

Título: Síntese articulatória das vogais nasais do Português Europeu

Title: *Articulatory synthesis of European Portuguese Nasal Vowels*

Autor/Author: António Joaquim da Silva Teixeira

Orientador/Advisor: Francisco A. C. Vaz

Data Apresentação/Acceptance Date: 18/07/2000

Palavras Chave: Síntese articulatória, nasais, Português, dinâmica, interacção, testes perceptuais, qualidade

Key Words: *Articulatory synthesis, nasals, Portuguese, dynamics, interaction, perceptual tests, quality*

Doutoramento/Ph.D.

Resumo

A principal motivação para este trabalho foi a obtenção de síntese com qualidade próxima da natural. Um dos caminhos mais promissores para atingir esse objectivo é a utilização de síntese articulatória, técnica baseada na modelação directa do processo de produção humano. A síntese articulatória permite realizar simulações e, funcionando como um falante versátil, obter estímulos para a realização de testes perceptuais, sendo útil em estudos indispensáveis na obtenção de novos conhecimentos sobre os mecanismos de produção e percepção.

O objectivo principal deste trabalho foi o de estudar e aplicar as técnicas da síntese articulatória ao estudo e síntese do Português Europeu. Em vez de dispersar a nossa atenção por todos os tipos de sons da língua portuguesa, optamos por nos dedicar exclusivamente ao estudo das vogais nasais do Português, sons com especial relevância na língua de Camões, e em que outras técnicas de síntese têm limitações.

Foi desenvolvido um sintetizador articulatório especialmente vocacionado para a síntese de sons nasais, utilizando técnicas já conhecidas e introduzindo um novo modelo acústico para o tracto nasal e uma fonte glotal interactiva.

O sintetizador articulatório foi utilizado em estudos, tendo por objectivo melhorar o conhecimento acerca dos sons nasais, abordando dois assuntos: a interacção entre a fonte de excitação glotal e as cavidades acima da laringe, e o efeito da dinâmica dos articuladores.

Os resultados das experiências efectuadas mostram que a variação do velo, e mesmo de outros articuladores, influencia a percepção de nasalidade. Incluindo a forma como os articuladores variam, nos vários contextos em que as vogais nasais do Português aparecem, melhora a qualidade. Com base nos resultados obtidos, consideramos que as vogais nasais, do Português Europeu, devem ser vistas como ditongos, iniciando-se com radiação pelos lábios dominante e acabando em radiação nasal dominante, sendo a transição entre as duas configurações gradual.

As alterações nas características da onda de excitação glotal, devidas ao acoplamento do tracto nasal, são muito mais visíveis no domínio do tempo do que no domínio da frequência e este efeito não tem a mesma relevância para todas as vogais. Os resultados de testes perceptuais

mostram que as alterações não são de fácil identificação, existindo, no entanto, uma tendência para o efeito ser mais facilmente detectável para a vogal elevada [ɪ®], produzida com uma cavidade bucal de área bastante reduzida.

No seu estado actual, o sintetizador e os conhecimentos que obtivemos permitem produzir vogais nasais e palavras contendo sons nasais com qualidade entre o razoável e bom (níveis 3 a 4 na escala MOS).

Abstract

Main motivation for this work was the attainment of synthesis with natural quality. One of the promising paths to reach this objective is the use of articulatory synthesis, technique based on direct modelling of the human speech production process. Articulatory synthesis can be used in simulations, and as a versatile informant to produce stimuli for perceptual tests, indispensable in speech production and perception studies.

The main objective of this work was the application of articulatory synthesis techniques to the study and synthesis of European Portuguese. Instead of dispersing our attention with all the sound types of the Portuguese language, we decided to concentrate on the study of the Portuguese nasal vowels, sounds with special relevance in the language of Camões, and where other synthesis techniques have shown limitations.

An articulatory synthesizer, especially tailored for the synthesis of nasal sounds, was developed, using available techniques and introducing a new comprehensive nasal tract acoustic model and an interactive glottal source model.

The synthesizer was used in studies having as objective the improvement of the knowledge concerning Portuguese nasal vowels. Studies addressed two different subjects: source tract acoustic interaction, and the effect of the articulators' dynamics.

Experiments results showed that the variation of the velum and other articulators position, during nasal vowel production, influences perception of nasality. Including, in the synthesis process, information about velum and other articulators dynamics improves the quality. On the basis of the results obtained, for several contexts, we propose that European Portuguese nasal vowels can be seen as diphthongs, initiating themselves with dominant oral radiation and finishing with dominant nasal radiation, being the transition gradual.

Alterations in the glottal flux due to the extra coupling of the nasal tract are much more visible in time than in the frequency domain and the effect does not have the same relevance for all the vowels. Perceptual tests showed that the alterations are not easily perceived, existing a tendency of the effects being more detectable for the high vowels, like [ɪ®], having a small area of the vocal tract regions between velum and the lips.

In its present state, the synthesizer, using the results from our studies, is capable of producing nasal vowels, and

words with nasal sounds, with quality between Fair and Good (levels 3 to 4 in a MOS quality test).