

Tacvie: 体験映像の臨場感を増幅する触覚再現デバイスの実装

佐々木 佳介^{1,a)} 野崎 大幹² 西山 勇毅² 米澤 拓郎² 中澤 仁³

概要: 近年, カメラの高性能化および動画共有サービスの拡充により, 撮影者の体験を共有する映像がインターネット上にアップロードされている. しかし, 人間が五感を用いて体験をするのに対して, 映像が共有できるものは視覚および聴覚を用いた体験に限られる. 特に情報判断に使用される割合が視覚と聴覚に次いで多いとされる触覚を用いた体験が再現されたならば, 体験の共有が非常に豊かになると考えられる. 本研究では映像における撮影者の体験をより豊かに再現することを目的として, 撮影者の触覚的な体験を再現するためのデバイスおよびソフトウェア, Tacvie を提案する. Tacvie の有効性を評価する実験では, 従来の体験を共有する映像と比較して, 撮影者の体験がより豊かに再現できたことを示す結果が見られた.

キーワード: 映像, 触覚, ユーザ体験

Tacvie: Implementation of Haptic Reproduction Device Amplifying Presence of Movie Sharing Experience

KEISUKE SASAKI^{1,a)} HIROKI NOZAKI² YUUKI NISHIYAMA² TAKURO YONEZAWA² JIN NAKAZAWA³

Keywords: Movie, Tactile, User experience

1. はじめに

近年, スマートフォンや小型カメラの普及により自分の体験を映像として保存できるようになった. また, YouTubeをはじめとする動画共有サービス^{*1}や, Facebook^{*2}やInstagram^{*3}などのSNSに映像をアップロードすることで, 自分の体験を世界中の人と共有する環境が整っている.

実際, 小型カメラを活用して撮影した目線映像が動画共有サービスやSNSに多数アップロードされている. 例えば, ヘルメットに小型カメラをマウントして撮影したオートバイでのツーリングの目線映像や, グライダーを操縦するパイロット目線の映像などがアップロードされている. 目線映像では撮影者が見たものがそのまま共有されているため, 本研究では以上のような目線映像を「体験映像」と定義する.

体験映像においては, 撮影者の体験を忠実に再現することが必要である. 例えば, テレビ番組で遊園地にある絶叫マシンの体験映像を放送することがあり, このようなシーンにおいて番組の出演者は搭乗した絶叫マシンで体験したことを視聴者に伝えようとする. しかし, 映像では風や振動などを伝達することができないため, 撮影者の体験をありのまま再現することは困難である. 本研究では, 体験映

¹ 慶應義塾大学総合政策学部

Faculty of Policy Management, Keio University

² 慶應義塾大学大学院・政策メディア研究科

Graduate School of Media and Governance, Keio University

³ 慶應義塾大学環境情報学部

Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

a) keisuke@ht.sfc.keio.ac.jp

*1 <https://www.youtube.com>

*2 <https://www.facebook.com>

*3 <https://www.instagram.com>

像において撮影者の体験をどれだけ忠実に再現できたかを示す指標を「臨場感」と定義する。臨場感はパーセンテージで表すことができ、もし体験映像において撮影者と全く同じ体験を再現できたならば、その映像における臨場感は100%である。

人間は何かを体験する際には五感を活用するため、体験の共有では五感における情報の検知および再現が必要である [1]。しかし、従来の体験映像が再現できる要素は視覚および聴覚を用いた体験に限られる。例えばオートバイでのツーリングの体験映像では、撮影者が見た景色や聴いた音は再現されているが、オートバイのエンジンから伝わる振動、風、気温、空気の匂いや味などは再現されていない。即ち、体験映像における臨場感を100%に上げるためには、少なくとも触覚・嗅覚・味覚を用いた体験の再現が必要である。中でも触覚は情報判断に使用される割合が視覚および聴覚に次いで多いとされており、五感情報通信技術に関する調査研究会報告書でも通信・伝達へのニーズが五感の中で視覚と聴覚に次いで高いとされている [2]。そこで本研究では体験映像における臨場感の増幅を目的として、撮影者の触覚的な体験を再現することを目指したデバイスおよびソフトウェアとして Tacvie を提案する。

