児童とデザイン可能なロボットとのインタラクションの持続性

佐藤　拓也[*1]　大澤　博隆[*2]

Sustainability on Interaction between Children and Designable Robots

Takuya Sato[*1] and Hirotaka Osawa[*2]

Abstract - According to the progress on several technologies, robots have been developed for educational support as behave teacher role. However, these teaching robots have a problem for losing attention from children. Children gradually lose their motivation for learning as they get used to interacting with the robots. To keep interest among children, the authors propose an interaction method called user-generated agent (UGA). In UGA, Children who are interested in reading books design the contents of the agent for introducing their favorite books. The agent introduces these books to other children who are not interested in books. The author constructed a UGA system with an agent robot, and conducts field research at an elementary school to evaluate how UGA sustain children's interaction cycle.

Keywords: educational support, HRI and participatory design

1.　はじめに

ロボット技術の進展にともない，語学学習を支援するロボット[8]や学校生活をサポートするロボット[10]など，学習を支援する場面で活躍する教育支援ロボットが開発され，注目を集めている[5][3]．Han らはロボットによる英語の学習支援(r-Learning)について，従来の本とオーディオ教材, e-Learning に代表されるインターネットを利用した Web-Based Interaction といった手法に比べ, ロボットを用いた場合，学習への集中や興味，成績の向上に効果的であることを報告している． また，You らは教師をアシストするロボットを実際の学校の授業に導入したところ，ロボットがいない通常の授業に比べて，ロボットに介入する方が児童の学習意欲が向上することを報告している[3]．ロボットとの相互作用は教育の目的で効果的であると考えられる．

しかしながら，これらの教育支援ロボットには，子供がロボットとのインタラクションに徐々に飽きてしまうという問題点がある．その主な原因として，あらかじめプログラムされた動きを繰り返すロボットに対し，学習者が画一的だと感じる点にあると考える．Kanda らは Robovie を小学校へ導入する実験を行い, ロボットとのインタラクションとその学習への効果を報告している．しかし，その長期的なインタラクションにおけるロボットに対する子供の飽きの発生を報告した[7]．また，Jimenez らは大学生とロボットが共に学習する実験においても，学習の初期段階では，学生はロボットとインタラクションするが，学習が進むにつれてロボットを無視するようになることを報告している[6].

このようなロボットとの相互作用における飽きの問題を解決するため，あらかじめプログラムされた従来の学習支援ロボットではなく，そのデザイン性を児童にゆだねる新たなエージェントとのインタラクションの手法を考える．エージェントのデザインを児童自身に許し，児童の誰もが簡単にコンテンツの作成をできるようにすることで，多種多様なコンテンツが流動的に更新されるようになり，児童の長期的インタラクションにおける「飽き」の問題の解決につながると期待している．

ユーザがコンテンツを作成する際に、ユーザの制作動機を保つ方法として，YouTube に代表されるような User-Generated Contents（UGC）手法が挙げられる．UGC とは Figure1 の(a)で示されるような，従来の放送局などのメディアではなく，ユーザが他のユーザに向けてコンテンツを制作するという，今までとは全く違った方法で行われるメディアコンテンツである[9]．UGC の概念は様々な観点から飽きという問題への解決策を有している．YouTube を例に見ても，投稿される動画は多種に渡り，その新しいコンテンツを生み出すスピードは人を飽きさせない．あまり人気でない動画も，同じ趣味や考えを持った特定のユーザにとっては人気となりえる可能性がある．実際に YouTube は長年の間，多くの人が視聴している動画投稿サイトとなっている．

*1: 筑波大学大学院　システム情報工学研究科
*2: 筑波大学　システム情報系
*1: Graduate School of Information Engineering, Tsukuba University
*2: System Information Engineering, Tsukuba University.

