

1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

2. クリエータ氏名

森田 崇文（東京大学）

粕山 陽紀（東京大学）

栃本 祥吾（東京大学）

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

聴覚障がい者向けスポーツ上達支援デバイス

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

通常スポーツをする際、プレー中に発生する音を頼りにプレーをしており、プレーに使用される聴覚情報は全体の約 20%を占めていると言われている。クリエイターらが聾学校でインタビューをしたところ、スポーツで音が聞こえなくて困っている、卓球などの一部のスポーツでは音を感じてみたい、という回答が得られた。さらに調査を続けると、聴覚障がいのある子供たちはスポーツの技能が上達しづらく、それが原因でスポーツにおいて自己効力感や達成感を感じにくいという潜在的な課題を発見した。

そこで本プロジェクトでは、音情報を触覚（ハプティクス）情報に変換してプレイヤーに伝える、プレイヤーの首に巻きつけて使用するデバイスを開発する。本デバイスは、入力情報としてスポーツ中に発生する音の強度・向き・タイミングを得て、出力情報として触覚の強度・向き・タイミングに変換してプレイヤーに伝える。これにより、音が聞こえない状態でもスポーツを楽しみながらプレーでき、また技能向上を加速することができる。本プロジェクトでは本デバイスをまず卓球に応用し、その後、応用対象のスポーツを拡充することを目指している。

本デバイスの特徴として音の識別が挙げられる。聴覚障がい者へのインタビューの結果によれば、例えばボールがどのような回転・速さ・強さなのかが分かる手段が求められており、それが技能上達にも関係する可能性が高い。

スポーツ界ではデフリンピックという聴覚障がい者の競技大会が存在し、聴覚障がい者のスポーツは健聴者とも他種の障がい者からも切り離されている。本デバイスによりその垣根を無くし、誰一人取り残さずに平等にスポーツを楽しめる世界の実現を目指した。

7. 採択理由

感覚機能に不自由を感じる人に異なるモダリティで感覚代行を行う研究は古くからおこなわれている。本プロジェクトは難聴者に向けた装着型のスポーツ支援デバイスにターゲットを絞った感覚代行開発を目指している。スポーツという機敏な動作を伴う状況で遅れの無い感覚代行提示はチャレンジングであるが、プロジェクトが成功した折には難聴者だけでなく、健聴者のトレーニングや観戦体験の拡張など幅広い応用も期待できるため採択した。

8. 開発目標

本プロジェクトでは首元触覚を用いて「感覚代行による日常生活の支援」と「新たな感覚獲得による人間の可能性の拡張」をビジョンとして掲げた。一つ目は、私たちクリエイターの活動の原点である片耳難聴者との出会いから生じたもので、触覚による感覚代行で生活を支援したいという想いである。二つ目は、五感で感じるできないような情報を首元触覚でフィードバックすることにより、人間の可能性を拡張して新しい身体技能獲得や新しい気づきに出会える世界を実現したいという想いである。

これらビジョンを実現するために、本プロジェクトでは障がい者だけでなく、健常者にも適用して役立つような首元触覚による超ビビットな全没入体験デバイスを開発し、具体的な利用シーンを見据えたデモンストレーションを行うことを目標とした。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、様々な用途にカスタマイズ可能なチョーカー型触覚デバイス「koloHart」及び、ユースケースを想定した信号入力デバイス・アプリケーションを開発した。koloHart は 8 つのリニアレゾナンスアクチュエータで首元に微細な振動触覚を与えるデバイスである（図 1、図 2）。システム全体の基本設計とハードウェア構成は図 3、図 4 に示すように、入力情報として信号を受け取る入力部、制御として信号処理や信号増幅を行う処理部、触覚を提示する出力部、の 3 つのブロックからなる。基本的な処理系統としては、まず入力部で、様々な用途や使用シーンに対応した様々なセンサ値（視覚・聴覚など）を読

み込む。そして処理部で、入力情報に合わせて多様な信号出力の制御を施し、出力部へ送る信号を増幅する。最後に出力部で、首元で 360 度方向から触覚提示を行う。



図 1 : koloHart



図 2 : koloHart 装着状態

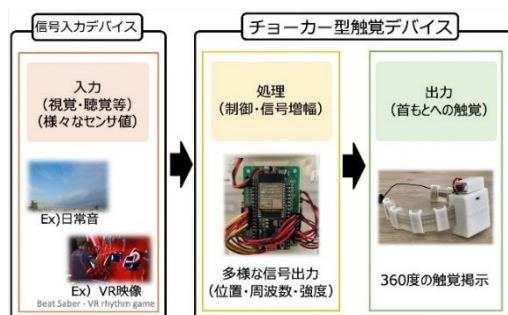


図 3 : システム全体の基本設計



図 4 : ハードウェア構成図

koloHart は様々な用途に沿ったカスタマイズが可能である。本プロジェクトでは以下のアプリケーションを開発し適用シーンの検討とデモンストレーションを行った。

- 方向ナビゲーション

koloHart をスマートフォンと組み合わせて、方向ナビゲーションにおけるアプリケーションを開発した。図 5 にスマートフォンを用いた遠隔操作により、目隠しした状態の装着者が曲がり角で koloHart の首元触覚による方向指示で所望の方向へナビゲーションされる様子を示す。視覚障がい者が歩行時に用いる道具として白杖があるが、白杖を使用しても路面に点字ブロックが設置されていない場所や他者を含めた障害物が多く存在する状況においては歩行が困難になってしまう場合がある。そこで koloHart を用いて視覚情報を首元触覚へモダリティ変換することにより、日常用途におけるナビゲーション等のユースケースで実用性が高いと考える。現在は地図アプリとの連携によって歩きスマホをせずに道を歩くことが可能である。また仮想力覚やファントムセンセーションという触覚現象を用いることによって 360°に渡って分解能の高い方向提示を行うことができる。



