

視覚障害者と晴眼者のコラボレーション向上のための協調作業分析

Collaborative work analysis for improving collaboration between the visually impaired and the sighted

川崎 直毅^{*1} 黒澤 慎治^{*1} 大森 正太郎^{*1} 野口 崇人^{*1} 矢入 郁子^{*2}
Naoki Kawasaki Shinji Kurosawa Shotaro Omori Takato Noguchi Ikuko Yairi

^{*1} 上智大学理工学研究科理工学専攻情報学領域
Graduate Schools of Science and Technology, Sophia University

Supporting collaboration between the sighted and the visual impaired is important to promote social participation of the visually impaired. We made shooting game that supplied sound/tactile information instead of visual information. We investigated human's collaboration to develop agent system that supports collaboration between the visual impaired and the sighted. This paper reports increasing number of remarks through extrinsic and immanent gimmick to design better collaboration space.

1. はじめに

AI による様々な職業の代替の予想がなされるなか、代替が困難な真に人間らしい活動として 人間同士のクリエイティブなコラボレーションへの注目が高まっている。筆者らは、視覚障害者と晴眼者のコラボレーションの分析と支援に焦点を当て、ミッションを協調して行う視覚障害者と晴眼者の最適なコラボレーションのあり方を実際のコラボレーションの質的・量的な分析を通して示すことを目指して研究を行ってきた。研究の最終ゴールは弱い AI としてのコグニティブシステムがどのように視覚障害者と晴眼者のコラボレーションをサポートすべきかを、プロトタイプ実装・評価による仮説検証を通して示すことにある。これまで国内外を問わず、視覚障害者の情報アクセシビリティ確保のためのユーザビリティ研究は多数なされてきたが、視覚障害者のコラボレーションを支援する研究やコラボレーションを分析する研究は数少ない [Winberg 2004] [Moll 2013] [Grammenos 2014] [McMillan 2016]。本稿は、2章で4つのレベルでの協調作業から構成されるシューティングゲームを用いた実際のコラボレーション分析と結果について、3章で作業外での交流と作業中の割り込みの2つの方法を適用した場合のコラボレーション変化に関する調査について報告し、4章で全体考察、5章で結論を述べる。

2. コラボレーション空間デザイン

2.1 シューティングゲームを用いた調査

視覚障害者と晴眼者のコラボレーションの質的・量的な分析を行うにあたり、インタフェースを通して協調作業のレベルの制御が容易であること、協調のための思考を発話として観測可能であることの2つの観点から、シューティングゲームを選んだ。調査参加者は協調作業のレベルの変化をゲームの難易度の変化と捉えることができ、協調作業遂行の動機低下を防止することも期待出来る。当ゲームでは、情報提示に視覚情報を用いず、かつ視覚障害者の聴覚チャンネルに負荷をかけすぎずユーザ間のコミュニケーションを阻害することのないよう、触覚情報である振動に着目し図1に示す振動式スピーカー(iChargeSound)を用いた触覚提示デバイスを作成して用いた [Noguchi 2011]。システムは図2に示すように iPad3 台、振動式スピーカー4 台、ステレオ

スピーカー1 台から構成された。3 台の iPad は Bluetooth によって接続され、そのうちの 2 台はユーザがハンドルのように操作するコントローラとして動作し、残りの1台はサーバとしての各種演算や画面出力を担う。サーバ用 iPad はユーザの操作を可視化し、動作確認・分析するために用いられた。右側のユーザ用 iPad は振動式スピーカーを介して右側の敵位置情報を振動として出力し、左側のユーザ用 iPad も同様に振動式スピーカーを介して左側の敵位置情報を振動として出力する。



