

ユビキタス環境での日常映像通信に関する検討 —井戸端ねっとの構築と検証実験にむけて—

木村 篤信[†] 島田 義弘[†] 小林 稔[‡]

^{† ‡} NTT サイバソリューション研究所 〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1
E-mail: [†] {kimura.atsumobu, shimada.yoshihiro} @lab.ntt.co.jp, [‡] minoru@acm.org

あらまし 日常生活における映像通信については以前より研究が行われており、また最近では常時接続環境やモバイル端末での映像通信環境が整ってきた。しかし、現段階での映像通信を用いた遠隔コミュニケーションシステムには解決すべき問題点がいくつもある。そこで我々は、映像と音声を用いて多地点を接続し、日常業務中に使うことで問題点を洗い出し、映像通信を用いた遠隔コミュニケーションを検討するための取り組みを始めた。今回、構築した映像通信システム“井戸端ねっと”について紹介し、今後のコミュニケーション実験について述べる。
キーワード 映像通信、常時接続映像、遠隔コミュニケーションシステム、井戸端ねっと

A study of "Always On" Video-Communication —For construction and testing of Idobata-net—

Atsunobu KIMURA[†] Yoshihiro SHIMADA[†] and Minoru KOBAYASHI[‡]

^{† ‡} NTT Cyber Solutions Laboratory 1-1 Hikarinooka Yokosuka-city, Kanagawa, 239-0847 Japan
E-mail: [†] {kimura.atsumobu, shimada.yoshihiro} @lab.ntt.co.jp, [‡] minoru@acm.org

Abstract Video communication is rapidly growing in popularity but it is not always effective. In the process of developing "Idobata-net", a multi-point always-on video communication system, we identified several of the problems that hinder this type of communication. We clarify the importance of the pre-communication state in achieving smooth and effective communication and introduce the pre-communication state model that consists of several phases. Based on our preliminary studies and testing, we are continuing to optimize "Idobata-net" to create an effective video communication method.

Keyword Video communication, always on video, remote-communication system, Idobata-net

1. はじめに

近年、ADSL、光によるネットワークインフラが安価に提供されるようになり、広帯域な常時接続環境が職場や家庭に浸透し始めている。一方、SOHO や在宅勤務などテレワークという勤務形態が増加してきており、特に雇用型テレワーカーには、他の同僚と離れた場所で仕事をしている状態ではあるが、同じ場所で仕事をする場合と同様に同僚とのコミュニケーションを行いたいという要求があり、そのための解決策として映像・音声による遠隔コミュニケーションツールの使用が考えられる。また映像・音声を用いたコミュニケーションツールは一般ユーザにおいても、固定電話、携帯電話、IP ネットワーク機器を利用したテレビ電話を中心に使われている。このような背景から、今後常時接続を利用した映像・音声メディアコミュニケーションが広がって行く可能性は大きいと考えられる。

そこで、我々は遠隔地間を映像音声メディアによって常時接続する環境の特性、問題点を実験的に検証し、

コミュニケーションのための映像・音声メディアをデザインするための基礎データを収集する試みをはじめた。

本稿では、遠隔地間の常時接続映像コミュニケーションメディアの特性検証のために、オフィス内の離れた二地点間を映像と音声で繋いだプレ実験に関して報告し、プレ実験で観察された呼びかけやプライバシー等の問題を整理したプレコミュニケーションという枠組みについて述べる。最後に、多地点多人数グループワーク支援のための映像コミュニケーションメディアのデザインについて検討するために設計した実験システム“井戸端ねっと”について紹介する。

2. プレ実験

2.1. 実験概要

遠隔地間の常時接続映像コミュニケーションメディアの特性検証のために、オフィス内で離れて仕事をしている二人の被験者間に映像による窓を設け、その窓を介してコミュニケーションを行う実験を行った(図

