

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 6月 12日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20500121

研究課題名（和文） 安全な共同作業に向けたミスコミュニケーション検出指針

研究課題名（英文） Miscommunication detection strategies for safe collaboration

研究代表者

馬田 一郎 (UMATA ICHIRO)

(独)情報通信研究機構・ユニバーサルコミュニケーション研究所多感覚・評価研究室・専攻研究員

研究者番号：40374110

研究成果の概要（和文）：

共同作業における作業ミス予測のため、視線検出装置・モーションキャプチャー装置などのセンサによるデータと発話データを用いてミスコミュニケーションが起りやすい状態を推定することを目標とした。分析の結果、ミス予測については、各作業者が並列で作業を行う状態が続いている状態で共同注視の発生頻度が低い場合、ミスコミュニケーションの発生頻度が高くなる可能性が示唆されたが、共同注視が起こらない場合には必ずミス発生につながるという訳ではないことが観察された。この結果から、現状ではミスを起こしやすい作業チームを共同注視推測データから分類する可能性は有望であるものの、このデータを作業現場でのリアルタイムのミス予防にそのまま応用することは困難であることが示された。

研究成果の概要（英文）：

This research attempts to detect situations where miscommunication tend to happen by analyzing sensor data such as eye-trackers and motion capture devices for the purpose of avoiding operational errors. The results suggest that the probability of miscommunication becomes higher when each collaborator works parallel and does not look at the partners, although such situations do not always lead to miscommunication. This shows that mutual gaze data is useful to detect teams that tend to make errors, although the method is difficult to be applied in the real time error detection.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインタフェース、安心安全

1. 研究開始当初の背景

医療の現場や工場生産ラインの管理、大型機器類の運転・メンテナンス等の共同作業では、作業間で作業対象や環境に対する注意を分担し、作業チームと環境が一体となった

認知主体として機能する必要がある。しかし、作業員間のミスコミュニケーションによる機能不全が起こった場合、作業の失敗や場合によっては事故に繋がる危険が生じるため、このような危険な状況を検出し警告するこ

とにより、安全な作業環境を形成することが肝要となる。

研究開始当時、既に共同作業時のコミュニケーションの重要性については広く認識されていた。たとえば、航空分野における安全文化を着実に根付かせたとされる CRM (Cockpit Resources Management) 訓練は、ヒューマンエラーを避ける目的で以下の点が重視されているが、これらはコミュニケーションと深く関連している。

- (1) 良好なコミュニケーションの維持
- (2) 役割分担の明確化
- (3) チームワークの増進
- (4) 状況維持の増進

また、ヒューマンファクターの視点は(財)航空宇宙技術振興財団の平成 15 年度近未来航空安全技術課題調査研究報告書(2003)においても重視されている。

さらに、当時は既にセンサによるユーザの行動推定に関する研究も多く行われており、研究代表者らも共同作業課題におけるインタラクションについて、センサデータを用いた分析を発表していた。具体的には、身体行動と話者の興味性向との関連([1])、身体行動とコミュニケーションの傾向との関連([2], [3])、身体行動と作業役割分担の関連について([4])、以下のような研究成果を発表している。

[1] 伊藤ら (馬田 3 番目)(鳥山 4 番目)(2006)。

「外部観測可能な非言語行動による興味傾向判別の提案」
ヒューマンインタフェース学会誌, 8, (4)。

[2] Umata et al. (鈴木 4 番目)(鳥山 5 番目)(2006) ``Non-verbal information in communication: a study of interaction in a tourist-information setting.``
In Proceedings of Brandial 2006, pp. 165-166.

[3] Umata et al. (鈴木 4 番目)(2007). ``Non-verbal Behaviors and Communication Strategies.``
in Proceedings of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society, page 1873.

[4] Suzuki et al. (馬田 2 番目)(鳥山 7 番目)(2007)
``Nonverbal behaviors in cooperative work: a case study of successful and unsuccessful team.``

in Proceedings of the 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 1527--1532.

本研究課題では、先行研究の結果や自身のインタラクション分析に基づき、センサデータ分析からインタラクション状況を推定し、ミスコミュニケーションを検出する試みに着手した。

2. 研究の目的

先述のように、研究開始当時の先行研究では事例研究が主であり、現場の作業においてリアルタイムにミスコミュニケーションを検出する手法はいまだ確立されていなかった。そこで、本研究課題では共同作業での認知主体の機能不全を防ぐために、作業中の注視や身体動作データに基づいてミスコミュニケーションを検出する指針を築くことを目標として研究を行った。

作業者間のコミュニケーションにおいて作業の共通基盤構築に誤解が生じている場合に作業ミスが発生しやすいと仮定し、共同注意に着目してセンサデータを分析した。具体的には、実験室環境で共同作業課題を行ない、モーションキャプチャー装置や視線検出装置を用いた詳細データに基づき、一般的なミスコミュニケーション検出モデルを構築することを第一の目標とした。

