

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

藤 田 真 吾[†] 吉 野 孝^{††}

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”を開発してきた。本稿では、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に寄与しているか検証した。枠の3次元的な動きと枠の存在が遠隔地対話者の存在感と映像の立体感を向上させていると仮説を立て、3種類の比較用システムを用いて2種類の実験を行った。結果として枠の3次元的な動きにより遠隔地対話者の存在感が向上すること、枠の存在により遠隔地対話者の存在感と映像の立体感が向上することが確認された。

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

SHINGO FUJITA[†] and TAKASHI YOSHINO^{††}

We have developed an overlay-type video chat system called “DOACOM” that enhances presence of a talker that is in the distance. In this paper, we verify that what kind of the features of DOACOM influences presence of a video chat. We made the hypotheses that the movement in three dimensions and the existence of a frame enhances presence and spatial effect. To verify these hypotheses, we developed three systems and carried out two experiments. As a result, we found that the movement in three dimensions of a frame enhances presence of a talker that is in the distance and the existence of a frame enhances presence and spatial effect.

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る環境が整ってきたといえる。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、本稿では、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⁾。本稿では、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元に仮説を立てて検証を行った。

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

[†] 和歌山大学システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

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と示している。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 WISI-WYS(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繋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)~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スペースを繋げようとする試みである。例えば MetaDesk¹⁶⁾ 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”をメタファとして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 Props¹⁷⁾ 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

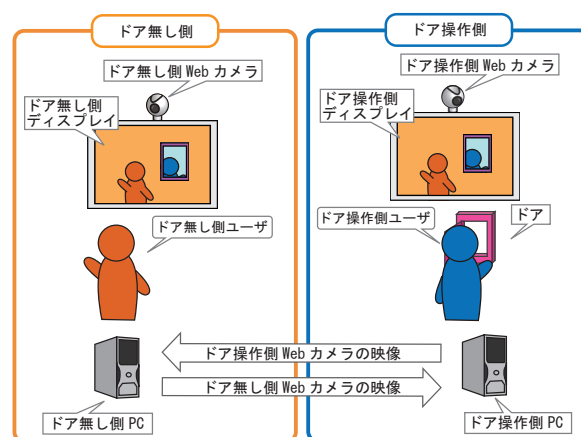


図 1 システム構成図

Fig. 1 System configuration.

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等では難しい 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。

ドア操作側のユーザは、ドアを顔の前に掲げてドアを開き、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繋がっているような映像となる。

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。

(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。

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 2 においてシステムの処理の流れを図で示す。図 2 中の数字は以下の処理番号と対応している。

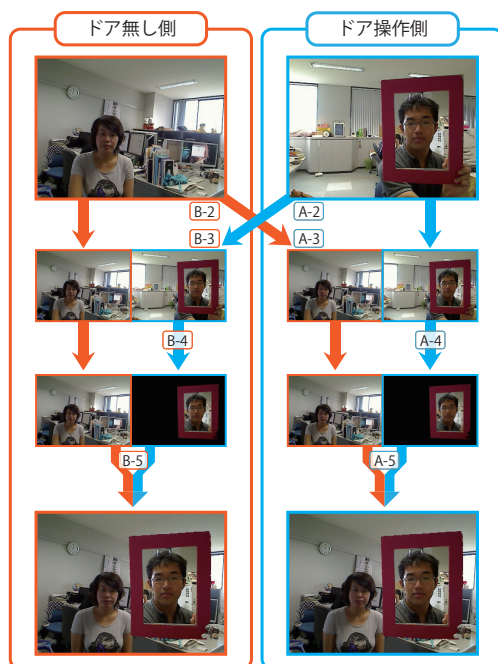


図 2 システムの処理の流れ
Fig. 2 System flow.

(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: ドア操作側ユーザーが持つドアを認識.
- 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.

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 は遠隔地ユーザの 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 は遠隔地ユーザの 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 は遠隔地ユーザの 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 は遠隔地ユーザの 立体感 を増加させる.

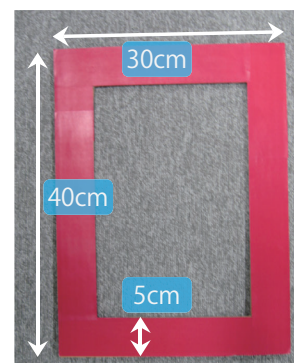


図 3 実験で用いたインタフェース
Fig. 3 Interface image in the experiment.

