

参加者の同期的なジェスチャーを支援するビデオ会議システム

小山環¹ 塩澤秀和^{†1}

概要: オンラインのビデオ通話では、対面による話し合いに比べて非言語コミュニケーションが大幅に減少する。これによって、特に日頃対面による面識が少ない相手同士の場合、コミュニケーションの質の低下やそれによるストレスの増加といった問題が起きることが指摘されている。この問題に対して、我々は、オンラインビデオ会議においてシステムの支援によって非言語コミュニケーションの増加を促すことが良い効果をもたらすのではないかと考え、複数の参加者が動作のタイミングを合わせるような同期的なジェスチャーを視覚的に支援するシステムを開発した。具体的なジェスチャーとしてハイタッチとキャッチボールを実装し、ユーザのアンケートによって評価した。本システムは、アイスブレイクやカジュアルな会議などで用いると特に有効であると考えられる。

Video Conferencing System Supporting Participants' Synchronized Gestures

KAN OYAMA^{†1} HIDEKAZU SHIOZAWA^{†2}

1. はじめに

近年、ビデオ通話およびビデオ会議の需要が高まり、様々な場面で利用されている。例えば、企業の内定者研修では遠方に住む学生に対してビデオ会議を利用することで、参加者の移動の負担をなくすケースが見受けられる。その際、顔合わせや交流を目的としてグループワークが行われることがあるが、課題達成時に喜びを分かち合う方法が画面前での拍手やアプリ内でのリアクションなどしかない。

そのため対面のときのような一体感や、ハイタッチや抱擁、握手などの身体的コミュニケーションを行うことができないという問題がある。ビデオ通話はこのように、非言語コミュニケーションが対面と比べて減少してしまうため、ストレスが増加しやすいことが報告されている[1]。

また、身体的コミュニケーションは多くのマルチプレイゲームで実装されており、感情を共有する時やゲーム内でのコミュニケーションの一つとして利用されている[2][3]。一緒に遊んでいるという一体感を得られるジェスチャー機能は、ゲームを楽しむための一要因とも言える。

そこで本研究では、複数の参加者同期的なジェスチャーによる身体的コミュニケーションをビデオ会議の最中に行えるシステムを開発し、評価を行う。

2. 関連研究

離れていてもハイタッチの物理的な感覚が伝わる研究として、NTTが開発しているリモートハイタッチがある[4]。

これは、ビデオ通話の映像を映すディスプレイに透明なボードが取り付けられており、一方がボードに向かってハイタッチをすると、通話している相手のボードも振動し、ハイタッチの感触を伝えることができる。

また、ビデオ会議システム上で同じ場所にいるような環境を実現するものとして、森川[5]、倉本ら[6]、Grønbaekら[7]の研究が挙げられる。森川の研究は通話の参加者の映像を同一の場面に合成し、それをプロジェクタでそれぞれの参加者の前に映し出す仕組みである。倉本らの研究は、鏡のように自分自身が映る映像に教師の映像を重ね合わせ、姿勢の違いを留意に確認できる方法である。また Grønbaekの研究では、相手のカメラ映像を半透明にし、地図の画像に重ね合わせる。これにより通話の相手がジェスチャーで指差しをすると、地図に直接指差しをすることができる。

また、カメラ映像からジェスチャーを認識し、意思表示を行う開発事例に Hunter[8]、Chidambaram[9]らの技術がある。カメラに特定のハンドサインを映すと、ハンドサインに合った文字が映像上に表示される。これにより声を出さずにリアクションが取れるため、大人数のビデオ会議でも意思表示が簡単に行えるようになっている。

3. 本研究の提案

本研究では、オンラインビデオ会議においてシステムの支援によって非言語コミュニケーションの増加を促すことが良い効果をもたらすのではないかと考え、複数の参加者が動作のタイミングを合わせるような同期的なジェスチャーを視覚的に支援するシステムを提案する[10][11]。

会議参加者が行うジェスチャーとして有効なものを検討し、本研究ではハイタッチとキャッチボールを採用した。

¹ 玉川大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tamagawa University
² 玉川大学工学部
College of Engineering, Tamagawa University

ハイタッチはビデオに映しやすい手と腕を使った動作であると同時に、グループワークなどの共同作業が成功したときにも使えるため、汎用性が高いと考えられる。キャッチボールは、参加者全員にボールを巡らせることで、あまり会話に参加しない人でもボールを持った際に発言する機会が与えられ、コミュニケーションの活発化が期待できる。

3.1 ハイタッチ

ハイタッチを対面で行う際は、人間はお互いに相手の手がどこに来るかを目視で予測し、自分の手を予測した目標位置に向けて動かしていると考えられる。ビデオ会議では相手の映像に映る手の位置が、自分のパソコンのカメラでどこに位置するかが分かりにくい。そのため、システムはハイタッチを支援する際、どの位置でハイタッチ判定が起こるのかをユーザに提示する必要がある。ユーザが表示された目標位置に手を合わせると、音やパーティクルなどのエフェクトを発生し、ハイタッチ判定とする。本研究ではハイタッチ判定の方法を3種類提案し、比較評価する。

3.1.1 自由な手の位置でのハイタッチ

自由な手の位置とは、対面でハイタッチをするときと同様に、相手の手を目標位置とする方法である。ハイタッチをする相手の手の位置を、図1のように自分の映像上に枠として同期して表示することで、目標位置を表現する。

3.1.2 固定の手の位置でのハイタッチ

固定の位置とは、ユーザ自身が映る映像の上部にハイタッチをするための場所としてハイタッチゾーンを提示し、そこをハイタッチの目標位置とする方法である(図2)。これにより手の位置の同期にタイムラグがあったとしても、ユーザは目標位置に手を動かせるという効果が期待できる。

