

ポケレポJoin: 仮想的な同行体験を支援する ワンマンレポートシステムの提案

西村 南海¹ 竹川 佳成¹ 松村 耕平² 平田 圭二¹

概要: 本研究の目的は仮想同行体験を支援するためのワンマンレポートシステム（ポケレポ Join）の提案である。仮想同行体験とは遠隔地にいるクライアントが現場にいるレポートの補助を受け、あたかもレポートと一緒にでかけているかのような体験のことを指す。ポケレポ Join は、時々刻々と変化する状況に柔軟に対応しながら、口頭によるクライアントの視聴要求に応え、現地にいる第3者がレポートとクライアントの会話に自然に参加できることを実現する機能をもつ。フィージビリティスタディを通じてポケレポ Join の各機能が有用であることを確認した。

キーワード: ビデオコミュニケーション, オンラインコミュニケーション, インタラクティブシステム

1. はじめに

展示会、学芸会、運動会、スポーツ観戦、結婚式、入学式、卒業式など、不特定多数の人が集まるイベントは、我々の生活に欠かせないものである。しかし、開催地が遠い・入院中・自宅療養中など様々な理由でイベントへの参加を断念してしまう人は一定数存在する。一方、Skype や Hangout, Zoom 等のビデオコミュニケーションツールの普及に伴い、だれもが自分の興味・関心、身の回りの出来事を他者と映像と音声で共有できるようになった。ビデオコミュニケーションツールを活用することで、自らが行動し体験できない人（以降、クライアントと呼ぶ）が補助を受け、あたかも現地にいる人（以降、レポートと呼ぶ）と一緒に出かけているかのような仮想同行体験を提供できる可能性がある。

このような仮想体験においてはクライアントはレポートの撮影する被写体（取材したい物や人など）をスクリーンを通して体験する。レポートとの会話をする場合にはレポートそのものが被写体になる場合もあるが、多くの場合、現地の映像とレポート自身の映像は排他的に選択され、クライアントは展示物とレポートの顔を同時に見るできない。このことは仮想同行の体験を損なう可能性がある。仮想同行体験において、被写体が人物となる場合には、レポートとクライアント、及び被写体の人物という3者の会話になることも想定される。このとき、タブレットを用い

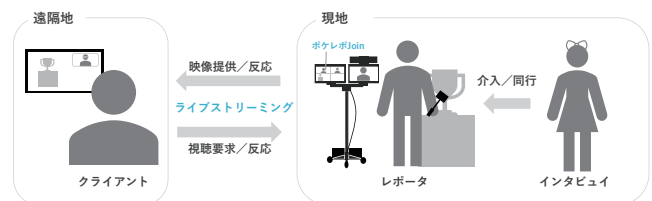


図 1 仮想同行体験イメージ

たレポートでは、ディスプレイは片面にのみ搭載されている。すなわち、レポートはディスプレイを介して、クライアントの表情を確認できるが、被写体の人物はクライアントの姿や表情を確認できない。クライアントの姿や表情を現地の第3者が目視できないことによって、クライアントと現地の第3者の間のコミュニケーションが阻害される問題がある。

本論文では、一般的なビデオコミュニケーション（タブレットを利用したビデオチャット）を用いた仮想同行体験においてどのような問題があるのか、仮想同行体験を支援するポケレポ Join はどのようにデザインされるべきなのか議論する。そのために、現地鑑賞と、一般的なビデオコミュニケーションによる遠隔鑑賞とを比較する予備実験を実施した。予備実験で得られた結果から、仮想同行体験におけるポケレポ Join の機能を提案する。

