

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 11 日現在

機関番号：32601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25870698

研究課題名(和文)対話エージェントを利用したeラーニング学習支援

研究課題名(英文) Learning Support by using an Embodied Conversational Agent in E-Learinig

研究代表者

長谷川 大 (Hasegawa, Dai)

青山学院大学・理工学部・助教

研究者番号：30633268

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ウェブブラウザで動作する3D対話エージェントを利用したeラーニングシステムを開発し、また、対話エージェントのジェスチャが学習や理解に与える影響を実証的に調査する。HTML5、JavaScript、WebGLを用いたウェブアプリケーションとして、システムを構成し、動作確認およびx名の大学生を対象に学習実験をおこなった。開発した3D対話エージェントによるeラーニングシステムはウェブブラウザで正常に動作することを確認した。また、本システムを利用した学習実験から、対話エージェントのジェスチャによって学習者の理解が向上することが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In this research, we develop a web-based e-learning system that employs a 3D embodied agent. We also empirically determine the effects of gestures performed by the agent on learning and understanding. The e-learning system was built by using HTML5, JavaScript, and WebGL. We conducted an experiment in which 140 undergraduate students were involved. The results showed that an embodied agent's gesture had positive effects on students' learning and understanding.

研究分野：HCI、HAI、教育学

キーワード：e-Learning 対話エージェント ジェスチャ

## 1. 研究開始当初の背景

自ら考え行動する自主性の高い人材育成の要請が高まるなか、学習者が自ら学習計画を立案し、学習内容を選択できる柔軟・多様な教育環境の整備が望まれている。教育環境の柔軟性・多様性を向上する方法として、多様な学習コンテンツをオンデマンドで提供できるeラーニングの活用があげられる。しかしながら、eラーニングは、教育者不在の自学・自習であるため、学習意欲・動機付けを維持・向上し、安定した学習効果を得ることが困難であることが明らかにされている。例えば、eラーニングのケーススタディにおいて、一方で、その全コンテンツを学習した学生はその他の学生に比べ48%学習効果が向上することを確認しているが、他方、全コンテンツを学習した学生は全体の27%と非常に少なかったことを明らかにしている(文献)

このような状況のなか、eラーニングのエンゲージメント向上、および、学習効果向上を目的として、対話エージェントを導入する試みが盛んにおこなわれている。これまでに、対話エージェントの存在感や、うなずきなどの非言語情報によって学習効果が向上することが明らかにされてきた。

しかし、これまでに3Dの対話エージェントをオンライン学習システムとして実装した例は非常に少なく、その構成方法はまだ確立されていない。また、これまでの対話エージェントを導入した教育支援システムは、eラーニングへの応用が視野にいれられているものの、実験室環境における調査が多く、実際のeラーニング環境で同様の効果が得られるかは未確認である。最後に、対話エージェントのノンバーバルな振る舞いのなかで、ジェスチャが学習や理解に与える効果については十分に調査されておらず、知見の収集が期待されている。

## 2. 研究の目的

本研究は、人と対話エージェントが協調的にeラーニング学習を進めていく際の対話構造、発話交代規則、発話にともなう非言語情報の効果的な使用方法を明らかにし、eラーニング学習支援を行う対話エージェントの構築および学習への没入感・学習の継続時間・学習効果の向上へむけて挑戦するものである。具体的には、以下を目的とする。

- a) 3D対話エージェントを要するオンラインeラーニングシステムを構成する方法を開発する。
- b) ヒト対ヒト・コミュニケーションにおいて教育場面で利用されるジェスチャの基礎的な分析をおこない、その種類と頻度について調査をおこなう。
- c) 3D対話エージェントを要するeラーニングシステムを利用して、ジェスチャが学習や理解に与える効果を実証的に明らかにする。

## 3. 研究の方法

### a) 3D対話エージェントによるeラーニングシステムの開発

一般的なeラーニングシステムは、Internet ExplorerやGoogle Chrome、Firefoxなどのウェブブラウザ上で動作する。これらのブラウザは日常的に使用されているものであり、既に十分に普及している。そのため、アクセスビリティの観点から、3D対話エージェントをつかったeラーニングシステムもインストール型の独自のシステムを開発するのではなく、ウェブブラウザ上で動作するよう構成することが望ましい。そこで、本研究では、クライアント・サーバ型のウェブアプリケーションとしてシステムを構成する。また、コンピュータグラフィックスによる3Dアバタの描画には、モバイル向けのOpenGL ESをウェブブラウザ向けに移植したグラフィックAPIであるWebGLを用いる。WebGLはすでに全ての主要なブラウザに実装されているものである。

また、3D対話エージェントの動作やジェスチャは、モーションキャプチャにより取得した関節位置角度情報をアバタに適用することで、人間らしい自然な振る舞いをアニメーションとして生成する。

