

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 6 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23680020

研究課題名(和文) ケア・レシーバー型ロボットを用いた子どもの教育支援

研究課題名(英文) Education Support Using a Care-Receiving Robot for Children

研究代表者

田中 文英 (Tanaka, Fumihide)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：50512787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 21,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、従来型の「子どもを教える」教育支援ロボットとは真逆の発想で、「子どもに教えさせる」ロボット(ケア・レシーバー型ロボット)の教育用途活用を提案し、その効果を検証した。基本概念の提案を行った後、商用の人型ロボットプラットフォームを用いて実装し、子ども英会話教室でのフィールド実験によりその導入効果を検証した。本手法の有効性や設計論は学会等でも高く評価され、多数の招待講演の機会を得た。また、大手企業の商用パーソナルロボットの教育志向アプリケーションにも採用された。

研究成果の概要(英文)：In contrast to conventional educational robots that were designed to play the role of human teachers or caregivers, we propose the opposite scenario in which robots receive instruction or care from children (care-receiving robot). We implemented this idea with a commercial humanoid robot platform, and then conducted a field study to evaluate if the care-receiving robot could promote children's spontaneous learning by teaching through their teaching the robot. The concept as well as the results were highly appreciated by academic societies, which produced many opportunities of our invited talks. This care-receiving robot methodology was also adopted by a major industry in an educational application of a commercial personal robot.

研究分野：ソーシャルロボティクス

キーワード：知能ロボティクス 教育支援 幼児教育 ケア・レシーバー型ロボット Learning by teaching HRI
学習支援 子ども

1. 研究開始当初の背景

パーソナルロボットの応用場面の一つに子どもの教育がある。我が国では 2000 年代前半から幾つかの取り組みが行われてきたが、近年では欧米やアジア諸国など世界中で研究や実践が始まっており、Social Robotics や Human-Robot Interaction 等の研究分野における主要テーマの一つに成長した。

こうしたこれまでの教育支援ロボットは、子どもを教えるタイプのロボットが多かった。しかしながらこのタイプのロボットは、子どもに飽きられやすい受身の学習を強いりがちであったり、倫理上の問題が指摘されたりといった問題点も抱えていた。

2. 研究の目的

そこで本研究では、従来の教育支援ロボットとは真逆の発想で「子どもに教えさせる」ロボットの活用を提案した。研究代表者らの過去研究によると、子どもはある種のロボットに対して世話行動を自発的かつ高頻度にとり、しかもそうした行動は長期にわたり発生し続ける（飽きにくい）ということが判明している。本研究で開発するロボットは、そうした特性を活かして教育目的で設計したロボットである。このロボットは周囲の人間からの広義にケア行動を受けるものとして、ケア・レシーバー型ロボット（CRR: Care-Receiving Robot）と名付けられた。

本研究では、CRR の概念（図 1）を提案した後、市販のロボットプラットフォーム上に CRR を実装して、実際の教育現場でフィールド実験を行いその導入効果を検証することを目指した。

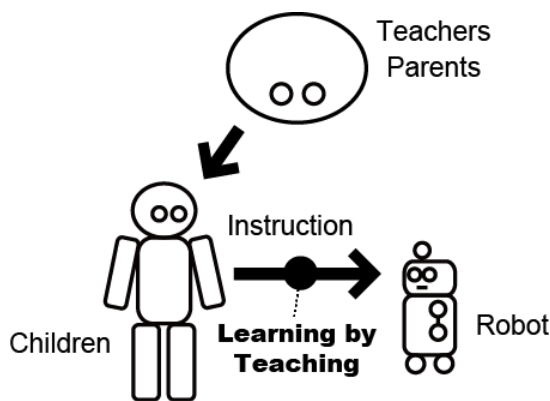


図 1 ケア・レシーバー型ロボット

3. 研究の方法

Aldebaran Robotics 社製の人型ロボット NAO をベースに CRR を実装した。ユースケースとして就学前児童の英語学習を想定し、ソフトウェア開発も行った。図 1 に示した CRR の概念に従い、ここでのロボットは子どもから教示を受ける存在である。そのため、意図的に能力の低さをデザインされ、そうした振る舞いを行うよう実装された。

