Arabic Speech Synthesis", *Proceedings of the 11th National Computer Conference, Dhahran*.
- Elshafei, M. Ahmed. 1991. Toward an Arabic Text-To-Speech System. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 16, Number 4.
- Elshafei, M. Ahmed, M. S. Ahmed, and A. M. Marzooq. 1988. An Arabic Text-to-Speech System. *Proceedings of the Regional Conference on Informatics and Arabization, Tunis*.
- Elshafei, Mustafa, Husni Al-Muhtasib and Mansour Alghamdi. 2002. Techniques for high quality Arabic speech synthesis, *Information Science*. 140 (3-4): 255-267.
- Fant, G. 1970. *Acoustic Theory of Speech Production*. Mouton, The Hague.
- Flanagan, J. 1972. *Speech Analysis, Synthesis, and Perception*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Flanagan, J., Rabiner L. (Editors). 1973. *Speech Synthesis*. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Pennsylvania.
- Ghazali, Salem. 1983. Elements of Arabic Phonetics. *Proc. of the Arab Science and Technology on Applied Arabic Linguistics and Signal and Information Processing*, Rabat, Morocco.
- Hilal, Y. 1989. Arabic Morphological Generator. *Proceedings of the Second Conference on Arabic Computational Linguistics*, Kuwait.

- Holmes, J., I. Mattingly, J. Shearme. 1964. Speech synthesis by rule. *Language and Speech*. Vol 7: 127-143
- Huang, X., Acero A., Adcock J., Hon H., Goldsmith J., Liu J., Plumpe M. 1996. Whistler: A Trainable Text-to-Speech System. *Proceedings of ICSLP96* (4).
- Huang, X., Acero A., Hon H., Ju Y., Liu J., Mederith S., Plumpe M. 1997. Recent Improvements on Microsoft's Trainable Text-to-Speech System - Whistler. *Proceedings of ICASSP97* (2): 959-934.
- Hunnicut, S.1980. Grapheme-to-Phoneme rules : a Review. *Speech Transmission Laboratory, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden*, QPSR 2-3, 38-60.
- Khayat, M. 1989. Directions in Natural Arabic Understanding. *Proceedings of the Second Conference on Arabic Computational Linguistics*, Kuwait.
- Klatt, D. 1987. Review of Text-to-Speech Conversion for English. *Journal of the Acoustical Society of America*, JASA vol. 82 (3), pp.737-793.
- Kleijn, K., Paliwal K. (Editors). 1998. Speech Coding and Synthesis. *Elsevier Science B.V.*, The Netherlands.
- Laine, U., Karjalainen M., Altosaar T. 1994. Warped Linear Prediction (WLP) in Speech Synthesis and Audio Processing. *Proceedings of ICASSP94*: 349-352.
- Lisker, L. 1986. Voicing in English a catalogue of acoustic features signaling /b/ versus /p/ in trochees. *Language and Speech*: 29, 3-11.
- Markel, J. D., and A. H. Gray Jr. 1976. *Linear Prediction of Speech*. Springer Verlag, New York, pp. 10-42.
- Maryati, M. 1985. Speech Processing: Application to the Arabic Language. *Workshop on Computer Processing of the Arabic Language*, Kuwait.
- MBROLA Project Homepage. 1998. <<http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html>>.
- McAulay, R., Quatieri T. 1986. Speech Analysis-Synthesis Based on Sinusoidal Representation. *Proceedings of ASSP-34* (4): 744-754.
- Mouradi, A., A. Rajouai, and M. Najim 1985. Unlimited Vocabulary Synthesis for Arabic Language. *Proceedings of the 4th Int. Conf. on Digital Signal Processing in Communications*, Loughborough Univ., England.
- Nassir, Abdulmunim abdulamir. 1985. *Sibawayh the Phonologist: A Critical Study of the Phonetic and Phonological Theory of Sibawayh as Presented in His Treatise Al Kitab*. unpublished Ph. D. Thesis, University of York, England.
- Rabiner, L., Shafer R. 1978. *Digital Processing of Speech Signals*, Prentice-Hall.
- Santen, J., Sproat R., Olive J., Hirschberg J. (editors) 1997. *Progress in Speech Synthesis*, Springer-Verlag New York Inc. (Includes CD-ROM).
- SoftVoice, Inc. Homepage.1997. <<http://www.text2speech.com/>>.
- Spiegel, M. 1993. Using the ORATOR Synthesizer for a Public Reverse-Directory Service: Design, Lessons, and Recommendations. *Proceedings of Eurospeech* (3): 1897-1900.
- SVOX Text-to-Speech Synthesis Homepage. 1997. <<http://www.tik.ee.ethz.ch/cgi-bin/w3svox>>.
- Tatham, M., Lewis E. 1992. Prosodics in a Syllable-Based Text-to-Speech Synthesis System. *Proceedings of ICSLP92* (2): 1179-1182.
- Tatham, M., Lewis E. 1995. Naturalness in a High-Level Synthetic Speech System. *Proceedings of Eurospeech 95* (3): 1815-1818.
- Thabit, Khaled Omar. 1998. Design of Knowledge-based System for Correct Arabic Pronunciation. *The Second KFUPM Workshop on Information & Computer Sciences*. Dhahran. 81-94.