1). 映像による窓とは、お互いの空間を撮影した映像を、それぞれ相手側の映像ディスプレイに表示する事で実現する。今回は映像の窓を実空間の窓に近づけるため、NTSC方式の映像信号とマイクからの音声信号を無線によってつなぎ、高品質で遅延の無い双方向通信ができる環境を用意した。各被験者のデスクには、映像を取得するためのカメラを相手の顔、姿勢が映るように設置し、相手からの映像を提示する映像ディスプレイを設置した。映像ディスプレイは、大きさの違いを比較するため34インチのテレビモニタと15インチのテレビモニタを使用した。音声の取得には被験者の口元方向に向けた単指向性のマイクを設置し、音声の提示にはスピーカを被験者の方向に向けて設置した。以上のような双方向通信を約1ヶ月間、業務時間中に常時接続状態にして行った。被験者の関係は上司と部下であり、日常的にコミュニケーションをする機会が多く、かつ相手をコミュニケーションに巻き込むことにそれほど心理的負担を感じない間柄であった。

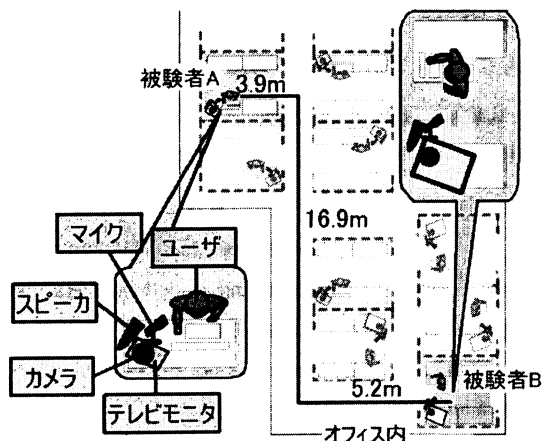


図1: プレ実験における位置関係

2.2. 実験結果と考察

プレ実験によって得られた知見を以下に述べる

2.2.1. 画質・音質に関して

34インチ・15インチのテレビモニタにNTSC信号の映像を表示したため、相手の状況を遅延なく詳細に知ることができ、メディアを介したことによるフィルターは感じたが、相手との会話は現実空間と同様に行えた。また、上半身の映像を送信しあったため、互いの作業状態が相手に伝わり、相手が個人作業に集中している時には、呼びかけるのを遠慮するなど、配慮あるコミュニケーションが行われた。

一方、映像音声の品質が高いことによって、見せたくない、聞かせたくない部分も鮮明に伝わってしまい、プライバシーの点で使いづらさを感じる場面があった。

2.2.2. 音量に関して

音はベクトル情報を持っており、日常生活で自分の方向に向いていない音は特に気にならない。しかし、本実験システムではスピーカをユーザの方向に向けたため、相手空間で取得されたが自分に向けられていない音も自分に対する音として提示され、煩わしさを感じた。煩わしさを除くためにスピーカの音量を下げると、相手に話し掛けられた時の音声が通じにくくなるので、適宜話しかけられる側でスピーカの音量を調整するか、話しかける側でマイクに近寄って話す、もしくは大きな声で話す必要があった。

2.2.3. 相手との距離感に関して

現実世界でのコミュニケーションにおいて、相手との位置関係や距離感是非常に重要である。今回の実験では、大きさの異なるテレビモニタを用いて行ったが、テレビモニタの映像中の相手の大きさにより受ける印象は異なった。15インチのテレビモニタの映像中の相手と比較して、34インチのテレビモニタの映像中の相手は大きく表示され、距離感が近いために、親密に話している感覚を生み出していると感じる時や、プライベート空間を侵害された感じる時があった。つまり、現実世界のコミュニケーションにおいて重要な距離感とは、ネットワーク越しの映像メディアを用いたコミュニケーションにおいては、画面の大きさ、映像内の相手の大きさ、モニタの位置に深く関係する。