2. 関連研究

モバイルデバイスやロボットを用いた鑑賞支援や、ライブレポートを実現している事例について説明する。

¹ 公立はこだて未来大学
² 立命館大学情報理工学部

モバイルデバイス

Engström ら [2] は音楽ライブの撮影環境において、カメラの位置を推薦する機能を中心とした支援システムを提案している。このシステムでは、音楽のライブ会場にいる撮影者たちの映像をミキシングすることによって Video Jockey 映像を協調的に作り出すことを目的としている。Schofield らは参加型のビデオ撮影および編集を支援するプロジェクト Bootlegger[8] を提案した。このプロジェクトにおいては、Bootleg といわれるファンによって撮影される音楽ライブなどの映像作品（違法の場合もある）の制作をライブへ参加する一つの動機として提供し、参加者が協調して高い品質の Bootleg を制作することを目的としている。システムが撮影のテンプレートや撮影タイミングを提供することにより、撮影技法を熟知していない撮影者同士が協調して高い品質の映像制作を支援する。

これらの研究は特にライブ会場などにおいて複数人で撮影された映像の編集を対象としているのに対し、本研究では、1人でのライブレポートに焦点を定めて、撮影・編集を同時に行うマルチタスク作業を支援するためのシステムを提案するという点で異なる。

また、筆者らの研究グループはこれまでに1人でのライブ中継形式のレポートを支援するポケレポ GO[7] を開発してきた。また、遠隔にいるコメンテータがライブ中継に参加できるポケレポ Go++[9] を開発した。ポケレポ Go++ では、レポータがデジタルマスクを装着し、あるときはレポータ、あるときはコメンテータの顔を表示することで、レポータが1人2役を実現している。ポケレポ Go++ は本研究のコンセプトに近い取り組みであるが、コメンテータとインタビュイ（現地の第3者）、レポータとインタビュイの2者間での会話を前提としておりポケレポ Join が提供する3者での会話の支援は検討していない。

ロボット

テレプレゼンスロボットを用いて鑑賞を支援する研究がある。例えば、松村 [11][10] は Suitable Technologies 社のテレプレゼンスロボットを博物館に導入し、複数人の学芸員とのワークショップを実施することで、鑑賞現場におけるテレプレゼンスロボットの使い方について議論している。遠隔にいる操作者はロボットに搭載されている望遠カメラを活用することで、現地にいる人には見えづらい細かな部分に注目できるなどの利点を確認された。一方で、遠隔にいるロボットの操作者は現地の来館者に比べ、博物館の全体像を把握することが難しいという点を指摘している。

TEROOS[5] は現地にいる人物の肩に装着するウェアラブル・アバタである。TEROOS は遠隔地にいる操作者によって操作される。遠隔にいる操作者の発話を TEROOS に搭載されたスピーカから出力したり、TEROOS に搭載された目の開閉や首振り機構を利用して、そのときの気持ちを表現できたりする機能をもつ。しかし、現地にいる第3

者はあくまで TEROOS というロボットを介して、遠隔にいる操作者と会話するため、操作者がどういう人なのか把握することは難しい。また、第3者から自発的に TEROOS（操作者）に話しかけることも発生しづらい。

本研究では、ロボットではなく遠隔操作者（クライアント）の表情を提供する仕組みを搭載することで、非言語情報の伝達および、現地における第3者の介入の促進を目指す。また、デジタルデバイスの操作に慣れている操作者自身が遠隔地から自発的にカメラを操作する仕様に対し、本研究ではレポータが遠隔にいる人に提供する映像を生成するという点でも異なる。

Matsumoto らは Journalist Robot[6] といわれる、カメラとスピーカおよび移動機構を備えたロボットが身の回りのニュースを自動的に取材し、蓄積するシステムを提案している。これは Zero Journalism への一提案ではあるが、実現に向けては解決しなければならない多くの問題が残っている。

より実際的な例では Byers らによるロボットによる写真撮影の試み [1] がある。これは、予め設定された構図をもとに、ロボットが適切な写真を自動的に撮影するというものである。構図をテンプレート化して、それをもとに撮影しようとする試み [8] は、Bootlegger でも採用されており、ロボットによる支援という観点においてより現実的である。

Higuchi らは Flying Eyes[4] といわれる UAV を利用した自由視点映像コンテンツを撮影するためのシステムを提案している。このシステムは自律撮影とカメラワーク指示のための UI を備えている。

