

令和元年5月13日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18017

研究課題名(和文) マルチモーダル情報ウェアな協調学習プラットフォームに基づく対話支援システム

研究課題名(英文) Conversation Support System Based on Multimodal Information Aware CSCL Platform

研究代表者

林 佑樹 (Hayashi, Yuki)

大阪府立大学・人間社会システム科学研究科・助教

研究者番号：40633524

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、協調学習時にやり取りされる言語・非言語情報を統合したマルチモーダル情報に基づく学習支援システムを実現することを目的とし、次の2点の成果を上げた。(1) 協調学習インタラクションに観測される言語、視線、表情等のマルチモーダル情報をリアルタイムに計測・並列処理可能な分散型CSCLシステム開発・分析支援のための統合プラットフォームを構築した。(2) プラットフォームに基づき、議論時の他者の反応を二人称視点により観察可能な議論振り返り支援システムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、社会的に関心の高い協調学習を題材に、マルチモーダルインタラクション研究領域と分散協調学習支援システム研究領域の橋渡しとなるCSCLシステム開発・分析のための統合プラットフォームを実現し、これを基礎とした具体的な支援システムを開発したことに意義がある。本プラットフォームに基づき開発された学習ツールはCSCLシステム運用環境にアドイン的に組み込み可能であり、実践を通じたインタラクションデータの科学的な分析・評価に資する機能を備えている。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to realize a learning support system based on multimodal information that integrates verbal and non-verbal information exchanged in collaborative learning interaction. We have got the following two results: (1) we constructed an integrated platform for development and analysis support of CSCL systems that allows system developers and analysts to treat a form of multiparty multimodal interaction data; (2) based on the developed platform, we implemented a reflection support system that helps learners to observe the reaction of other participants from the second-person perspective during the discussion.

研究分野：教育システム情報学

キーワード：協調学習 CSCL 多人数マルチモーダルインタラクション システム開発プラットフォーム 非言語情報 リフレクション支援

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

グローバル社会が進展する中、他者と共に意思決定や問題解決を行う機会がますます増えている[1]。このような社会的相互作用で求められるスキルを育む学習形態として、複数のメンバーが同一の学習課題を議論し合い、互いの知識構築や問題解決を行う協調学習が注目されている。情報技術を用いた協調学習支援に関する研究領域 (Computer Supported Collaborative Learning: CSCL) では、支援対象に特化した教具となる学習ツールを組み込み、学習時に交わされる複数のモダリティを統合して扱い、グループ会話の様子や参加者役割を分析する研究が近年盛んに行われている[2], [3]。

このような研究動向に伴い、これらの研究の知見を CSCL システムの支援機能へと応用していく環境が、非言語動作の計測デバイスの発展も相まって整いつつある。これまでの教育実践を通して積み上げられてきた協調学習の実践知の上に、そこでやり取りされる参加者相互のマルチモーダルインタラクションに踏み込む科学的な分析・評価、さらにはリアルタイムな知的介入の可能性を、教育実践と CSCL システム開発の往還の上に積み上げていくことは学術的に重要な課題である。一方で、協調学習参加者のマルチモーダルインタラクションに踏み込んだ CSCL システム開発・実践・分析のサイクルを循環させるための基盤はこれまで具体的に検討されていない。

2. 研究の目的

本研究課題では、多人数の学習者により行われる協調学習を題材として、学習時にやり取りされる言語・非言語情報を統合したマルチモーダル情報に基づく協調学習支援システムを開発・実践・分析可能なシステム基盤 (統合プラットフォーム) を実現し、プラットフォーム上で動作する具体的な学習支援システムを構築することを目的としている。

より具体的には、(1) 協調学習インタラクションに観測される言語、視線、表情等のマルチモーダル情報をリアルタイムに計測・並列処理可能な分散型 CSCL システム開発・分析支援のための統合プラットフォームの構築、(2) 議論時の他者の反応を観察し自身の内省活動を促すための議論振り返り支援システムの開発という2つの副目標を達成することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) CSCL システム開発・分析のための統合プラットフォーム構築: 多人数マルチモーダルインタラクションを前提とした CSCL システムを実現するためには、支援対象とする学習ツール開発および分析作業において処理される言語・非言語情報へのアクセスを容易とし、開発者による言語・非言語データの検出処理や、分析者のデータ整形作業といった非本質的な処理を意識することなく、各々の作業に注力できることが望ましい。本研究では、開発者・分析者が対象とするマルチモーダルインタラクション処理を前提とした学習ツール開発・分析活動に注力できること、開発者が学習ツールに込めた意図・分析者の分析結果を互いに反映できる形で CSCL ライフサイクルの循環を支える仕組みを備えることの2点を統合プラットフォームの設計理念とし、この理念を具備したサーバ・クライアント型の統合プラットフォームを開発する。

