

重畳表示型ビデオチャットにおける 枠の3次元的な移動と存在の効果

吉野 孝^{1,a)} 藤田 真吾²

受付日 2012年4月17日, 採録日 2012年10月10日

概要: 我々は、遠隔地対話者の存在感を向上させるシステムとして“ドアコム”を開発した。ドアコムは、ユーザの一方（ドア操作側）がドア型インタフェースを用い、相手の空間（ドア無し側）に現れるような表示をする、重畳表示型のビデオチャットシステムである。これまでの実験から、ユーザの存在感の向上と映像の立体感に関するコメントが得られていた。そこで、本論文では、重畳表示型ビデオチャットシステムであるドアコムのどのような特徴が、存在感の向上と映像の立体感に寄与しているかを検証した。枠の3次元的な動きと枠の存在が、存在感の向上と映像の立体感に寄与していると仮説を立て、2種類の比較用システムを用いて実験を行った。実験の結果、枠の3次元的な動きにより、ドア無し側ユーザに対して、ドア操作側ユーザの存在感が向上することを示した。さらに、枠の存在により、ドア無し側ユーザに対して、ドア操作側ユーザの存在感と映像の立体感が向上することを確認した。

キーワード: ビデオチャット, 重畳表示型, 遠隔地間, 存在感

Effect of Movement in Three Dimensions and Existence of Frame in Overlay-type Video Chat System

TAKASHI YOSHINO^{1,a)} SHINGO FUJITA²

Received: April 17, 2012, Accepted: October 10, 2012

Abstract: We have developed an overlay-type video chat system called “DOACOM” that enhances the presence of a talker who is at a distance. DOACOM has a door-type interface. When a user opens the door in front of a Web camera, he/she (hereafter referred to as the user on the door-operation side) appears in the other users’ (on the door-less side) room. From the results of previous experiments, we obtain comments that the users felt the improvement of presence and spatial effects. In this study, we investigated the features of DOACOM that influence the presence of a person and spatial effects in a video chat session. We hypothesized that three-dimensional movement and the existence of a frame enhance presence and spatial effects. To verify these hypotheses, we developed two systems and carried out experiments. We found that three-dimensional movement in a frame enhances the presence of a user (on the door-operation side) who is at a distance and that the existence of a frame enhances the presence and spatial effects perceived by the other users (on the door-less side).

Keywords: video chat, overlay-type, remoteness, presence

1. はじめに

近年、Skypeなどの無料でビデオチャットを行えるツールが普及してきている [1]。またその機能が Facebook や Google+ といった大規模 SNS に組み込まれたことや、Web カメラの普及 [2], [3] により、容易にビデオチャットを行え

¹ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

² 和歌山大学システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

^{a)} yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

る環境が整ってきた。従来、メディアスペースによって遠隔地間を対面環境に近づける試みが多くなされてきた。大画面のディスプレイで遠隔地の相手を等身大に表示すること [4] や、ハーフミラーを用いたシステムで、アイコンタクトを可能にすることによって、遠隔地の相手の存在感が増すこと [5] が分かっている。なお、本論文では、ビデオチャットにおける“存在感”を、遠隔地の相手と実際に対面して話しているような感覚のこととする。本研究では一般的な環境でも高い存在感を実現するシステムを開発することを目的の1つとしている。

我々は、ドア型の専用インタフェースを用いて重畳表示を行う、ビデオチャットシステム“ドアコム”を開発してきた [6], [7]。本論文では、遠隔地間の一方または両方のカメラ映像の一部を、他方の映像や別の映像に重畳し、互いが同じ映像を見て会話を行うシステムを重畳表示型ビデオチャットと呼ぶ。過去の実験より、ドアコムはカメラ映像をそのまま相手のディスプレイに表示させるビデオチャットに比べ、存在感および遠隔地の対話者と同じ部屋にいる感覚である同室感が向上することが分かっている。また、ドアコムと似た表示方法のマウスインタフェースを用いたシステムよりも、遠隔地の相手の存在感が向上することが分かっている。さらに、実験アンケートの自由記述より、ドアコムは映像に立体感^{*1}があるという意見が多く得られた。しかし、ドアコムのどのような特徴が存在感や立体感の向上に寄与したかは不明であったため、今回は過去の実験で被験者から得られた意見をもとに仮説を立てて検証を行った。