図1 振動式スピーカー(iChargeSound)を用いた触覚提示デバイス
Fig.1 vibration speaker

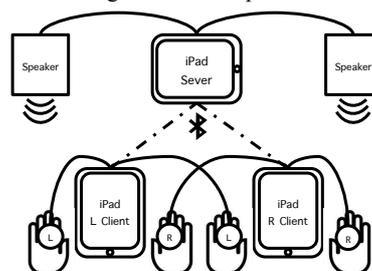


図2 シューティングゲームの概要図
Fig.2 overview of the shooting game

各ユーザは限られた時間の中でより多くの敵を撃墜するためにユーザ用 iPad をハンドルのように左右に傾けて宇宙船を左右に移動する。2 台の iPad の傾きの合成値が宇宙船の加速度となる。両者の傾きが逆の場合、合成加速度は 0 に近付くので移動が困難となる。敵を撃墜するには敵の真下まで宇宙船を移動し、画面をタップしてビームを発射することが必要となる。ビームが敵に命中すると爆発音がステレオスピーカーから流れる。ユーザは両手人差し指に装着した振動式スピーカーにフィードバックされる宇宙船-敵間距離の平方根に比例した大きさの振動から宇宙船-敵間距離を推測することが可能となっている。協調作業レベルは、基本的なものからペアとの情報共有が必須な

もの、意思統一が必須なものを経て最終的に情報共有と意思統一の両方が必須なものへ変化するように設定した。具体的には図3に示すように、敵が1匹/2匹の場合の2種類(SE/DE)、各ユーザが振動式スピーカーを両手に装着し両側の敵位置情報が享受可能な場合/自分が操作するユーザ用 iPad に接続された振動式スピーカーを片手に装着することで片側の敵位置情報のみ享受可能な場合の2種類(DH/SH)の組み合わせで4つの協調作業レベルを実現した。調査は SEDH, SESH, DEDH, DESH の順で行われた。

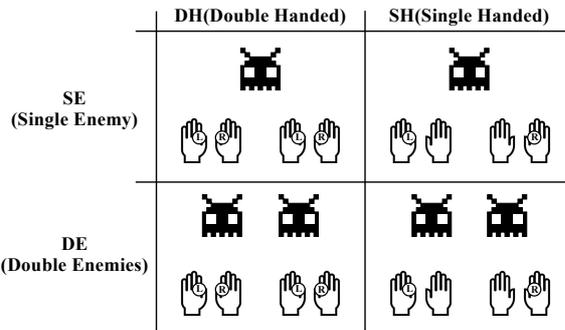


図3 振動デバイスと敵の数の違いによる4種類のミッション
Fig. 3 Four type missions of the shooting game

2.2 これまでの調査結果

著者らはこれまで、7組の視覚障害者・晴眼者ペアと3組の晴眼者同士のペアの調査を行い、撃墜数の推移とペア間の対話の関連性を分析してきた。その結果、ペア内での撃墜数の推移に顕著な特徴が存在し、類似した特徴を持つペア同士をまとめて図4のように対話の盛り上がりとゲームの点数を軸として4つのグループに分けられることがわかった[川崎 2016]。SEDH→SESH, DEDH→DESHの撃墜数が両者ともに増加しているペアを SYNC 型とした(図4右上)。この型は対話する意欲、得点への意欲も高いペアであり、コラボレーションの成功例であると考えられる。2つ目は両者の撃墜数の増減が反比例の関係にあり、SESH, DESH 時に両者の撃墜数の差が縮小されるペアを FISH 型とした(図4左上)。この型は得点への意欲や積極性、作業遂行技術に大きな差があるペアであると考えられる。3つ目は、SEDH→SESHで撃墜数の差が拡大し、DEDH→DESHで差が縮小するペアを WOODPECKER 型とした(図4右下)。この型はゲームに関係のない対話が他の型と比べて多く、撃墜数が低い傾向にあることから、対話する意欲は高いが得点への意欲が低いペアであることが推察される。上記3つに分類されない型を OTHERS 型(図5左下)と分類した。この型は撃墜数が低く大きな変化が見られないことが特徴である。対話数も少なく得点への意欲も低いことから、コラボレーションの失敗例であると考えられる。以上10組のうち2組が SYNC 型、4組が FISH 型、2組が WOODPECKER 型、2組が OTHERS 型に分類された。