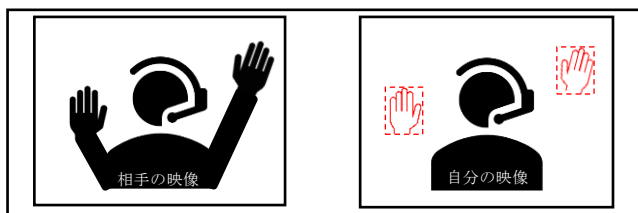


図1 自由な位置でのハイタッチのイメージ

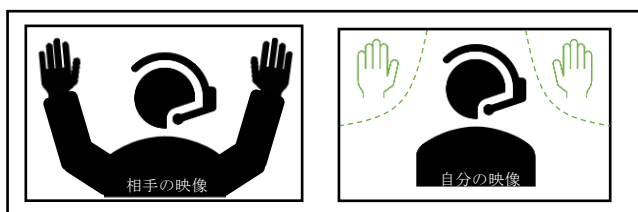


図2 固定の位置でのハイタッチのイメージ

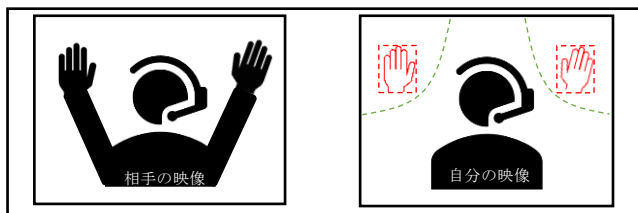


図3 ハイブリッドのハイタッチのイメージ

3.1.3 ハイブリッドのハイタッチ

ハイブリッドのハイタッチとは、自由な手の位置と固定の手の位置の折衷案として提案する方法である。図3のように、相手の手の位置がハイタッチゾーン内にあるときのみ、手の位置が表示されるようにする。

3.2 キャッチボール

キャッチボールでは、画面上のバーチャルなボールを持っている人が、頭上に手を動かすとボールが他の参加者に投げられていくアニメーションを実装する(図4)。キャッチボールを行うには、参加者同士が適切に距離を空けて位置を取る必要がある。そのため、ビデオ会議の画面で各参加者が自分の映像の位置を自由に移動できる必要がある。

また本研究では、ボールを投げる相手の選択方法やボールの飛び方、ボールをキャッチする判定、ボールの見た目に関してそれぞれ複数提案し、比較評価する。

3.2.1 ユーザの選択方法

本研究ではユーザを選択する方法として、ボールを投げる相手の選択方法にランダム選択方式と指さし選択方式を提案する。

ランダム選択方式とは、まだボールが回ってきていない参加者をシステムがランダムに選択する方法である。この方式は全員に公平に発言させる効果が期待できる。

指さし選択方式とは、ボールを持っている参加者が投げる相手を選択できる方法である。図5のように指からレーザーポインタを放射し、ボールを投げたい相手にポイントを当てることで選択する。

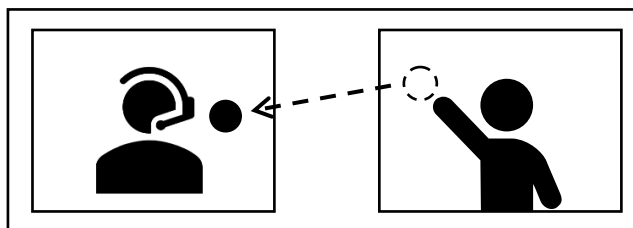


図4 キャッチボールのイメージ

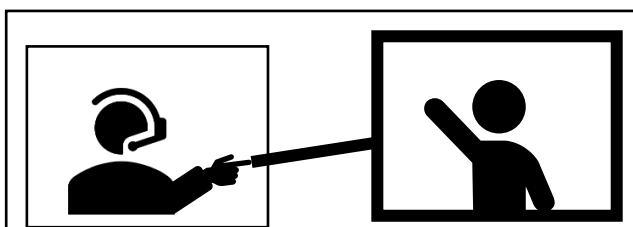


図5 指さし選択のイメージ

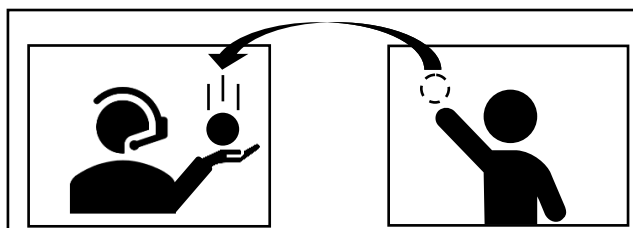


図6 手動キャッチのイメージ

3.2.2 ボールの飛び方

本研究ではボールが飛んでいく軌道として、直線と曲線の2種類を提案する。ボールを投げた手からボールを受け取る相手の映像まで、直線の飛び方では一直線で飛んでいき、曲線の飛び方では山なりに飛んでいく方法をとる。

3.2.3 ボールのキャッチ判定

本研究ではボールが相手に届いた際のキャッチ判定として、自動キャッチと手動キャッチの2種類を提案する。

自動キャッチはボールが相手の映像に届いた時点でキャッチ判定とし、特別な操作は必要としない。

手動キャッチモードでは図6のようにボールが相手に届いた際に、映像上部からボールが落ちてくる。そこで参加者はボールを落とさないように手を映すことでキャッチ判定となり、キャッチボールが継続される。

参加者に緊張感を与えることで、コミュニケーションの増加が期待できる。

4. システムの実装

本研究で開発したシステムの全体像を図7に示す。ビデオ通話システムを構築するためにレンタルサーバを利用し、nginxでサーバを構築した。ビデオ通話システムには、SDKとAPIが公開されているNTTコミュニケーションズのサービスであるSkyWay[12]を利用した。

ハイタッチを実現するためには、映像内の手の位置を検出する必要がある。そこで本研究ではGoogle MediaPipe Hands[13]を使用した。MediaPipe Handsはオープンソースの機械学習ソリューションフレームワークであり、画像をMediaPipeに送信すると画像内の手の位置を送り返すサービスが提供されている。これはネットワーク環境があれば簡単に利用できるため、事前準備なしに正確な手の位置と形をリアルタイムに検出できる。そして、検出した手の位置座標をビデオ会議の参加者に転送することで、手の位置の同期を実現している。