Tacvie はソフトウェア部およびアクチュエータ部から構成される。前提として、Tacvie では Senbay Camera^{*4} を使用して撮影した映像を用いる。Senbay Camera はスマートフォンに搭載されたカメラを用いて撮影した映像に、スマートフォンで取得できる多様なセンサデータを動画二次元コードとして埋め込み、保存できるアプリケーションである。Senbay Camera の UI 画面を図 1 に示す。まず Tacvie のソフトウェア部では Senbay Studio^{*5} を使用して必要なセンサデータを取り出し、アクチュエータを制御するための数値に変換した後、アクチュエータに値を送信する。Senbay Studio は Senbay Camera で撮影した映像に埋め込まれた動画二次元コードを読み取り、保存されたセンサデータを可視化できるアプリケーションである。Senbay Studio の UI 画面を図 2 に示す。次にアクチュエータ部がユーザの触覚に刺激を与える。本研究では握手をする映像とサイクリングをする映像という 2 つのシーンに合わせて、2 つのアクチュエータを実装した。

また、従来の Senbay Studio は動画二次元コードの解析結果を一覧表示するものであったが、今回の研究では触覚的な体験を再現するために解析結果をアクチュエータに送信する必要がある。そこで Senbay Studio の拡張を行った。今回の拡張では解析結果をユニキャストする機能を実装し、解析結果を視認するだけでなく、多様なアクチュエータの制御に利用できるようにした。

本研究では Tacvie の有効性を評価するため、慶應義塾大



図 1 Senbay Camera の画面



図 2 Senbay Studio の画面

学湘南藤沢キャンパスの学生を対象とした実験を行った。その結果、従来の体験を共有する映像と比較して、Tacvie を使用することで体験映像における臨場感が増幅されることを示す結果が見られた。

2 章では、本研究における関連研究を整理する。3 章では、Tacvie の利用シナリオ・設計・実装について述べる。4 章では、Tacvie の評価実験の内容および結果について述べる。5 章では、評価実験の結果を元に議論を行い、6 章で本研究をまとめる。

2. 関連研究

触覚刺激の有効性を示す様々な研究が行われている。Lovelet は遠隔コミュニケーションにおいて思いやりの気持ちを伝達するデバイスである [3]。ペルチェ素子を用いて触覚刺激を行う仕組みであり、暖かさを伝達することで親しいもの同士が手を握って温め合っているかのような感覚を伝達している。ZZZoo Pillows は不安が原因で睡眠不足に陥っている人に対して安心感の提供により睡眠を誘発する抱き枕型のデバイスである [4]。抱き枕に空気を送り込むことで、まるで呼吸しているかのように感じさせたり、中で温水を循環させることで温もりを感じさせたりすることでユーザに安心感を提供している。以上の研究は触覚刺激が多様な側面において有効であることを示している。

また映像における触覚への刺激の有効性を示す様々な研究が行われている。ThermoVR は VR 映像に温度刺激を

^{*4} <http://www.senbay.info/index.php/senbay-camera/>

^{*5} <http://www.senbay.info/index.php/senbay-studio/>

組み合わせたウェアラブルデバイスである [5]。ヘッドマウントディスプレイに5つの温度刺激装置をマウントし、これらの装置がVR映像に応じた温度刺激を与えるデバイスで、暑い場所の映像と共に熱い温度刺激、寒い場所の映像と共に冷たい温度刺激を与えることで、まるでその場所にいるかのように感じさせることができる。また5つの装置が独立して動作することで、雪山での焚き火のように全体的には寒いが一部分のみ暖かく感じさせることも可能である。また Ambiotherm は温度刺激装置をマウントしたヘッドマウントディスプレイにファンを組み合わせたウェアラブルデバイスである [6]。温度刺激に加えて風による刺激を行うことで、VR映像で見ていた場所に実際にいるかのように感じさせることができる。ThermoVR や Ambiotherm により、触覚への刺激が映像の臨場感を増幅することを明らかにしている。しかし以上の研究ではVR映像を使用しているため、被験者には実際の温度とデバイスが再現する温度を比較する術がない。そのため暖かい場所の映像を見せながら熱い温度刺激を与えれば、温度における厳密な再現をすることなく臨場感が増幅したと思わせてしまう。そこで本研究では実写の映像を使用し、ユーザが実際に体験したことのある感覚を再現する。

