

コンピュータを介した共同問題解決における発話同定 — 2者の視線一致とマウスポインタの役割の関係 —

栗山 直子[†] 寺井 あすか[†] 徳永 健伸[†] 山岸 侯彦[†] 楠見 孝[‡]

[†] 東京工業大学 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

[‡] 京都大学 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: [†] kuriyama@hum.titech.ac.jp, asuka@nm.hum.titech.ac.jp, take@cl.cs.titech.ac.jp,
kimihiko@ky.hum.titech.ac.jp, [‡] kusumi@educ.kyoto-u.ac.jp

あらまし 2者がコンピュータを介してコミュニケーションをしながら共同問題解決を行う場面で、マウスポインタの役割に注目して分析を行ったところ、マウスポインタの近辺での2者の視線一致率が高いこと、人間が対面コミュニケーションで用いている共同注視やジェスチャーの要素を取り入れていることが明らかになった。

キーワード 共同問題解決, 視線一致, マウスポインタの役割

Utterance interpretation in collaborative problem solving through computers — Relation between gaze matching and role of a mouse pointer —

Naoko KURIYAMA[†] Asuka TERAII[†] Takenobu TOKUNAGA[†]

Kimihiko YAMAGISHI[†] and Takashi KUSUMI[‡]

[†] Tokyo Institute of Technology Tokyo, Meguro, Ôokayama 2-12-1 W9-24, 152-8550 Japan

[‡] Kyoto University Kyoto, Kyoto-shi, Sakyo-ku, Yoshidahon-machi, 606-8501 Japan

E-mail: [†] kuriyama@hum.titech.ac.jp, asuka@nm.hum.titech.ac.jp, take@cl.cs.titech.ac.jp,
kimihiko@ky.hum.titech.ac.jp, [‡] kusumi@educ.kyoto-u.ac.jp

Abstract In a setting of collaborative problem solving through computer, we analyzed relations between eye gaze of participants and the position of a mouse pointer. The analysis revealed that a mouse pointer induced high gaze matching between participants, suggesting that a mouse pointer could substitute for gestures and joint visual attention.

Keyword collaborative problem solving, gaze matching, role of a mouse pointer

1. はじめに

コンピュータを介したコミュニケーションにおいては、相手が示している事柄が何を指すのかを正確に同定するために様々な情報を利用している。対面のコミュニケーションと同様に、コンピュータを介したコミュニケーションにおいても、相手が示している事柄が何を指すのかを正確に同定し、お互いの情報を共有することが重要である。

情報を共有していることを示す認知的な指標の一つとして、「視線の共有」があげられる。栗山ら[1]では、タングラムを用いた2者の共同問題解決において両者の視線を測定し、解決者からの参照表現発話前後の視線一致率を検討した結果、解決者からの参照表現（「それ」「三角形」「大きいの」等）の発話前後の視線一致は、発話前において、解決ペアの方が、未解決ペアよりも、高まっていることと、視線一致のピークは

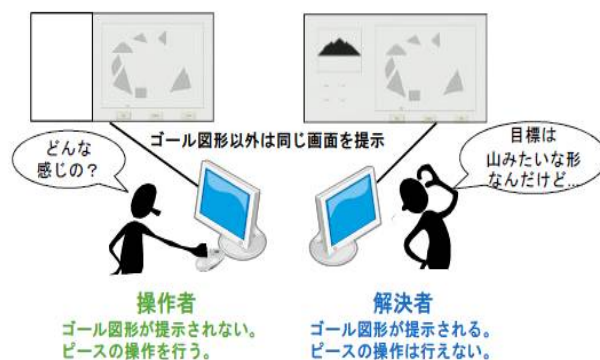


図1：実験状況

参照表現発話後2秒前後であることなど、視線に関する分析を行っている。

コンピュータを介したコミュニケーションは、対面のコミュニケーションと異なり、ジェスチャーが使え

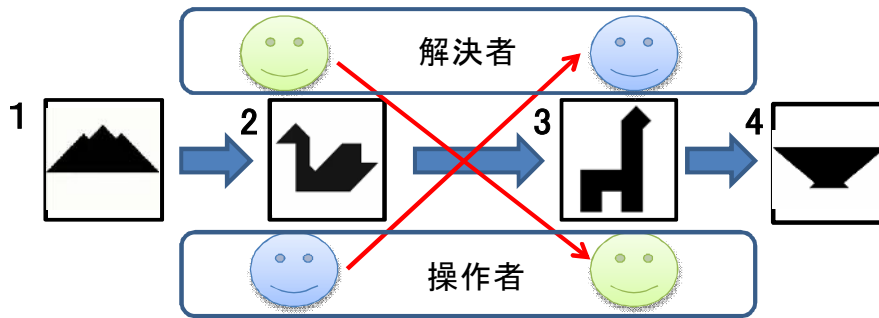


図2 課題の順と役割交代

ない、共同注視が難しい等、コミュニケーションの環境に制限がある。このような、コンピュータを介したコミュニケーションの場合、操作するマウスポインタが相手に見える場合、そのマウスポインタ位置は、情報共有や円滑な会話を行うために様々な役割を担っている可能性があると考えられている[2].