上述したようなロボットによるレポートや、自動撮影で提案されている技術を応用することで、本研究においてカメラワークの自動化などのライブレポート支援における一つの可能性として考慮できる。一方で、ロボットによる自動撮影においては、ロボットがレポータとして体験を伝えることや、レポート対象としての説明者とのインタラクションの困難が生じることが想像できる。本研究では、1人でのレポートを支援するためのデザインに注力する。

3. 予備実験

仮想同行体験の要件定義を明らかにするべく、2種類の予備実験を実施した。この要件定義は、仮想同行体験システム「ポケレポ Join」の要件定義とする。現地での鑑賞を想定した実験（以降、現地鑑賞と呼ぶ）および遠隔地からの鑑賞を想定した実験（以降、遠隔鑑賞と呼ぶ）の2種類の予備実験である。遠隔鑑賞では、既存手法の代表例であるタブレット上でのビデオコミュニケーションツールを用いた。現地鑑賞および遠隔鑑賞での予備実験をそれぞれ比較することで、既存手法の問題を明らかにする。

3.1 現地鑑賞

3.1.1 方法

2名の成人の被験者に参加してもらった。展示の内容について事前知識がない状態で、美術館を自由に鑑賞してもらった。鑑賞時間は40分程であった。行動観察法[3]の1つである自然観察法にもとづき、被験者の鑑賞方法を観察および分析した。また、実験後に半構造化インタビューを実施した。

3.1.2 結果

被験者同士は口頭でのやり取りにより、意思の疎通を図っていた。鑑賞中、被験者は互いの表情や反応を確認し、互いの意見を言い合いながら鑑賞していた。また、「これいいよね」など、発話者の表情を確認したあとすぐに、指示された展示に視線を移す行動も見られた。この行動に対し、被験者は「互いの反応や表情を確認しながら鑑賞すると会話が弾む」と述べている。

第3者の介入が生じた際、話しかけた第3者は、被験者たちがどの展示物を話題にしているのかを、会話や展示物への指差しによって把握していた。

他にも、展示物に対して「あれ」や「それ」などの指示語および、指差しでの指示が見られた。展示物をより近くで鑑賞しようと身を乗り出す動作も見られた。この行動に対し被験者は「実際に鑑賞している人の反応として『これさあ〜』という会話が発生した場合に、『え？なにになに？』と反応すると思うので、展示物をできるだけ近くで見られたら嬉しい。」と述べている。

3.2 遠隔鑑賞

3.2.1 方法

被験者

計12名の成人の被験者に参加してもらった。

実験実施場所

実験実施場所、すなわち鑑賞現場は大学構内(現地)である。被験者はそれぞれの自宅(遠隔地)からライブストリーミングサービスを介して、実験に参加してもらった。なお、被験者は初めて訪問する大学で、当該大学に関する事前知識はない。

手続き

実験者は、被験者に実験の目的について説明した。遠隔地にいるクライアントは、ライブストリーミングサービス(Skype)を介し、現地にいるレポートへ視聴要求を伝える。レポートはクライアントの視聴要求をもとに、タブレットを操作し映像をクライアントに配信する。クライアントは配信された映像を視聴し、視聴要求をレポートにフィードバックする。鑑賞時間は1時間程度で、大学校内にある施設を訪問するという鑑賞シナリオを設定した。

被験者には事前に鑑賞する大学校内の施設が記載された地図を見てもらい、訪問したい施設やその順番を検討して

もらった。鑑賞終了後、クライアントに対し、タブレットを通じた鑑賞行動について気づいた点など、インタビューを通じて自由に話してもらった。インタビューは20分程度の半構造化インタビューである。用意した質問項目は以下の3つである。

- レポーターとどうやって意思の疎通をとったか？
- 第3者とどうやって意思の疎通をとったか？
- 遠隔での鑑賞をより良くするためには何が必要か？

3.2.2 結果

遠隔鑑賞を分析するために、主題分析を用いたインタビュー分析、各カメラの使用頻度と撮影被写体の関係について調査した。紙面の都合で後者は省略する。なお、本実験において、レポートとクライアントの鑑賞中に第3者が介入してくることはなかった。