ビデオ映像の表示やハイタッチの目標位置となる枠、キャッチボールに使うボールなどはp5.jsで実装して表示した。また本研究ではハイタッチもキャッチボールも複数の種類があるため、それぞれ異なった実装をしている。

4.1 ハイタッチの実装

4.1.1 自由な手の位置でのハイタッチ

自由な手の位置では、相手の手の位置を目標位置とするため、それを赤枠として表示する。これに対し、自分の映像に映る手の位置を緑枠として表示し、赤枠に緑枠が重なるように手を動かすとハイタッチ成功の判定となり、エフェクトが表示されるよう実装した(図8)。

4.1.2 固定の手の位置でのハイタッチ

固定の手の位置では、映像上部のハイタッチゾーンをハイタッチの判定領域としている。図9のように、ユーザが映像の右上と左上に設けられたハイタッチゾーンに手を映

すとハイタッチと判定され、黄色いパーティクルが表示される。同様に、相手の手がハイタッチゾーンに入っていると赤いパーティクルが表示される。

4.1.3 ハイブリッドのハイタッチ

ハイブリッドのハイタッチ判定は、自由な位置と固定の位置の折衷案をとる。ハイタッチゾーンに手が映っているときのみ赤枠と緑枠を表示し、その上で赤枠と緑枠と重な

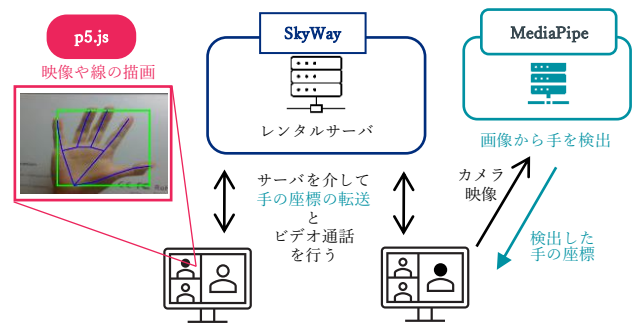


図7 システムの全体図

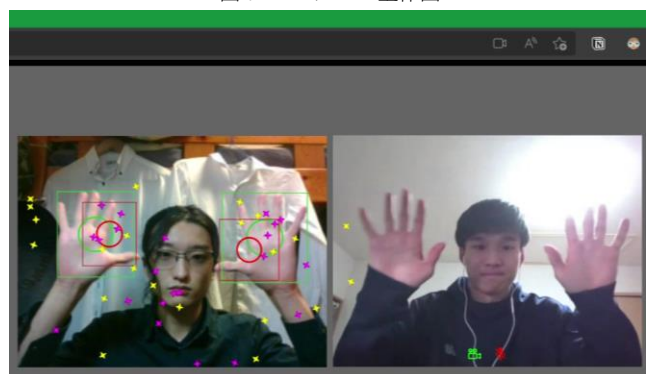


図8 自由な手の位置でのハイタッチの動作

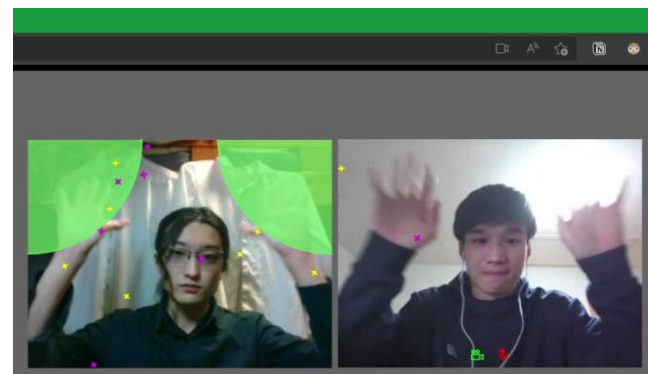


図9 固定の手の位置でのハイタッチ

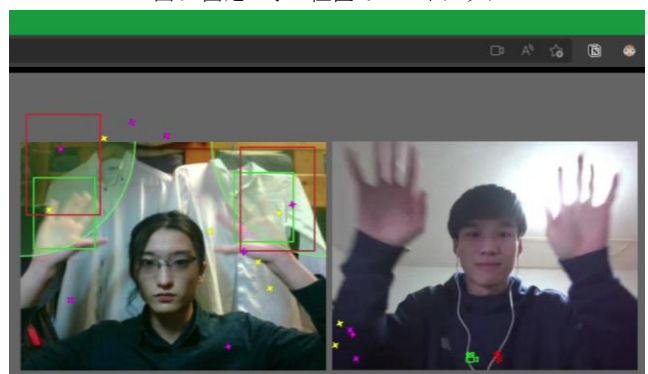


図10 ハイブリッドのハイタッチ

ればエフェクトを表示する実装とした（図 10）。

またエフェクトの演出方法を検討するために、手が赤枠に近いほど多くのパーティクルが放出されるモードも実装した。ただし、このモードは赤枠が表示されない固定の手の位置では動作しないものとする。

4.2 キャッチボールの実装

キャッチボール機能はキャッチボールボタンを押すと開始され、ボタンを押した参加者を始めのボールの保持者とする。ボール保持者は図 11 のように、映像上部の破線まで手を上げると緑の太枠で強調された参加者にボールを投げることができる。

4.2.1 ユーザの選択方法

ユーザの選択方法にランダム選択方式と指さし選択方式を実装している。

ランダム選択方式は、まだボールが回っていない参加者の中からランダムに選択するため、全員に 1 回ずつボールを回すことができる。

指さし選択方式は、図 12 のように検出された人差し指からレーザーポインタを放射し、ポインタが当たった参加者を選択対象とする。本研究では人差し指の第二関節を 45 度以上曲げると、指さし選択モードを解除してボールを投げることができる。よってボール保持者は人差し指で相手を選び、手を握りこぶしにしてボールを投げる操作となる。