さらに映像と握手を組み合わせた研究として、遠隔握手ではビデオ会議において握手を再現することでソーシャルテレプレゼンスの強化を実現した [7]。遠隔握手では握手の感覚を再現する握手用ロボットハンドを開発し、ビデオ会議で話し相手と握手する映像を見ながらロボットハンドを使用することでデバイスとユーザの接触を発生させている。デバイスとユーザとの接触がソーシャルテレプレゼンスを生み出すとしており、本研究における触覚的な体験が臨場感を増幅するという仮説を裏付けている。ただし、ロボットハンドの手は大きさが一定であるため、話し相手によって臨場感の増幅における有効性が変わると考えられる。例えば一般的な成人男性の手の大きさをモデルにした場合、女性・子ども・大柄な格闘家など手の大きさが異なる人とのビデオ会議では握手の再現が困難である。本研究で実現する握手の再現では以上の課題点を改善し、多様な相手との握手の再現を実現する。

3. Tacvie

触覚的な体験を共有することで体験映像の臨場感を増幅することが可能だと考えられる。しかし既存研究ではVR映像を使用しているため厳密な体験の再現を必要としない。VR映像に対して、体験映像では実際の体験から離れた刺激を与えた場合、臨場感の増幅に繋がらない可能性が高い。体験映像における再現を臨場感の増幅に繋げるためには撮影した際の環境に応じて再現する必要がある。1) 触覚を用いた体験の再現に必要なセンサデータを取得すること、2) 取得したセンサデータを再現に適した数値に変換

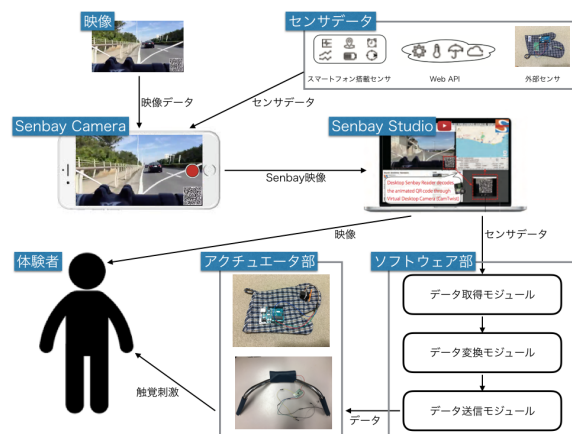


図 3 Tacvie と Senbay のシステム構成図

すること、3) 再現に適したアクチュエーションの3つを達成しなければならない。以上の3つを達成することで、触覚的な体験の再現が可能になり、臨場感が増幅されると考えられる。

そこで本研究では、体験映像における臨場感を増幅するために触覚的な体験を再現するためのデバイスおよびソフトウェアとして Tacvie を提案する。Tacvie はソフトウェア部とアクチュエータ部から構成される。ソフトウェア部ではデータ取得モジュール・データ変換モジュール・データ送信モジュールから構成される。データ取得モジュールでは Senbay Studio を使用してセンサデータを取得する。Senbay Studio は Senbay Camera で撮影した映像に埋め込まれた動画二次元コードからセンサデータを読み取ることができ、読み取り速度においてはリアルタイム性の高さが実証されている [8]。また本研究では Senbay Studio において、読み取ったセンサデータをユニキャストできるように拡張し、Tacvie へ送信できるように実装した。データ変換モジュールでは映像に保存されたセンサデータの最大値や最小値などを参考にしてアクチュエータ部に送信する値を決定し、データ送信モジュールではアクチュエータ部に変換したデータを送信する。またアクチュエータ部ではソフトウェア部から受け取ったデータを用いて触覚的な体験の再現を実現している。Tacvie と Senbay のシステム構成図を図 3 に示す。

本研究では握手アクチュエータと自転車アクチュエータの2つを実装した。またソフトウェア部は Python2 を用いて実装し、アクチュエータ部は Arduino を使用して実装した。

