

IECフィッティングの実用性の評価

大崎, 美穂
静岡大学情報学部

坂本, 真一
リオン株式会社

高木, 英行
九州芸術工科大学芸術工学部

<https://hdl.handle.net/2324/4482090>

出版情報 : pp.1-4, 2001-09. 日本知能情報ファジィ学会
バージョン :
権利関係 :



IEC フィッティングの実用化

Practical Use of the IEC Fitting

大崎 美穂¹⁾ 坂本 真一²⁾ 高木 英行³⁾
Miho Ohsaki Shinichi Sakamoto Hideyuki Takagi

¹⁾ 静岡大学情報学部 Shizuoka University, Faculty of Information
²⁾ リオン株式会社 Rion Co. Ltd.
³⁾ 九州芸術工科大学芸術工学部 Kyushu Institute of Design, Faculty of Design

Abstract: We install an interactive evolutionary computation (IEC)-based hearing aid fitting method, IEC Fitting, in a portable PC, apply it to a commercial hearing aid, and evaluate it through subjective tests. As the IEC Fitting allows us to use any kinds of fitting sound source unlike conventional fitting methods, three kinds of sound sources in daily life are used in our experiments: conversation, office, and platform. The evaluation experiments showed that three of five hearing impaired subjects chose the hearing aids fitted by the IEC Fitting for further use in their lives, one of them chose the hearing aid fitted by conventional method, and remained one preferred the hearing aid fitted by the IEC Fitting though he wavered his choice for further use in his real life.

1 はじめに

高齢化を迎えた国々では、遺伝や病気が原因の聴覚障害だけでなく、加齢による聴覚障害が問題となっている。そこで、様々なデジタル補聴器が提案され、実用化されている。これらは、周波数帯域を細かく分割し、入力音圧に合わせて帯域ごとのゲインを変化させる複雑な処理を行うが、信号処理パラメータ数が非常に多く、パラメータ設定(フィッティング)が困難という問題を持つ。しかし、聴こえの知覚特性(聴覚特性)を個別測定し、これらの総合で得られた聴こえの推定値を用いる従来のフィッティングでは、この問題を解決できない。

そこで我々は、従来とは異なるアプローチとして、聴覚特性を使わずユーザの聴こえ評価のみでパラメータを最適化する IEC-based hearing aid fitting (これ以降、IEC フィッティングと呼ぶ)を提案した。さらに、補聴器機能のシミュレータを組み込んだシステムを開発し、IEC フィッティングの原理的な有効性を確認した。次のステップとして、本研究では実際の市販補聴器を用いたシステムを開発し、IEC フィッティングの実用的な有効性を検証する。

2 IEC フィッティングとは

従来のフィッティングは、ユーザの知覚・感覚レベルでの聴覚特性を人工音で測定し、それを健聴者の聴覚特性に近づけることで聴こえを補う、という考えに基づいている(図1の左側参照)。しかし、パラメータ

数に比例して測定すべき聴覚特性が増えるため、従来の方法ではデジタル補聴器に十分対処できない。特に、パラメータ間の相互作用がある場合は組合せ条件が爆発し、最適パラメータ値を決定することが困難になってきている。また、ユーザの聴こえは障害の発症時期や症状、生活環境、好み、などに依存しており、同じ聴覚特性を持つ人でも同じ聴こえとは限らない。ユーザ本人しか体験できない聴こえを他者が推定し、それを補うことには原理的な限界がある。

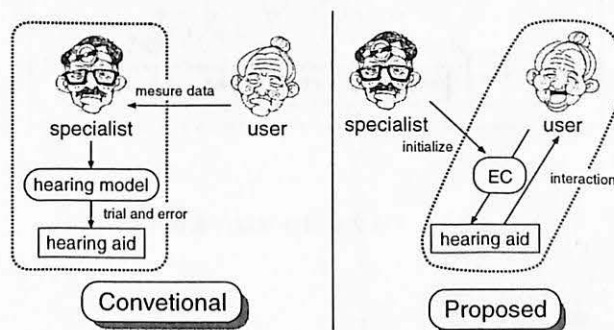


図 1: 従来のフィッティング(左)と提案する IEC フィッティング(右)

