

令和元年6月11日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02867

研究課題名(和文) 知的創造活動の大規模マルチモーダルデータベースの構築と生産性向上手法の発見

研究課題名(英文) Construction of large-scale multimodal database of intellectual creative activities and discovery of productivity improvement methods

研究代表者

長尾 確 (Nagao, Katashi)

名古屋大学・情報学研究科・教授

研究者番号：70343209

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：主に大学での研究に関する、様々な知的創造活動の科学的分析を可能にする基盤を実現した。具体的には、さまざまな情報を含む構造化ディスカッション・プレゼンテーションデータベースを構築した。また、このデータベースの応用として、知的創造活動の質の評価手法を実現した。ディスカッションの評価モデルは、発言の音響的・言語的特徴および、発言者の心拍数に基づく精神生理学的特徴を抽出することで入力データを取得し、統計的機械学習モデルによって構築した。プレゼンテーションの評価モデルは、VR環境を構築し、発表者の音声・視線・スライド内容・ジェスチャから入力データを作成し、ディープラーニングの手法を用いて構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々は、すでに知的創造活動の記録・分析・支援に関して多くの実績を有している。その技術を研究活動支援およびディスカッションスキルの評価に利用している。最先端のシステムを長期間保守・運用するノウハウは一朝一夕に得られるものではなく、このような、今後の研究を牽引する準備の整っている研究グループは世界的にも少ない。知的創造活動の詳細な記録をデータベース化し、その特徴を分析することで、生産性向上のための方法論が導かれる。この技術は、人間の創造的活動を科学的に分析し、人間が気づきにくい特徴を発見する手段にもなる。多くの優秀な人材を養成し、日本の世界的な競争力を強化するために、本研究は多大な効果をもたらす。

研究成果の概要(英文)：We have realized a foundation that enables scientific analysis of various intellectual creative activities, mainly for university research. Specifically, we built a structured discussion/presentation database containing various information. In addition, as an application of this database, we have realized a method of evaluating the quality of intellectual creation activities. The evaluation model of the discussion was constructed by a statistical machine learning model, acquiring input data by extracting the acoustic and linguistic characteristics of the speech and the psychophysiological characteristics based on the heart rate of the speaker. The evaluation model of the presentation was constructed using the deep learning method by creating input data from the speaker's voice, eyes, slide contents and hand gestures in a VR environment.

研究分野：知能情報学

キーワード：知的創造活動 マルチモーダルデータベース ディスカッション プレゼンテーション 機械学習 生産性向上 教育ビッグデータ

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の教育は科学的でないと言われる。これは日本の教育における方法論や施策に、客観的なデータ分析に基づく科学的な根拠が欠けているという意味である。現在、e-Portfolioと呼ばれる、大学講義の課題の達成度や評価を集積して、能力や適性を分析する手法は存在するが、予め用意された課題の解決に関する活動の記録が主であり、情報の粒度が大き過ぎるため、どのような行動や習慣が生産性の向上を妨げているのか判断することができない。要するに、知的創造活動のデータを大規模に収集し、管理・分析する仕組みが十分ではないということである。また、これまで知的創造活動の成果物(ドキュメントやサービス)を自動評価する取り組みはあったが、活動過程に対する評価とその傾向(どのような時期にどのような活動が行われるとその成果が良くなるか、など)の分析は十分に行われてこなかった。

2. 研究の目的

アイデア創造や創造的会議のように知的創造に関する人間活動は様々なものが行われている。そのための支援技術も多く提案されてきている。問題は知的創造活動を詳細に分析して、特徴抽出をするための大規模なデータベースが存在しないことである。我々は、大学研究室内のセミナーを詳細に記録して、議論構造などを分析したデータベースを構築した。それは、約10年間かけて行われた650回(総時間は1000時間以上)のセミナー情報を含んでいる。そのデータベースを拡張し、セミナー以外の知的活動も記録・分析する仕組みを構築する。その結果は、人間の知的創造活動を多様な観点から分析するために有効なデータベースとなる。また、機械学習によって人間が気づかなかった特徴を発見し活動を支援できるので、知的創造活動の生産性を向上させる仕組みも実現できる。

