

## Tele-cLINK :触覚フィードバックを持った遠隔乾杯システム

石原 大資<sup>†1</sup> 大崎 翔悟<sup>†1</sup> 渡辺 喜彦<sup>†1</sup> 中野 亜希人<sup>†2</sup> 羽田 久一<sup>†1</sup>

概要 : 飲酒を伴うコミュニケーションにおいては乾杯という動作がつきものである。乾杯には酒宴の始めに行う儀礼的な乾杯と、場の盛り上がりや愉快さと喜びの感情が昂った時にお互いのコップをぶつけて行う乾杯がある。乾杯の語源は万歳という喜びを表す言葉であり、乾杯の価値は万歳するときのような喜びの感情の表現や共有にあると考えた。そして、近年行われるような遠隔地間での酒宴においてもコップをぶつける乾杯を行うことで、実際の酒宴と同じように感情の共有が可能になると仮定した。本研究では、遠隔地のコップに対して触覚のフィードバックを与え、コップをぶつける乾杯を疑似体験させるシステム「Tele-cLINK」を実装した。コップに触覚提示機構を内蔵したアタッチメントを装着し、実装したソフトウェアで乾杯の検知を行い、サーバーを介した通信を行い遠隔地間の杯を打ち付けたような乾杯を実現した。実装したシステムで評価実験を行った結果、遠隔乾杯の盛り上がりや愉快さを向上させる効果が確認できた。

## Tele-cLINK : Proposals and Implementation of a Communication System for the Sharing of Toast between Remote Locations

DAISUKE ISHIHARA<sup>†1</sup> SHOGO OSAKI<sup>†1</sup>  
YOSHIHIKO WATANABE<sup>†1</sup> AKITO NAKANO<sup>†2</sup> HISAKAZU HADA<sup>†1</sup>

Abstract: Toasting is a ceremonial manner to express his/her goodwill, honor and sympathy, and to share them among party participants. In Japan, clinking glasses is one of the familiar types of toasting. However, participants over remote environment could not clink their glasses. Therefore, we developed "tele-clink", devices attached to glasses in order to choreograph the tactile feedback at the moment of clinking. In this paper, the implementation and the evaluation of the device will be reported.

### 1. はじめに

近年、Skype や Google ハングアウト等のビデオ通話機能をもつソフトウェアの普及により、遠隔地間での飲酒を伴うコミュニケーション「遠隔飲みニケーション」が行われるようになってきている。

飲酒を伴うコミュニケーションにおいては乾杯という動作がつきものである。宴の開始の合図として主催者の音頭に合わせて「乾杯！」の唱和と共にコップを掲げて酒を口にする。比較的にだけた人間関係の中で行われる酒宴などでは、お互いのコップをぶつけて乾杯する。

また、酒宴の最初に行われる儀礼的な乾杯の他に、会話や場の盛り上がりに応じてコップをぶつける乾杯をする場面がある。コップをぶつける乾杯は合図や儀礼的なものではなく、愉快さや喜びの感情が昂った時に行われ、そのような乾杯を行うことでお互いの感情を共有し、更にその場の雰囲気を盛り上げることがある。

遠隔飲みニケーションにおいても乾杯の動作は行われるが、画面上の相手とはコップをぶつけることが出来ず、コップのぶつかる音や手に伝わる触感がないため現実で行われるような乾杯を再現することはできない。そのため、

遠隔飲みニケーションでは現実で乾杯を行った時のような感情の共有は困難となる。

本研究では、遠隔飲みニケーションにおいてもコップをぶつける乾杯を行うことが出来れば、現実の飲みニケーションのような盛り上がりや愉快さ、喜びの感情を遠隔飲みニケーションにおいても共有できると考え、コップをぶつける乾杯を疑似体験する「遠隔乾杯」を提案し、それを実現するシステム「Tele-cLINK」を実装した。

### 2. 乾杯の価値

「乾杯」は元来、「万歳」であった[1]。明治時代の後期から日本では乾杯の文化が流行したとされているが、当時の掛け声は「乾杯」ではなく、「万歳」であった。万歳は天皇陛下への祝賀として用いられていたが、それだけにとどまらず、個人的な喜びを表すときに「万歳」と言っていた。