4.2.2 ボールの飛び方

本研究はボールが移動するアニメーションとして直線を座標間の線形補間、曲線を 2 次のベジェ曲線を実装した。またタイムラグを考慮し、ボールを投げてから届くまでに十分な時間を持たせるため、どちらのアニメーションも 3 秒で到達するようにしている。

4.2.3 ボールの手動キャッチ

手動キャッチモードでは、キャッチボール相手の上部にボールが飛んでいく。ボールは映像上部に到達後に落下するため、参加者は図 13 のように手で受け止める必要がある。

またボールのキャッチを失敗した場合は、表 1 のようにボールの見た目に対応した文字や画像が表示され、フェードアウトする演出が表示される。

5. 評価実験

5.1 ハイタッチ機能の評価実験

開発したシステムの評価を行うために、21 歳～23 歳の男女 13 人（男性 9 人、女性 4 人）を対象に評価実験を行った。課題として 2 人 1 組でなぞなぞに取り組んでもらい、達成したときにハイタッチをしてもらった。なぞなぞの問題は「なぞなぞ学園」[15]のものを利用した。

また、本研究で開発したサイト（以下：本サイト）でも音声通話は可能であるが、実験中にシステムの不具合が起こった場合に備えて、音声通話には Zoom を利用した。比較対象は、ハイタッチの振りだけ、自由な位置でのハイタ

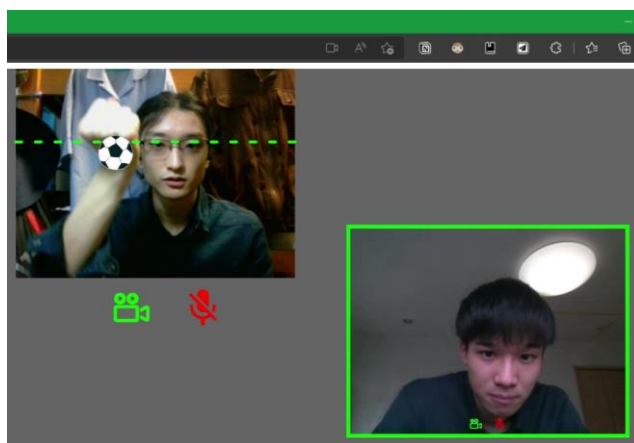


図 11 ボール保持者（左上）と選択された参加者（右下）

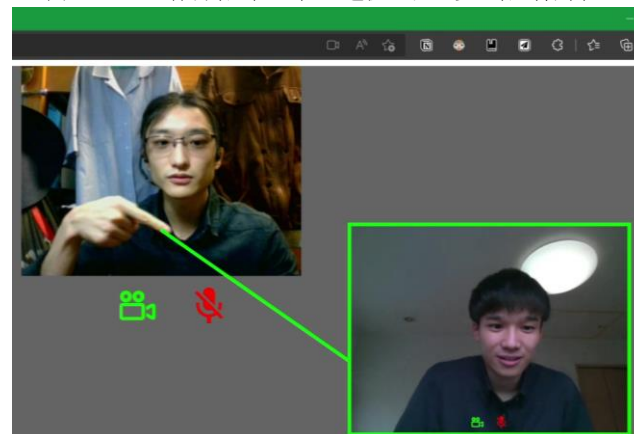


図 12 指さしによる相手の選択

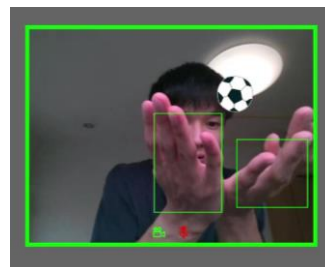


図 13 落ちるボールを受け止める様子

表 1 キャッチ失敗時の演出

ボール			
失敗時			

イラスト画像：いらすとや[14]

ッチ、固定の位置でのハイタッチ、ハイブリッドのハイタッチの 4 種類と、エフェクトの量が変化するモードにおける自由な位置でのハイタッチとハイブリッドのハイタッチの 2 種類を加え、合計 6 種類とした。

5.1.1 実験の手順

- ① Zoom で通話を開始し、全体の流れを説明する。
- ② 本サイトを開き、サイト内でビデオ通話を開始する。
- ③ 6 種類のハイタッチの動きをレクチャーする。
- ④ Zoom の画面共有と本サイトが見えるように配置する。

- ⑤ Zoom の画面共有でなぞなどを表示し、協力して解く。
- ⑥ ギブアップや不正解の場合は次の問題に進み、正解した場合はハイタッチを行う。
- ⑦ 6 種類のハイタッチを終えるまで⑤,⑥を繰り返す。
- ⑧ 全てのハイタッチを終えたらアンケートを回答する。

5.1.2 ハイタッチ機能の評価アンケート

参加者には、全種類の機能を体験した後、表 2 のアンケートに回答してもらった。アンケートの項目は、基本的に 5 段階（リッカート尺度）で評価をしてもらった。さらに、より詳しい意見を聞くために、自由記述欄も設けた。

5.2 キャッチボール機能の評価実験

開発したキャッチボールシステムの評価を行うために、21 歳～24 歳の男女 12 人（男性 5 人、女性 7 人）を対象に評価実験を行った。実験は著者を含めた 3 人を 1 グループとした 6 グループで行った。実験内容は参加者同士で質問をしてもらい、質問を投げかけるときに機能を使用してもらう形をとった。

