

メディア空間による 分散勤務者のコミュニケーション支援システム「e-office」

榊原 憲 田處 善久 宮崎 貴識 加藤 政美

キヤノン株式会社 i 技術開発センター

映像伝送を用いるグループウェアおよびネットワークサービスの一分野として、遠隔地間においてユーザとその周囲の状況を撮像した映像を常に共有する「メディア空間」(Media Space)が1980年代中頃より提案されているが、広く社会に普及しているとはいえない。一方筆者らは、分散オフィス環境にいる勤務者のコミュニケーションを支援するツールとして、メディア空間の一種である「e-office」を開発したが、社内におけるテストユーザには好評で既の実験開始より約1年半を経過している。今回筆者らは「e-office」の効果をできる限り定量的に測定するため、1年以上「e-office」を利用しているグループに対しその利用機能を意図的に制限し、コミュニケーション量の変化を測定する調査を行った。その結果、メディア空間が分散勤務環境にある勤務者間のコミュニケーション促進に有効に機能していることを確認した。

“e-office”, A Communication Support System For Distributed Workers Using Media Space

Ken Sakakibara Yoshihisa Tadokoro Takashi Miyasaki Masami Kato

Canon Inc. Internet Technology Development Center

Media Spaces have been proposed since mid-1980's but yet to be widely adapted to the society. However, the “e-office”, a media space application developed by authors for supporting communication of distributed workers is well accepted by users and our in-house experiment, passed over 18 months, is still very active. The authors recently conducted a test to intentionally limit the available function and measured if the amount of communication varies. As a result, we have confirmed that Media Space effectively functions to increase communication of distributed workers.

1. はじめに

Local Area Network や Intranet 等の言葉が示すように、現代の情報通信システムの多くは「ユーザが通勤によりオフィスに集合して勤務すること」を前提としている。しかしながら、「オフィス」および「通勤」とは18世紀後半の産業革命において工場管理事務の効率化のため導入された方式であり、その歴史は約200年と、人類の数千年の「仕事」の歴史に比較すればごく最近の社会現象でしかない。近年の情報通信技術の発展により集合勤務の必然性は低下する傾向も指摘されており、筆者らはこれらの先にある将来のオフィス、未来の勤務形態の姿を模索している。

そのひとつの可能性である分散勤務形態は、既に国際分業ソフトウェア開発プロジェクト、テレコミュニケーション(在宅勤務)、社内バーチャル組織(部門間横断タスクフォース)などによって企業での実施が見られるが、一方でこれらの勤務形態は勤務者間の

インフォーマルコミュニケーションや偶発的(受動的)接触機会の減少を招き、結果として組織のフォーマル構造と共に組織運営の重要な要素である「組織内におけるインフォーマルネットワーク」を分断する[1]という問題が指摘されている。

これに対し、メディア空間は「遠隔地から利用できる仮想的な会合場所を生成し、その部屋を訪問する人々に対して、他の人々と共存する感覚(Sense of Copresence)を提供する」[2]ことにより、遠隔地の勤務者間のインフォーマルコミュニケーション形成を支援する効果が確認されており[3]、分散勤務によるインフォーマルネットワークの分断を補完する役割が期待されているが、これまでの試みは実験段階にとどまっている[4]。

2. 開発システム「e-office」の概要

2.1 システム設計方針

そこで筆者らは、本システムの開発に際し「一般

ユーザを対象とし十分な実用性と堅牢性があり、様々な異なる回線環境からの接続が可能で、処理が高能率で経済性に優れ、実際の企業等組織の実態に沿う運用が可能で、かつ privacy violation[5]などメディア空間に由来指摘された問題を解決したシステム」を実現することを目標とした。その結果、新しいユーザインタフェースおよび映像通信処理技術を本システムのために新規開発しその実装を行った。以下にその概要を報告する。

