

補聴器だけで AI機能を実装したエッジモード

Jumana Harianawala, AuD | Martin McKinney, PhD | Dave Fabry, PhD

序論

補聴器ユーザーを取り巻く聴取環境は日常生活の中で常に変化し、その変化の幅も極めて大きなものです。通常、これらの特定の聴取環境に合わせて補聴器を微調整するには、補聴器ユーザーと専門家の間で一定のやりとりが必要です。補聴器ユーザーは現場での聴取体験を思い出して説明することが期待され、専門家は臨床環境での音に対する補聴器ユーザーの反応に基づいて推論を行う必要があります。専門家はこの情報を使用して、特定の聴取環境で使用するために現在の補聴器設定を微調整するか、別のメモリープログラムを作成します。

この微調整の方法は複雑で時間がかかります。補聴器ユーザーにとって、問題のあった聴取環境に関する必要な詳細や実際の聞きづらさを、専門家に理解し、調整してもらうためにわかりやすく説明することはしばしば困難です。調整後も、補聴器ユーザーはさまざまな環境を移動するときに自分でプログラムを変更する必要があり、メモリープログラムがない新しい状況に遭遇し続ける可能性があります。さらに、専門家のオフィスを繰り返し訪れることは、補聴器ユーザーと専門家の両方にとって時間がかかります。さらに悪いことに、専門家が対処するまでに時間がかかりすぎると、補聴器ユーザーが補聴器をわざわざ感じる可能性が高くなります。

スマートフォンのアプリケーションを介したリモートプログラミングやカスタマイズなどの新しい技術により、補聴器ユーザーは困難な状況に必要なカスタマイズを簡単に得られるようになりました。リモート

プログラミングでは、本質的に補聴器ユーザーがいつでもどこからでも専門家の助けを求めることができます。

ただし、このアプローチでは専門家がいつでも即座に対応できる必要があり、また、対応可能なのは明らかに聞き取りが困難な環境にほぼ限られています。

エッジモード

スターキーの新しいエッジモードは、補聴器ユーザーの指先に人工知能 (AI) の力をもたらし、困難な聴取環境に応じた設定変更を可能にします。エッジモードは、スターキーの Inspire X フィッティングソフトウェアを使用して、ダブルタップまたは短押しとして割り当てることができます。

図1に示すユーザーコントロール画面は、エッジモードをコントロールに割り当てる様子を示しています。Thriveヒアリングコントロールアプリを使用して、エッジモードをダブルタップに割り当てることができます。有効にすると、補聴器ユーザーは補聴器の設定に対して、控えめでありながらプロ品質の調整を瞬時にオンデマンドで受け取ることができます。スターキーの研究データベースには2,000人以上のアクティブな参加者が含まれています。そこには豊富な詳細環境のデータがあり、あらゆる音響条件の発生頻度など、困難な聴取環境の分類が可能になっています。この強力な独自のデータと、公開された研究や文献 (Wolters, Smeds, Schmidt, Christensen & Norup, 2016 など) のレビューから得られた洞察を組み合わせることで、補聴器

パラメータを環境条件および予測される聴取意図と一致させることができます。

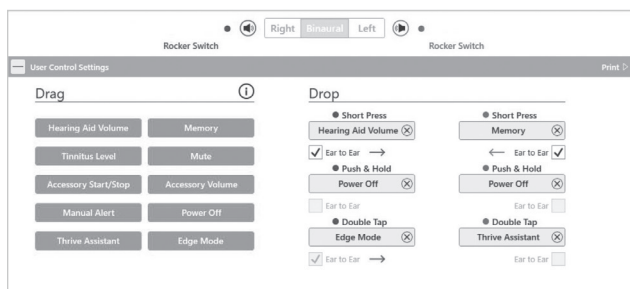


図1. Inspire Xのユーザーコントロール設定画面：
エッジモードが右側のダブルタップに割り当てられている

使用中は常に、補聴器が音響環境の特徴を把握します。エッジモードを発動すると現在の音響特性が解釈され、適切な調整が計算されます。調整は、音響環境だけでなく、予測される聴取意図に基づいています。調整は、補聴器フィッティングの専門家からの推奨、聞き取りが難しい状況での成功した補聴器調整に関連するデータ、および補聴器のトラブルシューティングに関連する調査に基づいています (Jenstad, Van Tasell& Ewert, 2003)。パラメータの調整には、補聴器ゲイン、ノイズ管理、指向性モードの様々な組み合わせが含まれています。

補聴器の自動音響分類と適応自体は特に新しいものではなく、ほとんどの現代の補聴器で利用できます。通常、音響環境は継続的に分析され、補聴器のパラメータはリアルタイムで調整されます。これらのアルゴリズムは補聴器ユーザーとの積極的な相互作用なしに継続的に適応するため、予期しないパラメータの変更で補聴器ユーザーを煩わせることができません。一方、エッジモードは、より大幅な調整が望まれ期待されるときに、補聴器ユーザーによって発動されます。スターキーの研究者は、補聴器を通して模擬環境の音を聴き、聴覚に障害のあるリスナーが気付けるような、意味のあるパラメータ調整を評価するために研究を行いました。これらの

調査の結果を使用してエッジモードのパラメータ調整を設計し、困難な音響状況で顕著かつ効果的であることを確認しました。

エッジモードの評価

エッジモードのパフォーマンスを、一般的な標準メモリと比較評価するために、実験室での研究が行われました。標準メモリは、ほとんどの人が日常の聴取環境の大部分でよく聞こえるように、一般的に使用されるプログラムです。従来の環境適応機能がアクティブになっている場合、標準メモリは、さまざまな環境に応じて補聴器のゲイン、周波数応答、および指向性モードを自動的に調整する適応メモリです。