3.1 握手アクチュエータ

握手を再現するためには、握手をした際の触覚的な体験をセンシングし、データ化する必要がある。そこで、まず握手アクチュエータを制御するためのデータを取得する握手センサを実装した。握手センサの外観と内部構造を図 4 に



図 4 握手センサの外観（左）と内部構造（右）

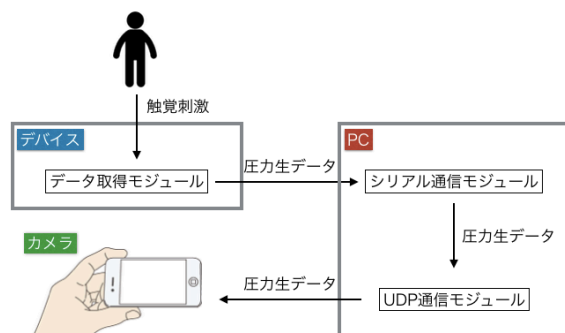


図 5 握手センサのシステム構成図

示し、システム構成図を図 5 に示す。握手センサは握手した際の圧力データを Senbay Camera で保存するデータに組み入れるもので、センサ部とソフトウェア部に分かれる。センサ部ではミトンに貼り付けた圧力センサ (FSR402) を Arduino で制御している。圧力センサの位置は調整を重ねた末、握手した際に圧力が加わりやすい位置に設定した。センシングした圧力データはシリアル通信により Arduino からソフトウェア部に送られる。ソフトウェア部では受信したデータを UDP 通信で Senbay Camera を起動したスマートフォンに送信する。スマートフォンで受信したデータは Senbay Camera で撮影した映像に埋め込まれた動画二次元コードに組み入れられる。

握手アクチュエータは誰かと握手をしたり、手を繋いだりした際の感覚を再現するデバイスである。利用シナリオとしては、まず有名人との握手の再現が考えられる。有名人との握手をセンシングおよび再現することで、ファンはいつでもその有名人と握手する感覚を得ることができる。その他の利用シナリオとしては、母親が子供と手を繋ぐシーンを撮影して離れた場所に住む祖父母に送ることなどが考えられる。孫と離れた場所に住んでいる場合、正月や御盆など限られた期間しか会う機会がない。高齢者にとって孫との関係が幸福度に繋がる [9] ため、手を繋ぐ感覚を通して孫の成長を伝達できれば幸福感を創出できると考えられる。握手アクチュエータの利用例を図 6 に示す。

握手アクチュエータは握手センサで取得した圧力データを用いて触覚的な体験を再現する。握手アクチュエータのシステム構成図を図 7 に示す。まずソフトウェア部では Senbay Studio を使用して握手をする映像に埋め込まれた動画二次元コードを読み取り、取得したデータから圧力



図 6 握手アクチュエータの利用例

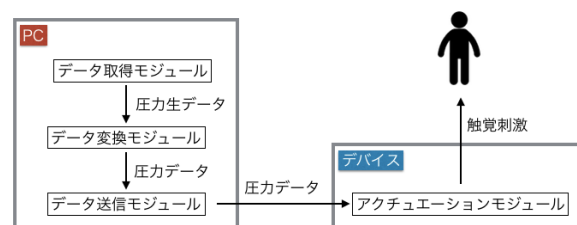


図 7 握手アクチュエータのシステム構成図



図 8 握手アクチュエータの外観（左）と内部構造（右）

データを取り出す。次に保存されているものは生データであるため、モータを制御するための数値に変換する。握手アクチュエータではサーボモータ (GWS サーボ MICRO 2BBMG F) を使用したため、計算後の数値は 0 から 180 までの整数である。数値の変換では握手する映像を 5 回撮影し、データの最大値と最小値が 0 から 180 までの整数に当てはまるように計算した。最後に計算後のデータをシリアル通信でアクチュエータ部に送信する。

アクチュエータ部ではミトンにサーボモータを縫い付けた。縫い付けられたサーボモータが回転することでミトンが絞られ、手に触覚刺激を与える仕組みである。サーボモータの位置は実際の握手と比較して同じ位置に刺激が加わるように調整した。アクチュエータ部ではソフトウェア部から受信したデータを用いてサーボモータを制御する。受信するデータは 0 から 180 までの整数に変換されているため、そのままサーボモータの制御に使用できる。また握手アクチュエータではメカニズムの露出を防ぐため、サーボモータを縫い付けたミトンの上からもう 1 枚ミトンを被せた。握手アクチュエータの外観と内部構造を図 8 に示す。