インタビュー結果

インタビューの結果に対し主題分析を実施した。主題分析は4名の分析者によって実施した。主題分析の手法について説明する。初めに、インタビュー内容を書き起こす。その後、コーダーと呼ばれる複数人の人物とともにインタビュー内容のコード化を行う。コード化とは、書き起こした内容にラベルを付ける作業である。次に、得られたコードをグループ化し、どのような特性を持っているかを一言であらわし、ハイオーダーコードを作成する。これらのハイオーダーコードから浮かび上がるテーマから主題を作る。

インタビューの結果に対し、主題分析したところ次にように大別された。

意思疎通方法

クライアントはレポートに対し、簡単な指示語や、鑑賞したいものの特徴を捉えて発話することで視聴要求を伝えていた。これは、レポートから提供された映像の意図や、クライアントからの視聴要求をレポートが相互に理解できていたため、シンプルなやりとりでジョイントアテンションが成立したと考えられる。

遠隔鑑賞をよりよくするための要望

展示物をもっと近くで見たり、様々なカメラアングルで視聴したいという要望があがった。タブレットでは単一映像のみの提供しかできないという問題があり、様々なアングルや複数映像の視聴要求への対応に限界があがった。

また、現地にいるレポートの表情や反応を伺いながら鑑賞を体験したいという、複数の映像を同時に視聴する要望があがった。タブレットには前面と背面に2個のカメラが搭載されているが、どちらかのカメラの映像しか提供できない。そのため、レポートの表情と同時に、展示物の提供できなかった。このように、同時視聴において限界があがった。

観察結果

鑑賞行動の一連の流れを記録した映像をもとに、タブレットを用いた状態ではどのような意思の疎通および、行

表 1 使用カメラごとの被写体の割合

被写体	紹介説明	会話	視聴要求	問いかけ	質問	状況説明	その他	合計 (回)	全体の割合 (%)
レポーター	0	3	1	0	1	0	0	5	1.5
インタビュイ	0	1	0	0	1	0	0	1	0.3
物体	94	31	19	9	8	0	6	167	48.7
景色全体	44	16	18	13	9	9	7	116	33.8
対面会話	1	6	3	2	1	1	0	14	4.1
その他	2	11	10	7	1	5	4	40	11.7
合計 (回)	141	68	51	31	20	15	17	343	100
全体の割合 (%)	41.1	19.8	14.9	9.0	5.8	4.4	5.0	100	-

表 2 外側カメラの使用用途

被写体	紹介説明	会話	視聴要求	問いかけ	質問	状況説明	その他	合計 (回)	全体の割合 (%)
レポーター	0	3	1	0	1	0	0	5	1.5
インタビュイ	0	1	0	0	1	0	0	1	0.3
物体	94	31	19	9	8	0	6	167	48.7
景色全体	44	16	18	13	9	9	7	116	33.8
対面会話	1	6	3	2	1	1	0	14	4.1
その他	2	11	10	7	1	5	4	40	11.7
合計 (回)	141	68	51	31	20	15	17	343	100
全体の割合 (%)	41.1	19.8	14.9	9.0	5.8	4.4	5.0	100	-

表 3 内側カメラの使用用途

被写体	紹介説明	会話	視聴要求	問いかけ	質問	状況説明	その他	合計 (回)	全体の割合 (%)
レポーター	0	3	0	0	0	2	3	8	8.9
インタビュイ	0	0	0	0	1	0	0	0	0.0
物体	6	0	4	1	0	0	2	13	14.4
景色全体	6	1	0	1	0	0	2	10	11.1
対面会話	1	26	3	5	2	3	3	43	47.8
その他	0	4	1	0	0	0	11	16	17.8
合計 (回)	13	34	8	7	2	5	21	90	100.0
全体の割合 (%)	14.4	37.8	8.9	7.8	2.2	5.6	23.3	100	-