3. 研究の方法

複数作業による共同作業では、各人が分担で並列的に作業を行うことが効率的である。しかし一方で、並列作業においては各人がお互いの作業状況を把握し、行動を調整しなければ、大きなミスに繋がることもあり得る。並列作業を伴う共同作業においては、情報を共有するためのコミュニケーションが重要な役割を果たすといえる。共同作業におけるミスコミュニケーションを分析し、ミスの発生しやすい状態を検出する目的で、共同作業実験を行った。まずはじめに、研究開始時に既に収録済であった身体動作情報付き共同作業データを解析した。その結果、視線データと作業者および作業環境の位置データの統合を精密に行うことが効果的と判断し、身体動作データと作業環境内のパネルやボード等の対象の位置データを用い、もともと作業者基点であった視線検出データを作業環境の座標データに変換した。

分析の結果、三人の作業者の身体配置を線で結んだ三角形の領域、作業者の顔の向き、作業者の視線の向きとの関係およびその変化に重要な手がかりがあることが示唆された。また、それらの変化点における発話やジェスチャーなどのコミュニケーション行動の有

無や内容が作業中のミスコミュニケーションを予測する上で重要な役割を果たすことも示された。さらに、共同作業の形態には各作業グループ間でかなりの相違がみられるが、作業時の行動データに基づき共同作業タイプ分類を行うことも必要であることが明らかになった。

そうした結果を踏まえ、22年度に電球スイッチ切替作業課題を用意し、2名1組のチーム2つと、3名1組のチーム2つで実験を行った。作業者は配線図をチェックしつつ、指定されたパターンで電球群を点灯させることを指示された。共同作業を効率的に行うためには、手分けして同時並列的に作業を行う行動方略が望ましい。この場合、作業者はそれぞれの作業分担対象に対してそれぞれ注意を向け、「分散注意」の状態でも共同作業を行う。その一方で、そのような並列作業が行われる際にはミスコミュニケーションの危険も高くなり、作業ミスの原因となりやすい。作業分担時のミスコミュニケーションを防ぐには、要所で重要対象への注意を共有する「共同注意」状態や、お互いの作業状態を確認し合う「相互注意」などの状態が必要となる。共同作業で作業チームの注意状態を推定し、ミスコミュニケーションの起こりやすい状況を検出する目的で、共同注視行動と分散注視行動に着目し、データ収録を行った。

4. 研究成果

分析の結果、相互確認による作業の調整が要求される場面では、2人組と3人組のどちらにおいても、多くの場合で共同注意や相互注意と推定される状態が観察された。また、作業ミスが起こる際には、往々にして上記のような共同注意や相互注意状態が欠如している、という傾向が観察された。

ただし、共同注意や相互注意が欠如している場合は必ずミスに繋がるか、というとは限らないため、これらのデータからのみ作業ミス予防を行うことは、現状では過剰な警告に繋がりにくい。また、共同注意や相互注意がどのくらいの時間発生していなければミスに繋がりにくいのかは作業内容によって左右されるので、単純に何らかの閾値を決めてミス予測を行うだけでは不十分である。さらに、顔を別方向に向けたまま視線のみで対象を確認している場合と、顔ごと対象に向けて注視を行う場合で、注意の性質が異なっていると考えられる場面もあるが、現状ではこの差については明らかではない。これらの詳細分析は今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4件)

①. 馬田 一郎 (2012)
「共同作業における視線行動および身体行動の分析」
画像電子学会誌 (招待論文、査読なし) (掲載決定済)

②. 馬田 一郎 (2011)
「共同作業における視線行動および身体行動の分析」
画像電子学会第 258 回研究会 予稿集 pp. 31-32. (査読なし)

③. 馬田 一郎, 伊藤 禎宣, 岩澤 昭一郎, 鈴木 紀子, 井ノ上 直己 (2009)
「コミュニケーション方略とインタラクション行動の傾向について」
日本認知科学会第 26 回大会 予稿集 pp. 264--265. (査読あり)

④. Umata, I., Ito, S., Iwasawa, S., Suzuki, N., and Inoue, N. (2009).
Non-verbal information in communication: a preliminary study in a tourist-information setting
Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction, 653--657. (査読あり)

[学会発表] (計 3件)

①. 馬田 一郎 (2011)
「共同作業における視線行動および身体行動の分析」
画像電子学会第 258 回研究会 (招待講演)、2011 年 10 月 28 日、富山県立大学、富山県

②. 馬田 一郎, 伊藤 禎宣, 岩澤 昭一郎, 鈴木 紀子, 井ノ上 直己 (2009)
「コミュニケーション方略とインタラクション行動の傾向について」
日本認知科学会第 26 回大会、2009 年 9 月 11 日、慶応義塾大学藤沢キャンパス、神奈川県

③. Umata, I., Ito, S., Iwasawa, S., Suzuki, N., and Inoue, N. (2009).
Non-verbal information in communication: a preliminary study in a tourist-information setting
The 13th International Conference on Human-Computer Interaction, 2009 年 7 月 19 日、Town and Country Resort & Convention Center, San Diego, CA, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

馬田 一郎 (UMATA ICHIRO)

(独) 情報通信研究機構・ユニバーサルコ
ミュニケーション研究所・多感覚・評価研
究室・専攻研究員
研究者番号：40374110

(2) 研究分担者

鈴木 紀子 (SUZUKI NORIKO)

(独) 情報通信研究機構・ユニバーサルコ
ミュニケーション研究所・多感覚・評価研
究室・専攻研究員
研究者番号：80374106

(3) 連携研究者

鳥山 朋二 (TORIYAMA TOMOJI)

富山県立大学・工学部・教授
研究者番号：00418518