3. 研究の方法

研究期間の3年間の各年を次のように割り当てる。1年目は知的創造活動の大規模データベース基盤の構築に注力する。これは、研究代表者の研究室において開発された様々な知的創造活動支援ツールに活動過程のメタ情報や評価の収集と蓄積機能を追加することで行う。2年目は、蓄積されたデータを様々な機械学習手法でモデル化し、活動の生産性の評価値を予測し、適切な活動をナビゲートする仕組みを実現する。最終の3年目で、研究室の学生を対象に実証実験を行う。成果として、知的創造活動(主にディスカッションとプレゼンテーション)の(音声・画像・映像を含む)データベースおよびソフトウェアを公開する。

4. 研究成果

主に大学での研究に関する、様々な知的創造活動の科学的分析を可能にする基盤を実現した。具体的には、テキスト・音声・画像・映像を含む構造化ディスカッション・プレゼンテーションデータを取扱うシステムを実現し、データベースを構築した。また、このデータベースの応用として、知的創造活動の質の評価値を予測するための機械学習モデルを構築した。まず、本研究の基盤技術として、ディスカッション、プレゼンテーション、研究活動における課題遂行などの創造的活動の記録を詳細に取得するための基盤システムを開発した。一部、当初の予定通りにデータ収集ができなかったもの(具体的には、知的創造活動中の学生の様々な精神生理学的情報)もあるが、後の評価・分析のためのデータはおおむね収集可能であることを確認した。具体的には、ディスカッションのデータは以下の図1に示すような、特別な環境で収集した。この環境では、発言に伴う様々なメタデータ(発言時間、発言タイプ、発言間の関係など)を同時に収集できる。その結果は、図2に示すようなマルチモーダルな構造化データとなる。この図に示す導入発言とは、議題の導入となる発言(質問や提案など)で、継続発言とは、その議題を継続する発言(質問への回答や、補足意見など)である。

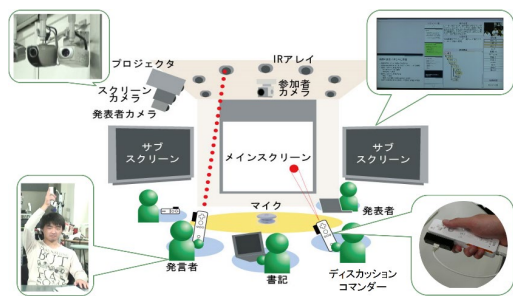


図1 ディスカッション収録環境

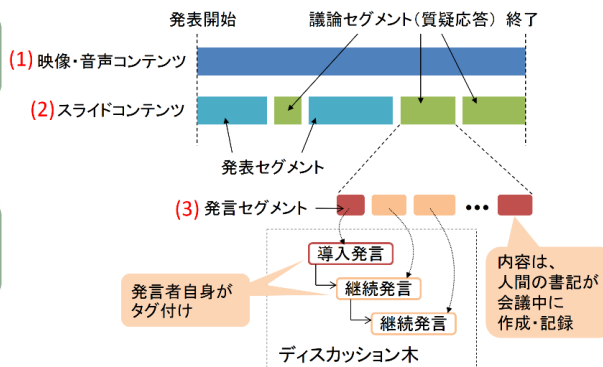


図2 構造化ディスカッションデータ

ディスカッションの評価モデルは、既存研究であるディスカッションマイニングシステムを拡張して、発言の音響的・言語的特徴および、発言者の心拍数に基づく精神生理学的特徴を抽出

することで入力データを取得し、ロジスティック回帰分析やランダム・フォレストモデルによって構築した。具体的には、以下の図3に示すように、発言者に腕時計型の心拍センサーを装着し、図4に示すような、心拍数の変動を正規化等の処理を施し、質疑応答時の特徴を解析した。また、ディスカッションにおける質問応答の適切さを評価するために、発言者の顔表情、音声、心拍数データを収集・記録するシステムを構築し、データ分析を行った。その結果、質問に回答する際の回答者の心拍数が回答の適切さを評価するために有効であることを確認した。



