



多人数の触感共有のための無線触感伝送キットの提案

Proposal of Wireless Haptic Transmission Kit for Haptic Sharing of Multiuser

早川裕彦¹⁾, 神山洋一¹⁾, 南澤孝太¹⁾

Hirohiko HAYAKAWA, Youichi KAMIYAMA, and Kouta MINAMIZAWA

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 (〒 223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, h.hayakawa@kmd.keio.ac.jp)

概要: 人々の経験を他人と共有するため, 触感を無線で共有できる無線触感伝送キットを設計し, 鑑賞体験における触感共有の手法の提案を行った。触感の共有ができること, 同時に多人数と触感を共有できること, 複数のチャンネルを用いたタイミングの提示が可能であること, デバイスの取り回しが容易であることで, ライブエンターテインメントの場面での運用が期待される。

キーワード: 無線通信, 振動触感, 多人数, 鑑賞体験

1. 序論

スポーツや音楽などのエンターテインメント分野において, ライブビジネスの市場規模は年々拡大し, 今後も需要が更に高まってくることが予想される。スタジアムやホールなどの現地での鑑賞における問題として, 観客動員数が増えることに比例した会場規模の拡大に伴うステージと鑑賞者との距離の増大が挙げられる。これによりライブ鑑賞の最たる特徴の一つである臨場感が欠如してしまうことから, 多くの会場ではステージの様子を大きくリアルタイムに映し出す映像装置や, 会場の中で音の聴こえ方に差が出ないよう工夫されたサラウンドシステムが提供されているなど, 臨場感を創出するための演出が求められている。鑑賞体験をする際, まず鑑賞者は細い動線を通り鑑賞を行う場所に辿り着き, また到着した後も常にその場に留まっているわけではなく物販エリアや休憩場所に移動を行う。従って, こうした映像装置やサラウンドシステムは, 会場内での移動の妨げにならないために環境に埋め込まれる, もしくは極力会場の端に配置されている。

また, インターネットの整備やモバイル端末の普及により動画配信サービスが充実したことで, 様々なメディアを通じて視聴覚コンテンツを容易に体験することができるようになった。時間や場所に関係なく多様なコンテンツを体験できるようになったことで, 各コンテンツの質の高さが求められることが多くなっている。一方で, 視聴覚コンテンツの質を高めることを目的とした VR コンテンツの多くは 1 人を対象としたものであり, 多人数を対象とし, 且つ容易に移動することができる場面には適切ではない。特にスポーツや音楽などのエンターテインメントにおけるライブビジネスにおいて, 1 人のみを対象としたインターフェースは運用が困難である。そこで, 本研究では会場内での移動が容易で, 且つ同時に多人数への触感共有ができるような手法を提案する。

2. 関連研究

視聴覚コンテンツに合わせて振動触感を身体に提示することで, 臨場感の創出や体験の共有を行う研究がある。Minamizawa ら [5] は, 触感センサで取得した音をアンプリファイヤーを介してアクチュエーターに流すことで物のテクスチャーを取得, 再生, 記録, 拡張をしている。Lee ら [3] は, 腕に対する振動触感で臨場感あふれるライブスポーツ体験を提供している。Konishi ら [1] は, 体験者と VR ゲーム内のプレイヤーが共感的な体験を得るために, 26 個の振動子が内蔵された全身スーツを着ることで, 視聴覚で VR ゲーム内の世界観を感じることができる。Iekura ら [6] は, スポーツ選手が体験している触感やスポーツ選手の心拍のセンシングを行い, それを観客が把持するデバイスに提示することで, 選手の感覚を観客が体験することのできるシステムを提案している。また, プロスポーツの試合において, バasketボールコート内の床の振動を取得し, それをライブビューイング会場に設置された床から振動を提示することで, 多人数に同時に触感を提示することによってライブビューイングにおける体験の質を向上させる試みが行われている [4]。音楽ライブにおいて臨場感を実感する要因の一つとして音圧を身体を通して感じる事が挙げられるように, 鑑賞者にとって皮膚感覚への刺激の強弱は臨場感の高低に影響する要因であると考えられる [2]。このように, 視聴覚コンテンツを視聴する際に振動触感を身体に提示することで, 臨場感の創出や体験の共有を行うことが可能である。

3. 設計

触感データの送受信にはワイヤレスマイク専用周波数である 800MHz 帯を使用し, また水晶制御 PLL シンセサイザー方式を利用することで, 50m 以内の多人数の人に同時に配信され, またチャンネルを変えることで異なる触感を