それが大正時代になり、「乾杯」へ呼び方は変わったが、基本的な意味合いは喜びを表すことに変わりはない。「乾杯」という言葉が喜びを表す語として、現代でも、様々な書籍の題名や曲の歌詞などにも登場することからそれがわかる。

乾杯は民族文化によってそれぞれ細かい作法に違いはあるが、酒宴の主導者の合図により共に酒を飲むという行

<sup>†1</sup> 東京工科大学  
Tokyo University of Technology

<sup>†2</sup> 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

為で、古来より酒宴での儀礼として存在し、現代社会においてもごく一般的な行為として世界各国の文化に根付いている。乾杯は、面倒で無駄なしきたりが嫌われる現代においては、廃れてしまっても不思議ではない文化と言える。しかし、乾杯の文化は民族文化の壁を越え、時代を超えても力強く根付いている。それだけ「乾杯！」という言葉と杯を突き合わせる動作には魅力があるということである。

### 3. 関連研究

TECHTILEtoolkit[2]は、感覚器官の触覚に注目し、触感を再生・拡張するためのハードウェアである。振動の周波数をマイクで録音し、振動触感アクチュエータで出力することで、高精細な触感の疑似体験を可能にしている。しかし、コップをぶつける乾杯のような瞬間的な強い衝撃を感じる体験の疑似体験の提示には向いていないため、本研究で提案するデバイスは瞬間的な強い衝撃の提示を可能とするデバイスとなる。

触覚提示を伴う遠隔地間のコミュニケーションに関する研究はこれまでも多く行われてきた[3][4][5]。「遠隔地の人や場所をネットワークでつなぎ、臨場感や存在感のあるコミュニケーションを実現する技術のこと」[5]としてテレプレゼンスという言葉が定義されている。テレプレゼンスを強化する手法として、対話者の表情や動作、触れ合う感触を表現・拡張する研究は日々進められてきている。和田らの実験[3]では、対話者のビデオ映像を見ながらロボットアームを握る疑似的な握手を付加することで、映像のみの会話よりも遠隔握手を付加した時の方がテレプレゼンスを強化していることが検証されている。しかし、遠隔握手におけるビデオ通話画面は、相手の分身である相手のデバイスと、相手の身体の映像が両方見えて違和感があるという理由で、動きの少ない肩から上の映像を映すため、握手の映像の遅延や握手のタイミングを考慮する必要がない。遠隔乾杯では、コップを握る手までカメラで映すため、映像の遅延や乾杯のタイミングのズレを考慮したシステムが必要となる。

### 4. Tele-cLINK の提案と実装

本研究で提案する Tele-cLINK は 1 対 1 の遠隔飲みケーションにおける遠隔乾杯を実現することができる。システムの構成を図 1 に示す。

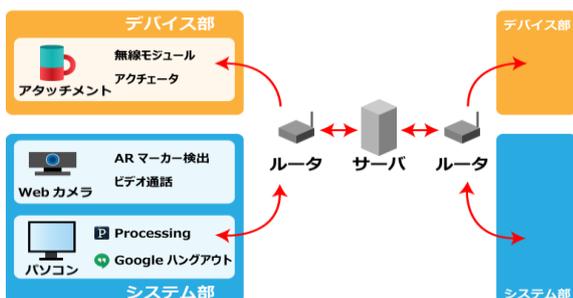


図 1 システム構成図

Tele-cLINK は遠隔乾杯の触覚提示を行う「デバイス部」と乾杯を検出する「システム部」と「サーバー」から構成される。

Tele-cLINK を使用する際に必要な物はビデオ通話、システム部を動作させるためのパソコンと Web カメラである。

デバイス部は、コップに取り付けるアタッチメントになっており、コップの持ち手となる部分に内蔵されているアクチュエータを動作させることで触覚提示を行う。また無線通信機能を備えており触覚提示を行う信号を無線経由で受信することができる。システム部は、カメラでコップについている AR マーカーを検出し、コップの動きから乾杯動作を検出する。乾杯動作を検出した場合はサーバーを介して相手と通信を行いデバイス部に触覚提示を行う信号を送信する。