本論文では、重畳表示型ビデオチャットシステム“ドアコム”の仕組みについて述べた後、ドアコムのどのような特徴が存在感や立体感の向上に寄与したのかについての検証実験を行う。

2. 関連研究

本研究は遠隔コミュニケーションの研究と専用インタフェースの研究の2つの側面がある。以降の各節でこれらの関連研究について述べる。

2.1 遠隔コミュニケーションに関する研究

重畳表示型ビデオチャットの研究として森川らの超鏡 [8] がある。超鏡では、相手と自分が鏡の中で同じ場所にいるような表示を行うことにより、存在感を出すシステムである。この研究は、ビデオ対話に適した映像であれば、現実にはありえない状況でも存在感を出すことが可能であることを示している。超鏡と本システムの類似点としては、重畳表示型のビデオチャットである点や、対話者同士が同じ映像を見ているため WISIWYS (What I See Is What You

See) を満たしている点などがある。相違点としては、超鏡が鏡をメタファとして、遠隔対話者同士が同じ部屋にいるような映像を作り出しているのに対し、本システムは遠隔地の空間がドアによってつながっているような映像を作り出している点がある。また、それを実現するために実際のオブジェクトをインタフェースとして用いている点も異なる。

ビデオチャットにおいてはユーザの位置関係も重要な要素である。実際の部屋と同じような空間を作り出すシステムとして、平田らの t-Room [9], [10] がある。t-Room ではユーザが同じ部屋にいるような感覚として同室感を定義している。ユーザの位置関係を考慮して、実対面しているような協調コミュニケーション環境を実現し、同室感を高めることを目標としている。また、ユーザのディスプレイへの接近に連動して遠隔地のカメラが移動すること、遠隔地ユーザの接近に連動してカメラがズームすることやディスプレイが移動することでテレプレゼンスが強化される [11], [12] といった、利用者の動きに関する研究も見られる。

2.2 専用インタフェースに関する研究

専用インタフェースに関する研究として、石井らのタンジブルインタフェース [13], [14], [15] がある。これは物理世界そのものをインタフェースに変えることで、物理的環境とサイバースペースをつなげようとする試みである。たとえば MetaDesk [16] では、地図の拡大領域を指定する際にレンズをメタファとしたインタフェースを使用するなど、ユーザのイメージに合った専用オブジェクトをインタフェースとして使用している。本システムでは、実際の環境でも他人の部屋に入るために使用する“ドア”をメタファとしたインタフェースを設計した。

他に実際のオブジェクトをインタフェースとして用いたシステムとして、Hinckley らの Passive Real-World Interface Props [17] がある。このシステムは神経外科の 3D 視覚化システムで、ユーザは物理的な柱でディスプレイ内の 3D モデルを操作する。専用インタフェースの直感的な操作や明確な使用法が高評価を得ている。本システムでもマウスなどでは難しい 3 次元的な動きをドア型の専用インタフェースを用いることで表現している。

3. ドアコム

3.1 ドアコムの概要

ドアコムは遠隔 2 地点でビデオチャットを行うシステムである。ドアコムは、他人の部屋に入るために使用する「ドア」をメタファとした。ドアコムのシステム構成を図 1 に示す。本システムはドア操作側とドア無し側で通信を行う。

ドア操作側ユーザは、ドアを顔の前に掲げてドアを開き、

^{*1} 本論文では、ビデオチャットにおける“立体感”を国語辞書に記載されている「奥行きのある感じ」のこととする。

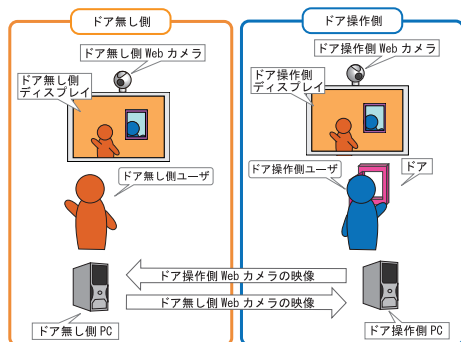


図 1 ドアコムのシステム構成
Fig. 1 DOACOM system configuration.