- Valbret, H., Moulines E., Tubach J. 1991. Voice Transformation Using PSOLA Technique. *Proceedings of Eurospeech 91* (1): 345-348.
- Ya'akov Gal. 2002. An HMM Approach to Vowel Restoration in Hebrew and Arabic *ACL 02 Semitic Language Workshop*.

قاموس إنجليزي / عربي

acoustics	أكوستية (العلم المتعلق بالموجات الصوتية)
algorithm	خوارزم (خوارزميات)
align	يُصَفِّ / يَرصِف
allophone	أَلُوفُون (الفونيم عندما يظهر بشكل مختلف بناءً على موقعه في الكلام)
amplitude	شدة
analysis	تحليل
approximation	تقريب / تقدير
array	صف
articulatory synthesis	تشبيه مخارج الأصوات
aspiration	نفخ
assumption	فرضية / افتراض
auto regression (AR)	انكفاء تلقائي
average magnitude difference function	وظيفة الفرق في معدل مدى ارتفاع الصوت
band	حزمة / نطاق
carrying token	نص حامل
coarticulation	نُطْق مزدوج
code excited linear prediction coding	تشفير تنبؤ خطي يقوم على إثارة الشفرة
coefficient	معامل
component	عنصر
computation	حساب
concatenated speech	تسلسل الكلام
consonant	صامت
consonant cluster	عنقود صوامت
constant	ثابت / مستقر
contribute	يساهم

criterion	مقياس / مقياس
degrade	يقل / يضعف
demisyllable	نصف مقطع
diphone	فون مزدوج
discontinuity	انقطاع
domain	نطاق / مجال
energy	قوة / مقدرة
envelop	طوق
estimate	يقدّر / يقيم
explicit	ظاهر
filter	مرشح
formant	نُطْق رنينية
formant synthesis	توليد النُطْق الرنينية
formant transition	نُطْق رنينية انتقالية
format	بُنية
frame	إطار (أطر)
frequency domain	مجال التردد
fricative	رخو / احتكاكي
function	مهمة / وظيفة
fundamental frequency	التردد الأساس
gain	محصلة / الزيادة عن
Gaussian noise	ضجيج غاوسيان
glottal	مزمار
grapheme	غرافيم، كل رمز يستخدم في الكتابة
harmonic	تردد مضاعف
harmonic plus noise model	أنموذج الرنين المضعف والضجيج
impose	يسقط / يضع على
impulse driven	مولد الطنين
instance	حالة / مرحلة