3.2 自転車アクチュエータ

自転車アクチュエータは自転車に乗っている際の振動を再現するデバイスである。自転車アクチュエータの外観を図 9 に示す。利用シナリオとしては、まずサイクリングの

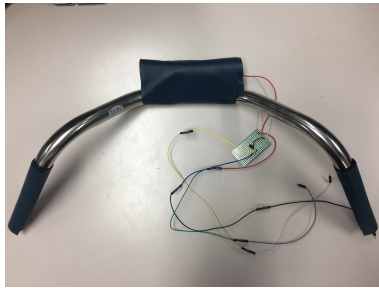


図 9 自転車アクチュエータの外観



図 10 自転車アクチュエータの利用例

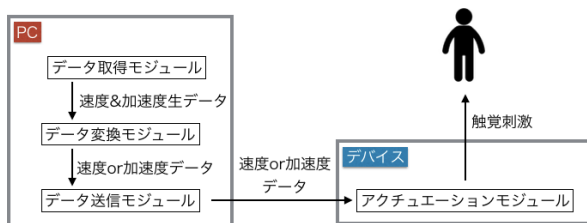


図 11 自転車アクチュエータのシステム構成図

疑似体験が考えられる。高齢者や身体的障害を持つ人は自転車に乗ることが困難な場合も多いが、自転車アクチュエータは自転車に乗れない人に対してサイクリングを体験する機会を与えられる。その他の利用シナリオとしては、普段行けない場所でのサイクリングを体験することが考えられる。例えば、沖縄に住んでいる人が北海道でのサイクリングを体験したり、日本に住んでいる人が欧米でのサイクリングを体験したりできる。また場所だけではなく、異なる季節や時間帯におけるサイクリングも体験可能である。自転車アクチュエータの利用例を図 10 に示す。

自転車アクチュエータのシステム構成図を図 11 に示す。自転車アクチュエータでは Senbay Camera で保存した加速度とスピードのデータを使用する。まずソフトウェア部では Senbay Studio を用いて映像から動画二次元コードを読み取り、加速度とスピードのデータを取り出す。次に取り出したデータをモータを制御するための数値に変換する。自転車アクチュエータでは DC モータを内蔵した振動モータ (uxcell マイクロモータ) を使用したため、計算後のデータは 8 ビットで表すことのできる整数である。数値の変換では、サイクリングの映像における合成加速度の最大値と最小値が 0 から 255 までの整数に当てはまるように計算した。しかし合成加速度は自転車が停車している状態でも撮影者の動きや風によって変化してしまうため、停車しているシーンでもモータが走っているような振動を与え

てしまう。そこでスピードが 0 の場合は合成加速度に関係なく計算結果が 0 になるように実装した。最後に変換したデータをシリアル通信でアクチュエータ部に送信する。

アクチュエータ部では自転車のハンドルに振動モータを取り付けた。ソフトウェア部から受信した合成加速度を用いて振動モータを動作させることで、自転車の振動を再現する仕組みである。ソフトウェア部から受信したデータは 8 ビットで表すことのできる整数に変換されているため、そのまま振動モータの制御に使用可能である。

4. 評価

本章では Tacvie の有効性を評価する実験について述べる。今回の実験では体験映像における臨場感を増幅可能かを評価する。第 3 章で述べたように触覚的な体験の再現により映像の臨場感を増幅するためには、1) 触覚を用いた体験の再現に必要なセンサデータを取得すること、2) 取得したセンサデータを再現に適した数値に変換すること、3) 再現に適したアクチュエーションの 3 つを達成することが要件である。今回の実験では定性的なアンケートを実施し、以上の要件が達成されたかを評価すると共に、体験映像における臨場感を増幅できたかを評価する。またセンサデータの変換およびアクチュエーションについては複合的に再現性を成すため、デバイスの再現性を問うアンケート項目についてはこれら 2 つの複合的な評価軸とする。尚、アンケートは全て 5 段階評価であり、1=感じない、2=どちらかと言えば感じない、3=どちらとも言えない、4=どちらかと言えば感じる、5=感じるとなっている。