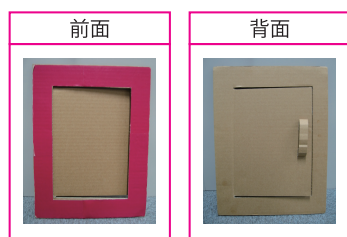


図 2 ドアコムのインタフェース
Fig. 2 DOACOM interface.

その中からディスプレイを覗くようにして会話をを行う。両側のディスプレイには、ドア無し側の部屋の映像にドア操作側のドアとドアの内側が重畳表示される。これにより、ドア操作側とドア無し側の空間がドアによってつながっているような映像となる。

ドアコムでは、ドアを相手側の画面のどの位置に、どの大きさで重畳表示するかといった自由度が、ドア操作側ユーザに与えられている。ドア無し側ユーザは、ドアの表示位置、表示サイズからドア操作側ユーザの意図を読み取ることが可能となる。

なお、ドアコムは、鏡像表示を行っている。森川の調査 [18] によると、自己像を表示する場合に、正像表示と鏡像表示を比べると、恥ずかしさや違和感などの評価において、鏡メタファを用いた鏡像表示の方が良い結果となっていることから、鏡像表示を用いた。

3.2 システム構成

ドアコムのシステム構成を、ドア操作側とドア無し側に分けて述べる。

(A) ドア操作側

ドア操作側の使用機器は、ドア、ドア操作側 Web カメラ、ドア操作側ディスプレイ、ドア操作側 PC である。図 2 に、ドア操作側のドアを示す。ドアの大きさは、高さ 40 cm、幅 30 cm で、取っ手が付いており、開閉できる。

(B) ドア無し側

ドア無し側の使用機器は、ドア無し側 Web カメラ、ドア無し側ディスプレイ、ドア無し側 PC である。

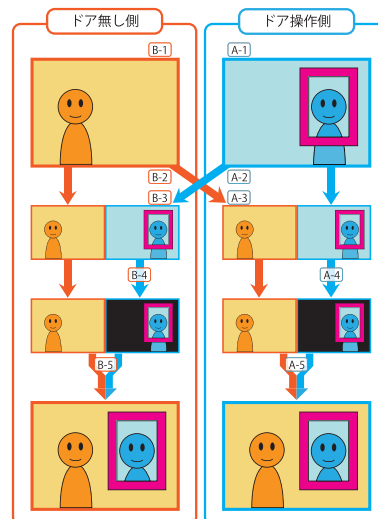


図 3 システムの処理の流れ
Fig. 3 Flow of image composition.

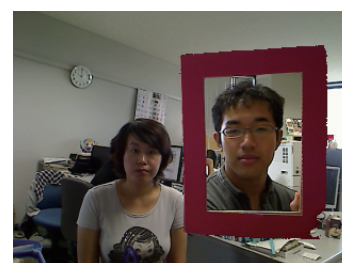


図 4 ドアコム利用中の様子
Fig. 4 Screenshot of DOACOM in use.

