

遠隔空間内の三次元的移動を表現する： 深度情報を用いた部分重畳表示型ビデオチャットの提案

濱上 宏樹¹ 宮部 真衣² 吉野 孝¹

概要：我々はこれまでに可動枠を用いた部分重畳表示型ビデオチャットシステム「ドアコム」を開発してきた。ドアコムは、現実空間に存在する枠を介して遠隔地間を仮想的につなぎ、ユーザが相手の空間内を平面的に動き回ることができるようにするシステムである。しかし、このシステムでは双方向二次元的な動きしかできず、「相手の空間で指示操作をしている感覚」や「相手の空間へ侵入している感覚」に関しては、十分な効果を与えられていないことが課題であった。そこで本研究では、ビデオチャットにおいて遠隔空間内を三次元的に移動可能な仕組みを提案する。本提案では、深度センサーを用いて遠隔の空間をつなぐことで、遠隔空間内の三次元的移動を表現し、「遠隔空間内に隠れる」「遠隔空間内を指差す」という重畳表示ならではの表現を実現する。

Expression of 3-D Movement between Remote Spaces: Proposal of Partial Overlay-type Video Chat System using Depth Information

HIROKI HAMAUE¹ MAI MIYABE² TAKASHI YOSHINO¹

Abstract: We have developed a partial overlay-type video chat system “DOACOM” which use a movable frame. “DOACOM” can connect between remote places virtually through the frame which exists in an actual space. In the conventional system, however, both users can move another remote partner’s space at perpendicular plane. The conventional system could not give both “the sense doing operation of directions at another partner’s space” and “the sense making an incursion into another partner’s space.” sufficiently. We propose that a new partial overlay-type video chat system. A user can move three-dimensionally in another remote partner’s space in the new system. This system can express three-dimensional movement in the remote space using a depth sensor at both places. The system can give both expressions “hiding in the remote space” and “pointing in the remote space”.

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、スマートフォンの普及 [2] 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。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 [3] 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、遠隔地にいる相手の存在感が増すこと [4] がわかっている。

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 [5]。本稿では、遠隔地間の一方または両方のカメラの映像の一部を、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

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

² 京都大学 学際融合教育研究推進センター
Center for the Promotion of Interdisciplinary Education
and Research, Kyoto University, Kyoto-shi, Kyoto 606-8317,
Japan

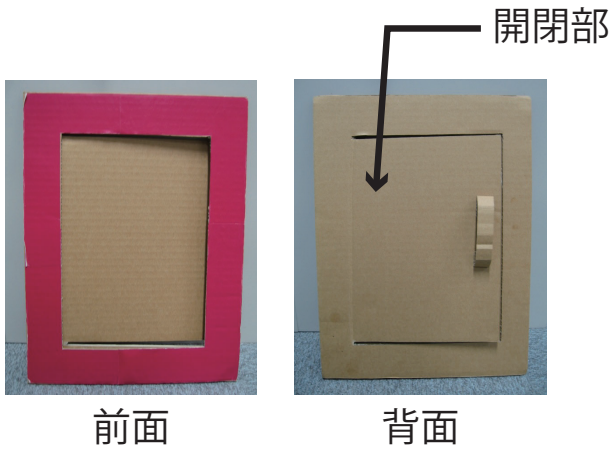


図 1 ドアコムのインタフェース

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、存在感および同室感（遠隔地の対話者と同じ部屋にいる感覚）が向上し、映像に立体感が生じる傾向が得られている [5]。また、ドアの枠外に手を出すジェスチャーをした場合に枠外の描画を行う機能を開発した。実験の結果、「枠外へ手を出す」表現は指示操作に良い影響を与える可能性が見られた。しかし、双方向二次元的な動きしかできず、「相手の空間で指示操作をしている感覚」や「相手の空間へ侵入している感覚」に関しては、十分な効果を与えられていないことがわかった [6]。

そこで本稿では、相手の空間への侵入感覚や、指示操作感覚の向上を目指し、部分重畳型ビデオチャットにおける遠隔空間内の三次元的移動表現手法を提案する。

2. ドアコム

ドアコムは、現実空間に存在する枠を介して遠隔地間を仮想的につなぎ、ユーザが相手の空間内を平面的に動き回ることができるようにするシステムである。図 1 に、ドアコムのインタフェースを示すドアコムは、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。