我々が提案した IEC フィッティングは、ユーザの認知や感性レベルでの総合的な聴こえのみに基づき、ユーザが満足できるようにパラメータを設定する、という考えに基づいている(図1の右側参照)。IECとは、EC(Evolutionary Computation)が生成した解候補を人間が評価することで、自動的に人間に合うパラメータ

設定が可能な手法であり、人間の評価が重要な様々な分野に応用されている[?]。IEC を応用した IEC フィッティングでは、知覚・感覚レベルの聴覚特性が不要で、ユーザが認知や感性レベルの総合的な聴こえを評価するだけで、自分でフィッティングできる。また、どんなタイプの補聴器にも簡単に応用できる、どんな種類の音源に対しても設定できる、といった利点がある。これらの特長は、上述した従来のフィッティングの問題を根本的に解決可能である [4, 5, 3]。

3 市販補聴器を用いたシステム開発

今回は、市販補聴器として一般的な非線形処理型補聴器 (リオン社製 HI-P1K, 二帯域分割し、高周波帯域に AGC を施すタイプ) を用い、IEC フィッティングシステムを構築した [2]。システム外観の写真を図 2 に示す。

最適化アルゴリズムとしては、IEC に最も用いられている GA (Genetic Algorithms) を用いた。GA の条件として、パラメータ数 5、個体数 20、世代数 5 (最高点個体が複数の場合、その中から 1 つをランダム選択)、評価段階数 4、ルーレット選択、エリート戦略 (エリート数 2)、2 点交叉、交叉率 90%、突然変異率 1%、である。

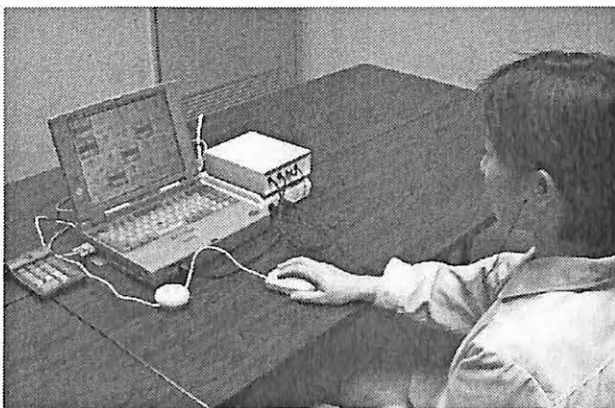


図 2: 市販補聴器を用いた IEC フィッティングシステム

IEC フィッティングではインタフェースが操作性に大きく影響するため [6]、同時提示、および時系列提示の 2 種類のインタフェースを使用可能にした。同時提示では 20 個の設定候補に対応する再生ボタンが全て表示されるため、ユーザは聴き比べできるが操作に時間がかかる。時系列提示では再生ボタンが 1 つずつ表示されるので、聴き比べできないが、操作時間が短いと

いう特徴がある。図 3 の左に同時提示、右に時系列提示のインタフェースをそれぞれ示す。

現在は、環境に応じた切替えスイッチを持たない補聴器が主流のため、音源ごとに得られた設定を総合し、汎用的な 1 つの設定にする必要がある。そこで、本システムには、3 種類の音源 (会話、事務所、駅のホーム) ごとの設定、および IEC 操作後、全音源の総合設定の機能を付加した。総合設定を得るインタフェースを図 4 に示す。