3.3 システムの処理の流れ

ドアコムのシステムの処理の流れを、ドア操作側とドア無し側について以下に示す。また、図 3 においてシステムの処理の流れを図で示す。図 3 中の数字は以下の処理番号と対応している。

(A) ドア操作側

- A-1: ドア操作側 Web カメラでドア操作側を撮影。
- A-2: ドア無し側に映像を送信。
- A-3: ドア無し側から送られてきた映像を受信。
- A-4: ドア操作側ユーザが持つドアを認識。
- A-5: ドア無し側の映像にドアとその内側を合成。

(B) ドア無し側

- B-1: ドア無し側 Web カメラでドア無し側を撮影。
- B-2: ドア操作側に映像を送信。
- B-3: ドア操作側から送られてきた映像を受信。
- B-4: ドア操作側から送られてきた映像のドアを認識。
- B-5: ドア無し側の映像とドア操作側のドアとその内側を合成。

図 4 に、ドアコムの利用中の様子を示す。本システムは、ドア無し側の画像に、ドア操作側のドアを含んだ内側の画像を重畳している。そのため、ドアを表示する場所は、ドア操作側の画像上のドアの表示位置に依存している。ド

ア操作側が前後に移動すると、それに応じて画像の大きさが変化する。ドア操作側が左右に移動すると、ドアの表示位置が変化する。多くの場合、ドア操作側ユーザは表示された映像を見ながら、重畳表示しても問題のない位置あるいは意図した位置に移動する。

4. 評価実験

評価実験を行うにあたり、過去の実験からドアコムの有用性に関して以下の仮説を立てた。

- 仮説 1: 重畳表示型ビデオチャットにおいて、枠の 3 次元的な動き はドア操作側ユーザの 存在感 を増加させる。
- 仮説 2: 重畳表示型ビデオチャットにおいて、枠の 3 次元的な動き はドア操作側の 立体感 を増加させる。
- 仮説 3: 重畳表示型ビデオチャットにおいて、枠の存在 はドア操作側ユーザの 存在感 を増加させる。
- 仮説 4: 重畳表示型ビデオチャットにおいて、枠の存在 はドア操作側の 立体感 を増加させる。

4.1 比較システム

仮説を検証するため、ドアコムの比較用システムを開発した。開発したシステムは 2 種類である。区別するために、ドアコムをシステム A、比較用システムをシステム B およびシステム C とする。

本実験では、被験者にドアのメタファを感じさせないように、インタフェースとして扉のない枠のみのインタフェースを使用した。システム A およびシステム C で使用したインタフェースを図 5 に示す。インタフェースは高さ 40 cm、幅 30 cm で枠の幅は 5 cm、厚さは約 5 mm である。

システム A (枠あり可動): 「扉」を取り外したドアコムと同様の機能を持つシステムである。ドア操作側ユーザは図 5 の枠のみのインタフェースを持って会話をを行う。図 6 のシステム A に実際の表示画面を示す。システム A は枠を手で持つため、枠は手に動きに合わせて表示される。

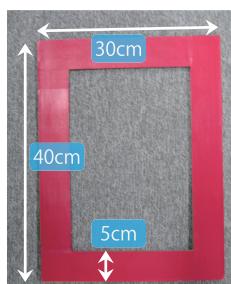


図 5 実験で用いたインタフェース

Fig. 5 DOACOM interface (frame) in the experiment.

システム B (枠あり固定): あらかじめ撮影したカメラから 60 cm の位置にある枠が写った画像から、枠を切り抜き重畳表示するシステムである。枠の内側にはドア操作側が表示される。枠は同じ場所に固定して表示される。図 6 のシステム B に実際の表示画面を示す。

システム C (枠なし可動): システム A からインタフェースの枠を表示させないようにしたシステムである。図 6 のシステム C に実際の表示画面を示す。

図 6 においてシステム A はドア操作側ユーザがドア操作側 Web カメラから 60 cm の位置にいる場合、システム B およびシステム C はドア操作側 Web カメラから 120 cm の位置にいる場合である。