サーバーはデバイス部とシステム部が行う通信の仲介をする。サーバーには Raspberry Pi を使用し、MQTT 通信のサーバーとして動作している。

#### 4.1 デバイス部の実装

デバイス部の外装はカップ状のアタッチメントで、使用するコップを被せて使用し、デバイス部の部品はこのカップの中に組み込んでいる。カップの側面には持ち手を装着し、この持ち手から触覚提示を行う。図 2 にデバイス部の外観を図示する。

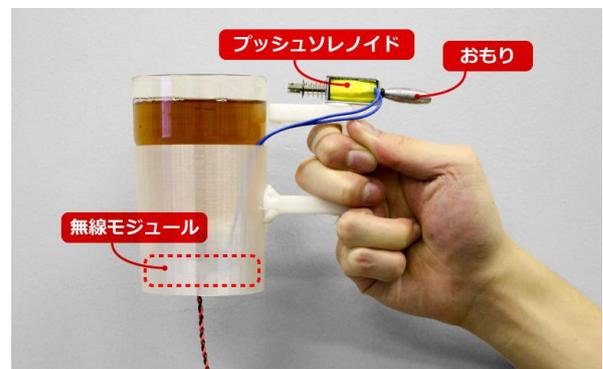


図 2 デバイス部の外観

今回のプロトタイプでは、使用するコップに合わせた大きさのカップとハンドルをモデリングし、3D プリンタで出力した。

デバイス部の構成図は図 3 に示す。システム部と通信を行う無線モジュールには、Wi-Fi 通信や Arduino IDE による開発が可能な ESP-WROOM-02 を使用した。ESP-WROOM-02 はサーバーと通信を行い、サーバーから信号を受信することで触覚提示を行うプッシュソレノイドを動作させる。無線モジュールの電源供給にはリチウムイオン電池を使用している。

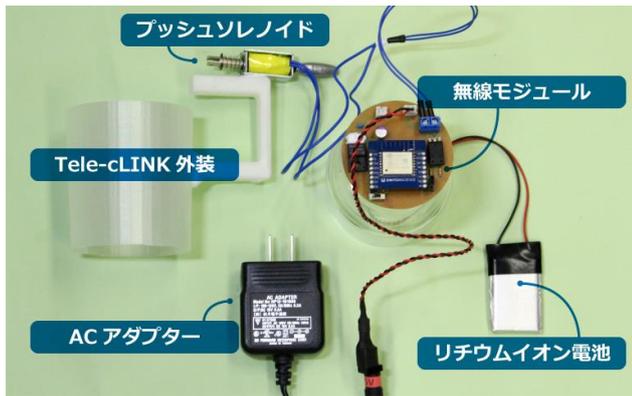


図 3 デバイス部の構成図

#### 4.2 触覚提示

Tele-cLINK の触覚提示には、コップ同士をぶつけた時の瞬間的な衝撃と手応えを表現しなければならない。しかし、デバイス部やコップ、コップの中の飲料がアクチュエータによる衝撃を吸収してしまうため、十分な手応えを発生させるためには衝撃伝達の効率化と共に、適当な出力のアクチュエータと電源の確保が課題となる。

Tele-cLINK デバイス部のハンドルにプッシュソレノイドを利用者に向かって駆動するように装着し、プッシュソレノイドの先端が伸びきった時の慣性力を利用することで、持ち手を通して利用者の手に触感を伝える。その時ソレノイドをコップにぶつけないように空打ちさせることで、コップ全体に衝撃吸収されないよう衝撃を持ち手に伝える。

ソレノイドの先端には運動エネルギーを高めるために 10g の重りを接着し、電源は 15V の AC アダプタを使用する。

#### 4.3 乾杯の検知

乾杯の検知では、誤動作を少なくする必要がある。人間の体の検知や、コップの加速度を測ることは確実性に欠け、誤動作が多くなる。そこで、AR マーカーコップの検知をした。AR マーカー四隅の位置を取得し、コップの高さで乾杯の判定を行った。一定以上の高さにコップが移動したら乾杯の通信を行う方法を採用した。

#### 4.4 通信

通信は MQTT 通信を使用した。M2M や IoT に適しており、相互通信をするときの遅延をできる限り少なくしている。遅延を少なくすることで乾杯の同時性の維持を目的としている。

