

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23592503

研究課題名(和文)対話型進化的計算による人工内耳フィッティング技術の開発と解析

研究課題名(英文)Development and Analysis of Paired Comparison-based Interactive Differential Evolution for Cochlear Implant Fitting

研究代表者

中川 尚志(NAKAGAWA, Takashi)

福岡大学・医学部・教授

研究者番号：70274470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：各チャンネルのTレベルとCレベルを変数とし、対話型進化計算に基づいて生成した。最初にプログラムを16種類作成(第1世代)し、これらからアルゴリズムにより第2世代を作成の上、それぞれの対で聞き易いと感じた個体を選択した。複数世代を繰り返した結果、最も聞き易い個体を選択、音場で語音明瞭度検査を施行した。この結果、装用者本人にしかわからない音感を基準に作成(patient-oriented method)でき、高い語音明瞭度が得られた。チャンネル間でT値とC値が著しく異なり、広いダイナミックレンジが必須でなかった。

研究成果の概要(英文)：A program for cochlear implant was made by a use of paired comparison-based interactive differential evolution for cochlear implant fitting. We determined T and C levels in each channel as variables 16 pair program was generated as first generation. Then, second generation was produced from the first generation. Each pair was phonologically compared and better program of each pair was chosen. The best one was selected after an iteration of multiple generations. Word recognition test was performed using the best one as a program of cochlear implant. It resulted that the program could be made by the patient-oriented method which showed high word recognition score. T and C levels differs much in each channel and wide dynamic range was not necessary not like commonly-believed.

研究分野：耳鼻咽喉科

キーワード：人工内耳 対話型進化計算 プログラム patient-oriented method

1. 研究開始当初の背景

補聴器や人工内耳などの補装具が必要な難聴者は全国で600万人、全人口の4%にのぼる。近年の高齢化社会では、難聴者人口が増加している。難聴は周りとのコミュニケーションを障害し、社会性および生活の質(QOL)を低下させる。このため、社会全体の損失に直結している。

感音難聴が難聴の原因の大多数を占める。感音難聴は手術や薬など有効な治療法はない。このため、難聴者は聴こえを補う補装具である補聴器と人工内耳によって、社会性およびQOLの改善を目指すことになる。軽度から中高度の難聴には補装具として、補聴器が使用される。また補聴器の効果が無い重度難聴には人工内耳が選択肢となる。しかしながら、これらの補装具は装用すれば、直ぐに使用できるわけではない。各人の難聴の程度や特徴で適切に調整(フィッティング)する必要がある。適切なフィッティングが行われないとせっかく装用しても有効に活用することができず、社会性やQOLの向上にはつながらない。

聴こえというものが自覚的な感覚のためにフィッティングの善し悪しは装用者本人にしかわからない。ところがフィッティングは言語聴覚士の経験を頼りに試行錯誤で行われているのが現状である。特に人工内耳は電気刺激で音情報を伝えるため、言語聴覚士自身が自分の耳で聞くことができない。このため、装用者本人の自覚的な感覚と関係なく、音情報を多く伝えることがベストであるとの考えで、フィッティングが行われている。しかしながら、十分な聞き取りが得られない場合がしばしばある。また聞き取りはある程度のレベルに達したが、音の響きや耳鳴のような雑音のために不快感を辛抱しなくてはならないこともある。フィッティングの結果が適切であるか判断する方法はない。

2. 研究の目的

各個人の感覚・知覚・認知などの主観評価

情報に基づくシステム最適化手法である対話型進化的計算(IEC)に着目した。IECは、生物進化をモデル化した工学的な最適化手法を用い人間の主観評価に基づいて最適化を行う技術である。IECを用いることで人工内耳のフィッティングの最適化が主観的な感覚に基づいて可能となる。本研究の目的このソフト開発の技術を用いて、人工内耳に対して、装用者本人の主観的な感覚に基づいたフィッティング技術の確立することである。

