

第5章 AgoraGを用いた遠隔共同作業

5.1 緒言

AgoraGを用いた、遠隔共同作業実験を行った。作業の様子は様々な角度からビデオ録画し、その内容からエスノメソドロジ的分析を行った。本章ではエスノメソドロジ的分析を通して、AgoraGを用いて行われた共同作業が、コミュニケーションにおけるフィードバックを支援できているかどうか確認する。

コミュニケーションにおけるフィードバックを支援した実画像通信システムを構築するための要件を再掲する。それらは

1. 仮想共有空間内で共有する情報の同一性を保証すること,
2. 仮想共有空間に対する直接的な指示を支援すること,
3. 仮想共有空間と現実空間との関連付けを支援すること,
4. おおまかな作業領域の特定を行う身体表現を支援すること

の4つである。

この章で取り扱った実験は、AgoraGによって支援された共同作業の観察的な評価を通してこれらの要件すべてが満たされていることを確認することにより、コミュニケーションにおけるフィードバックを支援した実画像通信システムを構築するための要件は上記の4つであることの確認を目的とする。

5.2 実験設定

実験で用いた課題は「筑波大学キャンパス内交通ルールへの提案」と題した、自転車を中心とした学内の交通問題の討論である。被験者は都市計画を専門とする日本人大学院生 12 名である。資料として議論を補助するための写真および学内の地図を準備し、ペンを用いて自由に書き込ませた。1 回の議論に要した時間はおよそ 40 分である。実験に用いた資料の一部を付録 A に掲載した。

5.3 実験の分析

5.3.1 共有書画領域における呼応した作業

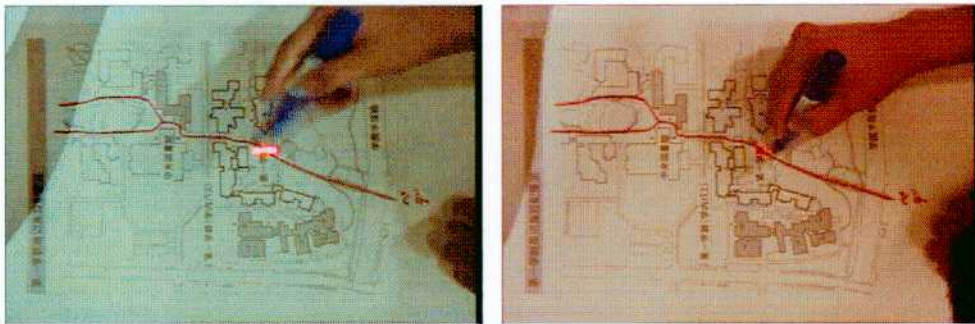


(a) ディスプレイを見ているシーン (b) 書画カメラ領域を見ているシーン

図 5.1: 共有作業領域を通した呼応した作業 - 顔カメラ画像

図 5.1 のシーンは、筑波大学の地図を書画カメラ領域に置き、大学内における交通問題が発生する場所の確認を行っているシーンである。大学の地図は、VBL 側の書画カメラ領域に置かれている。

図 5.1-(a) の状態は、3M410 の作業者が書画ディスプレイを通して大学の地図を確認し、交通問題が発生する場所を指さしによって指摘しているシーンである。このとき、VBL の作業者は、まずレーザーポインタが照射されている位置を、書画カメラ領域提示用ディスプレイを通して確認している。その後、VBL の作業者はその場所を地図に書き込むために、視線を書画カメラ領域へ移動する (図 5.1-(b))。



(a) レーザの位置までペン先が移動するのを待ち、
(b) ペンによる記述を確認してからレーザを消灯する

図 5.2: 共有作業領域を通じた呼応した作業 - 書画カメラ領域



(a) VBLの作業者がペンによる記入が終了するのを待つ。
(b) ペンによる記入が終了したのを確認し、次の場所を指示。

図 5.3: 共有作業領域を通じた呼応した作業 - M410 側俯瞰

このとき、3M410 の作業者は、VBL の作業者がペン先をレーザスポットの位置へもってくるまで、ディスプレイに指を触れ続けることにより (図 5.2-(a), 及び図 5.3-(a)), レーザスポットの照射が続いている。そして、ペンで印を付ける行為に前後し、3M410 の作業者は指さしをやめたため、レーザスポットは消灯する (図 5.2-(b), および図 5.3-(b)). 次に 3M410 の作業者が問題箇所を指摘するのは、VBL の作業者が印を付け終った時である。その瞬間まで、3M410 の作業者は次の指示のタイミングを待っている (図 5.3-(b)).