本システムはドア操作側とドア無し側で通信を行う。図 2 にドアコムの表示映像を示す。ドア操作側ユーザは、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。各ユーザ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、ドアの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。

ドアコムのシステム構成を図 3 に示す。

(A) ドア操作側

ドア操作側の使用機器はドア、ドア操作側 Kinect、ドア操作側 PC である。ドア操作側 Kinect でドア操作側ユーザを撮影し、ドア操作側 PC でドアのフレームを認識してドアのフレームとその内側の映像、枠外に



図 2 ドアコム表示映像

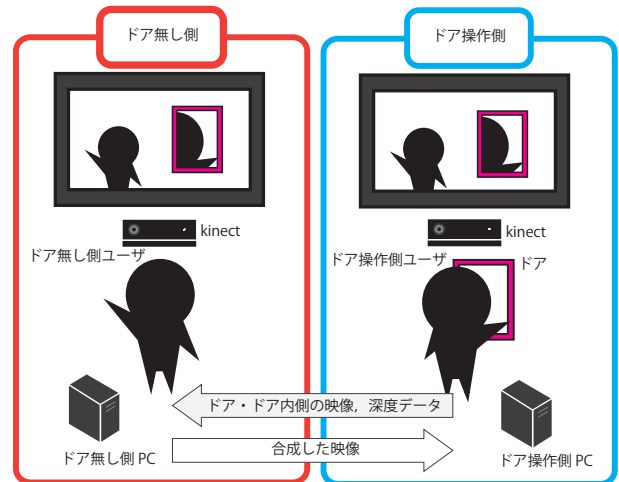


図 3 システム構成図

出た手の映像と深度情報をドア無し側に送信する、

(B) ドア無し側

ドア無し側の使用機器はドア無し側 Kinect、ドア無し側 PC である。ドア無し側では、ドア無し側 Kinect でユーザを撮影し、ドア操作側に送信する。また、ドアの操作側 PC から送られてきたドアのフレームとその内側の映像を、ドア無し側 PC でドア無し側の映像とオーバーラップさせる。

3. 提案手法

3.1 従来のドアコムにおける課題と提案

これまでに開発してきたドアコムにおいては、前述したように「ドア」を用いて遠隔地間を仮想的に接続し、またドアを用いたジェスチャー（ドア枠から手を出すなど）が可能となっている。このシステムにより、同室感や、指示操作に対する効果はある程度確認できているものの、得られている効果は未だ十分とは言えない。

1 つ目の課題として、「相手の空間で指示操作をしている感覚」への対応が挙げられる。従来のドアコムでは、ドア操作側ユーザは、相手の空間に自身の映像が重畳表示され、また二次元方向であれば自由に動き回ることが可能であるため、相手の空間での指示操作感覚を得ることが可能である。一方、ドア無し側ユーザから見ると、自分の空間に相手が侵入してきており、ドア操作側ユーザと比較し

表 1 従来ドアコムと提案手法の違い

	相手空間で指示操作をしている感覚		相手の空間へ侵入している感覚
	ドア操作側	ドア無し側	
従来ドアコム 提案手法		×	

て、相手への指示操作感覚が得られにくい。つまり、同じビデオチャットに参加しているにもかかわらず、ドア無し側ユーザは得られる指示操作感覚が不十分であり、ドア無し側ユーザの指示操作感覚についても十分な効果が得られるような工夫が必要である。

2つ目の課題としては、「相手の空間へ侵入している感覚」への対応がある。既存のビデオチャットと比較すると、従来のドアコムを用いることで、相手の空間へ侵入している感覚は、ある程度得られていると考えられる。しかし、従来のドアコムは二次元方向への移動のみが可能であり、ドア操作側は常に最前面に重畳表示される。つまり、前後に移動したとしても、重畳される画像には変化がなく、相手空間へ侵入し、移動するという感覚において、影響を与えている可能性がある。