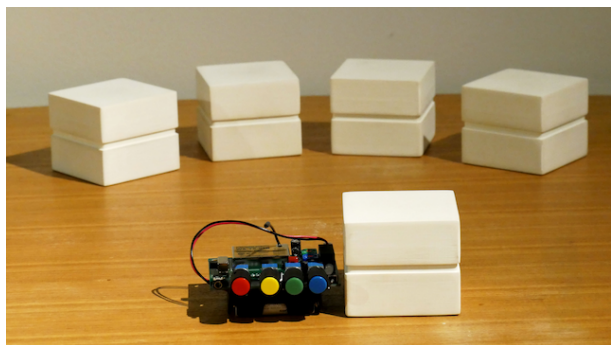


図 1: 無線触感伝送キットの送信デバイス 1 個 (左手前) 及び受信デバイス 5 個

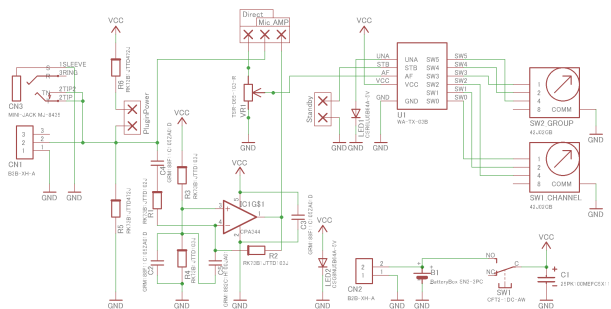


図 2: 送信デバイスの回路図

任意に体験することができる。

受信デバイスは寸法が 71*71*60[mm]、重量が 272[g] であり、片手で持つことができる仕様である。またデバイス形状により用途の幅が狭まることのないよう、各辺は直線の組み合わせで構成される無機質な把持型形状を採用し、把持した際に手に痛みが生じないように角に丸みを保たせた。

送信デバイスの回路図を図 2 に、受信デバイスの回路図を図 3 に、送受信デバイスの使用を表 1 にそれぞれ示す。受信デバイスには、超小型パイプロトランスデューサ (株式会社アクーブ・ラボ, Vp210) が内蔵されている。またバッテリーとして、送信デバイスには単三乾電池を 4 本、受信デバイスには単三乾電池を 3 本使用している。

4. ケーススタディと考察

4.1 ケーススタディ 1

4.1.1 環境設定

御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンターにて開催された IEEE World Haptics Conference 2019 において、本デバイスを用いた 2 つのコンテンツのデモンストレーション展示を 2019 年 7 月 10 日に行った。送信デバイス 1 個につき受信デバイス 3 個、そして別のチャンネルが設定された物を 2 セット準備し、体験者は受信デバイスを把持しアプリケーションを体験した。展示の様子を図 4 に示す。その際に設定された 2 つのチャンネルをそれぞれ A チャンネル、B チャンネルとする。体験者は 80 人程度であり、デモ

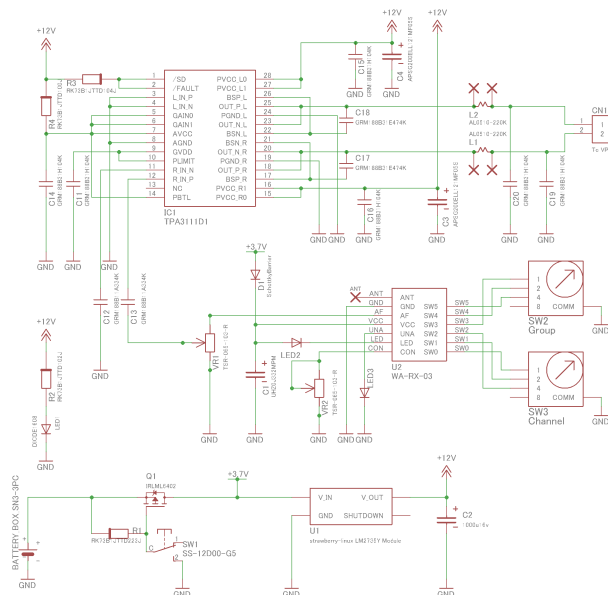


図 3: 受信デバイスの回路図

表 1: 送受信デバイスの仕様

名称	送信デバイス	受信デバイス
発振方式	水晶制御 PLL 発信方式	
重量 [g]	196	272
寸法 [mm]	70*58*20	71*71*60
動作電圧 [V]	4.2~6	3~5
インピーダンス [k Ω]	30	20
音響機器レベル [dBv]	-93~-13	-10 (TX:-25)
駆動時間 [h]	12	
チャンネル数	16	
周波数 [MHz]	806.125~809.750	
周波数特性 [Hz]	50~13000 (± 3.5[db])	
S/N[db]	70	
到達距離 [m]	50 (見通し)	
動作温度範囲 [°C]	0~50	