分析を通して SYNC 型と WOODPECKER 型がコラボレーションにおいては良い型である可能性が示された。そこで、ペア間の対話数を増やすことができれば、OTHERS 型や FISH 型のペアは SYNC 型や WOODPECKER 型になるのではないかという仮説を立てた。以降本稿では、作業外での交流と作業中の割り込みの2つの方法を適用した場合のコラボレーション変化に関する調査を行う。

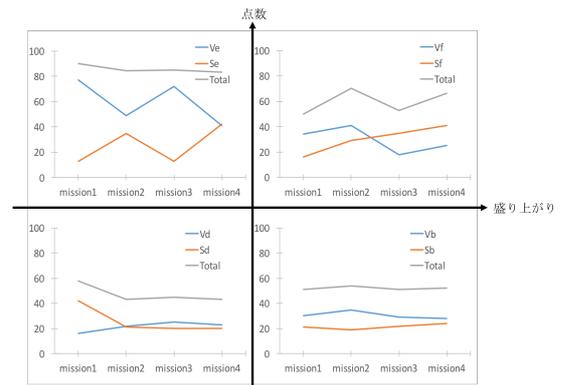


図4 コラボレーションの4種類の型
Fig.4 Four types of collaboration

3. 調査

3.1 調査方法

著者らは、英語コミュニケーションにおけるボディコンタクトの効果を調べ、ボディコンタクトには2者間の対話を促進する効果があることを確認した[川崎 2015]。本研究でも作業外での交流を通して対話を促進する仕掛けとしてボディコンタクトのあるゲーム(以降 BC)を用いた。BCは体を押す・引く・叩くなどをして相手の持つ iPod touch の3軸加速度センサを揺らし、音を出させるコミュニケーションゲームである。プレイヤーがスローモーションで動かなければアラーム音が鳴るように設計されている。

ペア間の対話を促進させるため、作業中に割り込む仕掛けとして、簡易的な声かけエージェント(以降 AF)を作成して用いた。AFは iPod Touch の画面上のボタンを押下することで表1に示すボタンに対応したメッセージが読み上げられる。ペアの発話を促し対話内容を変化させることで、協調作業を変化させることが期待される。3パターンの音声は1分に1度ペアに提示され、その内容は、発話前の10秒間でのペアの発話量を調査進行役が判断・決定した。

本調査では、仕掛けの順序による調査対象への影響がないことを示すため、調査対象を表2の2つのグループに分けて調査した。Group1では4回目と5回目の間、Group2では6回目と7回目の間にBCを実施した。AFはGroup1,2それぞれ5回目・6回目と7回目・8回目のシューティングゲーム中に実施した。表3に参加者の概要を示す。調査参加者は全て大学生で、全てのペアが初対面になるようにした。OTHERS 型・FISH 型のペアを SYNC 型・WOODPECKER 型のペアに変化させることを目的とした調査であるため、SYNC 型・WOODPECKER 型となる可能性の低い、非社会的もしくは内向的な参加者が意図的に選別された。

表1 ペアの状態に対応したメッセージ

Table 1 difference in the approach against the situation

Users	AF
Silent	「喋って喋って」
Only one person speaks	「1人だけ喋ってるよ」
They talk each other	「盛り上がっていいこう」

表 2 被験者一覧

Table 2 list of the participants

Pair Name	Sighted	Sighted
Pair SA	Sa1(sex:m age:21)	Sa2(sex:m age:21)
Pair SB	Sb1(sex:m age:21)	Sb2(sex:w age:20)
Pair SC	Sc1(sex:w age:21)	Sc2(sex:w age:22)
Pair SD	Sd1(sex:w age:22)	Sd2(sex:m age:21)
Pair SE	Se1(sex:w age:22)	Se2(sex:m age:21)
Pair SF	Sf1(sex:m age:21)	Sf2(sex:w age:21)