MQTT 通信を仲介する MQTT サーバーとして Raspberry Pi を使用した。図 4 に通信の概要を図示する。システム部は後述する手法で乾杯を検知した場合、①②相手のシステム部がサブスクライブしているトピックに対してメッセージをパブリッシュする。③④双方のシステム部が同時にメッセージをサブスクライブした場合、⑤触覚フィードバックをするようデバイス部に MQTT メッセージをパブリッシュする。⑥MQTT メッセージをサブスクライブしたデバイス部はアクチュエータを動作させ、触覚提示を行う。

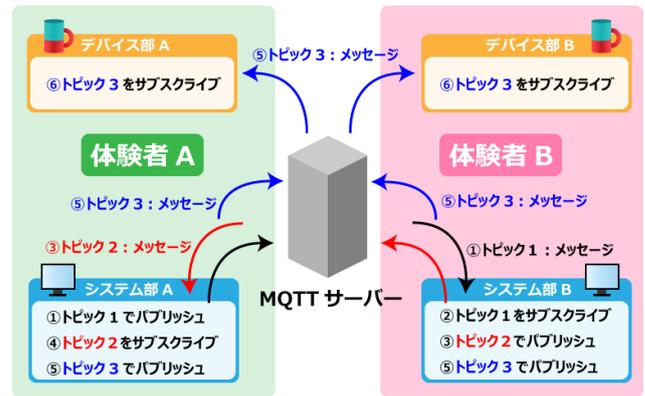


図 4 通信概要図

#### 4.5 ビデオ通話

ビデオ通話には Google ハングアウトを使用した。ビデオ通話での映像の遅延によって、相手との乾杯の同時性が失われ、乾杯した感覚を失うと考えた。そこで、コンピューターでカウントダウンを「3, 2, 1, 乾杯！」と行い、同時に乾杯する方法を採用した。また、ビデオ通話画面と、触覚フィードバックとの差を知覚させないため、乾杯の瞬間に映像を数秒間ビールの画像と「乾杯！！」という文字に切り替え、相手の映像を見えなくする方法を採用した。

### 5. 実験

本研究では、遠隔乾杯が遠隔飲みニケーションにおける盛り上がりと感情の共有に対しての影響を検証した。

また、乾杯の同時性を保つための、カウントダウン式遠隔乾杯と乾杯の瞬間に映像を数秒間切り替える方法の有効性を検証した。

比較するために行った方法は以下の通りである。

1. 同時乾杯方式：お互いのコップを認識した時に乾杯のフィードバックを提示する
2. カウントダウン式乾杯エフェクト無：お互いの AR マーカーを認識した時に、画面に「3, 2, 1, 乾杯！」と表示し、乾杯のタイミングを合わせる
3. カウントダウン式乾杯エフェクト有：カウントダウン方式の乾杯のタイミングで、対話者の画面から乾杯のエフェクト画像に画面遷移し、対話者との動きがずれた映像を見せないようにする。

実験は、1 対 1 の遠隔飲みニケーションを想定した場面で、被験者はパソコンの前でコップを持ってもらい、ビデオ通話の相手と乾杯をしてもらった。



図 5 実験風景

## 5.1 被験者と実験環境

21歳から23歳までの13人の被験者（男性8人、女性5人）を対象に実験を行った。被験者と実験者は別の部屋で実験を行った。

被験者は21.5インチ(1,920×1,080ピクセル)のディスプレイのパソコンを使用して実験者とビデオ通話を行った。

## 5.2 評価手法

実装したシステムに対する評価をアンケートで調査した。実際に相手と乾杯したと感じたか、遠隔乾杯を通して盛り上がりや愉快さを感じたか、提案した3つの乾杯方法に対する印象の5段階評価を行った。

## 5.3 実験結果

表1 アンケート結果

	非常に良い	良い	どちらともいえない	あまり良くない	良くない
実際に相手と乾杯した感じがしたか	1	8	2	2	0
遠隔乾杯を通して盛り上がりや愉快さを感じたか	6	6	1	0	0
「カウントダウン方式+画面による演出」による乾杯の評価	0	6	4	3	0
「カウントダウン方式のみ」による乾杯の評価	0	7	3	3	0
「カウントダウンなし」による乾杯による評価	2	4	1	5	1