書画カメラ領域を通じた、このような呼応した作業は、システムが作業員間のフィードバックを支援しているために可能となる。即ち、3M410 の作業者が、仮

想的な共有作業空間であるディスプレイに触れ、対応した場所へレーザスポットが照射されることで、VBLの作業者に対し、指さし位置の伝達を行うことが可能となっている。また、単にディスプレイ上で指さし位置の確認が行えるだけでなく、その位置がレーザスポットにより現実の地図へと関連付けられているため、VBLの作業者はその指さしが意図した位置へ、即時的に印を付けることも可能となっている。このように、VBL側作業者による即時的な作業は、ディスプレイを通して確認することができるため、3M410の作業者は、VBLの作業者による「印を付ける」というフィードバックを確認することができ、またその作業が終了まで待つことができるのである。

以下はこのシーンにおけるトランスクリプトである。

VBL	ちょっと出してゆきましょう
視線 (液晶)	-----
M410	
視線 (液晶)	-----
VBL	
	(液)(書)(液)(正面)-(液晶)(書画)---(液晶)----- (書画)
M410	わ::(.2) え::つと(.6) まっ(.2) ここは平塚線か(1.0)
	(液晶)-----
VBL	
	(書画)----- (液晶)-----
M410	容量となるのはやっぱりこの=
	(液晶)-----
VBL	//ふんふん//
	(液晶)-(書画)----- (液晶)-
M410	=一学の::ところ::// //ですね::(2.4)
	(液晶)-----

5.3.2 人物投影スクリーンを通した作業態勢の確認

では、作業者の正面に設置された人物投影スクリーンは、作業者間のコミュニケーション的フィードバックにどのように役立ったのか、図5.4のシーンを通して確認する。



(a) 相手の様子を人物投影スクリーン (b) 書画カメラ領域への写真の提示とともに視線を戻す
を通して確認

図5.4: 作業者が行った指示に対する反応を待つ例

VBLの作業者は、3M410の作業者に対し、直前の議論で用いた写真を書画領域に出すよう、腕の振りを伴った指示を行っている。このとき、指先はディスプレイにほとんど触れていないため、レーザーは辛うじて見える程度にしか光っていない。また、「写真見せて」という発話とともに、視線を3M410の作業者の方向へ向ける(図5.4(a))。

3M410の作業者は、ディスプレイとVBL側作業者とを数回見たあと、手もとにあった写真を書画領域へ提示する。VBLの作業者は、3M410の作業者が行った写真を提示する動きを目で確認した後、視線を再びディスプレイへ戻した(図5.4(b))。そして、その写真に映された風景に関する確認を行った。

このシーン、および類似するシーンから言えることは次の通りである。ひとつめは、腕の振り、その方向を指示者が伝えることができたという点である。レーザースポットは点灯しなかったため、具体的にどの場所を指示したかは伝わらなかった可能性が大きい。しかし、腕の振りとその方向が観察でき、その先にディスプレイがあること、そして「写真見せて」という発話も伴ったことにより、VBL側作

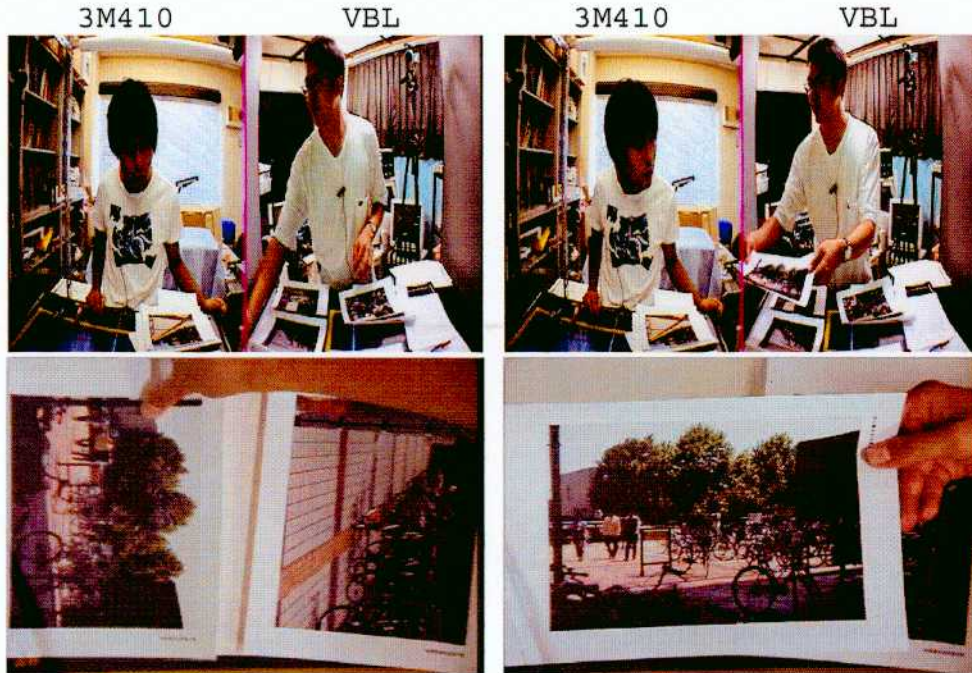
業者が、3M410 の作業者に期待した写真の提示という行為を行わせることに成功したと言える。また、指示に成功した様子、即ち実際に写真を置くというフィードバックが、その方向を含めて観察できたため、VBL 作業者は次の作業に移ることができたと言える。