ドア無し側およびドア操作側の位置は、あらかじめ図 6 の配置になるように調整している。

4.2 実験概要

実験は、実験 1 と実験 2 の 2 種類を行った。実験 1 はシステム A とシステム B の比較を、実験 2 はシステム A とシステム C の比較を行った。実験 1 は仮説 1 および仮説 2 を検証するために、実験 2 は仮説 3 および仮説 4 を検証するために行った。実験 1、実験 2 ともに被験者はドア無し側でビデオチャットを行った。被験者数は 30 名で、実験 1、実験 2 の被験者数はそれぞれ 15 名である。ドア操作側は著者の一人が操作し、すべての被験者に対して同じ手順、同じ操作方法で実験を行った。順序効果を考慮して、システムの順序やタスクの順序は交代して行った。

映像の解像度は 320 pixel × 240 pixel で、22 インチの液晶ディスプレイに 36 cm × 27 cm (4 : 3) の大きさに提示した。フレームレートは約 9~11 fps であった。音声の通信には、Skype を用いており、ほぼ明瞭に聞こえていた。スピーカは、液晶ディスプレイの両側に配置した。

タスクとして、ドア操作側ユーザが前後移動する必要があると考え、遠隔地ユーザの接近運動をタスクとしている加藤らの“人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに与える影響” [12] の実験タスクを参考にしてタスクを設定し

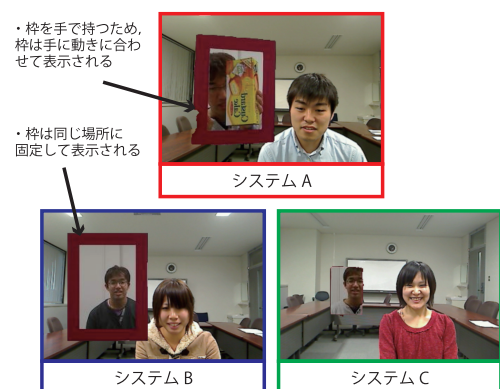


図 6 各システムの表示例

Fig. 6 Display example in each experiment.

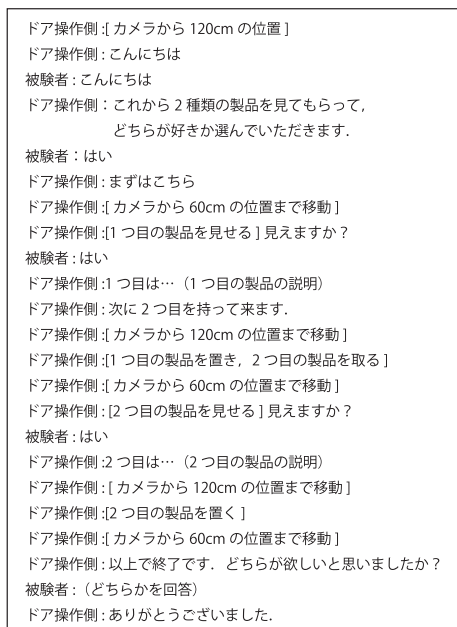


図 7 実験のタスクの流れ

Fig. 7 Experiment task flow.

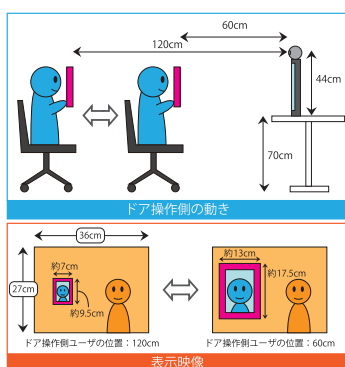


図 8 実験中の動作イメージ (システム A)

Fig. 8 The action image in the experiment (System A).