表 3 グループ毎の調査手順

Table 3 research methods

Method	Sensor	Enemy	Group1(SA,SC,SE)	Group2(SB,SD,SF)
1	2	1	DHSE	DHSE
2	1	1	SHSE	SHSE
3	2	2	DHDE	DHDE
4	1	2	SHDE	SHDE
5	2	2	DHDE_2(BC)	DHDE_2(AF)
6	1	2	SHDE_2(BC)	SHDE_2(AF)
7	2	2	DHDE_3(AF)	DHDE_3(BC)
8	1	2	SHDE_3(AF)	SHDE_3(BC)

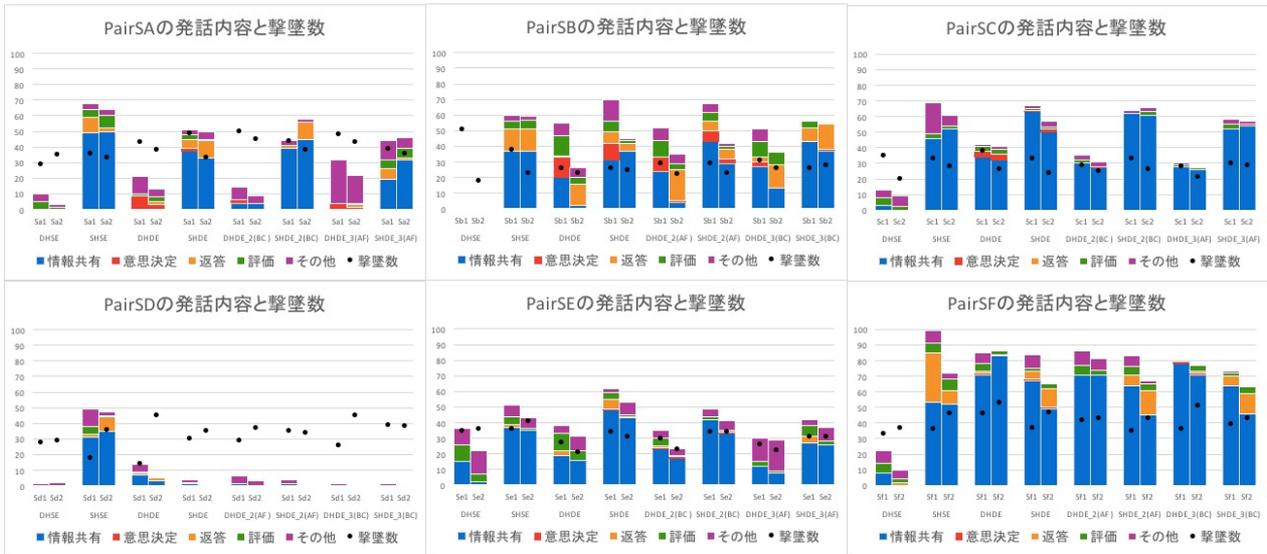


図 5 発話内容と撃墜数
figure 5 conversations and game scores

3.2 調査結果

図 5 に本調査で対象とした 6 ペアの撃墜数と発話内容の推移をまとめたグラフを示す。本調査で以前の 10 組とは推移の性質が異なる新しいペア 3 組を観察することができた。これまでの 10 ペア含む全 16 ペアに対し SE・DE 時それぞれでの DH→SH の推移に着目して観察した。データ数の増加に伴いそれぞれの型の内部でさらに得点への指向性と対話への指向性によって 2 つの小グループ(以下, 系)に分類可能であることがわかった。対話の意欲, 得点への意欲どちらも高いとされる SYNC 型のペアを含む全ての型の中で得点に対しての指向性が顕著に表れているペアと対話への指向性が表れているペアが観察されている。また, これまで 1 組のみ観察していた得点が多いユーザーが得点の少ないユーザーに合わせて得点数が大きく減少するペアを本調査で 1 組確認することができた。