2.2 固定配置型オフィスメタファの採用

従来集合勤務者であったユーザの分散勤務環境へのスムーズな移行を狙い、本システムのユーザインタフェースには、一般的なオフィス勤務者のオフィスに関する空間的記憶[1]を活用した「オフィスメタファ」を採用し、オフィスにおける各種の概念、記憶、情景を取り入れるとともに、従来のオフィスにおける「制約」をも積極的に取り入れることを重視した。「制約」の例としては、通常のオフィスと同様に全てが固定配置であり、ユーザの位置はユーザが勝手に変更できないこと、また原則として全てのユーザが必ず同じグループの全員の勤務状況映像を見ること、ユーザによってオフィスの見え方が異なること、などであり、これはユーザ間の映像伝送のReciprocity(双方向性)を保ち、従来から常に指摘されてきたメディア空間の問題点である Threat of privacy violation 問題を解決する目的を兼ねる。[6]

図1に、本システムの基本的ユーザインタフェースである「オフィスビュー」画面の表示例を示す。

2.3 職制ベースの管理権限レベルの実装

従来のメディア空間はその実験ユーザのほとんどが研究者であったことから、ユーザ同士はほぼ「同

僚」という位置付けの場合が多かったと考えられるが、現実の分散勤務環境においてはユーザ間に職制上の上下関係が存在する。本システムにおいてもこのルールを取り入れたユーザインタフェースが求められる。

例えば従来の物理オフィスにおいては通常、各勤務者が使用するデスクの選定については、管理者か人事担当者等が、業務の内容や役職など職制上の事柄を参考にして決定し配置しており、一般勤務者が自ら勝手にこれを決めたり変更したりすることは不可能である。筆者らは業務組織支援目的の情報システムである仮想オフィスにおいても、これと同様の機能および制約を実装することを重要であると考えている。

そこで本システムでは、一般ユーザ、オフィスマネージャ(部門内管理者)、およびカンパニーマネージャ(経営者等)の3種の異なる職制モデルに基づくユーザ種別を設け、カンパニーマネージャはユーザの登録・削除や所属・配置させる部門(部門オフィス領域)を選定する権限、オフィスマネージャは部門オフィス領域中におけるユーザの個室オフィス領域の位置などを選択する権限をもたせ、一般勤務者はこれら进行操作することができないよう設計した。

2.4 ユーザ端末環境を配慮した2種類の GUI

本システムのユーザインタフェース表示に専用のディスプレイを用いるユーザに対しては「オフィスビュー」、業務用ディスプレイと共用するユーザに対しては「リストビュー」(図2)の2つの異なるユーザインタフェースを用意した。2.2で述べた原則とは異なりユーザの表示順序は2つのGUI間で相違することとなるが、Reciprocityの維持は保持されている。



図1



図2

2.5 分散並列メッセージング

本システムでは勤務状況映像の共有に加えて文字情報の共有機能も積極的に取り入れ、これについてはオフィスメタファにこだわらず各ユーザがユーザインタフェース上から簡単に入力し当該ユーザの映像の近傍に表示され、ユーザ間で情報共有できるようにした。なお本機能は設計当初、ユーザの外出先や連絡先など簡単な事務連絡の記入を想定していたが、社内実験開始後はその想定とは異なりユーザ間の様々なインフォーマルコミュニケーションのツールとして用いられ始めた[7]ものである。

2.6 メディア空間専用高能率多機能ソフトウェアコーデック

メディア空間クライアントは多地点からの勤務状況映像を並行して受信する必要があり本来多くの通信帯域を必要とする。しかし本システムで想定するユーザ環境の1つに在宅勤務(住居内のホームオフィス等)があり、その場合常時接続IP回線を必須とするとしても、その他の業務アプリケーションの利用に多くの帯域を必要とすることから、本システムで利用しうる帯域を平均で約3Kbpsから約10Kbps程度の狭帯域に抑える必要があった。(映像を10秒で1回更新の場合)そこで本システムにおいてはその映像圧縮符号化に際して十分に圧縮率を高められることを必要とした。またその他の要件としてフレームレートが非常に遅い運用(数分間に1フレームなど)の場合があるため、予測符号化を用いることが適当でない。そこで、高圧縮時の画質劣化が少ないWavelet変換とエントロピー符号化を併用したフレーム内符号化方式を本システムのために新規開発した。さらに本コーデックには人物領域抽出機構を内蔵し、人物領域をROI(Region of Interest)とした可変量子化制御を行い、人物領域に関しては符号量を多く、それ以外の部位に関しては符号量を少なく割り当てる。これにより圧縮率をさらに向上させるとともに人物領域以外へのプライバシー処理効果を図った[6]。人物領域抽出ではエッジ画像のフレーム間差分と肌色抽出画像を組み合わせ、動く肌色領域を検出し、その領域を楕円にモデリングし人物領域として抽出している。なお、人物領域抽出結果は当該ユーザのPCに接続されているキーボードやマウスの入力検出結果と組み合わせた「マルチモーダル在席検出」、およびそれを用いたサービス機能である在席状況の自動検出表示や不在経過時間の自動表示にも利用している[6]。