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以下の 3 種類である. 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 3 に示す. インタフェースは高さ 40cm, 幅 30cm で枠の幅は 5cm, 厚さは約 5mm である.

システム A (枠あり可動): ドアコムと同様の機能を持つシステム. ドア操作側は図 3 の枠のみのインタフェースを持って会話を行う. 図 4 のシステム A に実際の表示画面を示す.

システム B (枠あり固定): あらかじめ撮影した、カメラから 60cm の位置にある枠が写った画像から、枠を切抜き重畳表示するシステム. 枠の内側はドア操作側が表示される. 枠は移動しない. 図 4 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



図 4 実験キャプチャ
Fig. 4 Capture in the experiment.

ドア操作側:[カメラから 120cm の位置]
 ドア操作側: こんにちは
 被験者: こんにちは
 ドア操作側: これから 2 種類の製品を見てもらって、
 どちらが好きか選んでいただきます。
 被験者: はい
 ドア操作側: まずはこちら
 ドア操作側:[カメラから 60cm の位置まで移動]
 ドア操作側:[1 つ目の製品を見せる] 見えますか?
 被験者: はい
 ドア操作側: 1 つ目は… (1 つ目の製品の説明)
 ドア操作側: 次に 2 つ目を持って来ます。
 ドア操作側:[カメラから 120cm の位置まで移動]
 ドア操作側:[1 つ目の製品を置き、2 つ目の製品を取る]
 ドア操作側:[カメラから 60cm の位置まで移動]
 ドア操作側:[2 つ目の製品を見せる] 見えますか?
 被験者: はい
 ドア操作側: 2 つ目は… (2 つ目の製品の説明)
 ドア操作側:[カメラから 120cm の位置まで移動]
 ドア操作側:[2 つ目の製品を置く]
 ドア操作側:[カメラから 60cm の位置まで移動]
 ドア操作側: 以上で終了です。どちらが欲しいと思いましたか?
 被験者: (どちらかを回答)
 ドア操作側: ありがとうございます。

図 5 タスクの流れ
 Fig. 5 Task flow.

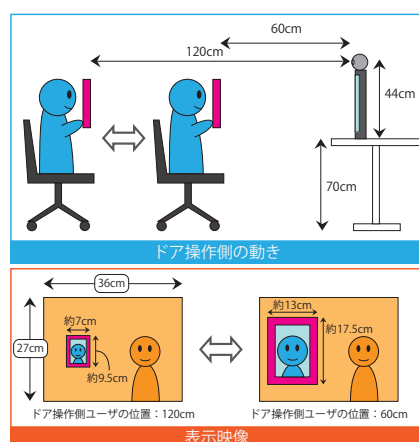


図 6 実験中の動作イメージ (システム A)
 Fig. 6 The action image in the experiment(System A).

ム. 図 4 のシステム C に実際の表示画面を示す。
 実験のキャプチャから 3 つのシステムの表示画面を
 図 4 に示す。図 4 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 60cm 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 120cm の位置にいる場合である。

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 で
 は被験者はシステム A とシステム B を使用し、実験
 2 ではシステム A とシステム C を使用した。実験 1

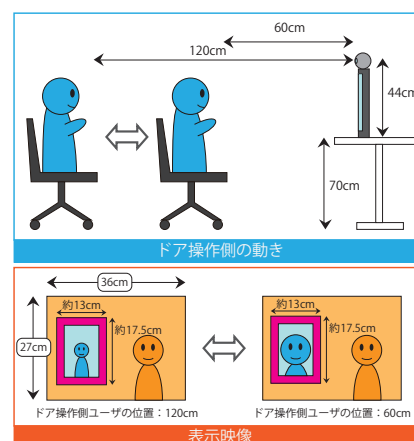


図 7 実験中の動作イメージ (システム B)
 Fig. 7 The action image in the experiment(System B).