アンケート結果は表に示す。設問「実際に相手と乾杯した感じがしたか」への解答は、「良い」8人が一番多く、今回実装したデバイスによる遠隔乾杯の提示は有効であることが分かった。

「遠隔乾杯を通して盛り上がりや愉快さを感じたか」への解答は、「非常に良い」「良い」が12人とポジティブな回答が多く、遠隔乾杯が遠隔飲みニケーションの盛り上がりや愉快さの向上に効果があることが分かった。「カウントダウン方式+画面による演出」、「カウントダウン方式のみ」に対する評価の差はなく「良い」という意見が多数であり、乾杯の同時性を保つことにカウントダウン方式は有効であったが、自由記入欄で「カウントダウンがないよりはある方がタイミングが合わせやすいですが、画面で強制するような演出は今ひとつ印象を受けました。」という意見もあり乾杯エフェクトの演出方法は考慮する必要がある。「カウントダウンなし」に対する評価は他のアンケートに比べ分散し、「良い」4人、「悪い」5人と意見が分かれた。

## 6. まとめ

本研究では、遠隔地のコップに対して触覚のフィードバックを与え、コップをぶつける乾杯を疑似体験させるシステム「Tele-cLINK」を実装した。コップに触覚提示機構を内蔵したアタッチメントを装着し、実装したソフトウェアで乾杯の検知を行い、サーバーを介した通信を行い遠隔地

間の杯を打ち付けたような乾杯を実現した。実装したシステムで評価実験を行った結果、遠隔乾杯が盛り上がりや愉快さの向上に効果があることが確認できた、また、その時の乾杯の同時性を保つために、画面でカウントダウンをすることで遠隔乾杯のずれによって生じる違和感を軽減することが出来た。

今後は、今回の研究で行った乾杯の同時性を保つための方式以外のやり方を試験することや、複数人での遠隔乾杯を行った時の影響について実験していきたい。

## 参考文献

- 1) 神崎宣武, 今関敏子, 安藤優一郎, 山本志乃, 野林厚志, クリスチャン・ダニエルス, 林史樹, 池谷和信: 乾杯の文化史, ドメス出版, 287pp, 2007.
- 2) Kouta Minamizawa, Yasuaki Kakehi, Masashi Nakatani, Soichiro Mihara, and Susumu Tachi. 2012. TECHTILE toolkit: a prototyping tool for designing haptic media. In ACM SIGGRAPH 2012 Emerging Technologies (SIGGRAPH '12). ACM, New York, NY, USA, Article 22, 1 pages.
- 3) 和田侑也, 田中一品, 中西英之: ビデオ会議に身体接触を付加した遠隔握手によるソーシャルテレプレゼンスの強化, 情報処理学会インタラクション2014, pp. 25-32, 2014.
- 4) 田中一品, 加藤慶, 中西英之, 石黒浩: 人の移動の表現方法: ズームカメラと移動ディスプレイによる社会的テレプレゼンスの向上, 情報処理学会論文誌 Vol.53, No.4, pp. 1393-1400, 2012.
- 5) 三澤加奈, 石黒祥生, 暦本純一, LiveMask: 立体顔形状ディスプレイを用いたテレプレゼンスシステムにおけるコミュニケーションの評価, インタラクション2012, pp. 41-48, 2012.
- 6) 尾上聡, 山本健太, 田中一品, 中西英之: 身体動作の提示による遠隔対話の円滑化, インタラクション2012, pp. 57-64 2012.
- 7) 柳田康幸, 館嶂: VRとロボティクス: アールキューブ構想, パイオメカニズム学会誌 vol. 25, No.2, pp. 62-65, 2001.
- 8) 財津義貴, 中川高志誉, 稲見昌彦, 川上直樹雪, 柳田康幸雪, 前田太郎, 館嶂: テレイグジスタンスの研究(第32報): 頭部運動に高速追従するトルソ型撮像ロボットの開発, 映像情報メディア学会技術報告 vol. 25, No. 38, pp. 51-54, 20