以下はこのシーンにおけるトランスクリプトである。

VBL	視覚的に訴える↑ (1.4) あとなん(.) なんかなあ(2.2) さっきの(.) ここに=
	(液晶)----- (書画)----- (液晶)-----
M410	(液晶) (書画) -- (液晶) - (写真) ----- (液晶) -----
VBL	=いまあった写真(.) ちょっと見せて=
	(液晶)----- (正面)-----
M410	(液晶) - (正面) - (液晶) ----- (写真) -
VBL	=欲しいんだけど (正面)----- (液晶)-----
	それ::(.) の(.5) (.7)っ点字ブロック(.)
M410	//これですか↑ (.3) はい (写真)----- (液晶)-----
VBL	こっこれって階段についてんだっけ(.8) ちょっと//とわかんないんだけど(.7)
	(液晶)-----
M410	//たぶん (液晶)----- (書画)-----
VBL	こっこの//ちっちゃ//い方-
	(液晶)-----
M410	//hhh //ああそれどう(.5) どうだったかなあ(.) はい(.8) (書画)----- (液晶)---
VBL	あと(.4) 車椅子↑ (.7) がと//おると=
	(液晶)-----
M410	//はい (液晶)-----
VBL	=したら::(.4) こっちを潰すと(.) ちょっと(.7) ね(.) こっち潰すと
	(液晶)-----
M410	はい (液晶)----- (書画)-----

5.3.3 ディスプレイを通した自己フィードバックの確認

最後に、作業者が書画カメラ領域に置いた写真を、ディスプレイを通して見ることによって自己フィードバックを行っているシーンを観察する。



(a) 提示した写真を手に取り、

(b) 鮮明に見えるように移動する

図 5.5: 自己フィードバックの例

VBL の作業者は、VBL 側の書画領域に置かれた写真を、ディスプレイを通して確認している (図 5.5-(a))。その後、「こうした方が良く見えるかな」という発話を伴って、写真を書画カメラの方へ近付けた (図 5.5-(b))。この現象が発生する根本的な原因は、書画カメラの解像度にある。しかし、同時に VBL の作業者は自分が置いた資料がどのような状態で 3M410 側の作業者に見えているのかを、自分の環境で直接確認することができている。そして、より見えやすくするため、写真をカメラに近付けるという行為を取る。つまり、自分にとって見えやすくすることが同時に、3M410 の作業者にとっても見えやすい状態となるのである。これは、書画領域における情報が、遠隔地と同一性を保っていることを意味し、そのため双方の作業者が共通の認識を持てるよう、システムが支援していることを意

味する。

以下はこのシーンにおけるトランスクリプトである。

VBL	こっ(.) こうした方が=
	(液晶)(書画)(液晶)-----
M410	ん::
	(液晶)(半共有)--(正面)(液晶)-----
VBL	=いいのかな 見える?(1.6)
	(液晶)----- (写真)(液晶)--
M410	そうですね(.6)
	(液晶)-----
VBL	こ//れは
	(液晶)----- (写真)--(液晶)----- (写真)-
M410	ん↓(.4)それは(.) どう(.5)なんの(.7) 写真ですか?(.7) //場所は=
	(液晶)-----
VBL	ん:: 図書館(1.3) 図書館じゃだめか(.3)
	(写真)----- (左手)(書画)----- (机)---
M410	わかるんですけど::
	(液晶)----- (正面)----- (液晶)-
VBL	図書館はいいんだっけ? 図書館オッケーか
	(机)----- (液晶)----- (左手)-----
M410	(2.3)(キャップの音)(1.4)
	(液晶)--(机)----- (写真)----- (液晶)-
VBL	けっきょく::(.)なんちゅうかなあ::(.4) こう//いう::(.8)
	(左手)----- (机)----- (液晶)-----
M410	//はい
	(液晶)--(正面)--(液晶)--(正面)----- (液晶)-
VBL	こんな状態?(.6) これは避けたい
	(液晶)----- (正面)--(机)----- (正面)--
M410	あ:::あ(1.0)
	(液晶)-----

