

Sprachverarbeitungsverfahren für ein mehrkanaliges Cochlear Implant

Doctoral Thesis

Author(s):

Bögli, Hans

Publication date:

1993

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000897224>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

12. Juli 1993

Diss. ETH Nr. 9962

Sprachverarbeitungsverfahren für ein mehrkanaliges Cochlear Implant

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
Hans Bögli
Dipl. El. Ing. ETH
geboren am 27. Februar 1960
von Ochlenberg/BE

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. M. Anliker, Referent
Dr. N. Dillier, Korreferent

Zürich 1993

Zusammenfassung

Diese Arbeit dokumentiert sechs verschiedene Sprachkodierungsstrategien für ein mehrkanaliges Cochlear Implant, welche in einem Signalprozessorsystem (TMS320C25) implementiert wurden. Das Schwergewicht der Dissertation liegt einerseits auf der theoretischen Analyse der Verfahren, welche mit einem für diesen Zweck speziell erstellten Analyseprogramm (CIDIAG) durchgeführt wurde, andererseits auf der klinischen Evaluation durch Sprachdiskriminationstests mit mehreren CI-Trägern. Neben den verschiedenen Strategien wurde auch der Einfluss der wichtigsten Stimulationsparameter untersucht.

Die Verfahren lassen sich unterteilen in PES- (Pitch Excited Sampler) und CIS- (Continuous Interleaved Sampler) Strategien. Bei den zwei PES-Strategien wird den CI-Trägern eine Anzahl Stimuli synchron zur Grundfrequenz des Eingangssignals (pitch) angeboten, während für die vier CIS-Strategien eine möglichst schnelle und pitchunabhängige Stimulation verwendet wird.

Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass sich eine Stimulation mit hoher Reizrate besonders vorteilhaft auf die Übertragung schnell variierender Sprachsegmente auswirkt. Dadurch lässt sich bei CI-Trägern vor allem das Konsonantenverständnis erheblich steigern. Bei Vokalen zeigt die schnelle Stimulation keine wesentlichen Vorteile, obwohl damit Enveloppenmodulationen des Signals besser übertragen werden können. Sowohl bei Konsonanten als auch Vokalen wird das Sprachverständnis aber erheblich gesteigert, wenn den CI-Trägern möglichst viel spektrale Information angeboten wird, wobei dies bis zu einem gewissen Masse auch auf Kosten der zeitlichen Auflösung (tiefe Stimulationsrate) geschehen kann.

Die Grundfrequenzempfindung kann bei der konstanten Stimulation (CIS) durch eine zusätzliche Enveloppenmodulation des Stimulationssignals teilweise wieder hergestellt werden. Für eine ähnlich gute Stimmunterscheidung wie sie durch die pitchsynchrone Stimulation ermöglicht wird, sollte jedoch die Reizrate an mehreren Elektroden wesentlich höher als die Modulationsfrequenz sein.

Die Untersuchung des Einflusses verschiedener Stimulationsparameter auf die Sprachverständlichkeit lässt erkennen, dass sich deren Optimierung vorteilhaft auswirken kann. Ebenso zeigt sich, dass durch Einsatz von bestimmten Sprachverschärfungsverfahren das Sprachverständnis von CI-Trägern zusätzlich gesteigert werden kann.

Abstract

Six new speech coding strategies for a multichannel cochlear implant were implemented on a TMS320C25 digital signal processor system. The strategies were analyzed theoretically using a custom written computer program CIDIAG and evaluated clinically by several cochlear implant users through computerized speech discrimination tests. In addition, the influence of the most important stimulation parameters were examined.

Two basic coding strategies, PES (Pitch Excited Sampler) and CIS (Continuous Interleaved Sampler), were implemented. Two of the six strategies were based on PES, presenting their stimuli synchronously with the fundamental frequency (pitch) of the input signal. The remaining four strategies were based on CIS and produced stimuli at a higher rate independent of the pitch.

Results from the evaluations showed that a high stimulation rate was advantageous to the perception of fast-changing speech segments, and consequently, consonant identification by CI-users could be significantly improved. No particular change in vowel perception was obtained with this faster stimulation, although the signal envelope appeared to be better transmitted with this faster stimulation. Both consonant and vowel identification appeared to improve by increasing the amount of spectral information presented, even if this is done at the cost of time resolution (i.e. lower stimulation rates).

Although fast and constant stimulation rates do not contain any voice pitch information, voice pitch discrimination can be partly restored by artificially amplitude modulating the envelope of the pulsatile signal. The stimulation rate on several electrodes, however, has to be significantly higher than the modulation frequency in order to achieve a similar pitch percept as obtained with pitch-synchronous stimulation.

The examination of various stimulation parameters showed that their optimization can result in notable improvements of speech discrimination by cochlear implant users. Additional improvements can also be achieved by using appropriate enhancement techniques for vowel and consonant speech features.