本研究では、2台のPC上に同じ解決場面を示し、役割（解決者とマウス操作者）分担してタングラムを解くという共同問題解決場面において2者それぞれの視線情報、操作者のマウスポインタの位置を測定し、マウスポインタが問題解決時の発話同定や2者の視線一致にどのように影響しているのかについての検討を行った。

2. 分析データ

分析データは、安原ら[3]のコーパスを用いた。実験の概要は下記のとおりである。

実験参加者：大学生もしくは大学院生5組10名の仲のよい同性の友人のペア。

材料：課題は、ゴール図形が対称（2題）と非対称（2題）の計4種類のタングラムパズル（図形パズルの1種で、四角形や平行四辺形や三角形など計7ピースを組み合わせて、様々な図形を作るパズル）であり、PC上で操作できるプログラムを用いた。

手続き：2人の課題解決中の視線測定を行うために、最初に各イトラッカーのキャリブレーションをそれぞれに対して行った。2者の役割は、片方は、PC画面上の完成図のシルエットを見て、解決をしながらパズル操作の指示を口頭で伝える役割（解決者：SV）、もう一方は、解決者の指示に従って実際にPC上のピースをマウスによって操作し、目標図形を完成させる役割（操作者：OP）である。解決者にのみ完成図をシルエットで提示し、解決者による指示に従い、操作者はPC上の図形のピースをマウスで操作し、2人で協

力して目標図形を作成する課題を行った。モニターを分岐させ2者が同じ画面がみられるように設定したが、操作者にはゴール図形が見えないように設定した（図1）。パズル解決問題は4題出された。

前半2問（対称図形1題・非対称図形1題の順）が終わったところで、解決者と操作者の役割を交代し、前半と同様に後半（非対称図形1題・対称図形1題の順）でも2題を解答させた（図2）。課題解答の制限時間は1題につき15分とし、それ以前に正解に至ったペアは正解した時点で終了とした。

測定項目：PC上のタングラムのピース操作、マウス操作、課題解決時における操作者と解決者の会話を記録した。また、2台のイトラッカー（両者とも Tobii T60 をそれぞれ用いた）を使用し、操作者・解決者両者の視線情報を測定した（2台の視線測定装置は、CPUを2つ積んだ1台のWindowsマシンによって制御し、時間コードを同期させた）。被験者に提示したモニター画面のサイズは1280×1024pixelsで、目から画面までの距離は45cm程度であった。

3. 結果

本研究では、両者の視線が測定できた2組4名（5組10名中）、合計8対話のデータを分析対象とした（除外した3組は、すべて片方の被験者の視線の測定が困難（眼鏡のタイプによっては測定が困難な場合がある等）であり、正確な視線一致率が産出できなかった）。視線計測データは、6Hzのローパスフィルタを用いてスムージングをおこなったものを用いた。

3.1 全体視線一致率

まず、解答時間全体の視線一致率において、SVとOPの視線一致率と、マウスポインタでの一致を除いた全体の視線一致率を算出した。

両者の視線が0.1秒以上100ピクセル以内に停留した場合を視線が一致したと見なし分析を行った。結果は、表1に示す。

表1 全体の解決序盤・中盤・終盤別
視線一致率

		序盤	中盤	終盤
N01	解決	0.0664	0.0715	0.0615
N02	未解決	0.1658	0.1641	0.1244
N03	解決	0.1261	0.1765	0.2098
N04	解決	0.3471	0.3266	0.3386
N17	未解決	0.2443	0.2070	0.2475
N18	未解決	0.2980	0.1868	0.2113
N19	未解決	0.1666	0.1051	0.2361
N20	解決	0.1438	0.2412	0.2734

表2 全体のマウス以外での
解決序盤・中盤・終盤別 視線一致率

		序盤	中盤	終盤
N01	解決	0.0022	0.0000	0.0005
N02	未解決	0.0191	0.0063	0.0041
N03	解決	0.0020	0.0000	0.0008
N04	解決	0.0014	0.0014	0.0063
N17	未解決	0.0034	0.0081	0.0029
N18	未解決	0.0073	0.0000	0.0041
N19	未解決	0.0017	0.0115	0.0047
N20	解決	0.0232	0.0008	0.0000

次に、SVとOPの視線一致の中でマウスポインタも一致している場合を除いた（マウスポインタが視線一致のヒントになった可能性のある視線一致を除いた）結果を示す。SV・OPとマウスの距離が0.1秒以上100ピクセル以内に停留した場合を除いた視線一致率を表2に示す。

両者を比較した結果、序盤はマウス以外の一致も多少みられるが、中盤・終盤は、ほとんどがマウスポインタの近辺で視線が一致していることが明らかになった。もちろんマウスポインタの近辺で視線が一致していることは直ちにマウスポインタを参照して視線を一致させたということではない。しかし、SVについては、OPの指すマウスポインタの位置を見て、OPが今何を動かそうと考えているのかを知ろうとしている可能性があることが示唆された。一方、OPについては、自分でマウス操作しているため、視線とマウスの一致率が高いことは自明であろう。