実装された CRR は、子ども向け英会話教室や、つくば市内複数の幼稚園においてその導入効果が検証された。例えば図 2 はこども英会話のミネルヴァ・イーアスつくば校で行われたフィールド実験の様子である。この教室では児童を対象とした英会話レッスンが行われており、同社および同教室の御協力の下で様々なテストや実験が行われた。



図 2 英会話教室でのフィールド実験

研究期間前半においては CRR 概念の実装可能性や導入効果の検証が中心であったが、後半ではその更なる改善、例えば CRR の効果的な行動要素の研究が行われ、幼稚園の日常空間等において、より統制の少ない自然な条件下で CRR の改善や検証が行われた。この過程で Self-Competitive Development と呼ばれる探索型のロボット行動設計方法（図 3）を提案し、その有効性も確かめている。

さらに、大手企業による CRR の商用アプリケーション応用の機会を得て、NAO 以外の商用ロボットプラットフォームにおける CRR アプリケーションの開発も行った。

4. 研究成果

図 4 は前章で説明した英会話教室における最初の検証実験の主要結果グラフである。このグラフが示すように、CRR を導入したレッスンにおいては生徒の子ども達の英単語学習が有意に促進されることが判明した。ここでは、就学前児童に対して英語動詞のレッスンが行われており、そのレッスン中になかなか英語動詞を覚えることのできないロボットを導入した。すると、図 2 写真にあるように子どもたちはロボットに英語動詞を教え始め、結果的に子どもたち自身もその英語動詞をよく覚えることに繋がった。これは正に CRR 概念が実装可能であり、子どもたちの学習支援に有効であることを示している。

図 5 は、つくば市内の幼稚園で行われた、Self-Competitive Development を用いて改善された CRR の評価実験結果を示す。このフィールド実験では、CRR のより効果的な行動要素が見出され、段階的にその導入効果が確かめられた。

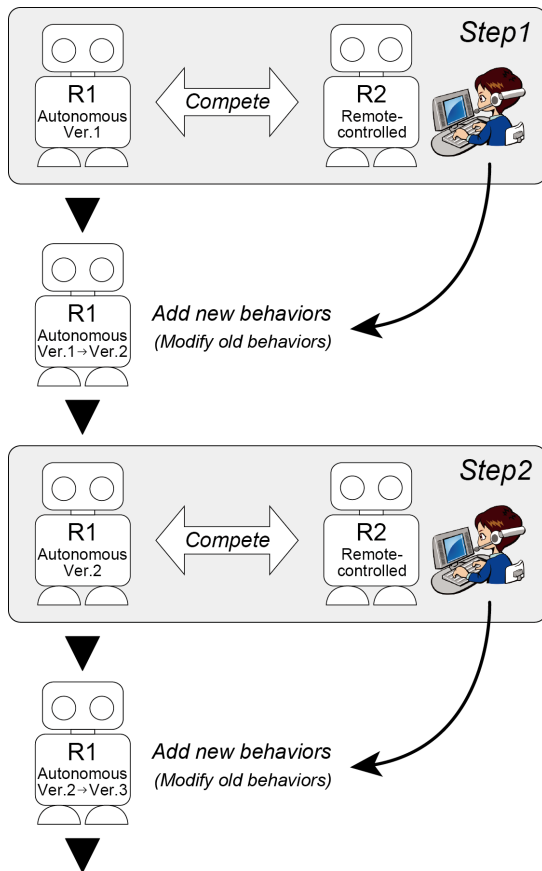


図3 Self-Competitive Development

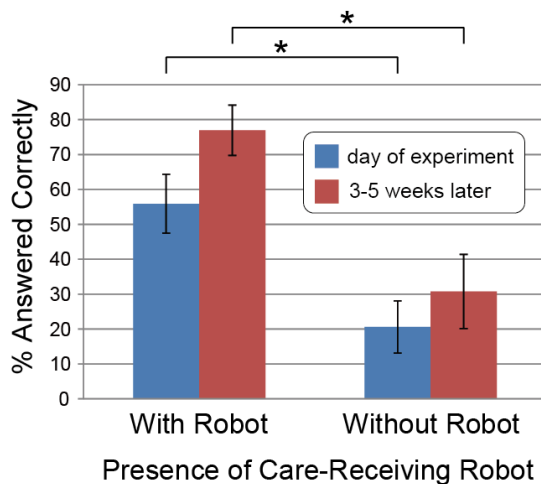


図4 CRR 導入の効果

以上の学術的な成果については、HRI 分野のトップ国際ジャーナルである Journal of HRI を始め、人工知能学会誌、IEEE の関連国際会議などにおいて公表されている。