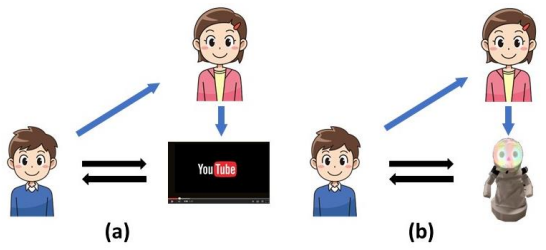

Figure 1：Interaction model

そこで本研究では，ロボットとの長期的な相互作用を通した学習支援のモデルとして，UGC の手法を取り入れた新しいエージェントとのインタラクションモデル User Generated Agent：UGA を提案する．UGA とは，Figure1 の(a)で示された UGC のモデルを参考に，Figure1 の(b)に示すような方法でユーザ自身がエージェントのコンテンツを作成し，そのコンテンツをもとに他のユーザがインタラクションを行う．既に現在の小学校では、児童が他の児童に対し学習のコンテンツを作成するという指導事例が複数存在する．その一例として，「読書新聞」でお気に入りの物語を説明する取り組みが行われている[11]. 児童が自分の推薦図書を紹介することで，他の児童がその本に対して興味を持つという紹介を受ける側の効果と，他者に自分の推薦図書を紹介する Learning by Teaching による作成者側の効果の 2 つの効果があると考えられる．Learning by Teaching とは，学習者が他者に教えることによって自身が学習する学習法であり，学習者は満足感や自身を持ちながら学習を行うことができ，結果的に学習時間の増加を促すと報告されている[4][1].

そこで今回は，実際の指導事例の「読書新聞」で行われる推薦図書の紹介を題材に，児童と児童の間にエージェントを介在させた UGA を構築する. 従来の紙ベースで行われる手法ではなく, 児童自身が本の紹介内容を考え，動作や発話内容をデザインし、自由にエージェントロボットを通して推薦図書の紹介を行うことができる．単純に紙媒体を通して本の紹介を受けるよりも，ロボットとのインタラクションを通して児童が本の紹介を聞くことで，より児童が本に対して興味を持ち，読書が促進されることを期待している．また，児童自身がコンテンツを更新していく手法をとることで，児童とエージェントとの相互作用を継続させ，持続的な学習を促せると期待する．

本論文の段落構成は以下の通りである．2 章では User-Generated Agent の必要要件を述べ，3 章では使用するエージェント及びアプリケーションの詳細を述べ，4 章では実験及び評価内容，5 章ではまとめと今後の展望について述べる．

2. UGA の必要要件

2.1 UGC から見る UGA の必要要件

前章で述べた通り, UGC は参加者の作成動機を高める効果があり、それが継続的なコンテンツ生成に寄与していると考えられる．Meeyoung らは世界最大の UGC VoD (Video on Demand)システムである YouTube の分析を行い, UGC VoD システムに代表される YouTube と Non-UGC VoD システムとして代表される Netflix 等とを比較し主な相違点を報告している[2]. UGC の特徴として次のことが挙げられた.

- コンテンツの生産性が著しく速いこと
- 誰でも簡単にコンテンツを作成できること
- コメントやお気に入り等のフィードバックによるユーザの参加

UGA はコンテンツの作成を online 上で行うのではなく，エージェントを通して行う．そこで本研究で扱う UGA の必要要件として，次を満たすものとする．

- どの児童も簡単にコンテンツを作成できること
- ユーザのインタラクション結果のフィードバックによるユーザの参加

2.2 エージェントの必要要件

本研究で開発したエージェントは人間が人間に対するときと同様の社会的なやり取りを行う社会的エージェントの 1 つである．児童にエージェントのコンテンツデザインをゆだねるにあたり，エージェントに必要であると考えられる要件を 2.2.1 節と 2.2.2 節に示す.

2.2.1 エージェントの発話

児童が図書館に来た際にエージェントに対し，読みたい本の名前やジャンル，おすすめの本などを選択し，それに対して他の児童によって作成された本の紹介内容をエージェントが発話する．この発話内容を児童がデザインすることで，本の内容や紹介方法に違いが生まれ，個性豊かなコンテンツが作成されることが期待できる.

2.2.2 児童のデザイン領域の豊富性

児童と UGA とのコミュニケーションを円滑にし, 興味を引くために表情の変化や体の動きといった非言語情報を用いる．それらの情報を児童が自由にデザイン可能にすることで，文章を考えることが苦手な児童であってもエージェントの表情や体の動きをアレンジすることでコンテンツが作成でき，より多くのコンテンツが作成されると期待できる.

3. UGA のシステム構成

本研究で使用する UGA 全体のシステム構成図を Figure2 に示す.

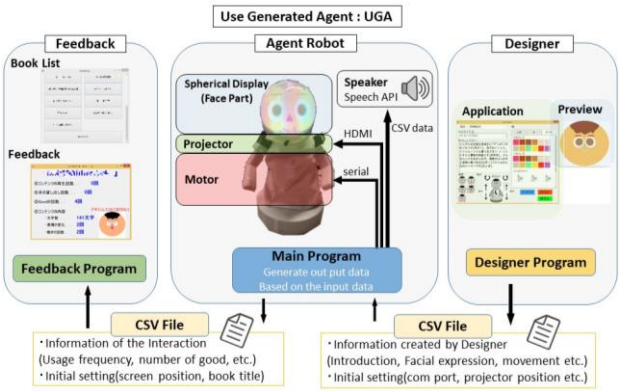

Figure 2：システム構成図

2.1 節で使用する Agent Robot の構成について, 2.1 節で UGA の Designer Application の詳細について，2.3 節で Feedback Application の詳細について述べる.