た。ドア操作側ユーザが 2 種類の製品を紹介し、それについてどちらが好みか選ぶタスクを行った。紹介する製品は 2 パターン用意し、1 回の実験で合計 4 つの製品を紹介している。ドア操作側ユーザは製品を紹介する際、カメラから 120 cm の位置で製品を取り、カメラから 60 cm の位置まで近づいてから製品の説明を行う。タスク流れを図 7 に示す。1 回のタスクにかかる時間は約 1 分である。図 8、図 9、図 10 にそれぞれのシステムのドア操作側の実験中の動きと表示映像を示す。また、図 11 に被験者側のディスプレイまでの距離などの実験条件を示す。図 12 には実験風景を示す。

それぞれのシステムの終了時にドア無し側の被験者に評価アンケートに回答してもらった。それぞれの実験で最初の 2 名は質問 (1), (5) を質問していないため、各実験の質問 (1), (5) は 13 名ずつの結果となっている。

また、すべてのシステムとアンケートの終了後に総合ア

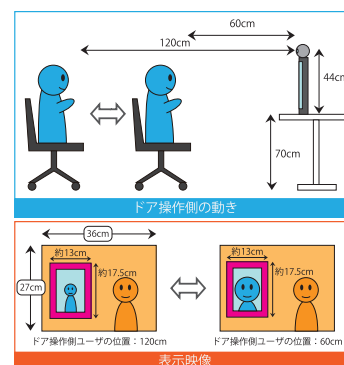


図 9 実験中の動作イメージ (システム B)

Fig. 9 The action image in the experiment (System B).

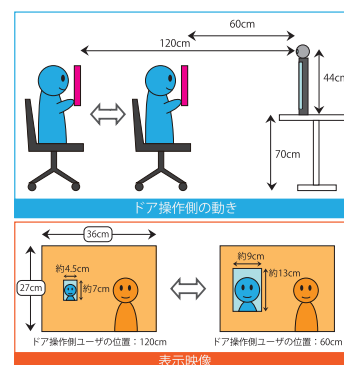


図 10 実験中の動作イメージ (システム C)

Fig. 10 The action image in the experiment (System C).

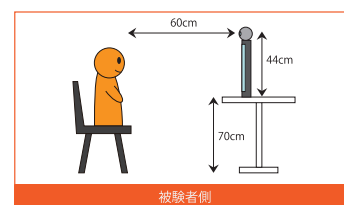


図 11 実験中のイメージ (被験者側)

Fig. 11 Image in the experiment (examinee side).



図 12 実験風景 (左：被験者側、右：ドア操作側)

Fig. 12 Photograph of experiment (left: an examinee side, right: a user with the door).

ンケートとして、2 つのシステムの感じ方の違いとシステムについての感想を自由記述で回答してもらった。

表 1 実験 1 のアンケート結果 (システム A とシステム B の比較)

Table 1 Questionnaire results for experiment 1 (Comparison between System A and System B).

質問項目	ビデオチャットの種類	中央値	有意確率	評価基準				
				1	2	3	4	5
(1) 映像は会話を行ううえで問題なくきれいだった	システム A	4	0.024*	0	3	3	7	0
	システム B	4		0	1	0	10	2
(2) 音声は会話を行ううえで問題がなかった	システム A	4	0.750	0	0	2	7	6
	システム B	4		0	1	1	7	6
(3) このシステムを使うことで相手が隣にいるように感じた	システム A	3	0.212	1	2	6	5	1
	システム B	3		0	3	7	3	2
(4) このシステムを使うことで実際に会って会話しているように感じた	システム A	4	0.039*	0	1	3	7	4
	システム B	3		0	4	4	6	1
(5) 相手の映像に立体感を感じた	システム A	4	0.103	0	0	4	6	3
	システム B	3		0	2	6	4	1

※表中の中央値とは、「1:強く同意しない」「2:同意しない」「3:どちらでもない」「4:同意する」「5:強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の中央値である。

*:有意差あり (Wilcoxon の符号付き順位検定) $p < 0.05$. 有意確率はシステム A (枠あり可動) とシステム B (枠あり固定) の差。表中の評価基準の数字は人数。

表 2 実験 2 のアンケート結果 (システム A とシステム C の比較)

Table 2 Questionnaire results for experiment 2 (Comparison between System A and System C).