قاموس إنجليزي / عربي

interaction	تفاعل / تداخل
interface	السطح البيني
interpolation	استيفاء
iteratively	بشكل تكراري
linear	خطي
linear prediction	تنبؤ خطي
linear prediction coding	تشفير تنبؤي خطي
loop	حلقة / دائرة كهربائية مغلقة
lope	قفز
matrix	مصفوفة
maximum voiced frequency	التردد الجهري الأعلى
millisecond (ms/msec)	ملي ثانية (واحد من آلاف من الثانية)
Modern Standard Arabic	العربية الفصحى المعاصرة
natural language	لغة طبيعية (كالعربية والإنجليزية...)
normalize	يطّبع / يسوي
null model	عديم النموذج
overlap	يتداخل / يتشابك
parametric model	نموذج عامل التغير
pause	توقف مؤقت
peak	ذروة
performance	الأداء
period	دورة / مدة
periodicity	دورية
phase	طور (أطوار)
phone	فون (اقصر وحدة صوتية متجانسة)
phoneme	فونيم (الصغر وحدة صوتية تغير معنى الكلمة)

phonotactics	نمط تتابع صوتي
pitch	تنعيم
polynomial	متعدد الحدود
prompt	مُلقن
prosody	تطريز
punctuation	ترقيم
quality	كيفية
quantity	كمية
quasiperiodic	شبه منتظم
range	مدى
representation	تمثيل
residual excited	مثير المتبقي
scale	مقياس
script	كتابة صوتية
sequential	متعاقب / متتابع / متتالي
shift	ازاحة
sine wave	موجة بسيطة / موجة المنحنى الجيبى
sinusoidal model	انموذج المنحنى الجيبى
smooth	مماس / املاس
smoothing window	نافذة مملسة
speech synthesis	إنشاء الكلام / التوليد الآلي للكلام / النطق الآلي
square	مربع
stress	تأكيد
string	سلسلة
sub	فرعي
syllable	مقطع
synchronize	يتزامن
text	نص مكتوب
threshold	عتبة

time domain pitch synchronous overlap add	إضافة التداخل المتزامن للتنعيم المحكوم بالوقت
time-varying parameter	عامل تغير الزمن
transcription	تمثيل رمزي للصوت
triphone	فون ثلاثي
unit	وحدة
hyphen	واصلة
update	يحدث
utterance	عبارة
vocal tract	مجرى الصوت / الجهاز الصوتي
voiced	مجهور
module	مهمة / وحدة
voiceless / unvoiced	مهموس
vowel	صائت
white noise	ضجيج شامل

فاموس عربي / إنجليزي

stress	تأكيد
analysis	تحليل
harmonic	تردد مضاعف
punctuation	ترقيم
concatenated speech	تسلسل الكلام
articulatory synthesis	تشبيه مخارج الأصوات
linear prediction coding	تشفير تنبؤي خطي
code excited linear prediction coding	تشفير تنبؤي خطي يفوم على إثارة الشفرة
prosody	تطريز
interaction	تفاعل / تداخل
approximation	تقريب / تقدير
representation	تمثيل
transcription	تمثيل رمزي للصوت
linear prediction	تنبؤ خطي
pitch	تنغيم
pause	توقف مؤقت
formant synthesis	توليد النطق الرنينية
constant	ثابت / مستقر
instance	حالة / مرحلة
band	حزمة / نطاق
computation	حساب
loop	حلقة / دائرة كهربائية مغلقة
linear	خطي
algorithm	خوارزم (خوارزميات)
period	دورة / مدة
periodicity	دورية
peak	ذروة
fricative	رخو / احتكاكي
string	سلسلة