ンストレーション展示を体験した際に感想のヒアリングを行った。

A チャンネルのデバイスを右手で持ち、B チャンネルのデバイスを左手で持った体験者の様子を図に示す。各チャンネルに流すアプリケーションとして、A チャンネルは、ループ再生されている動画に付与された音楽が流れ、体験者は A チャンネルが設定された受信デバイスを通じて音楽の振動を手で感じる。B チャンネルには、触感センサーを装着した紙コップの中に物体を入れ、その紙コップを展示者が揺らすことで生じる振動触感が流れる。紙コップに入れる物体は、小石、小豆、ガラス製の 3 種類が用意され、それぞれ混ざらないよう入れ替えられる。また触感センサーには、



図 4: 異なるチャンネルが設定された受信デバイスを体験者(左)が把持している様子

バックエレクトレットコンデンサーマイクロフォン(株式会社プリモ, EM246), バッテリー, 発光ダイオード, セラミックコンデンサーで構成されたものを使用した。

4.1.2 考察

体験者の多くから、「空の紙コップの中に物体が入っているような感覚がした」という意見が得られたことから、触感伝送キットとして有効であると言える。受信デバイスを手で把持したまま会場内を歩き回った人がいたが、通信が途切れることなく振動触感を感じていた。このことから、会場内を容易に移動できるという点について、検証を行うことができた。また、用意した6個の受信デバイスを6人が1個ずつ持ち、他人と円滑に交換しながら体験していた様子から、多人数に触感を共有する際に無線通信を行うことが優位であると言える。一方で、「左右の手で別の振動触感が提示されているにも関わらず、左右の手の振動触感が混ざって感じてしまう」という意見が数人の体験者から得られた。左右の手では正確に異なる振動触感が提示されていたため、触錯覚が起きていたことが考えられる。これについては、今後の課題として研究を行う必要がある。また、盲者の来場者が体験した際、様々な情報取得を目的として、本無線触感伝送キットを活用したい、という意見が得られた。

4.2 ケーススタディ 2

4.2.1 環境設定

2019年4月27日及び28日に幕張メッセにて開催されたニコニコ超会議2019での「日本電信電話ミカランド・NTT超未来研究所6」において、日本電信電話株式会社の「【超触感ラボ!】スポーツ編」に触覚技術協力をを行い、本無線触感伝送キットを用いたスポーツ観戦の体験型展示を行った。送信デバイス1個につき受信デバイス5個が同一チャンネルに設定され、それを2セット用意した。その際に設定された2つのチャンネルをそれぞれCチャンネル、Dチャンネルとする。会場への来場者は2日間で16万8248人、その内体験者は600人程度であり、本展示を体験した際に感想のヒアリングを行った。本展示の様子を図5に示す。

テニスの試合を観戦する際に、テニスプレイヤーがボー



図 5: ニコニコ超会議 2019 における体験型展示の様子

ルを打った際に手で感じている触感を観戦者が感じることで、健常者への臨場感創出だけでなく、盲者への試合展開の理解促進を図った。ブース内に設置されたディスプレイの中の映像にはテニスコートが映し出され、手前側のコートと奥側のコートにそれぞれ1人ずつ選手が構えるようにして立ち、サーブやラリーの様子がループ再生されている。その際、Cチャンネルには手前の選手が手で感じている触感が提示され、Dチャンネルには奥側の選手が手で感じている触感が提示されている。体験者は、Cチャンネルの受信デバイスとDチャンネルの受信デバイスを1個ずつ手に持ち体験を行う。

4.2.2 考察

体験者の多くからは、左右どちらの手に刺激が提示されているのか明確に分かったという意見や、ループ再生されている試合の様子を1度目で確認すると、目を閉じていても手元のデバイスを通じてどちらの選手が何をしているのかを把握することができた、という意見が得られたことから、振動触感を提示するタイミングを明確に切り分けることで、分別することが可能になったと考えられる。また、スポーツは試合局面の展開が早く、事象を事細かく言葉でリアルタイムに説明することが極めて困難である。そこで本デバイスを用い左右の手でそれぞれ振動触感を感じることで、どの選手がどのような種類の行動を起こしたのか、あるいはどのタイミングで行動を起こしたのかを実感することができると考えられる。