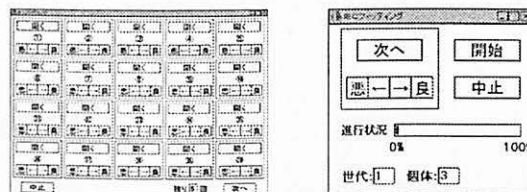


図 3: 同時提示 (左) と時系列提示 (右) のインタフェース

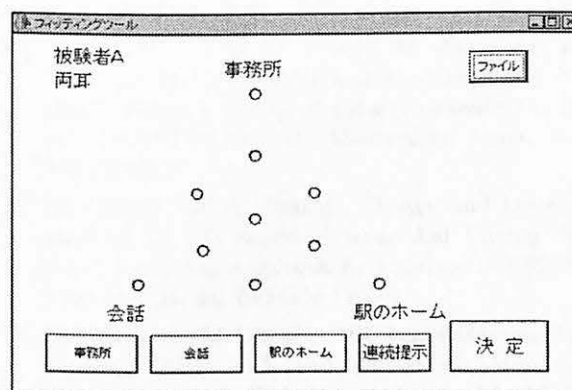


図 4: 各音源の設定を総合するインタフェース

4 実用性の評価

4.1 実験 I: 短期的な有効性とインタフェースの検証

実験 I では、実際の補聴器ユーザに従来のフィッティングと IEC フィッティングを行い、結果をいくつかの指標で比較評価することで、IEC フィッティングの有効性を検討する。さらに、同時提示と時系列提示の結果を比較し、IEC フィッティングに最適な提示インタフェースについて検討する。

被験者は HI-P1K のユーザ 5 名である。実験手順として、専門家のサポートによる従来のフィッティング、およびユーザ本人による IEC フィッティングを行い、フィッティング後 1 週間以内に、各設定で評価を行った。評価には、オーディオグラム、語音明瞭度、音質の主観評価、操作時間、内観報告を用いた。

実験結果を表 1 に示す。まず、IEC フィッティングに適した提示インタフェースについて検討する。IEC フィッティングの操作時間は、同時提示、時系列提示とも 10 分未満と十分短く、特に時系列提示では同時提示と同等のフィッティング効果があり、かつ操作時間もより短かった。また、時系列提示は同時提示よりも有意に良いことが他の研究でも示されている [6]。よって、IEC フィッティングには時系列提示が望ましいと考えられる。

従来法と IEC フィッティングの比較では、操作時間以外の性能評価測度で大きな差は見られなかった。また、被験者 5 名中 3 名が IEC フィッティングの設定を自分の補聴器に使用することを望んだ。以上より、専門家による数回の繰り返しを必要とする従来法に匹敵する設定を、IEC フィッティングはかなり短時間に実現できることが確認された。

4.2 実験 II：長期的な有効性の検証

補聴器の評価は日常使用によって変化するため、実験 I に参加した被験者のうち 4 名について、6 カ月後に再度フィッティング効果を評価する実験 II を行った。ただし、6 カ月の間に何度か再調整が行われ、現在使用中の設定は最適に近い状態にあった。

実験 I では、3 種類の各音源について得られた IEC フィッティングの設定を平均し、総合設定としたため、駅のホームなどのうるさい音に設定が大きく影響され、小さい音が聴こえにくい場合があった。そこで、実験 I の音源のうち、被験者の生活環境音に近いものを選んでもらい、その設定を用いることにした。つまり、実験 I で設定し今まで使用した補聴器と、IEC フィッティングによって自分の生活環境音に近い音源で新たに設定した補聴器を比較した。評価測度には、音質の主観評価、内観報告、APHAB[1] を用いた。

実験結果を表 2 に示す。その結果、実験 I での設定と生活環境音に近い音源での新たな設定に差は見られず、複数音源の平均的な設定で大きな問題はないこと、IEC フィッティングの設定が何度も再調整した最適設定に十分近いこと、が示された。

5 まとめと今後

これまでに我々は、聴覚特性が不要でユーザ本人が自由に操作できる IEC フィッティングを提案し、その原理的な有効性を示して来た。そこで、本研究では、市販補聴器を用いた新たな IEC フィッティングシステムを開発し、実用的な有効性を検証した。その結果、従来法と IEC フィッティングの設定の間に大きな差はなく、IEC フィッティングが短時間で専門家に近い設定を可能にする、と確認された。今後は、インタフェース改善による操作性の向上、他の補聴器への応用を検討している。