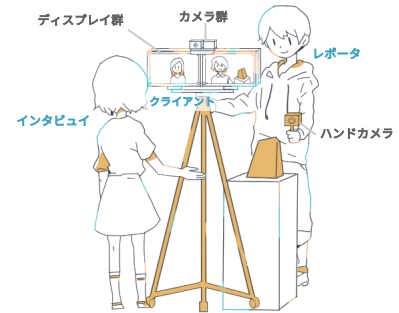


図 2 提案システム「ポケレポ Join」

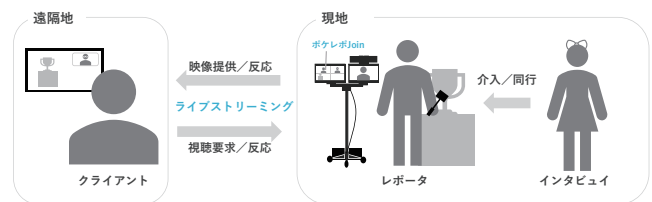


図 3 ポケレポ Join のワークフロー

動が生じたかをまとめた。

既存手法のタブレットでは搭載されているカメラ（内側カメラ / 外側カメラ）を切り替えながらクライアントに映像を提供する。外側カメラは主に、物体や景色全体の撮影に用いられていた。また、内側カメラは主に対面会話に用いられていた。これにより、外側カメラと内側カメラの利用用途に差が生じたと考えられる。次に、各カメラ映像の使用用途について述べる。

表 2 より、外側カメラの主な被写体は物体（48.7%）や景色全体（33.8%）であり、紹介・説明（41.1%）に最も使用されることがわかった。

表 3 より、内側カメラの主な被写体は対面会話（37.8%）であることがわかる。また、被写体である対面会話は、会話の他にも視聴要求を述べる際にも利用されることがわかった。

表 2, 表 3 から、外側カメラと内側カメラの使用用途にばらつきがあることがわかる。

3.2.3 要件定義

本節では、現地鑑賞および遠隔鑑賞で得られた結果をもとに、ポケレポ Join の要件として以下の 2 つを設定する。

(a) クライアントの視聴要求を満たす映像の提供

遠隔鑑賞のインタビューでは、展示物をより近くで見たい、様々なカメラアングルで視聴したい、レポーターの表情を見たいという要望があった。一方、現地鑑賞では互いの反応や表情を確認しながらの鑑賞や、展示物へ接近しながらの鑑賞があり、これらの要求は現地鑑賞の観察結果とも符合する。また、遠隔鑑賞のインタビューでは複数映像を同時に視聴したいという要望があった。現地鑑賞では発話者の表情を確認した後、すぐに指示された展示に視線を移す行動

があり同様に符合する。

このように、表情共有、展示物や風景に対しての適切なカメラアングルとズーム、複数映像の同時視聴といったクライアントの視聴要求を満たす映像を提供する必要がある。

(b) 第 3 者が参加できる仕組みの提供

遠隔鑑賞では、現地鑑賞で散見された第 3 者（インタビュイ）が会話に参加してくるような状況は生まれなかった。佐々木 [12] は鑑賞行動の 5 次元体系を提唱している。その中には、新しい人と知己になるなど人間関係の強化や、訪問先の社会や人々の生活に理解を深める知識増進があり、クライアントにとって現地にいる第 3 者と積極的に関わることは重要な体験といえる。遠隔鑑賞ではレポーターがタブレットをもちながらクライアントと話をしており、第 3 者がどういふクライアントと会話をしているのかわからないため、第 3 者はレポーターに話しかけづらい雰囲気が形成されていたと考えられる。したがって、第 3 者が自然に参加できる仕組みを提供する必要がある。

4. 設計と実装

第 3 章の予備実験で導出された仮想同行体験の要件や知見をもとに、ポケレポ Join を提案する。

図 2 および図 3 を用いて、ポケレポ Join の基本的なワークフローについて説明する。

レポーターは 3 台のカメラを選択的に使い分け、現場の映像を撮影する。撮影された映像は、ライブストリーミングサービス（Skype など）を通じて、クライアントへと転送される。クライアントは送信された映像を自宅のディスプ



図 4 搭載カメラ

レイを通して視聴する。また、クライアントの表情を撮影するためのカメラがクライアントの自宅に設置されている。クライアントの視聴要求やリアクションが、クライアントの表情付き映像および音声で、レポーターにフィードバックされる。