(2) 議論振り返り支援システム開発: プレゼンテーションやミーティングにおいて、他者の反応を観察し自身の活動を内省することは、他者からの暗黙のフィードバックによって自らの思考を見つめなおすことができるという点で有益である。本研究では、議論参加者の思考の一端が現れると考えられる視線情報に着目し、プラットフォーム上の具体的な学習ツールとして、複数の視線情報を組み合わせることによる行為解釈の観察機能および、他者視点 (二人称視点) による自己の振る舞いを観察できるリフレクション支援機能を備えた議論振り返り支援システムを開発する。

4. 研究成果

(1) CSCL システム開発・分析のための統合プラットフォーム

CSCL システム開発環境

参加者の言語・非言語情報の両側面を捉えることができる汎用的な CSCL システム開発環境を構築した。本研究では、ローデータを構造化し整理された形で解釈を積み上げていくインタラクションの階層的解釈モデル[4]を参照モデルとしている。図1にシステムの概要図を示す。協調学習の参加者間でやり取りされる言語・非言語情報を捉えるセンシングデバイスを備えた環境を前提とし、協調学習のセッション管理機能では、CSCL システムの動作基盤としての基本機能 (認証処理、ネットワークを介した情報の送受信、学習履歴データベース管理機能等) を備えている。

本開発環境では、発話行為、視線行為、筆記行為、頭部動作の情報を、センシングデバイスを通して検出・処理できるように構成されている。学習ツール開発に必要な情報を開発者が登録することにより、言語・非言語情報や複数の学習ツールから得られる原始的な異種情報を組み合わせ、より高次な解釈を加えた処理を学習ツールに実装できるようになっている。ここで開発された学習ツール群は、CSCL システム運用環境にアドイン的に組み込み可能であり、学習形態に応じた実践に利活用できる。

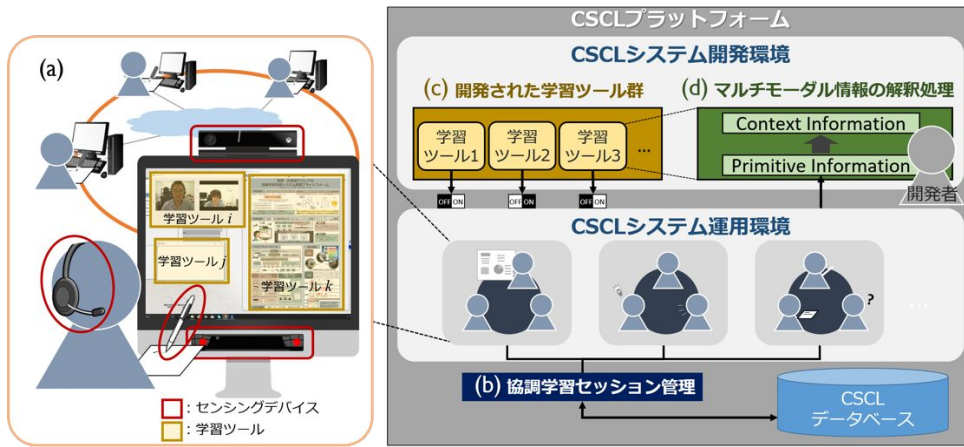


図 1：CSCL システム開発・運用環境

CSCL システム分析支援環境

図 2 に本研究課題で構築した CSCL 分析支援環境のモジュール構成図を示す。サーバサイドは、協調学習のセッション履歴を管理する CSCL データベースと、参加者のビデオ映像データを管理するビデオストリームサーバから構成されており、これらは CSCL システム開発・運用環境が備えるサーバと兼用している。クライアントサイドでは、分析者が入力する分析対象セッション情報に基づき CSCL データベースにアクセスし、当該セッションのデータを抽出する。抽出されたデータはデータ管理モジュールで管理される。