謝辞

本研究の一部は科研費 (平成 12 年度奨励 A、12780273) によって支援されており、ここに感謝の意を表する。

参考文献

- [1] R. M. Cox and G. C. Alexander, "The abbreviated profile of hearing aid benefit," *Ear Hear.*, vol.16, no.2, 176-186 (1995).
- [2] S. Fujii, H. Takagi, M. Ohsaki, M. Watanabe, and S. Sakamoto, "Evaluation and Analysis of IEC Fitting," *Western Pacific Regional Acoustics Conference (WESTPRAC VII)*, Kumamoto, Japan, 369-372 (2000).
- [3] M. Ohsaki and H. Takagi, "Design and Development of an IEC-based Hearing Aid Fitting System," *Asian Fuzzy System Symposium (AFSS'00)*, Tsukuba, Japan, 543-548 (2000).
- [4] H. Takagi and M. Ohsaki, "IEC-based Hearing Aids Fitting," *IEEE Int'l Conf. on System, Man, and Cybernetics (SMC'99)*, Tokyo, Japan, III-657-662 (1999).
- [5] H. Takagi and M. Ohsaki, "IEC Fitting: New Framework of Hearing Aid Fitting based on Computational Intelligence Technology and User's Preference for Hearing," *1st Int'l Hearing Aid Research Conference (IHCON2000)*, California, USA, 49, PB9 (2000).
- [6] Y. Todoroki and H. Takagi, "User Interface of an Interactive Evolutionary Computation for Speech Processing," *6th Int'l Conf. on Soft Computing (IIZUKA2000)*, Iizuka, Japan, 112-118 (2000).

【連絡先】

〒432-8011 静岡県浜松市城北 3 丁目 5-1

静岡大学 情報学部 情報科学科

TEL: 053-478-1488(直通)

FAX: 053-478-1499(事務室)

E-mail: miho@cs.inf.shizuoka.ac.jp

表 1: 従来法と IEC フィットティングを比較した実験 I の結果。オーディオグラムと語音明瞭度では数値がマイナスに大きいほど、操作時間は数値が小さいほど、IEC フィットティングの性能が高い。主観評価では数値が大きいほど、IEC フィットティングが従来法と同程度、もしくはそれ以上の性能であることを意味する。

従来法 vs. IEC フィットティング (同時提示)

	被験者 (5 のみ両耳で補聴器使用)						平均
	1	2	3	4	5(右)	5(左)	
オーディオグラム [dB]	3	6	19	18	7	4	9.5dB (やや従来法が良い)
語音明瞭度 [%]	9	0	21	60	16	-6	16.7% (やや従来法が良い)
主観評価 [条件数]	2/3	2/3	1/3	3/3	3/3		15 のうち 11 条件 (ほぼ同程度)
操作時間 [分]	14	14	25	15	15		16 分 (IEC がかなり早い)

従来法 vs. IEC フィットティング (時系列提示)

	被験者 (5 のみ両耳で補聴器使用)						平均
	1	2	3	4	5(右)	5(左)	
オーディオグラム [dB]	91	91	8	93	91	910	-1.3dB (ほぼ同程度)
語音明瞭度 [%]	4	91	96	3	11	92	1.5% (ほぼ同程度)
主観評価 [条件数]	2/3	2/3	3/3	2/3	3/3		15 のうち 12 条件 (ほぼ同程度)
操作時間 [分]	15	11	17	7	9		12 分 (IEC がかなり早い)

表 2: 従来法と IEC フィットティングを比較した実験 I の結果。主観評価では、数値が大きいほど IEC フィットティングが従来法と同程度、もしくはそれ以上の性能である。APHAB では、EC、RV、BN の数値が+に大きいほど、AV の数値が-に大きいほど、IEC フィットティングの性能が高い。

現在使用 vs. IEC フィットティング (日常音に近い音で得た設定、提示方法は性能が高かった方)

	被験者 (4 は実験 II に参加せず)				
	1	3	4	5	平均
主観評価 [条件数]	1/2	1/2	1/2	1/2	8 のうち 4 条件 (同程度)
APHAB(EC 会話の評価)[点]	3.7	11.3	1.8	0.0	4.2 (IEC がやや良い)
APHAB(RV 残響下の評価)[点]	4.0	6.2	-6.2	-14.3	-2.6 (現在使用がやや良い)
APHAB(BN 騒音下の評価)[点]	-6.0	4.0	33.2	2.2	8.4 (IEC がやや良い)
APHAB(AV 嫌悪感の評価)[点]	4.3	17.5	3.7	-24.7	0.2 (同程度)