現在の心拍数  
発言者名  
開始/停止ボタン

図3 心拍数の計測装置

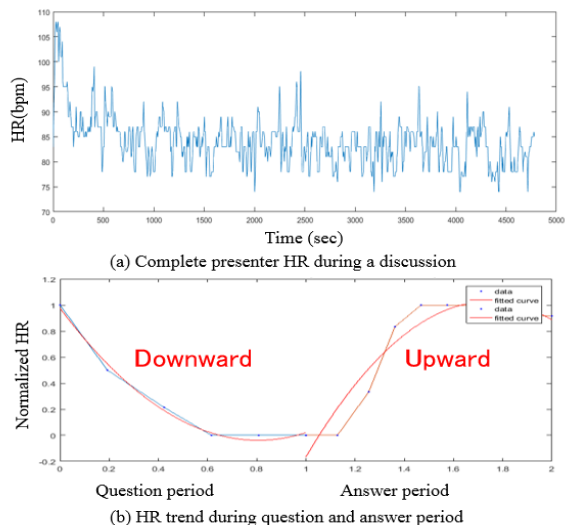


図4 心拍数データとその特徴

プレゼンテーションに関しては、VR技術を用いて、仮想環境上に練習およびデータ収集用のシステムを構築した。これは、実際の大講義室内を詳細に3Dセンシングし、仮想環境に投影して、発表者や聴衆を3Dモデルで表現したものである。これは、できるだけ現実に近い状況で繰り返しプレゼンテーションを行えるようにするためである。聴衆はリアルタイムにレスポンスできる評価モデルを実装したAIシステムとして実現される。ただし、聴衆の中に人間のアバター(主に遠隔から参加してプレゼンテーションを聴講している人間の仮想環境での存在)が含まれている場合もある。図5は、仮想環境における発表者とスクリーンで、図6はAIシステムによる聴衆を表している。プレゼンテーションの評価モデルは、発表者の音声・視線・スライド内容・ポインティング動作から入力データを作成し、ディープラーニングの手法を用いて構築した。



図5 仮想プレゼンテーションシステム



図6 AIシステムによる聴衆

評価のフィードバックとしては、図7のような総合的なスキルを評価して、レーダーチャートとして可視化するもの、図8のような議論内の発言ごとに説明を添えて評価値を提示するもの、図9のようにプレゼンテーション中に、AIによる聴衆からその時点での評価を提示するもの、



図7 総合的スキルの評価結果

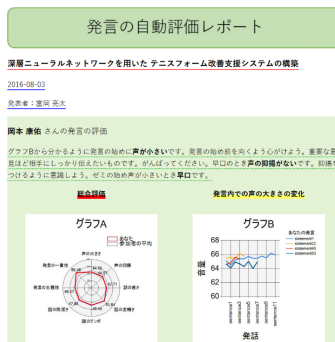


図8 議論後に提示する評価結果



図9 発表中の評価

などがあり、それぞれの効果を被験者実験によって確認した。

プレゼンテーション教育を含む知的創造活動のトレーニングのための VR 環境は、ビルディングスケール VR と呼ばれる、新規に開発した技術を用いて構築できる。これは自律移動ロボットを用いて大規模な建物内をくまなく自動スキャニングして得られた 3D データを、現実と同じスケールで VR 上に反映させる仕組みである。

例えば、図 1 0 の写真は名古屋大学の図書館の一つのフロアを示している。これを基に VR 環境を構築したものを図 1 1 に示す。仮想的な机や椅子が追加されているが、これは様々なオブジェクトの 3D モデルのデータベースを構築して、必要に応じて検索・表示したものである。



図 1 0 現実の図書館

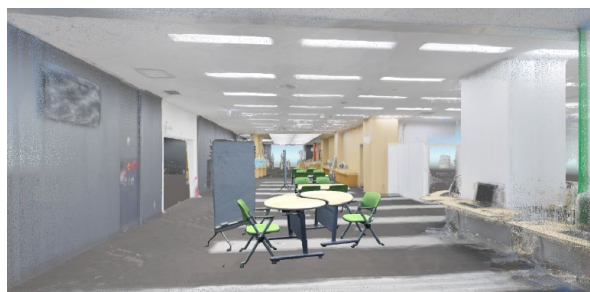


図 1 1 仮想環境上の図書館

この研究成果は、本研究の当初の計画では想定していなかったものであるが、人間の知的創造活動を詳細に分析し、促進させるために VR 技術が非常に有効であることが判明したため、追加で実現したものである。