また、現場にはキュレーターや同行中の友人などの第3者（本論文では、以降インタビューと呼ぶ）の介入が偶発的に発生することも想定している。ポケレポ Join ではレポーターが、カメラ操作、クライアントに配信するエンド映像の編集操作を主体的に行う。遠隔地にいるクライアントは、配信映像をもとに口頭で視聴要求を伝えるだけでよい。本研究では、レポーターとクライアントは知人関係であることを前提とし、身体的に不自由であったり、年寄りなどデジタルデバイスの操作に不慣れなクライアントを想定しているため、このようなレポートスタイルを採用した。

したがって、ポケレポ Join の操作者はレポーター1人によるワンマン操作であり、時々刻々と変化する状況に対し、クライアントからの視聴要求に応えつつ、3者が円滑に意思疎通するというマルチタスクを行えるようなインタフェースデザインについて検討する必要がある。

4.1 カメラ

ポケレポ Join は使用目的の異なる3種類のカメラを搭載している。以下、各カメラについて詳細に説明する。

フロントカメラおよびバックカメラ

フロントカメラはレポーターの進行方向を撮影するカメラである。レポーターの視界に映る映像や、インタビューの表情を撮影する際に用いられる。本研究では、このカメラで撮影された映像をフロントカメラ映像と呼ぶ。また、バックカメラはレポーターの表情を撮影するカメラである。本研究では、このカメラで撮影された映像をバックカメラ映像と呼ぶ。

これらのカメラによりレポーターおよびインタビューの表情や手振りを撮影できるため、音声だけでは伝わらない非言語情報を伝えられる。

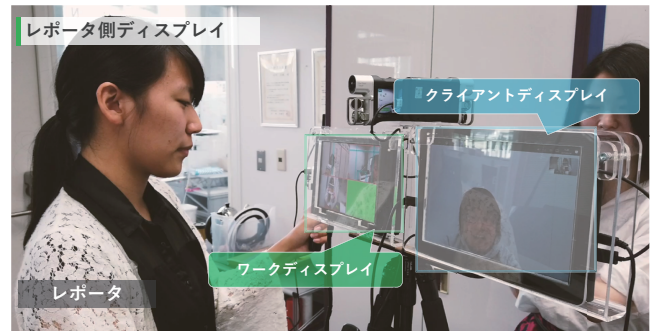


図 5 搭載ディスプレイ

ハンドカメラ

ハンドカメラはレポーターが展示物やポストなどを撮影する近接カメラである。レポーターがカメラ本体を把持しているためズームやカメラアングルに対して自由にかつ直観的に制御できる。展示物に対して適切なズームやカメラアングルを提供するという点で要件 (a) の実現に貢献している。本研究では、このカメラで撮影された映像をハンドカメラ映像と呼ぶ。

4.2 ディスプレイ

図5に示すように、ポケレポ Join は使用目的の異なる3種類のディスプレイを搭載している。以下、各ディスプレイについて詳細に説明する。

クライアントディスプレイ

クライアントディスプレイは、遠隔地にいるクライアントの表情を提示する。クライアントディスプレイはレポーター側とインタビュー側の両方に1台ずつ搭載されている。これにより、レポーターとインタビューは、ディスプレイに提示されるクライアントの表情を確認しながら、対面で会

話できる。

レポーター-クライアント間、クライアント-インタビュイ間の意思疎通を促進するだけでなく、クライアントの表情が大きく表示されることで、第3者がリモートにクライアントがいることを理解でき、第3者の介入を促進する効果が期待される。これは要件 (b) の実現に貢献する。

ワークディスプレイ

ワークディスプレイは、レポーター側に搭載されているディスプレイである。ワークディスプレイは4分割されており、それぞれの分割区域にレポーターが撮影した映像がリアルタイムに表示される。これにより、レポーターは撮影している複数のカメラ映像を確認できる。レポーターはこのワークディスプレイの映像を確認しながら、クライアントやインタビュイに提示するエンド映像を選択する。