そこで、これらの課題を解決するために、遠隔空間内を三次元的に移動可能な手法を提案する。提案手法では、Kinectにより取得可能な深度情報を用いることにより、従来のドアコムでは実現できていなかった、奥行きを考慮した三次元的な移動の表現を実現する。従来のドアコムと提案手法の違いを表1にまとめる。

三次元的移動表現の実現方法については、次節において詳細に述べる。

3.2 三次元的移動表現のための重畳表示手法

本節では、提案する三次元的移動表現のための重畳表示手法について述べる。

実際に空間に侵入しているのであれば、侵入した空間におけるモノとドアやドア枠外に出した手にカメラから見た前後関係が生じる。利用者に「相手の空間で指示操作をしている感覚」や「相手の空間へ侵入している感覚」を与えるためには、二次元の位置だけでなく奥行きも考慮した、空間における位置関係に基づく重畳表示が重要であると考えた。

そこで本提案手法では、従来のWebカメラに替わりKinectを用いることで、遠隔空間内における三次元移動の表現を可能にする。具体的には、Kinectにより取得可能な深度情報を用いて、ユーザや周辺物体の前後関係や前後への移動を認識し、前後関係を考慮した重畳表示を行うことにより、三次元的な移動を画面内で表現する。

図4に重畳表示の仕組みを示す。図4における d_1 はKinectと利用者との距離を、 d_2 はKinectとドアとの距離

を表している。

(1) $d_1 > d_2$

まず、 $d_1 > d_2$ の場合について述べる。ドア操作側にあるKinectからドアまでの距離 d_2 がドア無し側のKinectから人物及び物体までの距離 d_1 よりも小さい場合、ドアによって切り取られたドア操作側の映像はドア無し側の人物および物体より前面に表示される(図4(c))。図5に前後関係を考慮した重畳表示映像を示す。 $d_1 > d_2$ の場合の映像は図5(A)である。ドア無し側の人物より前面にドアの映像が表示されている。これは従来のドアコムと同様の表現である。

(2) $d_1 < d_2$

次に $d_1 < d_2$ の場合について述べる。ドア操作側にあるKinectからドアまでの距離 d_2 がドア無し側のKinectから人物及び物体までの距離 d_1 よりも大きい場合、ドアによって切り取られたドア操作側の映像はドア無し側の人物および物体より背面に表示される(図4(d))。 $d_1 < d_2$ の場合の映像が図5(B)である。ドア無し側の人物より背面にドアの映像が表示されている。従来のドアコムにおける表現とは異なり、ドア操作側のドアおよびドア無し側の物体の深度情報を取得し、比較することにより、相手空間内の物体の背後に隠れるなどの三次元的移動表現が可能となる。またドア無し側の人物が前面に表示されることによりドア無し側からドア操作側への指示が可能となる。

従来のドアコムでは常にドア操作側の映像が前面に表示されていたために不可能だった「相手の空間に隠れる」「ドア無し側からドア操作側への指示」といった表現が、本提案手法により可能となる。

4. おわりに

本研究では「相手の空間で指示操作をしている感覚」や「相手の空間へ侵入している感覚」を与えることが可能なビデオチャットの実現を目指し、遠隔空間内の三次元的な移動表現手法を提案した。提案する表現手法のポイントは以下の2点にまとめられる。

- (1) 遠隔話者やその空間の物体の前後関係を、Kinectで取得可能な深度情報から判定
- (2) 判定した前後関係をもとに、映像を重畳することにより、一方の空間に対して部分的に映像を重畳するビデオチャットでは難しかった双方向のインタラクション手法を実現