2.7 サーバ信号処理による多地点映像伝送制御

本システムでは「オフィスビュー」上に表示する中型映像(88X72pixels)、「リストビュー」上に表示する小型映像(44X36pixels)および会議室[5]等で表

示し多地点テレビ電話として機能させるための大型映像(176X144pixels)の3つの異なるフォーマットの映像を同時に取り扱う必要があるため、各クライアントからは常に大型映像(176X144pixels フォーマット)の圧縮符号化映像を送信し、サーバにおいて小型および中型映像への縮小変換処理を行い各ユーザの利用中画面に適したフォーマット画像を送信する構成とした。縮小変換はWavelet変換係数上で行い、サーバに搭載したDSPボード(Analog Devices社製DSP: ADSP-21062 4個使用のPCIボード)またはメインCPUとは異なるx86系別プロセッサで当該変換プロセスを処理し、画像変換処理の負荷がシステム全体制御へ影響することの回避を狙った。

2.8 システム全体構成

本システムはクライアント&サーバアーキテクチャで構成される形態をとる。クライアントはビデオカメラを備えたパーソナルコンピュータをハードウェアとして用い、Microsoft Windows および Microsoft Internet Explorer 上において動作するアプリケーションプログラムとして実装した。サーバはPCサーバをハードウェアとして用い Microsoft Windows 2000 Server 上において動作するアプリケーションプログラムである。クライアント・サーバ間はIP(Internet Protocol)に準拠するネットワークを用い、通常はUDPプロトコルおよびTCPプロトコルの双方を用いる。なおこれら構成および動作の詳細については発表済みであるため[6][7]割愛する。

3 評価実験

3.1 評価課題

本システムの運用実験は2000年3月頃より開始されたが、それから既に約1年半が経過しており、現在は実験というより事実上定常運用化されている。その間ユーザ数も少しずつ増加し、現在は2台の異なるサーバ(1台は社内事業所間IP網に接続、さらに1台は一般IP網に接続)のそれぞれに複数のグループ(仮想オフィス)が収容されている。グループの性格としては現在のところ、(1)かつての同じ職場の構成員で現在は組織変更や人事異動等により異なる事業所やフロアに分かれているグループ、(2)海外ソフトウェア開発拠点と当該拠点に業務を委託する国内部門のグループ、(3)全く同じ職場(集合勤務のセクション)であるがパーティションが高いため直接他勤務者を見渡すこともできない等の理由から雑談用に本システムを利用するグループ、(4)同一事業所の開発部門と企画部門(別事業所)との連絡用、の4種が存在している。

これまでの運用継続期間の長さを見ると本システムの効用はユーザおよびその所属部門にそれぞれ

の形で認知されているようであるが、メディア空間はもとよりグループウェアシステムの効果測定はそもそも非常に困難である[8]ことから、特に評価実験は行っていない。しかしながら研究会でいただいたご意見に基づき今回はじめて本システムの利用効果ができる限り確認する目的において以下の評価課題を設定して評価実験を行った。

課題1:勤務状況映像の共有がユーザ間のインフォーマルコミュニケーション促進に本当に寄与しているのか否か。

本システムは主として既存の社内 IP 網を用いて運用されているのでユーザにとっては新たな通信費用が直接的には生じないとはいえ、実際にはメディア空間として機能するための映像伝送には相応のコストがかかっているといえる。それは社内 IP ネットワークのトラフィック・コストをはじめ、本システムのサーバやクライアントソフトウェアを実行するコンピュータ等に関しては間接的に、また新規に本システムに收容されることを希望するユーザが CCD カメラを購入する費用としては直接的に生じている。

