



編集機能付き触覚情報提示システムの開発

Tactile information presentation system having tactile information editing function for visual contents

東真希子, 半田拓也, 高橋正樹, 清水俊宏

Makiko AZUMA, Takuya HANDA, Masaki TAKAHASHI and Toshihiro SHIMIZU

日本放送協会 放送技術研究所 (〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11, azuma.m-ia@nhk.or.jp)

概要: テレビの映像や音に含まれる様々な情報, 例えば各種スポーツ競技の球の方向や技の種類などの情報を, あらゆるユーザーに向けて触覚を介して直感的に伝えるために, キューブ型やリストバンド型の触覚デバイスを開発してきた. 今回, これらのデバイスを改修して制御方法を統一するとともに, 触覚情報を付与する対象の映像を見ながらこれらのデバイスで提示する触覚情報を簡単に編集することの出来るシステムを開発した. また, 映像解析により, 触覚情報を自動で付与する仕組みについても検討した.

キーワード: 触覚、振動、ユニバーサルデザイン

1. はじめに

各種スポーツ競技映像における球の方向や技の種類といった情報の変化や動きを視覚障害がい者を含むあらゆるユーザーに直感的に伝えることを目指し, 触覚刺激の提示により情報を伝達するシステムの研究開発を進めている. これまでに, 各面が独立して振動できる機構を有し, 与える情報の種類によって振動させる面を変更することで情報を伝えるキューブ型触覚デバイス[1], 手の自由度を制限せず, 長時間のコンテンツを楽しむ際にもユーザーの体への負担が少ない, 4つの振動アクチュエータを有したリストバンド型触覚デバイス[2]を開発してきた. これらのデバイスを様々なコンテンツで活用するためには, 映像を見ながら, 提示する触覚情報を簡単に編集できる仕組みが求められる.

触覚情報を編集できるオーサリングツールの先行研究

には, VR 空間での体験において体中に与える触覚情報を編集できるものがある[3]. このオーサリングツールはゲームエンジンの Unity® [4]をベースにしており, 市販されているデバイスを汎用的に扱うことができる. 我々の開発したデバイスは, 視覚障害がい者に対して, テレビの映像に含まれる情報を, 触覚を介して伝えるとともに, 手軽に扱えることを目指した独自のデバイスである.

今回, これらのデバイスを用いて様々な映像に含まれる情報を触覚で伝達する手法を検討するために, 各デバイスを改修して制御方法を統一するとともに, 触覚情報を付与する対象の映像を見ながら提示する触覚情報の編集ができるオーサリングシステムを開発した. また, 映像解析によって触覚情報を自動で付与する手法についても検討した.