5.3.4 アンケートを用いたシステムの評価

アンケート結果

AgoraG を利用した討論の最後に、23 項目からなる質問紙を用いたアンケートを実施した。質問項目は表 5.1 の通りである。すべての項目はそう思った・そう思わなかったの 2 段階評価で回答させた。有効回答人数は被験者数と同じ 12 人である。

回答の分析

各回答について、そう思ったに 1 点、そう思わなかったに 2 点を与えた。また、すべての回答に対して χ^2 検定の一種であるフィッシャーの直接確率検定を行った。この検定を行うにあたって用いた 2×2 分割表は表 5.2 の通りである。この分割表における、半数回答という分類は、被験者による回答が半数に割れた状態を意味している。したがって、この回答の分析における帰無仮説は、AgoraG における実験の回答は、過半数回答の場合と有意差が認められないということになる。

他のシステムと比較していないため、このアンケート結果をもって本論文で扱っているシステムの評価とすることはできないが、肯定的な意見として、概ね次のような解答を得ることができたと言える。

- 相手に凝視されるようには感じなかった。
- また、無視されているように感じることもなかった。
- 相手の説明は理解でき、説明に混乱を感じることはなかった。
- 同様に、自分の説明を相手に伝えることができた。

5.4 本章のまとめ

遠隔共同作業の一例として、社会工学を専門とする学生に、筑波大学内の交通ルールについて討論させる実験を行わせた。本実験最大の目的は、第 2 章で挙げ

表 5.1: アンケート結果

質問項目	平均得点	直接確率 検定 p 値
8 相手に凝視されていると感じた	2.000	0.0069***
13 相手に無視されているように思えるときがあった	2.000	0.0069***
15 相手の説明が理解できた	1.000	0.0069***
19 相手の身振りに混乱を感じた	2.000	0.0069***
21 討論は楽しかった	1.000	0.0069***
4 自分の意図が伝わっていると感じた	1.083	0.0320**
14 討論に積極的に参加できた	1.083	0.0320**
18 討論は一方的なものだった	1.917	0.0320**
20 自分の意図が相手に伝わらないことがあった	1.917	0.0320**
22 相手の動きを感じ取れた	1.083	0.0320**
9 討論は有意義だった	1.167	0.0829*
2 相手の視線を感じた	1.750	0.1555
6 視線のやり場に困った	1.750	0.1555
10 相手の動作にぎこちなさを感じた	1.750	0.1555
17 相手との距離を感じた	1.750	0.1555
3 討論中いらだちを感じた	1.667	0.2332
5 相手の様子がいつもと違って感じた	1.667	0.2332
7 相手が操作した赤い光が見づらかった	1.667	0.2332
11 手際よく討論を進めることができた	1.667	0.2332
12 相手の挙動が気になった	1.667	0.2332
16 相手がどこを見ているのか理解できた	1.333	0.2332
1 相手に親近感を感じた	1.417	0.2932
23 いつもより大きい声で会話した	1.583	0.2932

($n = 12$, ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$)

表 5.2: 分割表

分類	そう思った	そう思わなかった	
AgoraG 実験	A	B	A + B
半数回答	6	6	12
	A+6	B+6	24

たシステム構築のための要件と、第3章で構築したシステムが有効に働いているか確認することである。

コミュニケーションにおけるフィードバックを適切に得るためには、第一に自分の指示を相手に対し、的確、かつ即時的に伝えることである。また、指示に対するフィードバックを適切に返すには、相手の指示した領域を即時に判断し、その領域内で指示された内容に呼応した作業を行うことであるが、ビデオ機材を空間的に配置し、また指さしをレーザスポットで支援することにより、指示とそのフィードバックが支援されていることを確認した。

また、自己フィードバックをうまく利用している例も確認できた。このような例が確認できた根本的な原因は、システムが持つハードウェア的な限界にある。しかし、そのハードウェアによる限界を、資料を提示する作業者が的確に判断できるため、遠隔地で資料を観察する作業者にとって常に見易い情報を、自発的に提供することを支援できた。