4.3 ケーススタディ 3

4.3.1 環境設定

2018年11月11日にテレコムセンタービルにて開催されたサイエンスアゴラ2018において行われた「Social Haptics: 身体感覚の共有による共感覚コミュニティの創出に向けて」というセッションの中で、登壇者の手元の触感コンテンツを本無線触感伝送キットを用いて共有する試みを行った。送信デバイス1個につき受信デバイス5個を同一チャンネルに設定した。その際、登壇者の手元に設置した音響ミキサー



図 6: サイエンスアグラ 2018 における本デバイスを用いられたセッションの様子

を用いて入力元を切り替えることで、チャンネルの切り替えを行った。体験者は 30 人程度であり、本デバイスを体験した際の体験者の観察を行った。本展示の様子を図 6 に示す。

4.3.2 考察

セッション中に本受信デバイスを周囲の人に手渡することで、壇上の登壇者の手元の触感コンテンツを会場内の全員が体験することができていた。セッションの流れを阻害することなくこうした触感の共有ができたことは、無線通信を行っている利点であると言える。無線触感伝送キットの送受信にはワイヤレスマイクの送受信帯を使用していることから、今回のようなトークセッションでは登壇者のトーク用に割り当てているマイクが複数あることが予想される。従って、今回のようにミキサーで入力チャンネルを増設する運用は有用であると言える。

5. 結論

スポーツや音楽などのエンターテインメント分野におけるライブビジネスの市場規模の拡大に伴い、臨場感を創出するシステムの需要が高まり、その際の会場内での移動の容易さや同時に多人数への配信が求められている。そこで、本研究では人々の経験を他人と共有するため、触感を無線で共有できる無線触感伝送キットを設計した。ケーススタディを 3 つ行い、触感の共有ができること、同時に多人数と触感を共有できること、複数のチャンネルを用いたタイミングの提示が可能であること、デバイスの取り回しが容

易であることの考察を行い、鑑賞体験における触感共有の手法の提案を行った。

謝辞本研究は JST ACCEL Embodied Media Project(JP MJAC1404)の一環として実施された。本研究におけるケーススタディ 2 は、NTT コミュニケーション科学基礎研究所 渡邊淳司 氏の協力を得て実施された。

参考文献

- [1] Konishi, Yukari., Hanamitsu, Nobuhisa., Outram, Benjamin., Minamizawa, Kouta., Sato, Ayahiko., and Mizuguchi, Tetsuya., Synesthesia Suit, Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, P. 149–149, No. 1, 2016, Tokyo, Japan.
- [2] 崔 正烈, 柳生 寛幸, 坂本 修一, 鈴木 陽一, 行場 次朗, 多感覚コンテンツの音情報から生成した床振動の高次感性促進効果, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, no. 11, p. 1986–1994, Nov, 2018.
- [3] Lee, BC., Lee, J., Cha, J., Seo, C., and Ryu, J., Immersive Live Sports Experience with Vibrotactile Sensation. In: Costabile M.F., Paternò F. (eds) Human-Computer Interaction - INTERACT 2005. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3585. Springer, 2005, Berlin, Heidelberg.
- [4] 早川 裕彦, 神山 洋一, 松園 敏志, 徐 萌芸, 田中 培仁, 本山 拓人, 鈴木 規之, 南澤 孝太, 触觉伝送を伴うバスケットボールのライブフィードバックの実践, 第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 34E-6, 2018.
- [5] Minamizawa, K., Kakehi, Y., Nakatani, M., Mihara, S., and Tachi, S. TECHTILE toolkit: A prototyping tool for design and education of haptic media. Proceedings of the 2012 Virtual Reality International Conference, Vol. 26, March 28-30, 2012, Laval, France.
- [6] Marie-Stephanie Iekura, Hirohiko Hayakawa, Keisuke Onoda, Yoichi Kamiyama, Kouta Minamizawa, and Masahiko Inami. SMASH: Synchronization Media of Athletes and Spectator through Haptic, SIGGRAPH Asia 2015 Mobile Graphics and Interactive Applications, Vol. 20, November 2-6, 2015, Kobe, Japan.