2.2.4. プライバシーに関して

映像・音声によってつながっている相手との関係が身近であり、オフィスという見られることを前提とした空間の場合、カメラで常時撮影されることに対する抵抗感はなかった。しかし、2.2.3で述べたような映像中の相手との距離感はコミュニケーションにおいて重要であり、作業中にモニタやカメラ位置を調整するなどして、相手との距離感を変える場面があった。

また、相手側のカメラからの映像には誰も映っていないにもかかわらず、自分側から送った映像内容に関する会話内容が漏れ聞こえてきた時、覗かれている抵抗感があった。カメラが映像として切り取る空間範囲と、モニタを見ることができる空間範囲が異なることにより生じた現象であるが、自分から確認不可能な相手に対しては映像を提示したくないと感じた。ネットワーク越しのコミュニケーションでは、このような不均衡なシステム構成による不安感が生じることが多い。この不安感を取り除くためには、カメラによる視線の延長、モニタ、スピーカによる存在提示の拡張など、心理的な身体拡張感覚を考慮してシステム設計をする必要がある。

2.2.5. 視線に関して

プレ実験では、カメラの光軸とモニタの表示軸を合

わせた設置を行っていないため、視線の一致が行われなかった。常時接続において相手に話しかけようとする時は、話しかけたい相手の状況を把握するために視線の一致が行われている必要はなく、話し掛けの場面では問題にはならなかった。相手がモニタを見ているか、モニタ以外を見ているかの判断は、提示映像より、相手とモニタの位置関係を知ることによって可能であった。

一方、現実空間で相手が自分を見ている時に感じる視線を、映像メディアでは感じる事が出来なかった。そのために、呼びかけられている事に気がつかない時があったり、相手に気づかせるために大きな声やジェスチャーで呼びかけたりということがしばしば生じた。映像メディアで相手に見られている感覚を感じられないということは、視線情報が正しく反映されていないということだけではなく、感覚を刺激する総合的な知覚情報の変化量が少ないためだと考えられる。

3. 研究課題と従来研究

プレ実験結果により、映像・音声の品質が高い常時接続環境を用いると会話をスムーズに行うことができることが分かった。しかし、高品質映像によるプライバシーの問題や、プライバシーを考慮する場合、状況情報の不足が生じるため、コミュニケーションをしていない状態からコミュニケーション状態への状態遷移が困難になる問題に対しては、単に映像音声の品質をあげるだけでは解決されないということも分かった。そこで、我々は、このような問題に関して取り組んでいく必要があると考えた。

一方、従来映像・音声双方向通信に関する検討は、MediaSpace[1]、HIF[2]、VideoWindow[3]をはじめ、80年代後半より盛んに行われてきた。その中に、前記プレ実験のような常時接続映像コミュニケーションについての検討を行った Bellcore の CRUISER[4] がある。CRUISERは仮想的な世界を歩き回りながら話をする相手を探すというソーシャルブラウジングを実現し、ソーシャルブラウジング中に邪魔されたくない場合の意思表示として画像にブラインドを下ろすという方法を提供した。彼らはこのCRUISERを用いた実験的研究[5]の中で、プライバシーの観点より仮想的に覗かれる事を嫌うユーザに対する配慮や、会話を始めたり終了したりする際の状態遷移を自然にできるように支援する事を重要な課題としてあげている。このような課題に対して、過去に様々な取り組みがなされているが、ここではその一例を紹介する。

コミュニケーションをしていない状態からコミュニケーション状態への遷移(呼びかけ行為)を支援する研究として、仮想世界内で、現実世界で近寄ってから話しかけるという人間の自然な呼びかけ行為を実現しよ

うとした研究[6]、位置情報とスケジュール情報によってユーザの状態をシステムが推測し、自然な呼びかけ行為を支援する研究[7]などがある。

また様々な場面でユーザが映像のプライバシーを気にならないように制御する研究として、プライバシーを守ったまま自動的にプレゼンス情報を作成する研究[8]や、映像にエフェクトをつけることによって、撮影されたままの映像を流さず、プライバシーを守ろうとする研究[9]などがある。