ライブディスプレイ

ライブディスプレイは、レポーターがクライアントに配信しているエンド映像を表示する。これにより、レポーター・インタビュイ・クライアントの3者間で共通の映像を常に視聴することになる。レポーターはエンド映像そのものを視聴しないが、ワークディスプレイの映像からクライアントに配信するカメラ映像を自身で選択しており、エンド映像を容易にイメージできる。

3者間で配信映像を共有することで、互いが何を見ているのか、何に注目しているのかなど、ジョイントアテンションを構築しやすくなる。

これら2つの映像を提供することにより、インタビュイはレポーターとクライアント間で発生している会話に参加しやすくなると考える。以上の機能により、要件定義 (b) を満たす。

4.3 エンド映像の画面割

要件 (a) の同時視聴を満たすために、図6に示す3種類のエンド映像を提供する。Mainは3種類あるカメラ映像から選択された1つの映像を表示する。また、PbyP (Picture by Picture) は対面会話での使用を想定し、インタビュイ映像とレポーター映像が同時に視聴できる。さらに、PinP (Picture in Picture) はハンドカメラの映像をメイン映像とし、サブ映像としてバックカメラ映像 (レポーターの映像) を表示する。

その他の選択肢も考えられるが、予備実験の遠隔鑑賞におけるカメラ使用頻度をもとに決定した。なお、これらの画面割は手元のコントローラで操作する。

5. 実験

本実験ではタブレット実験と同様の実験を設定し、4章で提案したポケレポ Join の各機能が使われるかどうか、ま

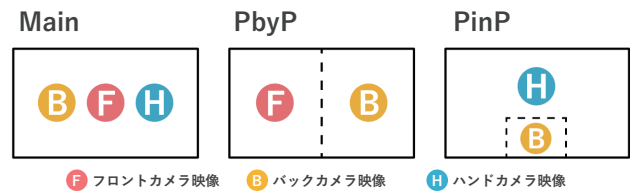


図6 画面割の種類

表4 使用画面割ごとの被写体の割合

被写体	PbyP	PinP	F 映像*1	B 映像*2	H 映像*3	合計 (回)	全体の割合 (%)
レポーター	0	0	9	2	2	13	4.7
インタビュイ	0	0	2	5	3	10	3.6
物体	2	17	3	12	75	109	39.4
景色全体	4	0	2	28	34	68	24.5
対面会話	13	3	20	8	4	48	17.3
その他	3	4	6	8	8	29	10.5
合計 (回)	22	24	42	63	126	277	100
全体の割合 (%)	7.9	8.7	15.2	22.7	45.5	100	-

た意図通り使われるかを調査した。

5.1 方法

計6名の成人の被験者に参加してもらった。被験者はクライアントとして実験に参加した。また、レポーターは提示する映像の品質に差が生じないように、実験者1名が担当した。さらに、実験手続きに関しては、3章で説明した遠隔鑑賞と同様である。

5.2 結果

鑑賞行動の一連の流れを記録した映像をもとに、提案システムに搭載された各機能の利用回数および用途を分析した。分析結果を表4に示す。被写体を分析したところ、およそ6種類に大別された。これらのコーディングおよび分析は、著者以外の外部の解析担当者が実施した。

ハンドカメラ映像 (45.5%) が最も利用頻度が高かった。また、ハンドカメラは主に物体と景色の撮影に利用されていた。全体としては1つの映像のみを撮影する画面割のMainが利用されていた。複数映像を同時に見たいという要望から搭載されたPbyPとPinPの利用割合が合計で20%弱であり、全体としての利用頻度は低めであった。

PbyPは主に対面会話に用いられており、レポーター映像について対面会話での利用頻度は2番目に高かった。また、実験中は3人会話での利用頻度が高かった。PinPは主に物体の紹介に使用されており、利用頻度が最も低かった。

実験中に図7に示すように、レポーターやクライアントの知らない第3者 (インタビュイ) の参加が発生した。インタビュイはレポーターよりもクライアントに興味を示し、クライアントの表情を見ながら、クライアントと会話していた。第3者の介入にはクライアントの認識が容易となる各種機能 (要件定義 (b) を満たす機能) が影響していると考え