研究室では、レストランの騒音下で話者が1人、車中で話者が1人、残響のある大きな部屋で話者が1人、これら3種類のよくある状況で、エッジモードに対する全体的な嗜好を調査しました。前述の聴取環境の実際の録音は、アンビソニック処理を使用して実験室でレンダリングされました。これは、音の完全な360度空間表現を提供します。

参加者には、標準メモリ設定とエッジモード設定のペアを比較させ、各聴取環境で好ましいと感じた設定を選択させました。軽度から中高度の感音難聴の15人がこの研究に参加しました。すべての参加者の平均年齢は67歳で、33~87歳の範囲でした。すべての参加者は経験豊富な補聴器装用者でした。3つの聴取環境すべてのデータをまとめて、ウィルコクソンの符号付き順位検定を行いました。結果は、聴覚障害のある参加者によって、エッジモードが標準メモリの設定よりも大幅に好まれた (Z統計 = 2.587, $p = 0.008$) ことを示しました (図2)。レストランでは、より明瞭にしたいと思う参加者もいれば、快適さを好む参加者もあり、好みはさまざまでした。

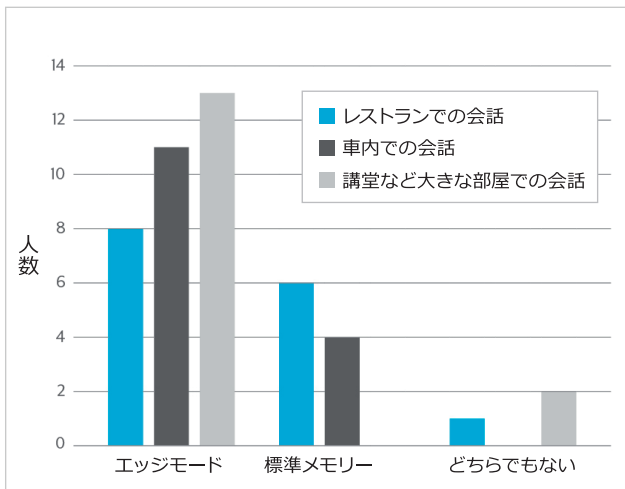


図2. 難聴の被験者15名によるエッジモードと標準メモリー設定の嗜好の比較: 凡例は音響環境を示す

現場でのユーザビリティは、システムユーザビリティスケール (SUS、Brooke、1996) を使用して評価しました。

SUSは、製品との相互作用におけるユーザーの体験の質を測定するために一般的に使用される10項目のスケールです。SUSのスコアが68以上の場合、一般に、製品または機能の習得や使用が容易であることを意味します。私たちの研究では、参加者の平均スコアは78でした。これは、被験者がエッジモードを使いやすいと感じたことを示しています ($p = 0.003$)。

軽度から高度の感音難聴の19人の経験豊富な補聴器着用者の別のグループは、4週間以上の日常生活でエッジモードを評価しました。これらの参加者の年齢は49歳から79歳の範囲で、平均年齢は67歳でした。参加者は、eSTAT (スターキー独自のフィッティング処方方式) を用いて、標準メモリーでベストフィットに設定されました。追加のメモリープログラムが提供されました。補聴器フィッティングの調整は、初期フィッティング時とフォローアップフィッティング時でそれぞれ行われました。

ほとんどの参加者は、困難な聴取環境において、エッジモードがスピーチの明瞭さや快適さを向上させることに気付きました。68%は、エッジモードが補

聴器で利用できる他の設定よりも音声を明瞭にする」と報告しています。エッジモードはまた、参加者の60%が必要な状況で追加の快適さを提供しました。参加者の83%は、エッジモードが補聴器の日常の操作に追加の利便性を提供していることもわかりました。

実験室とフィールドの調査全体で、エッジモードは一般に、そのパフォーマンス、利便性、および使いやすさの点ですべての参加者に受け入れられていると報告されています。

結論

エッジモードを使用することで、補聴器ユーザーは難しい環境での聞き取りを改善し、また補聴器の設定全般を改善することが出来ます。この新しいオプションは直感的で、有効且つ使い易いことが証明されました。エッジモードは、補聴器だけでこうした機能を実現した唯一のシステムです。

補聴器ユーザーが遭遇するあらゆるユニークで予測不可能な聴取環境を予測してフィッティングを行うことは出来ません。エッジモードは、AIのパワーを補聴器ユーザーの指先に提供し、困難な聴取環境を克服することを支援します。エッジモードを発動すると、環境の「音響スナップショット」が即座にキャプチャされ、ゲイン、ノイズ管理、および指向性モードが調整されて、あらゆる聴取環境で明瞭さと快適さが最適化されます。

参考文献

1. Boone, J. (1996). SUS – A quick and dirty usability scale. *Usability Evolution in Industry*, 189(194), 4-7.
2. Jenstad, L., Van Tasell, D. & Ewert, C. (2003). Hearing aid troubleshooting based on patients' descriptions. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(7), 347-360.
3. Wolters, F., Smeds, K., Schmidt, E., Christensen, E. & Norup, C. (2016). Common sound scenario: A context-driven categorization of everyday sound environments for application in hearing – device research. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27, 527-540.