以上のように、様々な問題提起と、解決方法の提案がなされている。今回我々は、映像・音声による常時接続コミュニケーションを円滑に行うため、コミュニケーション状態に遷移する過程のインタラクションに注目し、状態遷移のモデル化による整理を行った。

4. プレコミュニケーション・モデルの提案

本稿では、コミュニケーションをしていない状態からコミュニケーションへの遷移過程を支援する方法を検討するため、プレ実験での知見をもとにコミュニケーションをしていない状態からコミュニケーションへの遷移過程を明らかにするモデル化を行い、取り組む問題点を整理する。常時接続環境における参加者のプライバシー対策も重要であり、考慮すべきだが、まずはプライバシーを意識しなくてもよい間柄でのコミュニケーションを検討する事とした。モデルでは、それぞれの人の状態をコミュニケーションの意図のない状態、プレコミュニケーション、コミュニケーションの3つに分ける(図2)。

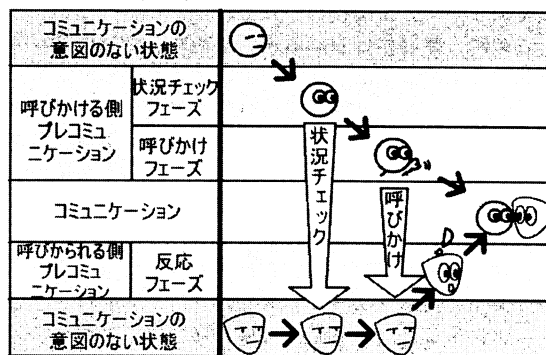


図2: プレコミュニケーション・モデル

プレコミュニケーションという言葉は社会学などではコミュニケーション以前の情報交換という意味で使われるが、ここでは、インタラクティブなコミュニケーションが開始されるまでに相手の状況を覗くことや、相手に声を掛けたりすることなどで相手とのコミュニケーションを開始しようとする状態と定義する。プレコミュニケーションという状態には、呼びかける側の状況チェックフェーズと呼びかけフェーズ、呼びか

けられる側の反応フェーズがある。

人は他者に対してコミュニケーションを行う、行わないに関わらず、常に自らの状況情報を発信している。状況情報を相手に提示するシステムに関する従来研究[10][11]では、システムが提示する相手の状況とは、システムが判断した限られた幾つかの状況を表す選択肢の一つであり、システムの提供する情報量は現実世界で判断する時の情報量より少ない。

人がコミュニケーションを行う意図を持った時、相手がコミュニケーションに応じるか、どうかを判断するために、相手の状況をチェックする。これが状況チェックフェーズであり、この時人が発信している状況情報を受信する事によって相手の状況把握ができ、それを元に呼びかけを行うかどうかの判断をする。判断時には、相手の状況をチェックした時の相手の作業の重要度と、相手と自分との人間関係と、自分の用件の重要性を主な判断要素として用いるものと考えられる。現実世界では相手の状況を判断するための十分な情報が相手からの状況情報に含まれている。そして、ネットワーク越しのコミュニケーションにおいても、状況判断のための十分な情報が状況情報の中に現実世界と同程度含まれている事が望ましいと考える。

プレコミュニケーションからコミュニケーションに遷移するために、呼びかける人が行動を起こすのが呼びかけフェーズである。このフェーズでは呼びかける人は呼びかけられる人の状況を考慮した上でコミュニケーションをする意図を固め、呼びかけられる人に対して何らかの方法で呼びかけを行う。

この時、呼びかけられる人がその呼びかけに対して反応し、かつコミュニケーションする意図を持つ時、プレコミュニケーションからコミュニケーションへの遷移が起こる。しかし、呼びかけられる人が呼びかけに対して気づかない時、もしくは気づいたとしてもコミュニケーションする意図が無く無視する時は、コミュニケーションへの遷移は起こらない。この呼びかける人の呼びかけに対して呼びかけられる人が反応するフェーズが、反応フェーズである。