*1 フロントカメラ映像
*2 バックカメラ映像
*3 ハンドカメラ映像



図 7 第 3 者の介入

えている。

6. まとめ

本研究では、仮想同行体験を支援するポケレポ Join を構築した。遠隔鑑賞および現地鑑賞の予備実験をもとにポケレポ Join の要件として、(a) クライアントの視聴要求を満たす映像を提供すること、(b) 第 3 者 (インタビュイ) が参加できることを明らかにした。これらの要件を満たすポケレポ Join を提案し、プロトタイプシステムを開発した。ポケレポ Join の各機能が想定通り使用されるかどうかというフィジビリティスタディを実施した。その結果、ポケレポ Join で提案する各機能は使用頻度に偏りがあったもののいずれも想定通りに利用された。

今後の課題として、ポケレポ Join の小型軽量化、被験者数を増やした評価実験の実施などがあげられる。

謝辞 本研究に取り組むにあたり、助言をくださった角康之教授、寺井あすか准教授、Prof. Sriram Subramanian の皆様へ感謝致します。分析に協力してくれた豊田翔護氏、遠藤史央里氏、丹羽可那子氏、後藤春奈氏に感謝致します。最後に、本研究は南北海道学術振興財団および JSPS 科研費 19H04157 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Byers, Z., Dixon, M., Smart, W. D. and Grimm, C. M.: Say Cheese! Experiences with a Robot Photographer, Vol. 25, No. 3, USA, American Association for Artificial Intelligence, p. 37–46 (2004).
- [2] Engstrom, A., Esbjornsson, M. and Juhlin, O.: Mobile Collaborative Live Video Mixing, *Proceedings of the 10th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 157–166 (online), DOI: 10.1145/1409240.1409258 (2008).
- [3] Haynes, S. N. and O'Brien, W. H.: *Principles and Strategies of Behavioral Observation*, pp. 225–263, Springer US (2000).
- [4] Higuchi, K., Ishiguro, Y. and Rekimoto, J.: Flying Eyes: Free-Space Content Creation Using Autonomous Aerial Vehicles, CHI '11 Extended Abstracts on Human Fac-

- tors in Computing Systems, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 561–570 (online), DOI: 10.1145/1979742.1979627 (2011).
- [5] Kashiwabara, T., Osawa, H., Shinozawa, K. and Imai, M.: TEROOS: A Wearable Avatar to Enhance Joint Activities, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 2001–2004 (online), DOI: 10.1145/2207676.2208345 (2012).
- [6] Matsumoto, R., Nakayama, H., Harada, T. and Kuniyoshi, Y.: Journalist robot: robot system making news articles from real world, pp. 1234 – 1241 (online), DOI: 10.1109/IROS.2007.4399598 (2007).
- [7] Matsumura, K. and Takegawa, Y.: Reporting Solo: A Design of Supporting System for Solo Live Reporting, *Proceedings of the 13th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3001773.3001792 (2016).
- [8] Schofield, G., Bartindale, T. and Wright, P.: Bootlegger: turning fans into film crew, *CHI 2015 - Proceedings of the 33rd Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Inkpen, K. and Woo, W., eds.), United States of America, Association for Computing Machinery (ACM), pp. 767–776 (online), DOI: 10.1145/2702123.2702229 (2015).
- [9] Takegawa, Y., Matsumura, K. and Manabe, H.: PokeRepo Go++: One-Man Live Reporting System with a Commentator Function, *Proceedings of the 2019 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 230–238 (online), DOI: 10.1145/3317697.3325126 (2019).
- [10] 老田 葵, 松村耕平, 野間春生: 博物館におけるテレブレゼンスロボットのデザインに基づいた遠隔訪問システムの開発, *インタラクション 2019 論文集*, pp. 735–740.
- [11] 松村耕平, 柴田太一, 野間春生: 博物館におけるテレブレゼンスロボットのデザイン, *情報処理学会研究報告*, Vol. 2017-HCI-174, No. 5, pp. 1–6 (2017).
- [12] 佐々木土師二: 旅行者行動の心理学, 関西大学出版部 (2000).