図 5：方向ナビゲーション（曲がり道で方向提示）

- 危険アラート

危険アラートは障がい者を対象としているが、健常者にも適用できるアプリケーションである。スマートフォンを用いた遠隔操作により、koloHart 装着者に対して危険アラートを掲示している様子を示す。まず障がい者を対象とした koloHart の使用シーンである。図 6 は目隠した状態で直進し障害物の直前で危険アラートを koloHart における首元触覚で掲示し、障害物にぶつからずに止まる様子を示している。次に居眠り運転を防止するための koloHart の適用例である。図 7 のように、自動車の運転中に睡魔を感じて居眠りをしてしまった時に、koloHart の首まわり全ての振動ユニットで鋭く強い刺激を与えることで居眠り運転を防止する。首元は身体の他の部位よりも振動における感覚が敏感であるため、危険察知等の使用用途に最も適している。



図 6：危険アラート（電柱にぶつかる前に振動で危険察知）



図 7：危険アラート（居眠り運転防止）

- スポーツ上達支援

ラケットスポーツ初心者にはラケットにボールが当たった時に、ラケットのどの場所に当たったか正確に認識することができない。そこで、ラケットスポーツ上達のためのラケットの触覚転移を考案し、その一例としてセンサ付き卓球ラケットを用いたアプリケーションを開発した。本アプリケーションでは、図 8

のようにラケットの中心でボールを当てると koloHart 全体が振動し、端に当たると場所に対応した首元触覚を与える事ができる。これにより、振り方の傾向を把握し空振りや打ち返しのミスを減少させることができる。

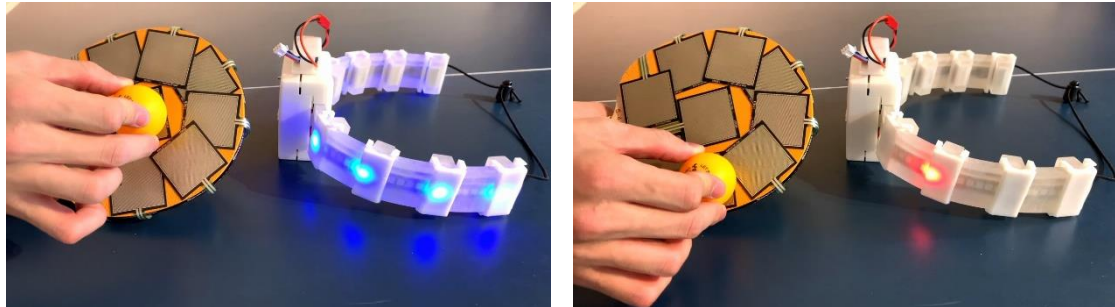


図 8：卓球ラケットの触覚転移

- VR・音楽連携による体験の拡張

本デバイスを用いて VR リズムゲームの譜面データをもとに、音楽に合わせてタイミングよくリズムアイコンを切る体験を補助・拡張した。リズムアイコンが手元にくるタイミングで koloHart が振動するため、リズムを刻みやすくなるという感覚が得られた。また VR ゲームの BGM や音楽を DSP で処理してから koloHart に入力することでゲームや音楽の世界観により没入できる体験が得られた。このように視覚と聴覚に加え触覚を提示する事で、エンタメ領域において新しい楽しみ方を創出することができる。

10. プロジェクト評価

このプロジェクトのクリエイターらは、知人に聴覚障がい者がいることから、聴覚障がい者ためのスポーツ支援にターゲットを絞り提案を行った。しかし PM との議論を重ねることで、対象を一般ユーザに広げ、エンタメや人間拡張も含むアプリケーション例を想定し、システムの構築を行った。

提案されたチョーカー型の触覚デバイスは、従来検討されてきた触覚提示部位と比較して首元は求心性神経が多く触覚に敏感であるのに加え、日常的に接触される機会が少なく装着者への心理的な影響が大きいとされている。さらに、体型による触覚検知への影響が小さく様々な人々に同等の触覚体験を期待できるという利点がある。しかしながら首元に振動を与えることを主眼とした触覚デバイスはこれまでにほとんど存在しないため、本プロジェクトは新規性・有用性の観点で、触覚に関する各種製品や専門的研究と比較しても高く評価できる。本デバイスは首元に 360°方向から触覚提示を可能にし、単純振動での触覚提示だけでなく複雑な振動触覚も表現することができ、将来的には幅広い応用が期待できる。

11. 今後の課題

本デバイスの利用シーンとして、日常生活支援、スポーツ技能向上支援、VRエンタテインメント施設またはイベント展示での活用が期待できる。また、首元触覚体験の共有と普及を目指し、論文発表やデモ展示を行い、誰でも自由に触覚をデザインできるようにSDKを配布するなどして更なる活用を見出す必要があると考える。そして本デバイスが普及した折には当初想定していた障がい者支援にも当然活用されることになると思う。