5.2.1 実験の手順

- ① Zoom で通話を開始し、全体の流れを説明する。

表 2 ハイタッチ機能の評価アンケートの項目

Q1	ハイタッチ機能の使う際に、「戸惑ったこと」や「わからないこと」などはありましたか
Q2	ハイタッチ機能における手の合わせやすさはどうでしたか（1 非常に合わせにくかった～5 非常に合わせやすい）
Q3	Q2 の理由がありましたら教えてください（自由記述）
Q4	ビデオ通話に適しているという観点でハイタッチの得点を教えてください（1 点～5 点）
Q5	Q4 の理由があれば教えてください（自由記述）
Q6	エフェクトが出るタイミングはどう思いましたか（1 非常に遅い～5 非常に早い）
Q7	エフェクトの量が変化する機能に関して、どう思いますか（1 ない方がいい～5 是非ほしい）
Q8	Q7 の回答に理由があれば教えてください（自由記述）
Q9	より対面に近いという観点でハイタッチの得点を教えてください（1 点～5 点）
Q10	Q9 の得点の理由があれば教えてください（自由記述）
Q11	体験に参加する前のリラックス度合いについてお伺いしたいです（1 非常に緊張していた～5 非常にリラックスしていた）
Q12	お話できる範囲で Q11 の理由を知りたいです（自由記述）
Q13	機能ありなしどちらでも、ハイタッチをしてみて楽しかったですか（1 全然楽しくない～5 非常に楽しい）
Q14	機能ありとなしで楽しかったのはどちらですか（機能なし / 機能を使ったハイタッチ）
Q15	Q14 の理由を伺いたいです
Q16	楽しかったという観点でハイタッチの得点を教えてください（1 点～5 点）
Q17	Q16 の理由があれば教えてください
Q18	その他各機能についてご意見あればご記入ください

- ② 本サイトにアクセスし、ビデオ通話を開始する。
- ③ 機能の各オプションを体験し、操作を確認する。
- ④ 各自の判断で設定した機能を使い、あるいは機能を使わず他の参加者に質問を行う。
- ⑤ 質問を回答し、その回答に対して軽く会話をした後、別の参加者にまた質問を投げかける。
- ⑥ 1 時間程度④,⑤を続けたらアンケートを回答する。

5.2.2 キャッチボール機能の評価アンケート

参加者にはすべてのオプションを体験した後、アンケートに回答してもらった。アンケートの項目は 5 段階で機能の評価をしてもらい、より詳しい意見を聞くために任意回答の自由記述欄も設けた。本稿では自由記述欄の項目を省略して表 3 に示す。

表 3 キャッチボール機能の評価アンケート項目

Q1	キャッチボール機能を使う際に、「戸惑ったこと」や「わからないこと」などはありましたか
Q2	それぞれの状況（機能あり/機能なし）において、会話の中で発話衝突はどれくらいありましたか
Q3	あなたは主体的に話す方ですか
Q4	それぞれの状況（機能あり/機能なし）において、主体的に話すきっかけは、どれくらいありましたか
Q5	それぞれの状況（機能あり/機能なし）において、参加者全員が発言する機会はどれくらいありましたか
Q6	キャッチボール機能は、カジュアルな会議/アイスブレイク/雑談をビデオ通話で行う時にどれくらい役立ちそうですか
Q7	投げる相手の指定方法（ランダム/指さし）について、カジュアルな会議でどれくらい役立ちそうですか
Q8	投げる相手の指定方法（ランダム/指さし）について、アイスブレイクでどれくらい役立ちそうですか
Q9	投げる相手の指定方法（ランダム/指さし）について、雑談でどれくらい役立ちそうですか
Q10	ボールの種類（サッカーボール/くまのぬいぐるみ/爆弾）において、コミュニケーションはどう変化しましたか
Q11	ビデオ通話に適しているという観点で、ボールの飛び方（直線/曲線）に点数をつけてください
Q12	ボールの飛び方（直線/曲線）において、違和感の度合いはどれくらいでしたか
Q13	手動キャッチモードにおいて、コミュニケーションはどう変化しましたか
Q14	体験が始まる前、リラックス度合いを教えてください
Q15	体験の序盤、それぞれの状況（機能あり/機能なし）での会話のリラックス度合いを教えてください
Q16	それぞれの状況（機能あり/機能なし）で、どれくらい楽しかったですか
Q17	ボールの種類（サッカーボール/くまのぬいぐるみ/爆弾）において、どれくらい楽しかったですか
Q18	ボールのキャッチ方法（自動/手動）において、どれくらい楽しかったですか
Q19	その他各機能についてご意見あればご記入ください

6. 実験の評価結果

6.1 ハイタッチ機能の評価結果

6.1.1 ビデオ通話に適しているハイタッチ

Q4 の回答結果を表 4 に示す。まず、着目されるのは、ハイブリッドのハイタッチにおいてネガティブな評価がなかった点である。このことから、自由な位置と固定の位置の課題をハイブリッドのハイタッチでは緩和できていると考えられる。その反面、高い評価が多いわけでもないため、ビデオ通話に適しているという印象は強く感じられなかったことが推測される。

6.1.2 機能ごとの手の合わせやすさ

Q2 の回答結果を表 5 に示す。表 5 より、固定の手の位置とハイブリッドで高評価が多く得られたことが分かる。これには「ハイタッチゾーンが設けられているため、手を動かす位置がある程度決まっているから」という意見もあり、当初の想定通りの反応であった。

逆に自由な手の位置でのハイタッチでは、評価値の散らばりが大きく、やや意見が割れた。自由記述欄に「タイムラグもあり、赤枠に手を合わせるのにコツがいる」という意見で低い評価を与えた人もいたが、「そもそも対面でも綺麗に合わせるの難しい」という意見で高い評価を与えた人もいた。

6.2 エフェクトの量が変化する機能

Q7 の回答結果を表 6 に示す。「なくてもいい」や「どちらとも言えない」の項目に票が入っているが、「量の変化を感じられない」「わざわざ量の変化を注視しない」という理由からであり、「手が近いほど変化がある」という機能に関しては賛成的な意見が見られた。

また、「同調するほど楽しさがあり、相手を身近に感じることができると思う」という意見もあり、タイムラグの改善やハイタッチのタイミングをシステムが調整すること

表 4 ビデオ通話に適しているハイタッチ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ハイタッチの振り	5	2	4	1	1	2.30	1.26
自由な手の位置	0	2	3	4	4	3.76	1.04
固定の手の位置	0	1	2	5	5	4.07	0.91
ハイブリッド	0	0	4	4	5	4.07	0.82

表 5 機能ごとの手の合わせやすさ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
自由な手の位置	0	2	4	4	3	3.61	1.00
固定の手の位置	0	0	0	6	7	4.53	0.49
ハイブリッド	0	1	1	5	6	4.23	0.89