また、プレゼンテーション教育システムを構築する際に考察すべきこととして、VR 環境上でプレゼンテーションの練習を行うことで、練習者にかかる心理的負担を緩和することが可能かどうか、および、VR 環境でのプレゼンテーションにおいて仮想的聴衆の存在が発表者に与える心理的影響について検証した。心理的負担を測るための指標として、状態不安や特性不安を測る指標の一つである State-Trait Anxiety Inventory (状態-特性不安尺度) 検査 (以下 STAI) を採用した。

練習時に VR 環境を利用する被験者 9 名 (グループ 1) と利用しない被験者 9 名 (グループ 2) を分類し、それぞれのグループについて STAI 値の平均値を比べることで、それぞれの練習における心理的負担の違いを調べたところ、グループ 1 とグループ 2 の各平均値の間に有意差が存在した。つまり、VR 環境を利用した被験者の心理的負担は、利用しなかった被験者の心理的負担に比べて有意に低かった。つまり、VR 環境で練習した方がプレゼンテーション本番前のプレゼンターの心理的負担を下げることができ、より容易に実施できるプレゼンテーション練習環境として本システムは有効であることがわかった。

また、VR 環境で人間の聴衆がいない状態でのプレゼンテーションと実環境で人間の聴衆が存在する状態でのプレゼンテーションでの、プレゼンテーション直後の被験者の STAI の平均値はそれぞれ 40.9 と 51.1 であった。統計的仮説検定の結果、その平均値には有意差が確認できた。つまり、人間の聴衆が存在する実環境でのプレゼンテーションの方が心理的負担がより大きいことが示唆された。同様に、聴衆の存在しない実環境でのプレゼンテーションと VR 環境で人間の聴衆が遠隔から参加している状態でのプレゼンテーションでの STAI の平均値はそれぞれ 41.0 と 39.2 であり、それぞれ人間の聴衆が存在する実環境でのプレゼンテーションでの STAI 値の平均値 51.1 との有意差が確認され、いずれも人間の聴衆が存在する実環境でのプレゼンテーションに比べて、心理的負担がより小さいことが示唆された。つまり、プレゼンテーションを仮想環境で行うことで、発表者の心理的負担を軽減でき、創造的活動を促進させることができることが示された。

このように本研究成果は、ディスカッションやプレゼンテーションのような学生の知的創造活動の評価および生産性向上に有効であることが確認された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 栗原一貴, 植村あい子, 板谷あかり, 北原鉄朗, 長尾 確、Picognizer : 電子音の認識のための JavaScript ライブラリの開発と評価、情報処理学会論文誌、60 巻、2 号、2019、397-410 (査読あり)
- ② Katashi Nagao, Naoya Morita, Shigeki Ohira、Evidence-Based Education: Case Study of Educational Data Acquisition and Reuse、Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics、15 巻、7 号、2017、77-84、

<http://www.iiisci.org/journal/sci/issue.asp?is=ISS1707> (査読あり)

- ③ 栗原一貴、Toolification of Games: 既存ゲームの余剰自由度の中で非ゲーム的目的を達成するゲーミフィケーション周辺概念の提案と検討、情報処理学会論文誌、58 巻、14 号、2017、1-13 (査読あり)

[学会発表] (計 22 件)