本手法を用いることで、従来の平面的な移動のみ可能なドアコムとは異なったユーザの行動が見られることが期待される。

今後、提案手法、三次元的な移動表現やそれに伴い可能となる「相手の空間に隠れる」、「ドアなし側からドアあり

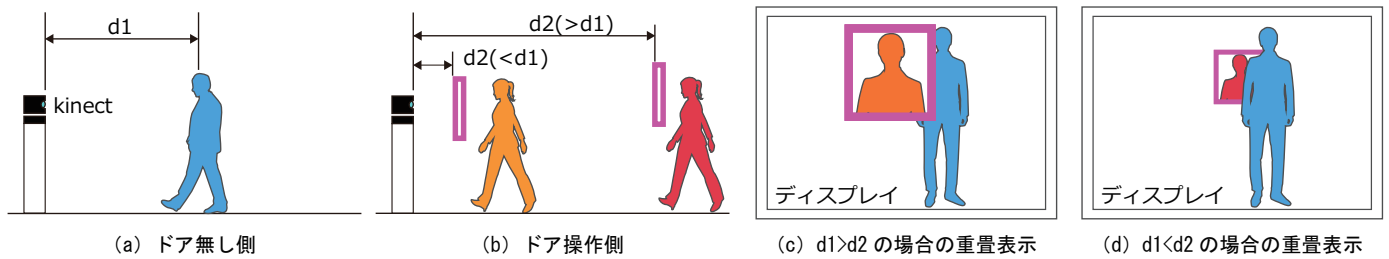


図 4 前後関係を考慮した重畳表示の仕組み

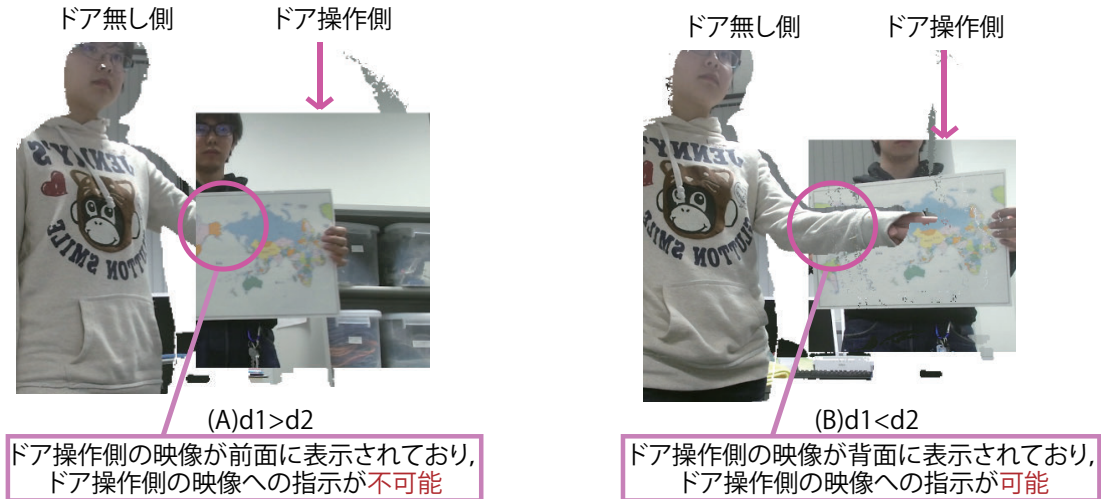


図 5 提案手法による重畳表示映像

側への指示」の効果について検証する。

参考文献

- [1] Skype Blogs : Skype の同時接続ユーザー数、4000万人を達成, 入手先 <http://blogs.skype.com/2012/04/13/skype4000/> (参照 2014.12.16).
- [2] 総務省:平成 24 年度版 情報通信白書, 入手先 <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc122110.html> (参照 2014.12.16).
- [3] Marilyn M. Mantei, Ronald M. Baecker, Abigail J. Sellen, et al.: Experiences in the Use of a Media Space. CHI '91, pp.203-208(1991).
- [4] Yevgenia Bondareva and Don Bouwhuis: Determinants of Social Presence in Videoconferencing, AVI2004 Workshop on Environments for Personalized Information Access, pp.1-9(2004)
- [5] 藤田 真吾, 吉野 孝: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, 情報処理学会, インタラクシオン 2012 論文集, pp.813-818(2012).
- [6] 吉野 孝, 宮部 真衣:可動枠を用いた部分重畳表示型ビデオチャットにおける遠隔地への影響を表現可能な "ドアコム 3" の提案, 情報処理学会, インタラクシオン 2013 論文集, pp.427-430(2013).