表 6 エフェクトの量が変化する機能について

評価	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
票数	0	1	3	6	3	3.84	0.86

で、より一体感を得られるようになると思われる。

6.3 より対面に近いハイタッチ

Q9 の回答結果を表 7 に示す。この項目は、自由な位置でのハイタッチが、対面のハイタッチに近いことを予測した設問であったが、固定の位置でのハイタッチに想定より多く高評価が入った。高評価を入れた参加者は自由記述欄に「手が合わせやすかったから」という意見を述べていた。このことから手の合わせやすさが、対面でのハイタッチを想起させる可能性がある。

また、ハイブリッドは自由な位置よりも高評価が集中している。これはハイタッチゾーンでの手の合わせやすさとゾーン内での自由さが上手く作用したからではないかと推測している。

6.4 リラックス度合いとハイタッチの楽しさ

Q11 と Q13 の回答をまとめたものを表 8 に示す。

Q11 は実験開始前のリラックス度合いをたずねるものであり、Q13 は実験後に緊張がどれだけほぐれていたかを測るための設問である。実験中に雑談など緊張がほぐれる機会は多々あるため、ハイタッチによって緊張がほぐれたかどうかを判断するのは難しいと考えられる。そこで、Q13 ではハイタッチ行為の楽しさについての質問を設けた。

Q11 で「2. 緊張していた」と回答した 4 人の参加者は、Q13 の回答からハイタッチを楽しんでおり、ハイタッチを楽しむくらいに緊張がほぐれていることがわかる。

また、Q11 で「3. どちらとも言えない」を選択した参加者からは、「『ハイタッチする』というテーマから、あまり堅苦しい印象を受けなかったから」という意見が得られ、ハイタッチ行為に緊張感を与える要素は少ないことが確認できた。

Q13 で「3. どちらとも言えない」を選択した参加者もお

表 7 より対面に近いハイタッチ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ハイタッチの振り	5	2	4	2	0	2.23	1.12
自由な手の位置	0	0	4	5	4	4.00	0.78
固定の手の位置	2	2	1	5	3	3.38	1.38
ハイブリッド	0	0	2	7	4	4.15	0.66

表 8 参加者ごとのリラックス度合いとハイタッチの楽しさ

参加者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q11	2	2	4	2	3	3	5	5	4	4	2	5	4
Q13	4	5	3	5	4	4	4	3	4	4	5	5	4

表 9 ハイタッチごとの楽しさ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ハイタッチの振り	5	2	5	0	1	2.23	1.18
自由な手の位置	0	0	2	3	8	4.46	0.74
固定の手の位置	0	0	2	4	7	4.38	0.73
ハイブリッド	0	0	2	3	8	4.46	0.74

り、本機能でのハイタッチでは十分に楽しめなかった可能性や評価することに注力してあまり楽しんでいなかったという可能性が推測される。

6.5 ハイタッチ方法ごとの楽しさ

Q16の回答結果を表9に示す。まず、ハイタッチの振りだけの方法の評価が低いのは、「手が映っていてもハイタッチしている実感がなかった」など、システムの機能を使ったハイタッチとの比較からであった。ほとんどの参加者では、機能を使ったハイタッチ方法の間に楽しさにほとんど差が見られないため、楽しさという観点で見れば機能ごとの差異はあまり感じられなかったことがうかがえる。

また、楽しかった理由に「エフェクトが出るためピタリと手を合わせたいと思った」や「手を合わせようとする手間が一体感を生み出していた」などがあり、自由な位置でのハイタッチやハイブリッドのハイタッチにおいて手間があるから楽しかったという意見が得られた。

6.6 その他の意見や感想

各設問の自由記述欄やQ18に寄せられた回答から、参考になるものをいくつか取り上げる。

6.6.1 機能全体に対する意見

ハイタッチ機能全体についての意見を次に列挙する。

- 機能があることにより、手を動かして「喜び」という感情を共有し、より対面に近づいている感じがした。
- 画面上でハイタッチをしているが、一体感を感じられ、対面でコミュニケーションを取るのと何ら変わらないようにも感じ、現実での距離が近いように思った。

これらの意見から、本システムがあることでコミュニケーションの活発化が期待できると考えられる。また一緒に身体を動かし、その反応が得られるということが一体感を得るということにつながるということがわかった。そして一体感を感じることで感情を共有している気持ちになれるため、対面のような感覚が得られると推測される。

6.6.2 自由な位置でのハイタッチに対する意見

自由な位置でのハイタッチの有用性について述べている意見を以下に列挙する。

- 手は合わせにくいですが、手の位置のタイミングを人によって変更できるので、コミュニケーションを取りやすいと感じた。

表10 発話衝突がどれくらいあったか

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
機能なし	2	6	1	3	0	2.41	1.03
機能あり	7	2	2	1	0	1.75	1.01

- ほかに方法よりも気軽にタッチできる気がした。
- 気軽に手を挙げただけで行えるのが良いと思った。

自由な位置でのハイタッチは、対面に近いハイタッチをイメージして開発をしたが、手を合わせる位置がどこでもいいという手軽さが特長となり、コミュニケーションの取りやすさに貢献できる機能であると感じられた。また、小さな子どもにも効果的という意見もあるため、直感的にハイタッチができるという特長も推測できる。

6.6.3 固定の位置でのハイタッチに対する意見

固定の位置でのハイタッチについて述べている意見の1つに「現実世界のハイタッチと比較した場合に、固定の位置でのハイタッチの再現性と必要性が疑問である」という意見があった。この意見から、固定の位置でのハイタッチの抜本的な改修を行うか、対面以外の比較対象を検討する必要があると考えられる。

6.7 キャッチボール機能の評価結果

6.7.1 発話衝突の量

Q2 (1.少なかった～5.多かった)の回答結果を表10に示す。図16よりキャッチボール機能を使用していたときの方が、発話衝突が少なかったことがわかる。このことに関して自由記述欄では「会話の主役が明確になるため、話し終えるのを待っていたから」などの記述があった。これはボール保持者に注目が集まるため、全員がタイミングを見計らいやすかったと推測される。