以上に示した、現実世界で成り立つプレコミュニケーションのモデルが、ネットワーク越しの人と人とのコミュニケーションの開始においても重要であると考ええるが、現在のネットワーク越しの映像・音声などを利用したコミュニケーション支援ツールはプレコミュニケーションにおける各フェーズ間の遷移を十分に考慮したシステムとなっていない。従って我々は、プレコミュニケーションにおいて呼びかける人、呼びかけられる人が円滑に各フェーズ間の遷移を行うための支援方法を今後検討する。

5. 今後の研究方針

本研究では、映像・音声常時接続環境でのプレコミュニケーションにおける最適な状況チェックフェーズ、呼びかけフェーズ、反応フェーズそれぞれの支援手法を、プレコミュニケーションを行う人間の人間関係による場合分けを行って、検討を進める。特に呼びかけフェーズ、反応フェーズにおいては、呼びかける人、呼びかけられる人との人間関係によって行動や反応が大きく異なるという人間の行動特性を考えると、人間関係に適合した支援手法が必要である。

現段階では、繋がる事が必要なシチュエーションや人間関係においては、高品質な映像・音声で繋げると呼びかけがスムーズに行われる場合が多いと予想され、相手との距離を置いたシチュエーションやつながることを必然としていない関係においては映像・音声を単につなげるだけでなく、呼びかけるための工夫が必要であると予想される。呼びかけフェーズにおいて、従来のメディアに多く用いられている強引な呼びかけのみを提供するのではなく、ユーザの状況に応じた柔らかい呼びかけについて検討する。その後の検討項目として、プライバシーを考慮した方法、また呼びかけられたくない状態の人と、その人へ呼びかけを行いたい意志を持った人との関係のように、実空間においても呼びかけの困難となる関係を支援する方法の検討も行っていく。

また、人が発信する状況情報については、各システムにおける情報の平等性が重要である。具体的には、ある場所 A のカメラが撮影した映像がある場所 B のディスプレイに提示された場合、場所 B のディスプレイを閲覧できる人物は必ず場所 B のカメラに撮影され、その映像は場所 A のディスプレイに提示され、場所 A のカメラに撮影される人物に必ず見えるようにする、ということである。しかし、上記のシステムでは、一対一の状況においては機能するが、一対多になった時、情報は等価でも実質的にはチェックが難しい状況になると考えられる。そこで、一対多の状況でも平等性が保たれていると感じさせる工夫が必要であり、今後検討していく。

本稿では同期コミュニケーションの問題点に注目し議論したが、その場の状態を瞬時に伝えられ、インタラクティブなやりとりを行える同期コミュニケーションだけでなく、相手が状況に応じて反応ができる非同期コミュニケーションも重要であると考えており、非同期コミュニケーションについて、また同期コミュニケーションと非同期コミュニケーションの連携についても検討する予定である。

以上のような検討を進めていくために、我々は実験システムとして、以下に紹介する井戸端ねっとシステ

ムを構築した。今後、本システムを使用してプレコミュニケーションにおける各フェーズの支援手法を検討していく。

6. 井戸端ねっと

映像・音声メディアを用いた常時接続環境でのプレコミュニケーションにおける問題点の洗い出しと、問題点を解決するための実装を行い、プレコミュニケーション支援のための必要要素を検討するために、以下に示す井戸端ねっとを構築した。図3、4はそれぞれ井戸端ねっとのサイトでの使用図とディスプレイ上での表示図である。



図3：井戸端ねっと（サイトでの使用図）



図4：井戸端ねっと（ディスプレイ上での表示図）

井戸端ねっととは、グループメンバが立ち寄る居室、実験室の9地点のサイトにクライアントパソコンを設置し、パソコンに接続されたカメラ・マイクによって、各サイトでの会話を録画・録音することができるシステムである。またそのデータを各サイトにあるタッチパネル・スピーカによって再生することができる。各サイト間はギガビットイーサネット接続され、常時映像・音声の双方向通信が可能である。本システムを用いる事で、離れている場所にいるグループメンバ同士のコミュニケーションが即時に可能となる。また、離れている場所にいるグループメンバとネットワーク