そこでメディア空間を運用するうえにおいて最もコストに影響する「映像」の有無がインフォーマルコミュニケーションの促進にどの程度影響をもたらすかという課題について、実際に映像機能を停止してコミュニケーション量の変化を測定することにより評価を行うこととした。測定対象としては2.5で述べた分散並列メッセージの書き込み(更新)件数とし、測定対象ユーザはこの書き込みが最も多く見られる上記(1)のグループ(旧同一職場、現在分散中のメンバー)の仮想オフィスとした。

課題2 本システムによるインフォーマルコミュニケーション促進が分散勤務者間のインフォーマルネットワーク形成にどの程度役立っているのか。どのようなインフォーマル情報がやりとりされているのか。

本課題の測定に関しては定量的測定が困難と思われることから、課題1において評価対象とするユーザ10人へのアンケート調査による主観評価を実施することとした。課題1の評価対象と同一のユーザに対して実施する理由は、課題1において測定するコミュニケーション量と、当該ユーザのアンケート回答結果の相関関係を(将来)分析する目的による。なお、これらのユーザは既に約12ヶ月から17ヶ月(ユーザにより異なる)に渡り本システムを継続利用しているため、本システムの効用に関して質問するのではなく、意図的に本システムのサーバを6日間(就業日ベース)停止し、いぜん停止中である停止第6日目にアンケート用紙を配布し、約1週間システムが利用できなかったことによる変化(不便と感じた主観的内容)および早急に復旧を望む機能の優先順位に関して質問することとした。

3.2 課題1の評価

3.1で述べた評価実験対象者(旧同一職場のグループの10人)の現在の物理的所在について説明すると、職場1に3名(X事業所2F)、職場2に3名(X事業所4F)、さらに別の3名はX事業所内のそれぞれ別職場において勤務、最後の1名はY事業所の別職場に勤務しており、合計2拠点6職場に分散する勤務者のグループとなっている。なお、職場1および職場2に勤務する各3名間の物理的距離は、いずれも非常に近いがパーティションなどにより区切られており直接的に互いに視認できない距離に位置している。なお10名は全員技術部門出身者であり、年齢構成としては20代が2名、30代が3名、40代が4名、50代が1名であった。

このグループが收容されている仮想オフィスに対して予告なしに以下の機能停止を突然行った。

- ・A 期間:通常通り。メッセージ件数の測定開始。(図1または図2の状態) なお、通常機能における動画のフレームレートはユーザの好みに応じた設定により毎秒2フレームから1分に1フレームまでユーザにより異なる。
- ・B 期間:勤務状況映像の動画を停止し、かわりに登録静止画(Reciprocity 制御の関係でサーバがユーザに動画を送信できない際にかわりに表示させる静止画像で、各ユーザがあらかじめシステムにアップロードしておく必要がある。自身の写真を用いるよう推奨しているが、実際にはキャラクタ画像などを登録するユーザが多い)を表示。(図3の状態)
- ・C 期間:通常機能に戻す。
- ・D 期間:動画も登録静止画も停止し、映像を一切停止する。(図4の状態)
- ・E,F 期間:通常機能に戻す。
- ・G 期間:6日間当該オフィス完全停止。
- ・H 期間:通常機能に戻す。



図3



図4

その結果は表1の通りであった。また、全ユーザ合計のメッセージ件数を1日あたりの件数に換算した数値の期間ごとの推移を図5に示す。(各期間は原則月曜から金曜までの5日間としたが、週により4日勤務および6日勤務の週があったため1日あたりに換算した。また、一部のユーザはテスト期間中に出張や外出によりシステムを利用できない期間が生じたが、特段の長期間ではなかったため実験の集計にはこれを反映させなかった。) 以上の結果からメッセージ件数に関していえば、動画が停止したB期間の平均1日あたり件数は23.8件と、通常運用期間の平均値である32.0/日に対して25.7%の現象であり、動画静止画とも全く画像がないD期間の1日あたり件数は19.5件と、通常運用期間から約39.1%の大幅な減少となった。以上の結果は映像がメッセージを発信するきっかけとしてかなりの割合で関連していること、および静止画よりも動画のほうがその効果があることを示すものと考えられる。