6.7.2 キャッチボール機能と発話の主体性

Q3 (1.全然同意できない～5.非常に同意する)とQ4 (1.全然なかった～5.多々あった)の回答をまとめた結果を表11に示す。表11よりほとんどの参加者が、機能を使用して主体的に話す機会が多かったと回答していることが分かる。Q4の自由記述欄では、ボールを持っているために「発言しやすい雰囲気になった」や「話題を提供しなければいけないと感じた」などの記述がされていた。このことから、機能を使うことで主な話者が明確化され、発話の積極性につながることを推測できる。

6.7.3 全員が発言する機会

Q5 (1.全然ない～5.多々あった)の回答を表12に示す。まず注目されるのは機能ありの高評価数である。Q5の自由記述欄では「リレー形式で質問し合ったため、平等に話す

表12 全員が発言する機会の量

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
機能なし	1	1	5	1	4	3.5	1.25
機能あり	0	1	1	0	10	4.58	0.95

表11 参加者ごとの発話の主体性の評価

参加者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	標準偏差
主体的に話す	1	2	3	4	3	5	4	5	5	2	4	3	3.41	1.25
Q4 機能なし	3	3	4	1	2	3	4	5	4	3	4	3	3.25	1.01
Q4 機能あり	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	2	3	4.08	0.86

機会が設けられた」など、ボールが回ることによる効果を感じている意見が6人から得られた。

6.7.4 キャッチボール機能の役立つ場面

Q6 (1.全然役に立たない～5.非常に役立つ) の回答結果を表13に示す。まず、高評価の多いアイスブレイクとカジュアルな会議について自由記述欄では、「会話を広げるきっかけになりそう」や「発言者が強調されるため、発言者が偏らないように配慮しやすい」など全員が発言する機会を得られることに対して評価がされていた。対して、雑談での使用は意見が割れる結果となった。

6.7.5 相手の指定方法が役立つ場面

Q7, Q8, Q9 (1.全然役に立たない～5.非常に役立つ) の回答をそれぞれ表14, 表15, 表16に示す。各問の自由記述欄を見ると、ランダムと有用性は公平な発言と遊び要素の2つであった。自由記述欄に記入された利用目的は、カジュアルな会議では全員の意見を聞くとときや膠着状態を打開するため、アイスブレイクでは公平な発言のため、雑談ではゲームとしての活用を期待された。

表13 キャッチボール機能が役立つ場面

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
カジュアルな会議	0	0	4	7	1	3.75	0.59
アイスブレイク	0	0	2	2	8	4.5	0.76
雑談	1	4	2	3	2	3.08	1.25

表14 カジュアルな会議で役立つ指定方法

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ランダム	1	1	3	2	5	3.75	1.29
指さし	0	1	2	7	2	3.83	0.79

表15 アイスブレイクで役立つ指定方法

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ランダム	0	0	3	2	7	4.33	0.84
指さし	0	2	2	6	2	3.66	0.94

表16 雑談で役立つ指定方法

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
ランダム	0	4	1	2	5	3.66	1.31
指さし	1	2	2	3	4	3.58	1.32

表17 ボールの違いによるコミュニケーションの変化

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
サッカーボール	0	1	10	0	1	3.08	0.64
くまのぬいぐるみ	0	0	6	3	3	3.75	0.82
爆弾	0	0	4	4	4	4.00	0.81

表21 実験前のリラックス度合と実験序盤におけるリラックス度合の参加者ごとの評価

参加者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均	標準偏差
体験前のリラックス度	4	2	5	2	5	5	5	5	5	2	5	5	4.16	1.28
Q15 機能あり	5	2	5	2	5	4	5	4	5	5	5	5	4.33	1.10
Q15 機能なし	4	4	5	2	5	5	5	4	5	3	5	5	4.33	0.94

指さし選択では、順番が決まっている場合や名指しで次の人に渡す場合に利用できそうという記述がされていた。

6.7.6 ボールの見た目によるコミュニケーションの変化

Q10の回答結果を表17に示す。まず、サッカーボールに関して特別評価をした意見はなかった。くまのぬいぐるみや爆弾は、ユーモラスなボールとして盛り上がるという評価がされていた。

6.7.7 ボールの飛び方について

Q11 (1点～5点) と Q12 (1.非常に違和感を覚えた～5.全然違和感はなかった) の回答結果をそれぞれ表18と表19に示す。どちらの回答も直線と曲線にあまり差はなく、自由記述欄では「柔らかい印象を受けた」や「実際のキャッチボールのようだった」など曲線の飛びの方が好印象を受ける意見が6人から得られた。

6.7.8 手動キャッチによるコミュニケーションの変化

Q13の回答結果を表20(評価:1.非常に減った～5.非常に増えた)に示す。図より、コミュニケーションは増えたと回答した参加者が多いことが分かる。しかしその理由は、ゲーム性によるものという意見が多く、ボールを落とすリスクを避けるためにコミュニケーションが増加するという手動キャッチ機能の目的は果たしていなかった。

6.7.9 リラックス度合の比較

Q14とQ15の回答をまとめたもの(評価:1.非常に緊張していた～5.非常にリラックスしていた)を表21に示す。Q14は実験開始前のリラックス度合いをたずねるものであり、Q15は実験序盤で緊張がどれだけほぐれていたかを測ることを意図した設問であった。

6.7.10 機能ごとの楽しさ

Q16とQ17, Q18 (1.全然楽しくなかった～5.非常に楽し

表18 ビデオ通話に適した飛び方の点数

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
直線	0	0	5	3	4	3.91	0.86
曲線	0	0	5	2	5	4.00	0.91

表19 ボールの飛び方の違和感

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
直線	0	0	2	4	6	4.33	0.74
曲線	0	0	0	4	8	4.66	0.47