を介して行われる会話内容、もしくは各サイトにおいて行われる会話内容を録画し、自身もしくは他のグループメンバが後から録画映像を閲覧し、後からコミュニケーションを振り返ることも可能となる。

今後の実験内容としては、録画データの解析を行うことや、表示映像の位置・大きさなどのGUIを自由に変更できる井戸端ねっとの機能を用いて表示方法の違いによる呼びかけに関する検討、また、物理的なデバイスを接続して、ネットワークを通じたフィジカルなインタラクションによる呼びかけに関する検討を行う。

7. まとめ

映像・音声双方向通信について、筆者ら自身がプレ実験を行うことによって問題点を洗い出し、検討した。その結果、コミュニケーションをしていない状態からコミュニケーション状態への遷移過程の支援と、映像通信における映像のプライバシーへの対策が、常時接続環境における映像・音声双方向通信において重要であると考えた。そこで、まずコミュニケーションをしていない状態からコミュニケーション状態への遷移過程に注目し、プレコミュニケーションのモデルを提案した。今後は、プレ実験の知見をふまえ、実験用に構築した実験システム“井戸端ねっと”を用いて、特に人間関係の違いによるプレコミュニケーション・モデルの各フェーズの支援手法の違いに注目して検討を行い、実装を重ねていく。

文 献

- [1] S. A. Bly, S. R. Harrison, and S. Irwin, "Media Spaces: Video, Audio and Computing," *Communications of the ACM*, Vol.36, No.1, pp.28-47, January 1993.
- [2] B. Buxton, and T. Moran, "EuroPARC's Integrated Interactive Intermedia Facility(IIF): Early Experiences." *Proceedings of IFIP WG8.4 Conference on Multi-User Interfaces and Applications*, pp.11-34, Amsterdam, September 1990.
- [3] R. S. Fish, R. E. Kraut, and B.L. Chalfonte, "The VideoWindow system in informal communication," *Proceedings of the 1990 ACM conference on CSCW*, pp.1-11, Los Angeles, October 1990.
- [4] R. W. Root, "Design of a Multi-Media Vehicle for Social Browsing," *Proceedings of the 1988 ACM conference on CSCW*, pp.25-38, Portland, January 1988.
- [5] R. S. Fish, R. E. Kraut, R. W. Root, and R. E. Rice, "Evaluating Video as a Technology for Informal Communication," *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.37-48, June 1992.
- [6] J. Tang, and M. Rua, "Montage: Providing Teleproximity for Distributed Groups," *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.37-43, April 1994.
- [7] Y. Nakanishi, K. Takahashi, T. Tsuji, and K. Hakozaiki, "iCAMS: A Mobile Communication Tool Using Location and Schedule Information," *IEEE*

Pervasive Computing 2004, Vol.3, No.1, pp.82-88,
March 2004.

- [8] P. Godefroid, J.D. Herbsleb, L. J. Jagadeesan, and D. Li, "Ensuring Privacy in Presence Awareness Systems: An Automated Verification Approach," Proceedings of the 2000 ACM Conference on CSCW, pp.59-68, Philadelphia, December 2000.
- [9] M. Boyle, C. Edwards, and S. Greenberg, "The Effects of Filtered Video on Awareness and Privacy," Proceedings of the 2000 ACM conference on CSCW, pp.1-10, Philadelphia, December 2000.
- [10] 大西健治, 敷田幹文, "状況アウェアネスの実現に向けた複数資源利用法の提案," 情処研報, 2002-GN-45, pp.83-88, 2002.
- [11] H. Kuzuoka, and S. Greenberg, "Mediating Awareness and Communication through Digital but Physical Surrogates," Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems, pp.11-12, 1999.