3.1 Agent Robot

本研究では, Figure3 に示すようなエージェントロボットを開発した． 以下に詳細を示す.

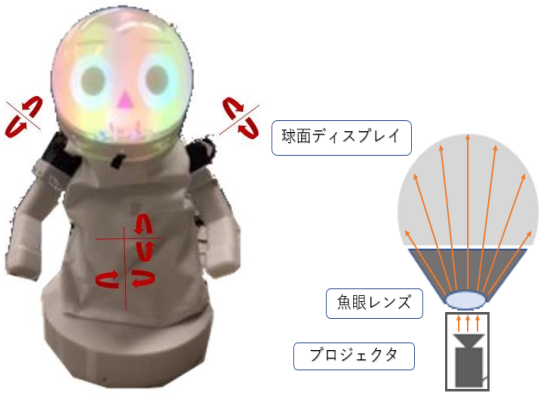

Figure 3：Agent Robot の外観図(左)と頭部イラスト図(右)

エージェントには両腕に 1 台ずつ，腰部に 2 台のサーボモータが取り付けられ, Figure 3 に示すような自由度を持つ．顔部分は，エージェントに搭載されたプロジェクタからの出力を上部の球面に映し出すことによって表示する．表情の変化や顔の向きなどを，素早く滑らかに表現することが可能である．エージェントの表情の一例を以下の Figure 4 に示す.

Figure 4：Agent Robot の表情例

Microsoft の Speech API (SAPI)の音声合成によって実現している. エージェントにはスピーカーが取り付けられ，合成音声にて発話をすることが可能である.

このエージェントは Figure 5 に示す本のリストから聞きたい本のタイトルを選択することで，本の紹介を始める．プライバシーを保護するため伏せているが，実際には紹介する本の名前が記載されている．本のタイトルの右側には Good ボタンがあり，このボタンを選択することでユーザはデザイナーに対し，プラスの評価を返すことができる.

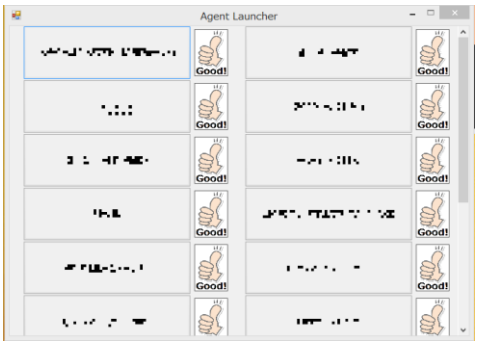

Figure 5：本のリスト

3.2 Designer Application

児童自らがエージェントのデザインを行えるアプリケーションを用いた. Figure 6 にアプリケーション画面を示す.

Figure 6：Designer Application

このアプリケーションを利用し，児童はエージェントの表情や顔のパーツ・動きの変化・紹介文を自由に作成し，個性豊かな本の紹介を行うことができる.

3.3 Feedback Application

エージェントとのインタラクションの結果をデザイナーへフィードバックする必要がある．デザイナーは Figure 7 に示す Feedback Application を使用することで以下のフィードバックを受けることができる.

【Interaction の評価内容】

- コンテンツの再生回数
- 本の貸し出し回数
- Good の回数

【コンテンツの評価内容】

- 文字数 / 表情変化の回数 / 動きの回数

また，リアルタイムでの各コンテンツの紹介回数をラ

ンキング表示として見ることもできる．

Figure 7：Feedback Application

4. 実験および評価内容

4.1 実験環境と実験方法

開発した UGA システムを小学校の図書室の一角に設置して実験を行った．実験はつくば市立今鹿島小学校において 1 月 16 日～3 月 22 日の期間にわたって行われた．実験協力校であるつくば市立今鹿島小学校にて，ロボットの使用方法をレクチャーする小学 5 年生を対象としたワークショップを開催した. Figure 8 にワークショップの様子を示す．