表20 手動キャッチによるコミュニケーションの変化

評価	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
票数	0	1	3	6	2	3.75	0.82

表 22 機能ありと機能なしの楽しさ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
機能なし	0	0	0	2	10	4.83	0.37
機能あり	0	0	2	5	5	4.25	0.72

表 23 ボールごとの楽しさ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
サッカーボール	0	1	10	0	1	3.08	0.64
くまのぬいぐるみ	0	0	6	3	3	3.75	0.82
爆弾	0	0	4	4	4	4.00	0.81

表 24 キャッチ方法ごとの楽しさ

	1	2	3	4	5	平均	標準偏差
自動キャッチ	1	1	5	1	4	3.5	1.25
手動キャッチ	0	1	1	0	10	4.58	0.95

かった)の回答をそれぞれ表 22 と表 23, 表 24 に示す。これらは、アイズプレイクとしての参考や新たな活用方法を検討するための設問である。表 22 を見ると機能ありで楽しくないと回答した参加者はおらず、キャッチボール機能がビデオ通話に付加価値を付けられたことが分かる。

また Q17 のボールの違いは、自由記述欄で「失敗時の違いがあるのが面白い」や「爆弾はわくわくした」というユーモア性で評価がされており、楽しさの要因に直接つながらないような意見は見られなかった。

表 24 より、手動キャッチに関して全員が楽しかったと回答している。自由記述欄では「手動の方が参加している感じがする」や「ゲーム性があり楽しかった」などの意見が得られた。

7. まとめ

本研究では、ジェスチャーによる身体的コミュニケーションを、ビデオ会議の最中に行えるシステムの開発と評価実験を行った。同期的なジェスチャーとして、ハイタッチとキャッチボールを開発し、評価実験を行った。

ハイタッチの評価アンケートの結果から、自由な位置でのハイタッチにはどこでも手を合わせられる自由度と手軽さが特長として評価され、その反面、手を合わせにくいという短所が報告された。固定の位置でのハイタッチにはハイタッチを誘導しやすいという点とスムーズに手を合わせられるという特長が評価されたが、対面に近いハイタッチとしての評価はあまり得られなかった。ハイブリッドのハイタッチは特筆すべき短所はないが、特筆すべき長所もない結果となった。

キャッチボール機能は主な話者が視覚化されるため、発話衝突の低減や全員の発言を促す効果があることがわかった。しかし 1 グループの人数が 3 人であったため発話衝突が起きにくかったとも言える。またボールの見た目は参加者の感情に影響を与えるため、場の雰囲気を変える効果が

期待できる。そのため会話内容に沿った画像に変更できると利用の場が増えると考えられる。

本システムは、「一体感を感じることで対面に近づいた」という意見が複数見られたので、対面に近いことを目的とするのではなく、遠隔でも一体感を感じられるようなシステムを目的とする方が好ましいと考えられる。

参考文献

- [1] Libby Sander and Oliver Baumann: 5 Reasons Why Zoom meetings are so exhausting. The Conversation (online), available from <<https://theconversation.com/5-reasons-why-zoom-meetings-are-so-exhausting-137404>> (accessed 2022-05-22).
- [2] Capcom : Monster Hunter RISE Official Web Manual, Capcom (オンライン), 入手先 <<https://game.capcom.com/manual/MHRISE/ja/switch/page/5/8>> (参照 2022-05-22) .
- [3] Might and Delight: Steam : Meadow, Steam (online), available from <<https://store.steampowered.com/app/486310/Meadow>> (accessed 2022-05-22).
- [4] NTT コミュニケーション科学基礎研究所: リモートハイタッチ, NTT 研究開発 (オンライン), 入手先 <<https://www.rd.ntt/research/CS0040.html>> (参照 2022-05-22) .
- [5] 森川治: 超鏡: 魅力あるビデオ対話方式をめざして, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.3, pp.815-822 (2000) .
- [6] 倉本到, 稲垣喜一, 渋谷雄: 仮想鏡--学習者と教示者の動作の違いを明確にする動作学習支援システム, 情報処理学会研究報告, Vol.2009, No.26, pp.1-6 (2009) .
- [7] Jens Emil Grønbaek, Banu Saatci, Carla Griggio, Clemens Nylandstedt Klokmose: MirrorBlender: Supporting Hybrid Meetings with a Malleable Video-Conferencing System, Proc. ACM CHI '21, pp.1-13(2021).
- [8] Cameron Hunter: Meeting Gestures by Cameron Hunter, Lenses - Snapchat (online), available from <<https://lens.snapchat.com/16839bd69c67492696d6ccf1296ad31e>> (accessed 2022-05-22).
- [9] Ashwat Chidambaram, Andre He, Aryia Dattamajumdar, et al: Video Gesture Recognition and Overlay, GitHub (online), available from <https://github.com/ashwatc/Video_Gesture_Overlay> (accessed 2022-05-22).
- [10] 小山環, 森元峻太, 塩澤秀和: 参加者の同期的なジェスチャーを支援するビデオ会議システムの検討, 情報処理学会 GN Workshop, Vol.2021, pp.35-36 (2021) .
- [11] 小山環, 森元峻太, 塩澤秀和: 参加者の同期的なジェスチャーを支援するビデオ会議システムの開発, 情報処理学会 GN 研究会, Vol 2022-GN-117 (2022) .
- [12] NTT コミュニケーションズ: SkyWay| アプリや Web サービスに、ビデオ・音声通話をかたんに導入・実装できる SDK, 入手先 <<https://webtrc.ecl.ntt.com/>> (参照 2022-05-22).
- [13] Google: MediaPipe, Home - mediapipe, MediaPipe (online), available from <<https://google.github.io/mediapipe/>> (accessed 2022-05-22).
- [14] いらすとや: かわいいフリー素材集 いらすとや, いらすとや (オンライン), 入手先 <<https://www.irasutoya.com/>> (参照 2022-05-22) .
- [15] なぞなぞ学園, なぞなぞ学園 - 子供から大人まで楽しめるなぞなぞクイズのサイト, 入手先 <<https://nazogaku.com/>> (参照 2022-05-22) .