3.3 課題2の評価

前述のように、G期間においては本システムを6日間完全停止させ、その最後の6日目にアンケート用紙をEメールにて10人に送付し、その全員から回答

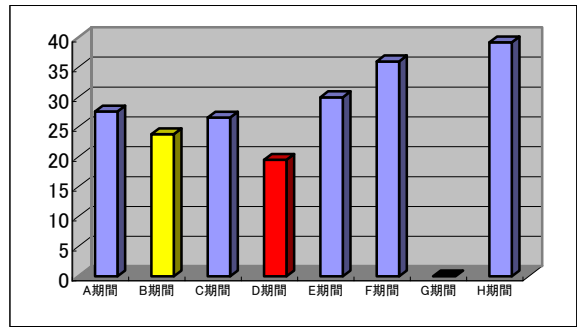


図5

を得た。なお、本システムの動作は7日目より復旧させた。

アンケートにおける質問内容、ユーザ毎の回答結果の一覧、およびその集計結果を表2に示す。

これによると、コミュニケーションの内容としては「世間話の発信・受信を含む雑談」の交換がニーズとして最も高かったこと、同じ部門所属ではないにも関わらず「他ユーザの状況を認知」することに大きな関心があることなど、本システムがユーザ間のインフォーマルネットワークの重要な情報伝達媒体となって機能していた状況がうかがわれる。また、復旧を早急に望む機能としてはその1位にメッセージ機能、2位にユーザの勤務状況画像があげられており、このことから分散勤務者用メディア空間においては映像を用いた仮想空間の提供だけではなくメッセージを取り入れることの重要性が明確に現れている。なお、これらのユーザはいずれも社内Eメールシステムによるメッセージ通信が可能であるにもかかわらず、インフォーマルメッセージの交換には本システムのメッセージ機能の利用を望んでいる理由は、本システムの持つ同報性がその原因であると思われる。

仕事の息抜き、愚痴がいえる、朝夕のあいさつができる、などインフォーマル活動の一種ではあるがかならずしもコミュニケーションとはいえない事柄に関しても高い合計点数が集計されており、メディア空間による仮想オフィスがもつ様々な可能性を示していると考えられる。

表1 (各期間におけるメッセージ登録件数)

期間	A期間	B期間	C期間	D期間	E期間	F期間	H期間	合計	順位	1日あたり	Normal	1日あたり	NT/T比	
2001年	6/25-6/28	7/2-7/6	7/9-7/13	7/16-7/19	7/23-7/27	7/30-8/4	8/22-8/28			(T)	期間合計	(NT)		
日数	実働5日	実働5日	実働5日	実働4日	実働5日	実働6日	実働5日	実働35日			実働26日			
Status	Normal	動画なし	Normal	静止画なし	Normal	Normal	復旧後							
Number of Posted Message by User	User 1	2	6	3	3	9	12	3	38	9	1.085714	29	1.115385	1.027328
	User 2	5	8	8	1	5	9	4	40	8	1.142857	31	1.192308	1.043269
	User 3	14	9	16	11	12	9	12	83	6	2.371429	63	2.423077	1.021779
	User 4	16	21	13	7	20	30	19	126	3	3.6	98	3.769231	1.047009
	User 5	0	2	0	0	2	0	0	4	10	0.114286	2	0.076923	0.673077
	User 6	16	15	15	13	9	52	43	163	2	4.657143	135	5.192308	1.114913
	User 7	49	26	43	24	45	57	69	313	1	8.942857	263	10.11538	1.131113
	User 8	15	10	12	3	26	20	22	108	5	3.085714	95	3.653846	1.184117
	User 9	8	6	4	7	4	11	1	41	7	1.171429	28	1.076923	0.919325
	User 10	13	16	19	9	18	16	23	114	4	3.257143	89	3.423077	1.050945
Total	138	119	133	78	150	216	196	1030		29.42857	833	32.03846	1.088686	
PerDay	27.6	23.8	26.6	19.5	30	36	39.2	29.42857			32.03846			

表 2(アンケート集計結果)