この分析では、解決時間全体を対象としていたため、解決のための操作に関係のない位置での一致も含まれているため、次の分析は、タングラムのピース上での視線一致に着目することにする。

表3 ピース上での視線一致とマウスの位置

		序盤	中盤	終盤
N01	解決	0.1945	0.4937	0.5297
N17	未解決	0.3362	0.4533	0.3582
N01_mouse	解決	0.1295	0.2374	0.2420
N17_mouse	未解決	0.2591	0.3050	0.1258

3.2 ピース上の視線の一致とマウスの位置の事例

SVとOPの両者の視線が、タングラムの同じピースの上にある場合の視線一致を算出した一例と、視線一致中のマウスポインタも同じピース上にあるものを抜き出した視線一致の一例を表3に示す。

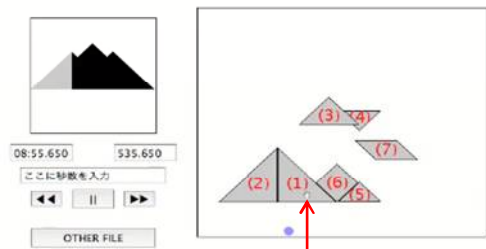
両者を比較すると、ピース上でのSVとOPの視線一致の平均56.6%（35.1%～77.0%）が、マウスが同じピース上にあることが明らかになった。

このことから、ピース上の視線一致においても半数前後が、マウスポインタも同じ位置に存在しており、マウスポインタが、解決に直接かかわるピース上の視線一致でも重要な役割を担っていることが明らかになった。ここまでの分析において、マウスポインタが、視線一致に寄与していることは明白であるが、その役割については、詳細に明らかになっていないため、次では事例分析を行う。

3.3 共同問題解決におけるマウスの役割事例

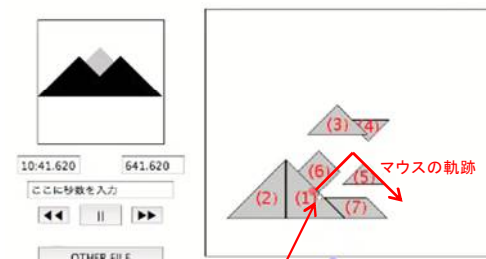
視線一致率の傾向において、マウスポインタの役割は重要であることが明らかになったが、実際にマウスポインタがどのような役割をしているのかについて、事例を整理したところ、下記のような役割があることが明らかになった。

- (1) マウスポインタで指して注目させる。
- (2) マウスポインタで指して位置を確認する(図3)。
- (3) マウスポインタで空書してゴール図形の形状を伝達する(図4)。



OP「これ本当にここなのかな？」

図3 マウスで位置を確認する事例



SV「右にもつくるって言うような・・・」
OP「こんな感じ？」

図4 マウスで空書する事例

さらに、マウスポインタが同じ場所にどれくらいとどまっているかを分析したところ、長時間同じ位置に停留していることが時々見受けられた。その際の会話などの傾向として、熟考している、行き詰まったなどの傾向がみられた。逆に、マウスポインタが常に動いているときは、試行錯誤しているとき、立て続けに指示がでて、指示に従って動かしている時である傾向がみられた。

4. 考察と今後の課題

本研究では、2者がコミュニケーションをしながら共同問題解決を行う場面で、2者の視線一致とマウスポインタの役割の関連に注目して分析を行った。本研究より、コンピュータを介したコミュニケーションにおけるマウスポインタは、人間が対面コミュニケーションで巧みに用いている共同注視やジェスチャーの要素を取り入れていることが明らかになった。さらに、マウスポインタの停滞時間で、熟考しているのか、試行錯誤しているのかなどの傾向もわかることが明らかになった。

今後の課題は、SVからの指示である参照表現を抜き出して、その指示によって視線一致をしたときのマウスポインタの位置や、指示後のマウスポインタの軌跡についての詳細の分析を行い、コンピュータを介したコミュニケーションの際のマウスポインタをどのように利用すれば、よりよいコミュニケーションが可能になるのかについて検討を行うことである。

文 献

- [1] 栗山直子・寺井あすか・安原正晃・徳永健伸・山岸侯彦・楠見孝 (2010). 共同問題解決時の二者の視線一致が共有知識の形成に及ぼす効果. 日本認知科学会第27回発表論文集.
- [2] 中井公一・武内勇剛 (2004). 他者の行為の指向性が相互参照できるサイバーコミュニケーションに関する考察. 信学技報. HCS2004-13(2004-07). P17-22.
- [3] 安原正晃, 石川真也, 飯田龍, 徳永健伸. 視線情報を含むマルチモーダル協調作業対話コーパスの構築と利用. 情報処理学会自然言語処理研究会. Vol.NL-199. No.20. 2010.