### b) 教育現場で利用されるジェスチャの調査

オンライン上で入手した25の講義動画(計4時間22分)を対象に、4名の注釈者による分析をおこなった。講義動画はすべて高校レベルの科目・内容であった。注釈付けは、まず、音声からテキストへの文字おこしをおこない、次にテキストを形態素解析ツールをもちいて文節に区切った。最後に、文節毎にジェスチャを注釈付けした。

注釈付けするジェスチャはまず次の5つのタイプに分類した。図像的ジェスチャ、直示的ジェスチャ、隠喩的ジェスチャ、拍子ジェスチャ、およびその他ジェスチャの5種類である。

### c) ジェスチャが学習や理解に与える効果の検証

対話エージェントを利用したeラーニングシステムにおいて、抽象的概念およびその関係を伝える隠喩的ジェスチャが学習者の理解に与える影響を調査する。具体的には、隠喩的ジェスチャのなかで最も頻繁に使用される導管メタファ・ジェスチャを対象として、ジェスチャ要因(スピーチ・ジェスチャ・マッチ条件 vs. スピーチ・ジェスチャ・ミスマッチ条件 vs. ジェスチャなし条件)を操作する1要因3水準参加者間実験デザインのオンライン調査をおこない、確認テストにより

専門用語の記憶定着率および抽象概念間の関係性の理解度を評価することで学習効果を比較する。

#### 4. 研究成果

##### a) 3D 対話エージェントによる eラーニングシステムの開発

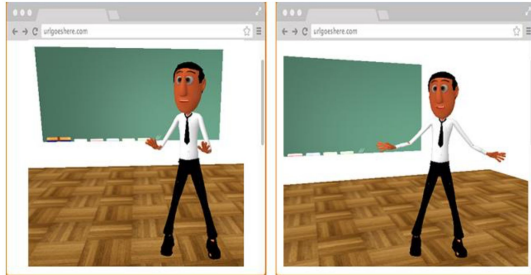


図 1 : 3D 対話エージェントによる eラーニング



図 2 : 3D 対話エージェントによる eラーニング

本研究で開発した、3D 対話エージェントを用いたオンライン eラーニングシステムの例を図 1 および図 2 に示す。この結果より、ウェブブラウザを動作環境とする 3D 対話エージェントによる eラーニングシステムの基盤を実現することができた。また、本システムを複数の eラーニングシステムとして実装および調査をおこなった。一例を上げると、学習者が音声による説明を行うことで学習する “learning by speaking” 学習を目的として、聞き手役のエージェント配置した eラーニングシステムを開発し、モーションキャプチャで取得した人間の自然な聞き手動作を同時に提示することで、学習効果が向上する結果を得た。

##### b) 教育現場で利用されるジェスチャの調査

ヒト対ヒト・コミュニケーションにおける教育場面でのジェスチャの利用について調査をおこなった結果、表 1 の結果が得られた。

最も頻度が多かったのは、隠喩的ジェスチャであり、その重要性を確認した。

表 1 : ジェスチャ出現頻度

種類	出現数
全文数	3280 文
図像的ジェスチャ	115 回
隠喩的ジェスチャ	1349 回
直示的ジェスチャ	1473 回
拍子ジェスチャ	149 回
その他	85 回
全ジェスチャ	3171 回

##### c) ジェスチャが学習や理解に与える効果の検証

大学生 140 名を対象として本研究にて開発した eラーニングシステムを利用した学習実験をおこない、ジェスチャの効果について検証をした。

実験の条件は次のようなものであった。

- C1. スピーチ・ジェスチャ・マッチ条件  
対話エージェントが音声によって説明する内容と、提示する隠喩的ジェスチャの形態が意味的に整合している
- C2. スピーチ・ジェスチャ・ミスマッチ条件  
対話エージェントが音声によって説明する内容に対して、提示する隠喩的ジェスチャの形態が意味的に誤っている
- C3. ジェスチャなし条件  
対話エージェントは音声による説明だけをおこない、ジェスチャをまったくおこなわない。ただし、リップシンクアニメーションはおこなう。

結果として、図 3 に示すように、C1 条件における学習結果が向上したことが示された。

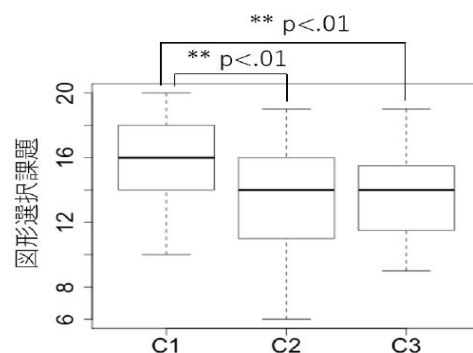


図 3 : ジェスチャの効果測定結果

<引用文献>

Dai Hasegawa, Yucel Ugurlu, Hiroshi Sakuta, "A Case Study to Investigate Different Types of Intrinsic Motivations Using e-Learning System," In Proceedings of 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 362-366, Berlin, Germany, March 13-15, 2013

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9件)

Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, "Gesture Occurrence Analysis in Japanese Lecture Videos," the Proceedings of the 12th Annual Education and Development Conference (EDC2017), 査読有, pp. 173-178, Bangkok, Thailand, March 4-7, 2017.