質問項目	ビデオチャットの種類	中央値	有意確率	評価基準				
				1	2	3	4	5
(1) 映像は会話を行ううえで問題なくきれいだった	システム A	3	0.705	0	5	4	3	1
	システム C	3		1	4	4	3	1
(2) 音声は会話を行ううえで問題がなかった	システム A	4	0.157	0	0	0	8	7
	システム C	4		0	2	0	6	7
(3) このシステムを使うことで相手が隣にいるように感じた	システム A	3	0.391	0	7	4	1	3
	システム C	3		1	6	4	4	0
(4) このシステムを使うことで実際に会って会話しているように感じた	システム A	4	0.046*	0	3	3	8	1
	システム C	3		0	5	6	4	0
(5) 相手の映像に立体感を感じた	システム A	4	0.033*	0	1	2	5	5
	システム C	4		0	3	3	5	2

※表中の中央値とは、「1:強く同意しない」「2:同意しない」「3:どちらでもない」「4:同意する」「5:強く同意する」の 5 段階の評価基準による評価結果の中央値である。

*:有意差あり (Wilcoxon の符号付き順位検定) $p < 0.05$. 有意確率はシステム A (枠あり可動) とシステム C (枠なし可動) の差。表中の評価基準の数字は人数。

5. 実験結果と考察

本章では評価実験の実験結果と考察について述べる。表 1 に実験 1 のアンケート結果を、表 2 に実験 2 のアンケート結果を示す。

5.1 存在感の差

仮説 1, 仮説 3 を検証するため, 質問 (4) で実際にドア操作側ユーザと会話している感覚に関する質問を行った。実験 1, 実験 2 ともにシステム A (枠あり可動) の方がドア操作側ユーザの存在感が有意に増加した。以上より仮説 1 および仮説 3 は成立し, 重量表示型ビデオチャットにおいて, 枠の 3 次元的な動きや枠の存在はドア操作側ユーザ

の存在感を増加させることが分かった。なお, 質問 (3) ではシステムの同室感に関する質問を行ったが, 実験 1, 実験 2 ともに有意差は見られなかった。

5.2 映像の立体感

質問 (5) で仮説 2, 仮説 4 を検証するため, 映像の立体感に関する質問を行った。枠の移動の有無の違いを見ている実験 1 では, システム A の方が高い傾向はあるものの有意差は確認されていない。しかし, 枠の有無の違いを見ている実験 2 では, システム A の方が映像の立体感が有意に増加した。以上より仮説 4 は成立し, 重量表示型ビデオチャットにおいて, 枠の存在はドア操作側ユーザの立体感を増加させることが分かった。

5.3 映像および音声の品質

映像および音声の品質の確認を質問 (1), (2) で行った。実験 1 および実験 2 の質問 (2) から、音声に関しては、会話をを行ううえでほとんど問題がなかったことが分かる。映像に関しては、実験 1 の質問 (1) のみ有意差が見られた。実験後の自由記述を見ると、システム A は枠の認識を行っているため、表示がずれてしまう場合があったが、システム B (枠あり固定) は枠の移動がなく、表示が安定していたため映像のきれいさにおいてシステム B が評価されたと考えられる。一般的に画質が下がると存在感も低下するが、実験 1 の質問 (4) では有意にシステム A が高かった。このことも仮説 1 を支持する結果であると考えられる。

6. おわりに

本論文では、重量表示型ビデオチャットシステム“ドアコム”の仕組みについて述べた後、ドアコムのどのような特徴が存在感や立体感の向上に寄与したのかについての検証実験を行った。実験では、ドアコムの枠の効果を検証するため、2種類の比較用システムを開発し、比較実験を行った。実験により、重量表示型ビデオチャットにおいて以下のことが確認された。

- (1) 枠の 3 次元的な動きは、ドア無し側ユーザに対して、ドア操作側ユーザの存在感を増加させる。
- (2) 枠の存在は、ドア無し側ユーザに対して、ドア操作側ユーザの存在感と映像の立体感を増加させる。