本研究は、難聴者の生活の質の改善を目指した医学と工学とを融合させた新しい学際的な取り組みで、二つの特徴を有する。第一は、客観的な測定が難しい自覚的な音感覚の音響的特徴を詳細に評価するために、コンピュータが持つ最適化計算能力と、感性の判断を得意とするヒトの能力とを組み合わせたIECを取り入れたことにある。第二は、本人が好むような状態を選ぶことができ、その結果、人工内耳で聞き取りの改善が得られる。すなわち、「当事者を中心にしたフィッティングと治療(Patient-oriented Fitting or Therapy)」である。IEC法の実用化により装用者が主観的に聞き取りの良いフィッティングを選べることは装用者本人の自律性を尊重し、難聴者で失われがちな積極性にもつながる。今まではハード面の改良でのみ、聞き取りの向上が目指されてきたが、本手法ですであるハードを用いて最適な能力を装用者本人が引き出すことを目指す。

3. 研究の方法

各チャンネルのTレベルとCレベルを変数とした.22チャンネルだと各プログラムで44個の変数を対話型進化的計算に基づいて生成した.最初にプログラムを16種類作成(第1世代)し、これらからアルゴリズムにより16種類(第2世代)を作成の上、各々比較するプログラムを16対、用意した。次に小説を朗読しているCDを聴取してもらい、それ

ぞれの対で聞き易いと感じた個体を選択．これを勝者とした．複数世代を繰り返した結果、勝ち残った 16 対の中で最も聞き易い個体を選択、音場で語音明瞭度検査を施行した．プログラム作成時に以下の点に留意した．C 値を探索する領域は過剰な電荷が加わらないように従来のプログラミングで決定した C 値以下の値とした（上限の設定）．以下にあげた探索範囲が異なる 3 種類のソフトを使用した．(1)探索の初期値を入力せずに従来のプログラミングで決定した C 値と T 値を用い、C 値と T 値をそれぞれの刺激レベル以下で探索．(2)従来の手法で得られたプログラムを初期値として入力して、(1)と同様の方法で探索．(3)従来の手法で得られたプログラムを初期値として入力して、C 値と T 値がいれかわらないように各値を C 値以下で自由に探索．

4．研究成果

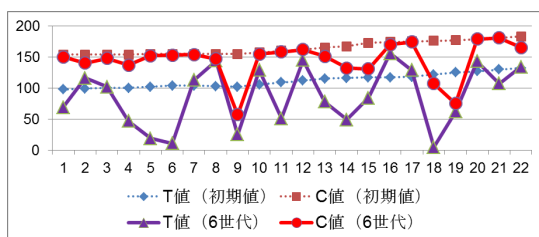


図1．(3)の方法で作成したプログラム例。装用閾値は 30 デシベルで最高語音明瞭度は 80%であった。

上述した手順により、装用者本人にしかわからない音感を基準に作成 (patient-oriented method) できた．IDE フィットTINGでも高い語音明瞭度が得られた．チャンネル間で T 値と C 値が著しく異なり、広いダイナミックレンジが必須でなかった．最適な解をえるための探索するパラメータの種類、範囲など更なる検討が課題 (探索方法の確立) として残った．また、ユーザの疲労が問題点 (1 世代に 30~60 分) で、患者負担の軽減が必要と感じた．

研究費は平成 26 年度で終了であるが、当初の計画通り、引き続き、低い語音聴取能の

装用者への適応や様々な環境で最適なプログラム作成、人工内耳で生じる音過敏や耳鳴など聴覚異常感を最小にするプログラムの作成など、応用の拡大をはかっていきたい．

5．主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)(査読有)
中川尚志、永田里恵：対比較ベース対話型差分進化計算を用いた人工内耳プログラミング．Audiology Japan 57：315-316，2014．

〔学会発表〕(計 2 件)
中川尚志、永田里恵：対比較ベース対話型差分進化計算を用いた人工内耳プログラミング．第 59 回日本聴覚医学会学術講演会．2014 年 11 月 27 日，海峽メッセ(山口県下関市)

船木亮平，高木英行，中川尚志，永田里恵，松本希：人工内耳パラメータフィッティングへの対比較ベース対話型差分進化の適用．第 6 回進化計算研究会．2014 年 3 月 6 日-7 日，電気通信大学 (東京都調布市)

〔図書〕(計 0 件)

該当なし

〔産業財産権〕

該当なし

〔その他〕

該当なし

6．研究組織

(1)研究代表者

中川 尚志 (NAKAGAWA, Takashi)

福岡大学・医学部・教授

研究者番号：70274470

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

高木 英行 (TAKAGI, Hideyuki)

九州大学・芸術工学研究院・准教授
研究者番号：50274543