Figure 8：ワークショップの風景

このワークショップにて児童 18 人に対し 1 つずつのおすすめの本の紹介を作成してもらった．これらのコンテンツを使用し実験を始める．

ロボットを制御する PC には，Figure 5 で示した本のリスト画面が 2 つ表示されている．片方には今鹿島小学校の先生方に協力してもらい作成されたコンテンツ及びロボットの制作者である自分が作成したコンテンツが表示され，もう一方には，ワークショップにて小学 5 年生が作成したコンテンツが表示されている．児童が作成したコンテンツには UGA のシステムが搭載され, 児童によってコンテンツが作成されることで随時更新されていく．

4.2 評価内容と実験の目的

この実験を通じて，以下のことを観察し見出すことを目的とする．

- UGA によりロボットとのインタラクションが継続するかどうかを観察し分析する．
- UGA による教育効果を検証する．

これらの目的を達成する評価として, UGA により作成されたコンテンツと大人により作成されたコンテンツの比較から次の内容を評価する．

- 継続的なエージェントロボットの使用回数
- 児童が本の紹介を聞いている時間
- アンケート調査による児童の学習意欲の評価

5. まとめと将来課題

本稿では，児童が教育支援ロボットとのインタラクションを継続的に行う手法として，児童自身にエージェントロボットのデザイン性を委ねる UGA を提案した. 児童にデザインへの動機付けを行うため，ロボットのデザイン領域を豊富にすること，誰でも簡単にロボットのデザインが行えることを設計指針として，ロボットとアプリケーションを実装し UGA の設計を行った．

設計した UGA のシステムを実験協力校である今鹿島小学校に設置し，UGA 導入によるインタラクションの継続性を評価する実験を行った．現段階で，児童によってキーボード入力の困難性が障害となる部分が見られた．そのため今後は，より UGA を使用してもらうために、タッチパネルでの実装等，障害となる部分をなくして実験を行うことを考えている．

謝辞

実験にご協力いただきましたつくば市立今鹿島小学校の先生方・児童の皆様には，この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

1. Gautam Biswas, Krittaya Leelawong, Daniel Schwartz, Nancy Vye, and The Teachable Agents Group at Vande. 2005. LEARNING BY TEACHING: A NEW AGENT PARADIGM FOR EDUCATIONAL SOFTWARE. *Applied Artificial Intelligence* 19, 3–4: 363–392. https://doi.org/10.1080/08839510590910200
2. Meeyoung Cha, Haewoon Kwak, Pablo Rodriguez, Yong-Yeol Ahn, and Sue Moon. 2007. I tube, you tube, everybody tubes. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement - IMC '07*, 1. https://doi.org/10.1145/1298306.1298309
3. Jeong-Hye Han, Mi-Heon Jo, Vicki Jones, and Jun-H. Jo. 2008. Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children. *Journal of Information Processing Systems* 4, 4: 159–168.

https://doi.org/10.3745/JIPS.2008.4.4.159

4. J. Martin. Lernen durch Lehren. Retrieved January 26, 2018 from http://www.ldl.de/

5. Jeonghye Han, Miheon Jo, Sungju Park, and Sungho Kim. The educational use of home robots for children. In *ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005.*, 378–383. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2005.1513808

6. Felix Jimenez and Masayoshi Kanoh. 2013. Robot That Can Promote Learning by Observing in Collaborative Learning. In *2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 2304–2309. https://doi.org/10.1109/SMC.2013.394

7. Takayuki Kanda, Takayuki Hirano, Daniel Eaton, and Hiroshi Ishiguro. 2004. Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial. *Human-Computer Interaction* 19, 1: 61–84. https://doi.org/10.1207/s15327051hci1901&2_4

8. Sungjin Lee, Hyungjong Noh, Jonghoon Lee, Kyusong Lee, Gary Geunbae Lee, Seongdae Sagong, and Munsang Kim. 2011. On the effectiveness of Robot-Assisted Language Learning. *ReCALL* 23, 01: 25–58. https://doi.org/10.1017/S0958344010000273

9. O. Schweiger, W. Quiring. User-generated Content on Mass Media Web Sites：Just a Kind of Interactivity or Something Completely Different? Retrieved June 2, 2017 from http://citation.allacademic.com/meta/p_mla_apa_research_citation/0/1/2/7/4/p12745_index.html

10. Zhen-Jia You, Chi-Yuh Shen, Chih-Wei Chang, Baw-Jhiune Liu, and Gwo-Dong Chen. A Robot as a Teaching Assistant in an English Class. In *Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*, 87–91. https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.1652373

11. 言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】：文部科学省. Retrieved June 2, 2017 from http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/gengo/1301088.htm