Q1 停止してからどう感じましたか？	User1	User2	User3	User4	User5	User6	User7	User8	User9	User10	点数合計	順位
雑談相手がいない	3	2	3	3	0	3	2	3	2	2	23	3
仕事上の相談相手がいない	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4	19
社内の情報がはまらない	1	0	1	2	0	1	0	1	0	2	8	14
社内の情報を伝える相手がいない	1	0	2	2	0	2	1	1	1	1	11	11
世間話をはまらない	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	24	1
世間話を伝える相手がいない	2	2	3	3	1	3	2	2	3	3	24	1
他ユーザの気持ちがわからない	1	0	2	2	0	2	0	1	3	1	12	10
他ユーザの状況がわからない	2	3	3	3	1	2	1	2	3	2	22	4
業務連絡にさしさわりのある	0	0	2	1	0	0	0	2	1	1	7	16
仕事のはりあいが無い	0	1	1	2	0	1	1	1	0	2	9	13
仕事に気合がはまらない	0	0	1	2	0	1	1	1	0	2	8	14
気分が引き締まらない	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	5	18
仕事の息抜きがない	3	2	3	3	0	3	2	2	2	2	22	4
愚痴がいえ無い	0	2	3	3	0	1	2	2	3	2	18	7
つまらない	2	3	1	3	0	2	3	2	2	1	19	6
さびしい	2	3	2	3	0	1	0	1	1	2	15	8
苦しい	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	22
困る	0	1	1	3	0	0	0	3	1	1	10	12
朝夕の挨拶をする場がない	2	0	2	2	0	0	2	1	3	3	15	8
ストレスが高まる	0	1	0	3	0	2	0	0	0	1	7	16
自分の居場所を失った	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	4	19
自分の存在意義が低下した	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	4	19
(上記の得点)3:かなり感じた 2:少し感じた 1:いわれればそう感じた 0:感じない												
User毎の点数合計	22	22	34	48	4	29	21	29	28	36		
上記点数合計に関する順位	7	7	3	1	10	4	9	4	6	2		
Q2 早急に復旧してほしい機能の優先順位は？											点数合計	順位
ユーザの画像	2	2	4	5	2	4	3	4	2	5	33	2
勤務状況定型メッセージ	3	4	3	3	5	2	5	3	3	0	31	3
メッセージ(自由入力文章)	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	45	1
不在時間経過時間	0	0	2	1	1	1	2	2	1	1	11	5
伝言板	4	3	1	2	4	3	1	1	4	3	26	4
訪問者の表示	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6
(上記の得点)優先順位として、5点、4点、3点、2点、1点、0点の順												

4. おわりに

メディア空間による分散勤務者用コミュニケーション支援システムの実現に向けて、コーデックや映像配信制御などの要素技術から、制限つき固定配置型オフィスメタファや職制準拠管理権限レベルの実装など新規 CHI 技術まで、多くの技術資源を投入して開発を実施した。折しもホームオフィスなど家庭内 telecommuting 環境での常時接続 IP 回線の availability が現実のものとなりつつあるいま、メディア空間の研究者が実用化に向けて邁進すべき時期が近づきつつあると感じる。

文献

- [1] 松下温, 岡田謙一: コラボレーションとコミュニケーション, 共立出版, 1995.
- [2] J.S.Angiolillo, H.E.Blanchard, E.W.Israelski and A.Mane, "Technology Constraints of Video-Mediated Communication," Video-Mediated Communication, LEA, pp.51-73, 1997.
- [3] P.Dourish and S.Bly, "Portholes:

Supporting Awareness in a Distributed Work Group," Proc. ACM Conference on Human Factors in Computer Systems CHI'92, pp.541-547, ACM, 1992.

- [4] A.Lee, A.Girgensohn and K.Schlueter, "NYNEX Portholes:Initial User Reactions and Redesign Implications," Proc. GROUP97, International Conference on Supporting Group Work, pp.385-394, ACM, 1997.
- [5] Bellotti, V. "What you don't know can hurt you, Privacy in Collaborative Computing," Proc. HCI'96, pp.241-261, Springer, 1996.
- [6] 榊原ほか: オフィスメタファを用いたメディア空間による分散勤務者のコミュニケーション支援システム, 第 62 回情報処理学会全国大会特別トラック(1)講演論文集, pp.295-298(2001)
- [7] 榊原ほか: 分散勤務者用メディア空間におけるメッセージ通信機能の実装, 情報処理学会研究報告 2001-GN-40, pp.13-18
- [8] 垂水浩幸: グループウェアとその応用, 共立出版, 2000