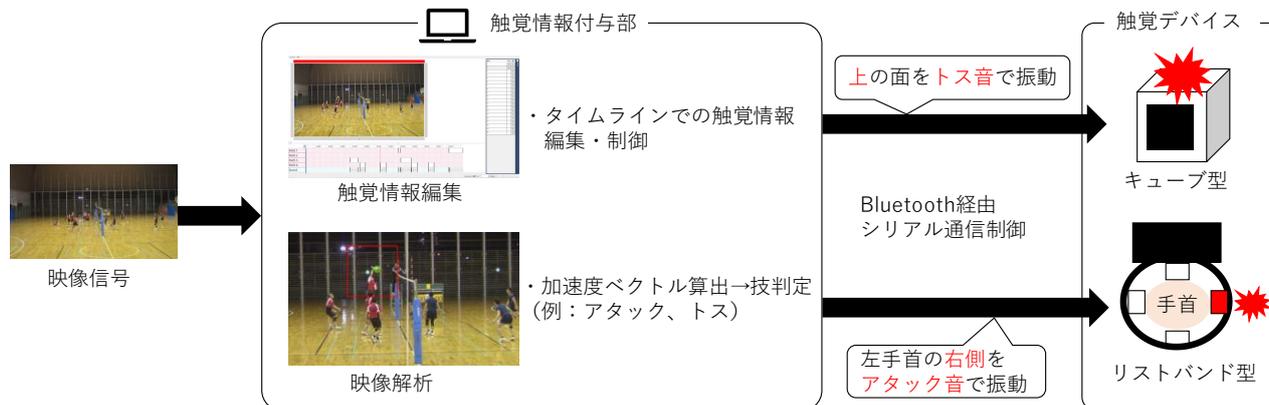


図 1 : システム構成概要

2. 触覚情報提示システム

システム構成の概要を図1に示す。まず、触覚情報を付与する対象の映像信号を用意する。これに、PC上で2通りの手法で触覚情報を付与する。1つは開発した触覚エディタ（触覚情報編集ソフト）を用いて、映像のタイムライン上で触覚情報を編集する方法、もう1つは映像解析によって触覚情報を自動で付与する方法である。この付与内容に従って、PCから各触覚デバイスを制御する。各触覚デバイスはマイクロコンピューターモジュール(M5stack[5])を有しており、このマイクロコンピューターモジュールがPCからの制御信号をBluetooth経由のシリアル通信で受信し、その信号内容にしたがって各触覚デバイスの振動アクチュエータを制御する。

2.1 各触覚デバイスの詳細

改修したキューブ型触覚デバイスの外観を図2（左）に示す。このデバイスは各面が独立して振動できる機構を有しており、どの面が振動しているかをユーザーが瞬時に判断できる。マイクロコンピューターモジュールがはめ込まれた面の上下左右の面の内側にそれぞれ振動アクチュエータを固定しており、振動アクチュエータには、音信号を入力することで振動し様々な触感を出すことが可能な「ハプティック® リアクタ」（アルプスアルパイン株式会社）[6]を使用した。振動アクチュエータに入力する音信号のファイルはマイクロコンピューターモジュールに付随しているmicroSDカードに記録する。また、マイクロコンピューターを含む電子回路には、音信号を増幅するためのアンプボード（MAX98357A搭載D級アンプボード、Adafruit社製）を装着し、振動アクチュエータを振動させるのに十分な信号出力となるようにした。本デバイスはこれらを動作させるために、リチウムポリマーバッテリーを内蔵している。無線制御できるマイクロコンピューターモジュールを使用したことで、ユーザーは手軽にデバイスを扱うことができ、各面の振動によって提示される様々な触感を感じることができる。

リストバンド型デバイスの外観を図2（右）に示す。使用しているマイクロコンピューターモジュールや電子回路などは全てキューブ型デバイスと同様であり、手首の上下左右4箇所振動アクチュエータが接する仕様である[2]。このように2つのデバイスの制御部を同一のものとするすることで、制御方式を統一した。

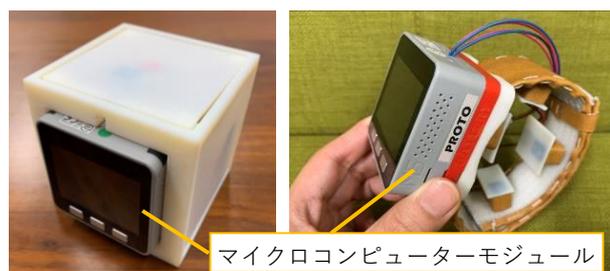


図2：(左) キューブ型触覚デバイス (右) リストバンド型触覚デバイス

2.2 触覚エディタ（触覚情報編集ソフト）

各触覚デバイスで提示する触覚情報の編集を行うために、Windows PCで動作するソフトウェアを開発した。図3に開発したソフトウェアの編集画面を示す。ここではキューブ型触覚デバイス用の触覚情報を編集している例を示している。このソフトは映像ファイルを読み込むと、映像のタイムライン上で触覚情報の編集ができ、どのタイミングでどの面の振動アクチュエータをどの音声信号で振動させるか指定することが出来る。例えば、図3の映像のシーンでは、キューブ型触覚デバイスのFACE4（上面）の振動アクチュエータに2番の音声信号を入力して振動させることになる。PC上のどの音ファイルを何番の音声信号として割り当てるかは任意に指定でき、割り当てた音は編集中に再生して確認することができる。番組制作に関わるユーザーが負担なく使用できるように、シンプルで理解しやすい操作画面とした。