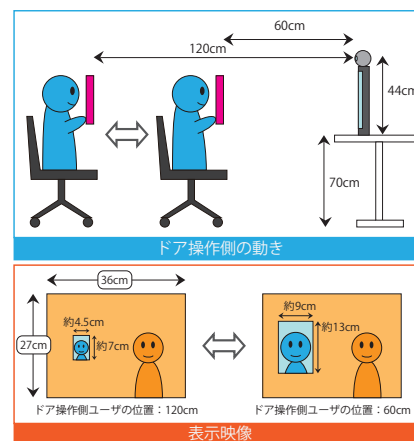


図 8 実験中の動作イメージ (システム C)
 Fig. 8 The action image in the experiment(System C).

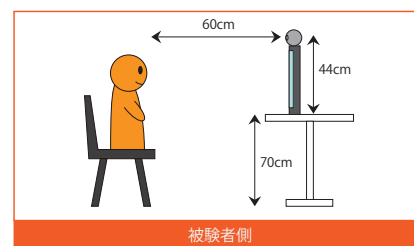


図 9 実験中のイメージ (被験者側)
 Fig. 9 Image in the experiment(examinee side).

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 1
 人が固定で行った。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。

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

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 Result of the questionnaire of 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) 映像は会話を行う上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) 音声は会話を行う上で問題がなかった	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 (杵あり可動) とシステム B (杵あり固定) 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 Result of the questionnaire of 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) 映像は会話を行う上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) 音声は会話を行う上で問題がなかった	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 (杵あり可動) とシステム C (杵なし可動) の差. 表中の評価基準の数字は人数.



図 10 実験風景 (左:被験者側, 右:ドア操作側)

Fig. 10 Photograph of experiment(left: an examinee side, right: a user with the door).

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 120cm の位置で製品を取り, カメラから 60cm 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 5 に示す. 1 回

のタスクにかかる時間は約 1 分である. 図 6, 図 7, 図 8 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 9 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 10 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, 各実験で 13 名ずつの結果となっている.

また, 全てのシステムとアンケートの終了後に総合アンケートとして, 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.

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) で実際に遠隔地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 とともにシステム A (杵あり可動) の方が遠隔地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、重畳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遠隔地ユーザの存在感を増加させることが分かった。

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、重畳表示型ビデオチャットにおいて、枠の存在は遠隔地ユーザの立体感を増加させることが分かった。仮説2においても、過去の実験で“ドアから手を出すと、3Dのように飛び出して見えた”といった意見が見られたことから、ドア操作側の行動によっては映像に立体感を感じる可能性がある。

5.3 その他

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は枠の認識を行なっているため、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いえる。質問(3)ではシステムの同室感に関する質問を行った。過去の実験で、ドアコムと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では、ドアコムの方が同室感が高かったが、重畳表示型ビデオチャットにおけるドアインタフェースとマウスインタフェースの比較実験では同室感に差は見られなかった。今回も重畳表示型ビデオチャット同士の比較であり、実験1、実験2ともに有意差は見られなかった。

6. おわりに

今回、重畳表示型ビデオチャットシステムにおいて枠の効果を検証するため、3種類の比較用システムを開発し2種類の比較実験を行った。実験により、重畳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次元的な動きは遠隔地ユーザの存在感を増加させる。
- (2) 枠の存在は遠隔地ユーザの存在感と立体感を増加させる。

これら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。今後はドアメタファとしての効果の検証や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, 入手先 (http://blogs.skype.com/en/2011/03/30_million_people_online.html) (参照 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) Marilyn M. Mantei, Ronald M. Baecker, Abigail J. Sellen, et al.: Experiences in the Use of a Media Space. CHI91, pp.203-208(1991).
- 5) Yevgenia Bondareva and Don Bouwhuis: Determinants of Social Presence in Videoconferencing, Proceedings of the 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) Keiji Hirata, Yasunori Harada, Takehiko Ohno, 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) Hideyuki Nakanishi, Yuki Murakami and Kei Kato: 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) Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer: 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・デザイナー, IPSJ Magazine, Vol.43, No.3, pp.222-229(2002).
- 15) Scott Brave, Hiroshi Ishii and Andrew Dahley: Tangible Interface for Remote Collaboration and Communication, CSCW'98, pp.169-178(1998).
- 16) Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii: The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces, User Interface Software and Technology, pp.223-232(1997).
- 17) Ken Hinckley, Randy Pausch, John C.Goble, et al.: Passive Real-World Interface Props for Neurosurgical Visualization, in Proceeding of CHI'94, pp.452-258(1994).