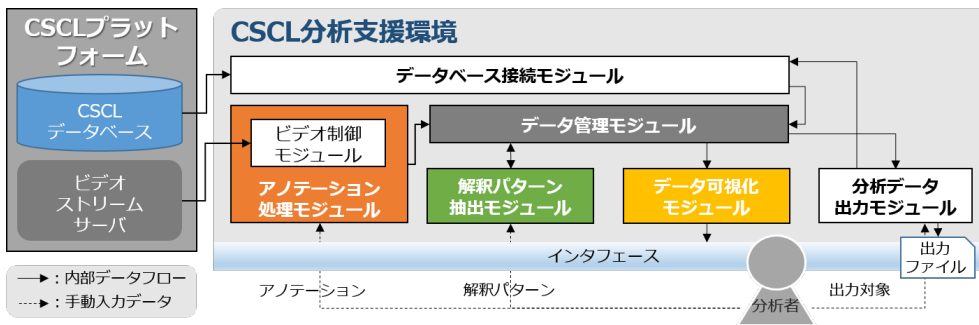


図 2：CSCL システム分析支援環境のモジュール構成図

分析者は、以下の 4 つのモジュールが備えるユーザインタフェースを通して分析作業に取り組むことができる。

- **データ可視化モジュール**: 分析対象となるセッションデータをタイムライン形式で可視化する。図 3 にインタラクションデータの可視化画面を示す。この例では 3 名の参加者により実施された協調学習セッションのインタラクションプロセスが可視化されており、分析者はタイムラインを拡大縮小しながら観察、分析できるようになっている。
- **解釈パターンデータ抽出モジュール**: 分析者が定義した解釈パターン(前件部)にマッチするデータを抽出する。高次レベルの解釈をインタラクションの階層モデル[4]に沿って分析者が明示的に規定し、これを積み上げていく仕組みが実現されている。また、各参加者のロールを明示化したデータ分析を可能とすることにより、協調学習理論を反映した分析者の作業を支援するとともに、学習者ロール構成が同様の協調学習セッション分析にも適用できる仕組みを備えている。
- **アノテーション処理モジュール**: 分析者が付与するアノテーション情報を管理し、データ管理モジュールを介して登録する。インタフェースでは、協調学習実施時の参加者映像の同期再生機能(ビデオ制御モジュール)を備えており、分析者は映像を再生しながらアノテーション付与できるようになっている。
- **分析データ出力モジュール**: 分析を通して得られた任意の時系列データを出力する。分析者が選択したデータをカラムとして整形した csv 形式のファイルを出力することができる。



図 3：データ可視化画面

になっており、このファイルは機械学習手法を用いた分析データセットとして活用できる。

以上、CSCLシステム開発環境、CSCLシステム分析支援環境を備える統合プラットフォームでは、開発者が学習ツールに組み入れたマルチモーダル情報は全てサーバを介してやりとりされ、規定のメッセージ構造に基づき保存される。これにより、開発者は分析データの保存処理を意識する必要がなく学習ツールを開発することができ、分析者は分析対象となるデータを分析支援環境上で選択することにより、整形作業を要することなく分析を始めることができる。さらに、分析結果を支援機能の洗練に活かすことも容易な仕組みを実現している。本研究成果は、2017年度人工知能学会研究会優秀賞を受賞するものとして評価されている。

(2) 議論振り返り支援システム

(1)で開発した統合プラットフォームの具体的な学習支援システムとして、議論シーンにおける発表者の論理不足や矛盾を発表者自身が理解することを支援するという目的を設定し、二人称視点での他者反応を用いた振り返りを実現可能な環境を構築した。

図4に振り返り支援システムのインタフェースを示す。本システムでは、学習者の振り返りを促すことを目的とした以下の3つの機能を備えている。

- **解釈ルール適用機能**：学習時に観測された単一情報を複合情報へと解釈するためのルールを設定する機能である。例えば、発表者が発話しながら注目している箇所を他の参加者も観察しているといった区間を設定することで、このルールに該当する区間が抽出される。
- **解釈データ表示機能**：解釈ルールが捉える区間をタイムライン形式で可視化する機能である。確認したい位置にシークバーを合わせることにより、振り返りたい視線情報が発現した時の学習状況を起点として振り返ることができる。
- **二人称視点情報の可視化機能**：議論時の資料および参加者映像に対して、議論時に計測された視線情報をもとに視線を可視化する機能である。学習映像に合わせて実際に他者が見ていた視線対象オブジェクトをハイライトすることにより、他者の議論時の視点を再現することができる。