埴俊樹、白川真一、長谷川大、塩入直哉、大原剛三、佐久田博司、"条件付き確率場を用いた発話テキストに対するジェスチャの推定", 電気学会論文誌C、査読有、Vol.136、No.3、pp.308-317、2016

Dai Hasegawa, Shinichi Shirakawa, Naoya Shioiri, Toshiki Hanawa, Hiroshi Sakuta, Kozo Ohara, "The Effect of Metaphoric Gestures on Schematic Understanding of Instruction Performed by a Pedagogical Conversational Agent," In Lecture Notes in Computer Science (LNCS), 査読有, Vol. 9192, pp. 361-371, 2015.

安彦智史、池辺正典、丸山広、長谷川大、"PC内蔵カメラを用いた学習態度把握方式の検討", 情報教育シンポジウム論文集(情報処理学会シンポジウムシリーズ) 査読有、pp.103-108、鳥取、8/17-19、2015.

Hidemasa Kimura, Jumpei Hayashi, Yuichi Demise, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, "The Effects of Listening Agent in Speech-Based On-line Test System," In Proceedings of 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 査読有, pp.373-377, Tallinn, Estonia, March 18-20, 2015.

Akihiro Takeuchi, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, "Web-based Avatar Represented Lecture Viewer toward Interactive e-Lecture Performed by 3D Avatar," In Proceedings of 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 査読有, pp.283-286, Tallinn, Estonia, March 18-20, 2015.

Dai Hasegawa, Yucel Ugurlu, Hiroshi Sakuta, "A Human-like Embodied Agent Learning Tour Guide for E-learning Systems," In Proceedings of 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 査読有, pp. 50-53, Istanbul, Turkey, April 3-5, 2014.

Yucel Ugurlu, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta, "Student Interactions with E-learning Systems: User and Topic Analysis," In Proceedings of 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 査読有, pp. 45-49, Istanbul, Turkey, April 3-5, 2014.

Dai Hasegawa, Yucel Ugurlu, Hiroshi Sakuta, "A Case Study to Investigate Different Types of Intrinsic Motivations Using e-Learning System," In Proceedings of 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 査読有, pp. 362-366, Berlin, Germany, March 13-15, 2013

[学会発表](計11件)

吉田駿哉、長谷川大、佐久田博司、"探索的検索におけるWebブラウザ履歴の可視化による知識の構造的把握", インタラクシオン 2017 予稿集, 東京, 3/2-4, 2017.

林明大、長谷川大、佐久田博司、"PCAによる学習プロセス制御を簡易に実現する電子教材作成ライブラリIDML.jsの提案", 日本教育工学会第31回全国大会, P2a-BHAL-34, 東京, 9/21-23, 2015.

埴俊樹、塩入直哉、白川真一、長谷川大、大原剛三、佐久田博司、"条件付き確率場を用いた発話テキストに対するジェスチャの自動生成", IEEJ システム研究会「機械学習応用研究の最前線」, ST-15-009, 神奈川, 3/11, 2015.

竹内章裕、長谷川大、佐久田博司、"3DアバターによるインタラクティブなWeb講義の実現に向けたWebブラウザにおける3次元骨格情報に基づく講義の実現", インタラクシオン 2015 予稿集, pp.398-402, 東京, 3/5-7, 2015.

合間優陽、長谷川大、戸辺義人、佐久田博司、"コンピュータ初学者用プログラミング作業定量化システムの構築", 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会(第20回), P181, 東京, 2/28, 2015.

木村英雅、出店優一、林潤平、長谷川大、佐久田博司、"スピーチベースのeラーニングにおけるリスニングエージェントが学習に与える影響", 第19回人間情報学会講演会ポスターセッション予稿集, P1, 東京, 12/2, 2014.

塩入直哉、埴俊樹、長谷川大、白川真一、佐久田博司、大原剛三、"擬人化エージェントの暗喩的ジェスチャ自動生成および教育教材への応用", 電子情報

通信学会技術報告, ET2014-17, pp. 51-56, 浜松, 6/14, 2014.

長谷川 大, 佐久田 博司, “E-learning ガイドエージェントの姿勢変更による学習への引き込み効果の測定”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 229, pp.39-42, 広島, 9/28, 2013.

佐久田 博司, 長谷川 大, “力学モデルの直観的理解と設計知識の相関”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 229, pp.65-68, 広島, 9/28, 2013.

上野駿太, 内田ゆず, 長谷川 大, 佐久田 博司, “エージェントによるオノマトペ教育システムの開発”, 第75回全国大会講演論文集, 661-662, 3/6, 2013.

亥ノ瀬祐樹, 長谷川 大, 佐久田 博司, “対話エージェントによる e-learning ガイドの学習効果へ与える影響の調査”, 第75回全国大会講演論文集, 613-614, 3/6, 2013.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

長谷川 大 (HASEGAWA, Dai)  
青山学院大学・理工学部・助教  
研究者番号: 30633268