編集結果はプロジェクトフォルダとして出力・保存することが出来る。プロジェクトフォルダの中には、プロジェクトを管理するxmlファイル、触覚デバイスとのシリアル通信に使用するCSVファイル、及び使用した音ファイルを割り当て番号がファイル名になるようにリネームしたmp3ファイル（例：1.mp3）が含まれる。プロジェクトフォルダ内のmp3ファイルは触覚デバイスのマイクロコンピューターモジュールに付随しているmicroSDカードにコピーして使用する。編集結果通りに映像と同期させて触覚デバイスを制御するため、プロジェクトは映像の時間情報を保持して保存される。また、同一の映像に対して複数のプロジェクトを作成することもでき、視覚障がい者用や聴覚障がい者用など、対象とするユーザーごとにプロジェクトを作成し、触覚提示を行うことができる。PC上で、使用する触覚デバイスのBluetooth経由COMポートに接続し、編集画面上のメニューから、実行→再生と選択すると、編集した通りに触覚デバイスの振動アクチュエータが制御され、触覚情報が提示される。



図3：触覚情報編集ソフトの画面

2.3 映像解析による触覚情報の自動付与

前項で述べた手動での触覚情報付与と同時に、映像解析によって触覚情報を自動付与する手法の検討も行った。今回はバレーボールの競技映像（コート横視点からのパンを含む映像（1920×1080, 30fps））において、ネットのポスト

とボールを追跡し、その2次元の位置情報をもとに競技の進行状況が伝わるように触覚デバイスを制御することを試みた。追跡は、OpenCVを用いてテンプレートや特徴量のマッチングで行った。一例として、リストバンド型触覚デバイスを両手首に装着し、左右の各コートで起きたイベントを表す触覚情報が、対応する手首（右コートの情報は右手首）に提示される運用を想定した。図4に映像解析の様子を示す。このシーンでは、ボールが向かって左コート側にあることと、左コートの選手が打ったボールの加速度ベクトルの横方向成分が大きいことが算出でき、左コートの選手がアタックを打った、と推定することができる。このとき、左手首に装着したリストバンド型のデバイスが、アタックを打ったことを表す振動パターン[2]で振動するように自動制御できる。

今回は触覚情報を付けるために専用のカメラを設置することなく、バレーボールのようなスポーツ番組で一般的にカメラが常に設置されるコート横視点からの映像のみを使用し、簡易的にイベントの抽出・触覚情報の自動付与を試みたが、大久保らの開発した被写体追跡技術[7]などを用いることでより3次元での情報の抽出・触覚情報の付与も可能であると考えられる。また、今回はあらかじめ用意した映像を対象に解析を行い、触覚情報を自動付与したが、今後、カメラで撮影中の映像についてリアルタイムで解析を行うことができれば、視覚障がい者の方が健常者と一緒に生放送のスポーツ番組を楽しむことが可能となる。



図4：映像解析の様子

3. まとめ

あらゆるユーザーに向けて、テレビの映像に含まれる情報を、触覚を介して直感的に伝えるために開発してきた複数の触覚デバイスの制御方式を統一した。また、これらのデバイスを用いて触覚情報を付与する対象の映像を見ながら、提示する触覚情報の編集ができるオーサリングシステムを開発するとともに、映像解析による触覚情報の自動付与についても検討した。今後はより高度な触覚情報の編集が行えるツールの開発を目指すとともに、映像解析による触覚情報の自動付与結果を触覚エディタに反映し、手動で微修正を行うようなシステムの拡張も検討していきたい。

参考文献

- [1] 東真希子, 半田拓也, 清水俊宏, 近藤悟: 触覚による情報伝達のための振動キューブの開発, 日本バーチャルリアリティ学会第22回大会論文集, 2D2-02, 2017.
- [2] 東真希子, 半田拓也, 清水俊宏, 近藤悟: 触覚による情報伝達のためのリストバンド型ハプティックデバイスの開発, 日本バーチャルリアリティ学会第23回大会論文集, 21A-4, 2018.
- [3] Fabien Danieau., et al.: HFX Studio: Haptic Editor for Full-body Immersive Experiences, VRST '18 Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology Article No. 37, November 29-December 1, 2018.
- [4] <https://unity.com/ja>
- [5] <https://m5stack.com/>
- [6] <https://www.alps.com/prod/info/J/HTML/Haptic>
- [7] 大久保英彦, 高橋正樹, 加納正規, 池谷健佑, 三科智之: 被写体追跡可能なスポーツグラフィックスシステムの試作, 映像情報メディア学会技術報告, vol.41, no.26, ME2017-85, 2017, p.9-12