shift	إزاحة
interpolation	استيفاء
time domain pitch synchronous overlap add	إضافة التداخل المتزامن للتغيم المحكوم بالوقت
frame	إطار (أطر)
acoustics	أكوستية (العلم المتعلق بالموجات الصوتية)
performance	الأداء
parametric model	أنموذج عامل التغير
fundamental frequency	التردد الأساس
maximum voiced frequency	التردد الجهري الأعلى
interface	السطح البيني
Modern Standard Arabic	العربية الفصحى المعاصرة
discontinuity	انقطاع
auto regression (AR)	انكفاء تلقائي
sinusoidal model	أنموذج المنحنى الجيبي
allophone	ألوفون (الفونيم عندما يظهر بشكل مختلف بناء على موقعه في الكلام)
harmonic plus noise model	أنموذج الرنين المضعف والضجيج
speech synthesis	إنشاء الكلام / التوليد الآلي للكلام / النطق الآلي
time-varying parameter	عامل تغير الزمن
iteratively	بشكل تكراري
format	بنية

قاموس عربي / إنجليزي

natural language	لغة طبيعية (كالعربية والإنجليزية...)
sequential	متعاقب / متتابع / متتالي
polynomial	متعدد الحدود
residual excited	مثير المتبقي
frequency domain	مجال التردد
vocal tract	مجرى الصوت / الجهاز الصوتي
voiced	مجهور
gain	محصول / الزيادة عن
range	مدى
square	مربع
filter	مرشح
glottal	مزمار
contribute	مساهمة
matrix	مصفوفة
coefficient	معامل
criterion	مقياس / مقياس
syllable	مقطع
scale	مقياس
prompt	مُلقن
millisecond (ms/msec)	ملي ثانية (واحد من الألف من الثانية)
smooth	مماس / املاس
module	مهمة / وحدة
function	مهمة / وظيفة
voiceless / unvoiced	مهموس
sine wave	موجة بسيطة / موجة المنحنى الجيبى
impulse driven	مولد الطنين
smoothing window	نافذة مملسة

quasiperiodic	شبه منتظم
amplitude	شدة
vowel	صائت
consonant	صامت
array	صف
white noise	ضجيج شامل
Gaussian noise	ضجيج غاوسيان
phase	طور (أطوار)
envelop	طوق
explicit	ظاهر
utterance	عبارة
threshold	عتبة
null model	عديم النموذج
component	عنصر
cluster consonant	عنقود صوامت
assumption	فرضية / افتراض
sub	فرعي
phone	فون (اقصر وحدة صوتية متجانسة)
triphone	فون ثلاثي
diphone	فون مزدوج
phoneme	فونيم (الصغر وحدة صوتية تغير معنى الكلمة)
grapheme	قراقيم، كل رمز يستخدم في الكتابة
lope	قفز
energy	قوة / مقدرة
script	كتابة صوتية
word	كلمة
quantity	كمية
quality	كيفية

قاموس عربي / إنجليزي

carrying token	نص حامل
text	نص مكتوب
demisyllable	نصف مقطع
domain	نطاق / مجال
formant	نُطْق رنينية
formant transition	نُطْق رنينية انتقالية
coarticulation	نُطْق مزدوج
aspiration	نفخ
phonotactics	نمط تتابع صوتي
hyphen	واصلة
unit	وحدة
average magnitude difference function	وظيفة الفرق في معدل مدى ارتفاع الصوت
overlap	يتداخل / يتشابه
synchronize	يتزامن
update	يحدث
impose	يسقط / يضع على
align	يُصَفِّ / يَرصِف
normalize	يطبيع / يسوي
estimate	يقدِّر / يقيم
degrade	يفلِّ / يضعف



**Kingdom of Saudi Arabi
King Abdulaziz City for Science and Technology
General Directorate of Research Grants Programs**

AT-18-12

FINAL REPORT

An Experimental Arabic Text-To-Speech System

**Dr. Mansour M. Alghamdi
Dr. Moustafa Elshafei Ahmed
Eng. Husni A. Al-Muhtaseb**

King Fahad University for Petrulium And Minarals

2004G