加えて、実応用面においても大きな成果が得られた。SoftBank 社から 2014 年に発表されたロボット Pepper の教育志向アプリケーションにおいて、CRR の設計論が採用された。同社からの依頼に基づき研究代表者が監修を行い、Pepper 上のアプリケーション開発

がなされた。同アプリケーションは幾つかの構成要素から成るが、Pepper を子どもから学ぶ或いは子どもと共に学ぶ存在とした設計がなされており、CRR 研究のノウハウが随所に活かされた。このアプリケーションは、渋谷で 1000 人以上の参加者を集めた Pepper テックフェスティバル 2014 などパブリックな機会で開催されると共に、国内の査読付き主要会議であるロボティクスシンポジアなどにおいて論文発表された。

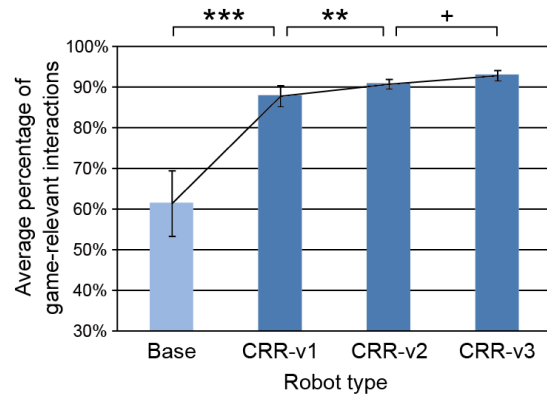


図5 CRR の改善

CRR については広い分野からの関心を集めることができ、計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 (SSI-2014) における基調講演や、乳幼児教育学会、ソフトバンクテクノロジーフォーラム、International Symposium on Pedagogical Machines など様々な場所での招待講演の機会を頂いた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

田中 文英、人間の共感・同情行動を調べる実験ツールとしてのロボット、日本赤ちゃん学会誌ベビーサイエンス、査読無、Vol.13、2014、pp.38-39

田中 文英、子どもとロボットのインタラクションにおけるエージェンシー、日本ロボット学会誌、査読有、Vol.31、No.9、2013、pp.858-859、DOI:10.7210/jrsj.31.858

松添 静子、田中 文英、教育支援ロボットの賢さの違いが子どもの英単語学習に及ぼす影響、人工知能学会論文誌、査読有、Vol.28、No.2、2013、pp.170-178、DOI:10.1527/tjsai.28.170

田中 文英、子どものこころとからだを動かすロボット、人工知能学会誌、査読有、Vol.28、No.2、2013、pp.290-293、<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009594465>

Fumihide Tanaka, Shizuko Matsuzoe, Children teach a care-receiving robot to promote their learning: field experiments in a classroom for vocabulary learning, Journal of Human-Robot Interaction, 査読有, Vol.1, No.1, 2012, pp.78-95, DOI:10.5898/JHRI.1.1.Tanaka

Morana Alac, Javier R. Movellan, Fumihide Tanaka, When a Robot is Social: Spatial Arrangements and Multimodal Semiotic Engagement in the Practice of Social Robotics, Social Studies of Science, 査読有, Vol.41, No.6, 2011, pp.893-926, DOI:10.1177/0306312711420565

[学会発表](計 24 件)

Fumihide Tanaka, The concept and application of care-receiving robot, International Symposium on Pedagogical Machines (招待講演), 2015年3月28日, 東京大学(東京都)

田中文英, 一色 恭輔、高橋 史樹、植草 学、清 るみこ、林 要、子どもと共に学ぶ Pepper ~教育志向アプリケーションの開発~, 第 20 回ロボティクスシンポジウム, 2015年3月16日, 軽井沢プリンスホテルウエスト(長野県)