今回の実験から、ドアコムの表示方法や専用インタフェースの有用性が明らかになった。今後は、ドアの表示位置や表示サイズによる、ドア操作側ユーザの意図の伝達に関する効果や、ドアメタファを活かした機能の追加を行う予定である。

参考文献

- [1] Skype - The Big Blog: 30 million people online on Skype, available from http://blogs.skype.com/en/2011/03/30_million_people_online.html (accessed 2011-12-13).
- [2] japan.internet.com: PC 必須機器に成長する!?—「ヘッドセット」「Web カメラ」25%が所有, 入手先 <http://japan.internet.com/research/20050216/1.html> (参照 2011-12-13).
- [3] japan.internet.com: PC ユーザの 3 割が「Web カメラ」か「ヘッドセット」または「両方」を持っている, 入手先 <http://japan.internet.com/research/20100907/1.html> (参照 2011-12-13).
- [4] Mantei, M.M., Baecker, R.M., Sellen, A.J., et al.: Experiences in the Use of a Media Space, *CHI'91*, pp.203-208 (1991).
- [5] Bondareva, Y. and Bouwhuis, D.: Determinants of Social Presence in Videoconferencing, *Proc. AVI2004 Workshop on Environments for Personalized Information Access*, pp.1-9 (2004).
- [6] 藤田真吾, 吉野 孝: ドアコム: タンジブルインタフェースを用いたビデオチャットシステム, 情報処理学会インタラクシオン 2011 論文集, pp.757-760 (2011).
- [7] 藤田真吾, 吉野 孝: ドア型の専用インタフェースを利用したビデオチャットシステム“ドアコム”の評価, 情報処理学会 EC2011, 06A-2, pp.1-4 (2011).
- [8] 森川 治, 前迫孝徳: 「超鏡」: 自己像を表示するビデオ対話方式, 情報処理学会 HI 研究会, Vol.72-5, pp.25-30 (1997).
- [9] Hirata, K., Harada, Y., Ohno, T., et al.: t-Room: Telecollaborative Room for Everyday Interaction, 情報処理学会第 66 回全国大会, 4B-3, pp.4.97-4.98 (2004).
- [10] 平田圭二, 原田康徳, 高田敏弘ほか: 遠隔ビデオコミュニケーションシステムのための仮想共有面の実装方式, *GNWS2007*, pp.119-124 (2007).
- [11] Nakanishi, H., Murakami, Y. and Kato, K.: Movable Cameras Enhance Social Telepresence in Media Spaces, *CHI2009*, pp.433-442 (2009).
- [12] 加藤 慶, 中西英之, 石黒 浩: 人物の接近の強調が社会的テレプレゼンスに及ぼす影響, 情報処理学会インタラクシオン 2011 論文集, pp.9-16 (2011).
- [13] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interface between People, Bits and Atoms, *CHI'97*, pp.234-241 (1997).
- [14] 石井 裕: タンジブル・ビット—情報と物理世界を融合する, 新しいユーザ・インタフェース・デザイン, *IPSI Magazine*, Vol.43, No.3, pp.222-229 (2002).
- [15] Brave, S., Ishii, H. and Dahley, A.: Tangible Interface for Remote Collaboration and Communication, *CSCW'98*, pp.169-178 (1998).
- [16] Ullmer, B. and Ishii, H.: The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces, *User Interface Software and Technology*, pp.223-232 (1997).
- [17] Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J.C., et al.: Passive Real-World Interface Props for Neurosurgical Visualization, *Proc. CHI'94*, pp.452-258 (1994).
- [18] 森川 治: ビデオ対話における自己像の表示による対話相手の存在感への影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.1, No.1, pp.61-68 (1999).



吉野 孝 (正会員)

1969 年生。1992 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業。1994 年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。現在、和歌山大学システム工学部デザイン情報学科准教授。博士 (情報科学)。CSCW, HCI の研究に従事。



藤田 真吾

1988 年生。2010 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科卒業。2012 年同大学大学院システム工学研究科システム工学専攻博士前期課程修了。HCI の研究に従事。