また今回の実験は臨場感を増幅を定量的に測るため、以下の仮定の元で行う。

- 体験映像における臨場感には五感それぞれが 20% ずつ影響する
- 視覚的な体験および聴覚的な体験は 20% ずつ達成されている

即ち現在の体験映像における臨場感は 40% であり、本研究により最大で 60% になる。各デバイスのアンケートでは最後に「臨場感が上がったと感じるか」という質問を設定しており、この質問への回答の平均を 0 から 20 の値にマッピングし、現在達成されている 40 を足すことで、各デバイスにより達成された臨場感を算出する。

4.1 握手アクチュエータの評価

4.1.1 実験内容

握手アクチュエータでは握手センサで取得したデータを使用するため、臨場感を増幅するためには握手センサが映像とのタイムラグを発生させることなく圧力データを取得し、映像を撮影するスマートフォンに取得したデータを送信しなければならない。そのため、まず予備実験として映像への圧力データの組み込みに必要な時間を計測した。

手法としては、シリアル通信でデータを受信する直前からUDP通信でスマートフォンに送信した直後までの計測を1分間続けた。

握手アクチュエータの評価実験は慶應義塾大学の学生7名を対象に行った。実験では臨場感の差を感じてもらうためにデバイスを使用せずに映像を見てもらうパターンと、デバイスを装着して映像を見てもらうパターンに分け、さらにデバイスを装着した場合には目隠しをした状態と目隠しを外した状態に分けて合計3パターンを体験してもらった。目隠しをするパターンは握手アクチュエータだけで握手した感覚を再現できるかを評価するために行った。

実験の手順としては、まず体験してもらう映像の順番が評価結果に影響を与えないようにするため、被験者をランダムに2グループに分け、Aグループは先にデバイスを使用せずに映像を見てもらい、Bグループには先にデバイスを装着した状態で映像を見てもらうようにした。尚、どちらのグループにおいてもデバイスを装着した状態の実験では、先に目隠しをした状態、次に目隠しを外した状態という順番で体験してもらった。被験者をグループ分けした後、本研究における体験映像と臨場感の定義を被験者に伝えた。次にそれぞれのグループごとに定められた順番で体験してもらい、最後にアンケートに回答してもらった。実験に使用した映像は目の前の人と握手をする約8秒間の映像であり、Senbay Cameraと握手センサを使用して撮影したものである。握手アクチュエータの実験風景を図12に示す。

4.1.2 実験結果

握手アクチュエータの映像における映像への圧力データの組み込みに必要な時間を計測した。1分間の計測の結果、3626個のサンプルを収集でき、その平均は約17.0msであった。この数値は一般的な30FPSの映像にセンサデータ組み込むのに十分な速度である。

握手アクチュエータの実験結果を表1に示す。表のaからdはグループAに属する被験者、eからgはグループBに属する被験者の回答を示す。データの変換およびアクチュエーションについては、Q1において5名がポジティブな回答を選択していることや平均が4.0であることから握手に近い感覚を伝達できたことがわかる。またQ2では6名、Q3では7名全員がポジティブな回答をしており、触覚的な体験の再現が映像の臨場感を増幅することがわかる。尚、平均については小数第2位を四捨五入した値である。また、本デバイスにより達成された臨場感は58.0となった。