田中文英, Educational robotics, 乳幼児教育学会第 24 回大会(招待講演), 2014年11月30日, 広島大学(広島県)

田中文英, ソーシャルロボティクス、計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014(招待講演), 2014年11月21日, 岡山大学(岡山県)

田中文英, Pepper と子ども英語教育、ソフトバンクテクノロジーフォーラム 2014(招待講演), 2014年11月14日, 虎ノ門ヒルズ(東京都)

Fumihide Tanaka, Future education enriched by robot technologies, Mitsubishi Seminar 2014 - Interactive Futures, Glimpses from Japan(招待講演), 2014年10月27日, Melbourne (Australia)

Shizuko Matsuzoe, Hideaki Kuzuoka, Fumihide Tanaka, Learning English words with the aid of an autonomous care-receiving robot in a children's group activity, 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2014年8月25日~29

日, Edinburgh (United Kingdom)

Shizuko Matsuzoe, Hideaki Kuzuoka, Fumihide Tanaka: Progressive Development of an Autonomous Robot for Children through Parallel Comparison of Two Robots, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 2014年3月3日~6日, Bielefeld (Germany)

Fumihide Tanaka, Social Robotics in Classrooms, International Workshop on Multimodality in Multiparty Interaction(招待講演), 2013年10月28日, 慶應義塾大学(横浜市)

松添 静子、葛岡 英明、田中文英、WOZ型との同時比較による自律ケア・レシーバー型ロボットの進歩的開発、日本ロボット学会学術講演会、2013年9月4日~6日、首都大学東京(東京都)

松添 静子、田中文英、ケア・レシーバー型ロボットによる集団の子どもたちを対象とした英単語学習支援、人工知能学会全国大会、2013年6月4日~7日、富山国際会議場(富山県)

Fumihide Tanaka, Educational Use of Robots Manipulated by Children, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Workshop on Collaborative Manipulation(招待講演), 2013年3月3日, 日本科学未来館(東京都)

松添 静子、田中文英、子どもと対等な立場のロボットを用いた教育支援、日本ロボット学会学術講演会、2012年9月17日~20日、札幌コンベンションセンター(北海道)

Shizuko Matsuzoe, Fumihide Tanaka, How smartly should robots behave?: comparative investigation on the learning ability of a care-receiving robot, 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2012年9月9日~13日, Paris (France)

田中文英、松添 静子、高橋 利光、ロボット技術による早期教育の支援と拡張、人工知能学会全国大会、2012年6月13日~15日、山口県教育会館(山口県)

Fumihide Tanaka, Care-receiving robot to promote children's learning by teaching, ACM/IEEE International Conference on Human-Robot

Interaction, Invited Technical Sketch
(招待講演), 2012年3月5日~8日,
Boston (USA)

Fumihide Tanaka, Shizuko Matsuzoe,
Learning verbs by teaching a
care-receiving robot by children: an
experimental report, ACM/IEEE
International Conference on
Human-Robot Interaction, 2012年3月
5日~8日, Boston (USA)

田中 文英、ケア・レシーバー型ロボッ
トがもたらす新しい幼児教育の可能性、
計測自動制御学会システムインテグレ
ーション部門講演会(招待講演)、2011
年12月23日~25日、京都大学(京都
府)

Madhumita Ghosh, Fumihide Tanaka,
The impact of different competence
levels of care-receiving robot on
children, IEEE/RSJ International
Conference on Intelligent Robots and
Systems, 2011年9月25日~30日, San
Francisco (USA)

Fumihide Tanaka, Care-receiving
robot for reinforcing children's
learning by teaching, 9th
International Conference on
Computer-Supported Collaborative
Learning, Workshop on Robotics for
CSCL, 2011年7月5日, Hong Kong
(China)

〔図書〕(計1件)

Fumihide Tanaka, Springer, Robotics
for Supporting Childhood Education,
in (Yoshiyuki Sankai, et al., Eds.)
Cybernetics, 2014, pp.185-195

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 文英 (TANAKA, Fumihide)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 50512787