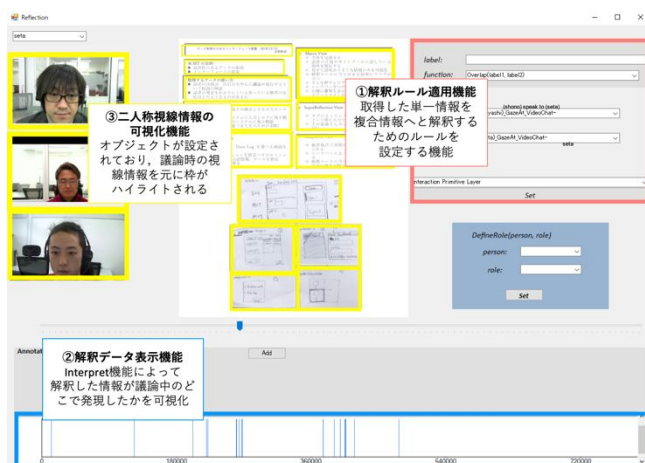


図4：議論振り返り支援システム

本システムは、研究室でのミーティング活動における実践においてその実行可能性を確認している段階にあり、振り返りの有効性の検証は十分にできていない。この点については、研究期間が終了した後も引き続き評価・改善を行っていきたい。

< 引用文献 >

- [1] Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21s) : <http://www.atc21s.org>
- [2] Gatica-Perez, D.: "Automatic Nonverbal Analysis of Social Interaction in Small Groups: A Review", Image and Vision Computing, Vol.27, No.12, pp.1775-1787 (2009).
- [3] Worsley, M., Chiluiza, K., Grafsgaard, J. F., & Ochoa, X.: "2015 Multimodal Learning and Analytics Grand Challenge", Proc. of 17th ACM Int'l Conf. on Multimodal Interaction, pp.525-529 (2015).
- [4] 角 康之, 矢野 正治, 西田 豊明: マルチモーダルデータに基づいた多人数会話の構造理解, 社会言語科学, Vol.14, No.1, pp.82-96, (2011).

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Yuki Hayashi, Kazuhisa Seta, and Mitsuru Ikeda: Development of a support system for measurement and analysis of thinking processes based on a metacognitive interpretation framework: a case study of dissolution of belief conflict thinking processes, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 13:21, 25pages, (2018年12月) <査読有>
DOI:10.1186/s41039-018-0091-y

林 佑樹, 荻野 了, 瀬田 和久: 自作論文を対象とした学習者と指導者の視線情報に基づくメタ認知的推察活動の活性化, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.4, pp.501-510, (2018年11月) <査読有>

DOI:10.11184/his.20.4_501

杉本 葵, 林 佑樹, 瀬田 和久: 言語・非言語アウェアな CSCL システム開発プラットフォーム, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J101-D, No.4, pp.713-724, (2018年4月) <査読有>

DOI:10.14923/transinfj.2017JDP7084

[学会発表](計6件)

Ryo Ogino, Yuki Hayashi, and Kazuhisa Seta: A Sustainable Training Method of Metacognitive Skills in Daily Lab-activities, Proc. of 26th International Conference on Computers in Education, pp.304-309, (2018年11月) <査読有>

Yuki Hayashi, Kazuhisa Seta, and Mitsuru Ikeda: Eye-Sizhi: Gaze-aware Training and Analysis Environment for Metacognitive Skills in Belief Conflict Resolution Tasks, Proc. of 1st International Interdisciplinary Symposium on Reading Experience & Analysis of Documents, Extended abstract, (2018年10月) <査読有>

杉本 葵, 林 佑樹, 瀬田 和久: CSCL システムの開発・運用・分析を支援する統合プラットフォーム, 人工知能学会 第82回 先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B509-06, pp.27-34, (2018年3月) <査読無>

Yuki Hayashi, Kazuhisa Seta, and Mitsuru Ikeda: Framework for Building a Thinking Processes Analysis Support System: A Case Study of Belief Conflict Thinking Processes, Proc. of 25th International Conference on Computers in Education, pp.21-30, (2017年12月) <査読有>

Aoi Sugimoto, Yuki Hayashi, and Kazuhisa Seta: Multimodal Interaction Aware Platform for Collaborative Learning, Proc. of 25th International Conference on Computers in Education, pp.316-325, (2017年12月) <査読有>

林 佑樹, 瀬田 和久, 池田 満: メタ思考プロセス解釈フレームワークに基づく分析支援システムの開発, 人工知能学会 第80回 先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B507-01, pp.1-6, (2017年7月) <査読無>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。