3.3 コラボレーションの変化に関する考察

Group1, Group2 問わず BC 実施直後は実施前と比較して発話数が減少し, 撃墜数が増加する傾向にあった。これは BC によってユーザーが過度に互いを意識しすぎることなくゲームに集中することができたことが要因ではないかと考えられる。また, 発話の内容が大きく変化するということなく, 直接的にコラボレーションの型を大きく変化させる要素にはなりえないと考えられる。

Group1, Group2 問わず AF 実施中は実施していない時と比較し, 発話に占めるその他の割合が増える傾向があった。あくまで割合こそ増えるものの総発話量が大きく増加するペアを確認することはできなかった。AF 発話直後にユーザーが AF の発話内容に対してその他にカテゴリ化される反応を示し, AF 発話後の会話はこれまでと変わらないことが要因だと考えられる。

AF に対するユーザーの反応は無反応・笑う・AF に対して返事するがほとんどを占めていた。AF に関してペアと雑談する・AF がきっかけで新たな雑談が生まれるなどのケースはほとんど確認することができず, ゲームへの集中の邪魔という反応も少なくなかった。これは AF が機械的に決まった間隔である程度決まった言葉を発話することと, 本ゲーム高得点を取るには集中することが必要不可欠だからだと考えられる。

4. 将来課題

これまで本調査におけるコラボレーションを型という 4 つの大きなグループに分類していたが, この型をさらに 2 つの系に細分化することでより厳密な分類が可能となった。今後も引き続きデータ数を増やし, 本研究の信憑性と網羅性を高めていきたい。AF によるコラボレーションの型の変化は発話タイミングと発話内容の二つの点について引き続き調査し, 弱い AI としてのコグニティブシステムのプロトタイプ実装・評価による仮説検証を目指す。

5. おわりに

本稿ではより良いコラボレーション空間デザインのために、内在的及び外在的な仕掛けを通じて晴眼者同士のペア 6 組のコラボレーションの推移を観察し、その結果について考察したので報告した。

NEGLECT 及び FISH 型を SYNC 及び WOODPECKER 型に変化させるためにはペア内の発話量を増やすことが重要であると考えていた。しかし、今回の調査を通じて発話量をただ増やすだけでなく、対話の質も向上させることが必要不可欠であることが分かった。

謝辞

本研究を行うにあたって、協力していただいた参加者の皆様に深く感謝致します。本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C), 研究課題番号: 26350022, 「見えないことが障害にならないコラボレーション空間デザイン」による支援を受けました。

参考文献

- [Winberg 2004] Fredrik Winberg and John Bowers: Assembling the senses: towards the design of cooperative interfaces for visually impaired users, In Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW '04), ACM, 2004.
- [Moll 2013] Jonas Moll and Eva-Lotta Sallnäs Pysander: A Haptic Tool for Group Work on Geometrical Concepts Engaging Blind and Sighted Pupils, ACM Transactions on Accessible Computing, ACM, 2013.
- [Grammenos 2014] Dimitris Grammenos and Antonis Chatziantoniou: Jigsaw together: a distributed collaborative game for players with diverse skills and preferences. In Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children (IDC '14). ACM. 2014.
- [McMillan 2016] Collin McMillan and Amanda Rodda-Tyler: Collaborative software engineering education between college seniors and blind high school students, In Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE '16), ACM, 2016.
- [Noguchi 2011] akato Noguchi, Yusuke Fukushima, and Ikuko Eguchi Yairi: Evaluating information support system for visually impaired people with mobile touch screens and vibration, n The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (ASSETS '11), ACM, 2011.
- [川崎 2016] 川崎 直毅, 大森 正太郎, 野口 崇人, 矢入 郁子: シューティングゲームにおける視覚障害者とのコラボレーション分析, 第 30 回人工知能学会全国大会, 2016.
- [川崎 2015] 川崎 直毅, 高田 佑平, 長峯 洸弥, 矢入 郁子: 英語コミュニケーション促進のためのボディコンタクトゲームの評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015, 2015.