4.2 自転車アクチュエータの評価

4.2.1 実験内容

自転車アクチュエータの評価実験は慶應義塾大学の学生4名を対象に行った。握手アクチュエータの実験と同じく

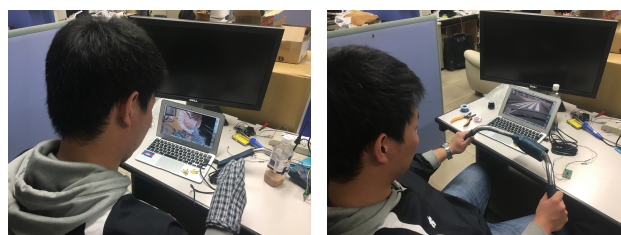


図12 握手アクチュエータ（左）と自転車アクチュエータ（右）の実験風景



図13 自転車アクチュエータの撮影シーン（左）と映像（右）の対比

被験者をランダムに2グループに分け、デバイスを使用せずに映像を見てもらうパターン、デバイスを使用しつつ目隠しをするパターン、映像を見ながらデバイスを使用するパターンの合計3パターンを体験してもらった。目隠しをするパターンでは、自転車が停止することや段差を乗り越えることなどを必要に応じて口頭で伝えて、視覚的な情報が無くても自転車の状態を判断できるようにした。また自転車アクチュエータの実験では、体験が再現されていることを体感してもらうため、被験者自身がSenbay Cameraで撮影した映像を用いて体験してもらった。

実験の手順としては、まず被験者を2グループに分け、本研究における体験映像と臨場感の定義を伝えた。次に各被験者に自転車で1分ほどで回れるコースを走ってもらい体験映像を撮影してもらった。撮影にはiPhone6sを使用し、ハンドルの中心にマウントした。設定したコースには停車ポイント・加速ポイント・段差・カーブを設けた。その後、それぞれのグループごとに定められた順番で体験してもらい、最後にアンケートに回答してもらった。自転車アクチュエータの実験風景を図12に示す。また、体験映像を撮影してもらった際の写真と、撮影した映像の対比を図13に示す。

4.2.2 実験結果

自転車アクチュエータの実験結果を表2に示す。表のaとbはグループAに属する被験者、cとdはグループBに属する被験者の回答を示す。まずセンサデータの取得についてはSenbay Camera単体で取得できるデータのみを使用しており、Senbay Cameraはリアルタイムにセンサデータの取得を可能とすることが実証されているため[8]、今回は評価しない。

データの変換およびアクチュエーションについては、Q1の平均が3.8、Q2が4.8、Q3が4.3であることから、ある程度自転車に乗っている感覚を再現できていることがわかる。しかしスピードを出している感覚については3.8と他

表 1 握手アクチュエータの実験結果

質問内容	a	b	c	d	e	f	g	A 平均	B 平均	平均
Q1. 目隠しをした状態で握手をした感覚があるか	4	5	3	4	2	5	5	4.0	4.0	4.0
Q2. 目隠しを外した状態で握手をした感覚があるか	3	5	4	4	4	5	5	4.0	4.7	4.3
Q3. 臨場感が上がったと感じるか	4	5	4	4	4	5	5	4.3	4.7	4.6

表 2 自転車アクチュエータの実験結果

質問内容	a	b	c	d	A 平均	B 平均	平均
Q1. 目隠しをした状態で、スピードを出している感覚があるか	3	3	5	4	3.0	4.5	3.8
Q2. 目隠しをした状態で、停止した感覚があるか	5	5	5	4	5.0	4.5	4.8
Q3. 目隠しをした状態で、路面の凹凸を感じるか	5	5	5	2	5.0	3.5	4.3
Q4. 目隠しを外した状態で、スピードを出している感覚があるか	3	5	4	2	4.0	3.0	3.5
Q5. 目隠しを外した状態で、停止した感覚があるか	5	5	5	4	5.0	4.5	4.8
Q6. 目隠しを外した状態で、路面の凹凸を感じるか	4	5	5	4	4.5	4.5	4.5
Q7. 臨場感が上がったと感じるか	4	5	5	4	4.5	4.5	4.5

に比べて低かった。また Q4 で目隠しを外してもらった際には 3.5 であり、目隠しをした状態よりもさらに低下した。Q5 は Q2 から変化がなく 4.8 であった。Q6 は Q3 から少し上昇して 4.5 となった。臨場感が上がったと感じるかについては 4.5 であり、握手アクチュエータでの質問から 0.1 低下したものの被験者全員がポジティブな回答をした。尚、平均については小数第 2 位を四捨五入した値である。また、本デバイスにより達成された臨場感 57.5 となった。

5. 議論

今回の実験では、握手アクチュエータでは 58.0、自転車アクチュエータでは 57.5 という臨場感を達成できた。また被験者全員が「臨場感が上がったと感じるか」という質問に対してポジティブな回答を選択した。以上のことから触覚的な体験の再現が体験映像における臨場感の増幅に有効であることがわかった。