- ① Xu Cao, Katashi Nagao, Point Cloud Colorization Based on Densely Annotated 3D Shape Dataset, 25th International Conference on MultiMedia Modeling (MMM2019), 2019 (国際学会) (査読あり)
- ② Katashi Nagao, Menglong Yang, Xu Cao, Yusuke Miyakawa, Building-Scale Virtual Reality: Another Way to Extend Real World, IEEE 2nd International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval, 2019 (国際学会) (査読あり)
- ③ 彭 詩朦, 大平茂輝, 長尾 確, Case Study on Evaluation of Students' Discussion Statements' Appropriateness Based on their Heart Rate, 第 81 回情報処理学会全国大会, 2019
- ④ 久門香穂, 横山勇斗, 長尾 確, 仮想空間におけるミーティングの効果的なインタフェースおよび記録手法, 第 81 回情報処理学会全国大会, 2019
- ⑤ 横山勇斗, 長尾 確, 仮想空間での体験を記録・共有するための手法とその応用, 第 81 回情報処理学会全国大会, 2019
- ⑥ 川瀬卓也, 大平茂輝, 長尾 確, seq2seq モデルベース RNN による会議中の発言からの重要単語抽出, 第 81 回情報処理学会全国大会, 2019
- ⑦ Katashi Nagao, Meeting Analytics: Creative Activity Support Based on Knowledge Discovery from Discussions, 51st Hawaii International Conference on System Sciences, 2018 (国際学会) (査読あり)
- ⑧ Shimeng Peng, Katashi Nagao, Automatic Evaluation of Presenters' Discussion Performance Based on their Heart Rate, 10th International Conference on Computer Supported Education, 2018 (国際学会) (査読あり)
- ⑨ 松本華歩, 栗原一貴, Toolification of Games を活用したプレゼンテーション中の立ち位置移動トレーニングの提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム, 2018
- ⑩ 渡部未来, 栗原一貴, VR プレゼンテーション環境がユーザに与える心理的影響の検証とその応用, 第 182 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, 2018
- ⑪ Kazutaka Kurihara, Akari Itaya, Aiko Uemura, Tetsuro Kitahara, Katashi Nagao, Picognizer: A JavaScript Library for Detecting and Recognizing Synthesized Sounds, 14th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2017), 2017 (国際学会) (査読あり)
- ⑫ Katashi Nagao, Naoya Morita, Shigeki Ohira, Evidence-Based Education: Case Study of Educational Data Acquisition and Reuse, 8th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2017), 2017 (国際学会) (査読あり)
- ⑬ 岡本康佑, 松原茂樹, 長尾 確, 議論スキル向上のための発言の自動評価とその効果的なフィードバック, 情報処理学会第 80 回全国大会, 2017
- ⑭ 横山勇斗, 長尾 確, 仮想空間におけるミーティングコンテンツの効果的な表示とその利用, 情報処理学会第 80 回全国大会, 2017
- ⑮ 六浦由佳, 長尾 確, 脳波に基づく VR と現実での作業者の心的状態の計測と比較, 情報処理学会第 80 回全国大会, 2017
- ⑯ 伊藤瑠哉, 大平茂輝, 長尾 確, コードメトリクスを用いたソースコード評価に基づくプログラミング学習支援システム, 情報処理学会第 80 回全国大会, 2017
- ⑰ 内海舞子, 栗原一貴, 心理的負担軽減を目的とした発表映像振り返りシステムの検討, インタラクション, 2017
- ⑱ 森田尚也, 大平茂輝, 長尾 確, 研究活動における課題遂行のための知的支援システム, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2016
- ⑲ 岡本康佑, 松原茂樹, 長尾 確, 会議における発言の一貫性の自動評価とその応用, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2016
- ⑳ 伊藤瑠哉, 大平茂輝, 長尾 確, コードメトリクスを用いたプログラミング能力の評価とその応用, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2016
- ㉑ 應武双葉, 栗原一貴, ディスレクシア障害を抱えた人が手軽に使用できるオンライン動画字幕読み上げシステム, 情報処理学会研究報告 2016-AAC-2(9), 2016
- ㉒ 橋本美香, 栗原一貴, プレゼンテーションコンパニオンロボットを用いたプレゼンターの心的負担軽減手法の検討, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム, 2016

[図書] (計 2 件)

- ① Katashi Nagao, Artificial Intelligence Accelerates Human Learning: Discussion Data Analytics, Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2019, 160
- ② 長尾 確, ディスカッションを科学する一人間と人工知能の共生, 慶應義塾大学出版会,

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

関連 Web ページ

ディスクッションマイニング・ディスクッションデータ

<http://dm.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/>

3D モデルデータ

<http://rwdc.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/DensePoint/>

VR プレゼンテーション記録・分析ツール

<http://rwdc.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/vrec/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：栗原 一貴

ローマ字氏名：(KURIHARA, Kazutaka)

所属研究機関名：津田塾大学

部局名：学芸学部情報科学科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：10462855

研究分担者氏名：松原 茂樹

ローマ字氏名：(MATSUBARA, Shigeki)

所属研究機関名：名古屋大学

部局名：情報連携統括本部

職名：教授

研究者番号（8桁）：20303589

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：大平 茂輝

ローマ字氏名：(OHIRA, Shigeki)

※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。