しかし、従来の映像に触覚的な体験が加えられたことで、過大に評価した可能性もある。例えば自転車アクチュエータに関して、今回は振動のみを再現したが、風や温度など自転車に乗っている際に触覚を用いて体験する要素は多岐にわたる。被験者が振動以外の要素が実現されていないことについて目を向けていなければ、今回実現した臨場感が過大評価されている可能性が高い。今後はより豊かに触覚的な体験を再現するために、今回再現していない要素についても考慮していかなければならない。

実際、自転車アクチュエータの実験ではスピード感に関する質問ではポジティブな回答が少なかった。以上の結果になった理由は、自転車を運転する際のスピード感と振動における関係性が低いと考えられる。スピード感と関連する要素として風を再現できれば、臨場感がさらに豊かになると考えられる。

6. おわりに

スマートフォンや小型カメラの普及により誰でも手軽に

自分の体験を映像として保存することが可能になった。また動画投稿サービスの拡充により自分の体験を共有することが可能になった。しかし、人間が何かを体験する際には五感を活用するのに対して、従来の映像において共有できるものは視覚的な体験と聴覚的な体験に限られる。そこで本研究では、体験映像における臨場感を増幅するために触覚的な体験を再現するデバイスおよびソフトウェアとして Tacvie を提案する。また Tacvie を実装するにあたり、Senbay Studio においてセンサデータをユニキャストできるように拡張した。今回は握手とサイクリングにおける触覚的な体験を再現し、評価実験と議論を行った。実験の結果、触覚的な体験の再現により体験映像の臨場感が増幅されることが明らかになった。また、今回の実装では再現されなかった触覚的な体験の中には、体験映像の再現性に大きく関わる要素も含まれていることが明らかになった。

参考文献

- [1] 鉄谷信二, 野間春生, 柳田康幸, 杉原敏昭, 内海章, 川戸慎二郎, 萩田紀博. 体験 Web と五感メディア. 高臨場感ディスプレイフォーラム 2002, pp.45-48, 2002.
- [2] 五感情報通信技術に関する調査研究会報告書 - 総務省. http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho-tsusin/policyreports/chousa/gokan/pdf/060922.2.pdf, 2018 年 1 月 21 日.
- [3] 藤田英徳, 西本一志. Lovelet: 離れている親しい人同士のためのぬくもりコミュニケーションメディア. インタラクシオン 2004 論文集 2004(5), pp.221-222, 2004.
- [4] 谷中俊介, 小坂崇之, 服部元史. 抱き枕「ZZZoo Pillows」を用いた安心感の提供. 情報処理学会研究報告, Vol.2013-DCC-4 No.6, pp.1-4, 2013.
- [5] Roshan Lalintha Peiris, Wei Peng, Zikun Chen, Liwei Chan, Kouta Minamizawa. ThermoVR: Exploring Integrated Thermal Haptic Feedback with Head Mounted Displays. CHI2017, pp.5452-5456, 2017.
- [6] Nimesha Ranasinghe, Pravar Jain, Shienny Karwita, David Tolley, Ellen Yi-Luen Do. Ambiotherm: Enhancing Sense of Presence in Virtual Reality by Simulating Real-World Environmental Conditions. CHI2017, pp.1731-1742, 2017.
- [7] 田中 一晶, 和田 侑也, 中西 英之. 遠隔握手: ビデオ会

議と触覚提示デバイスの一体化によるソーシャルテレプレゼンスの強化. 情報処理学会論文誌 Vol.56 No.4, pp.1228-1236, 2015.

- [8] 西山 勇毅, 米澤 拓郎, 中澤 仁, 徳田 英幸. Senbay: 活動促進のためのスマートフォンを利用したセンサデータ統合型動画記録・共有・分析プラットフォーム. 電子情報通信学会 知的環境とセンサネットワーク研究会, vol.115, no.162, ASN2015-29, pp.49-54, 2015.
- [9] 中村辰哉, 浜翔太郎, 後藤正幸. 孫との関係に着目した高齢者の主観的幸福感に関する研究. 武蔵工業大学環境情報学部情報メディアセンタージャーナル (8), pp.75-86, 2007.