

知能共進化アーキテクチャに基づく小学生教育支援ロボット

森 雄一郎[†] 菅 陽哉[†] 菅原 優[†] 山口 高平[‡]

[†]慶應義塾大学大学院理工学研究科 [‡]慶應義塾大学理工学部

1. はじめに

知能共進化アーキテクチャは、多重知識ベース、対話システム、人センシング、環境センシング、記号設置という5種類のサブシステムを統合し、知識・対話・表情・視線・姿勢・動作・環境の7モードから成るマルチモーダルインタラクションを実行するものである。本稿では、この知能共進化アーキテクチャに基づき、人型ロボット NAO を用いた小学校での教育支援実践について述べる。

2. 知能共進化の概観

図1に知能共進化アーキテクチャの概観を示す。多重知識ベースは、常識オントロジー、専門分野の領域オントロジー、タスク処理手順であるワークフロー、状況判断を言及するルールベース、判断根拠を提示するゴール木から構成され、日本語 Wikipedia、言語資源、既存オントロジー、関連 Web ページなどから、初期の多重知識ベースを開発する。その後、マルチモーダルインタラクションにおけるユーザの指摘、および、知識ベース全体の首尾一貫性テストによって、多重知識ベースを進化させていく。

対話システムでは、多重知識ベースに基づき、ユーザの理解度を推定しながら円滑な対話を推進するための対話知識ベースの開発、人センシングと環境センシングの情報から、視線・表情・姿勢・動作特徴・対人距離などからユーザの対話参加態度を推定するモジュールの開発、話す内容の

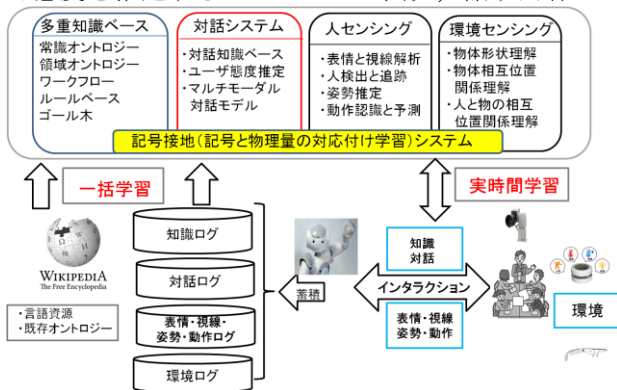


図1 知能共進化アーキテクチャの概観

「Teaching Assistant Robots for Schoolchildren Based on Architecture for Co-evolution of Intelligence」

[†]Yuichiro Mori, Haruya Suga, Yu Sugawara
Graduate School of Science and Technology, Keio University

[‡]Takahira Yamaguchi
Science and Technology, Keio University

順序、多人数において話しかける人の選定、雑談の展開の仕方などを管理する、マルチモーダル対話モデルを開発する。

人センシングでは、人の表情解析、人の視線推定、人の行動の認識と予測などのモジュール群を開発する。

環境センシングでは、単眼・多眼カメラ装置から、色・距離・温度を推定するとともに、環境・物体・人物の様々な形状と特徴量を抽出し、人センシングと併せて、非言語情報インタラクション基盤とする。

記号設置システムでは、ニューラルネットワークを基盤にして、上述したサブシステム群から得られる、知識と対話から得られる記号情報と視覚とセンシングから得られる物理特徴量を関連付け、主に、人の感情と感性を分析する。

対話システム、人センシング、環境センシングの詳細については、[1,2]を参照されたい。

3. 知能共進化アーキテクチャに基づく小学生教育支援ロボット

小学校の教師は、研修や報告書作成、親からのクレーム対応など、様々な雑務に追われ、授業の準備時間や生徒と向き合う時間が削減されてしまい、クラス全体を掌握できなくなるという問題が生じている。そのため、本研究では、知識共進化アーキテクチャを構築し、教師とロボットが協力して授業を行い、クラス全体の掌握の手助けとなることで、教師の負担軽減を目指す。

4. 小学生教育支援ロボットのための多重知識ベース

本研究では、多重知識ベースとしてワークフロー、オントロジー、ルールベースの3つを組み合わせることでロボットによる小学生教育支援を行う。

ワークフローは、教師の教授戦略を基に、教師とロボットが協力して授業を行う処理手続きを定義したものであり、授業動画の分析や教師へのインタビューの結果を基に構築を行う。

オントロジーは、ロボットが先生と協力して教材内容を教示する、教材内容に対しての生徒の質問に答えるための教材知識であり、教科書や資料集に記載されている内容、授業動画の分析を基に構築を行う。

ルールベースは、授業を行う際に、生徒の理解

度に応じて、生徒を授業の狙いへと導くために、教授戦略であるワークフローの分岐点で判断を行うものであり、教師へのインタビューにより構築予定である。

5. ケーススタディ

本研究では、知能共進化アーキテクチャに基づく小学生教育支援ロボットの評価を行うために、横須賀市立鶴久保小学校の協力のもと、5年生を対象とし、社会科の単元「環境を守る人々」[3]の授業を行う。ワークフローとオントロジーを用いたケーススタディとして地球温暖化についての学習を取り上げる。

5.1. ワークフロー

教師は様々な学習方法を取る中で、生徒とインタラクションを取りながら、生徒の学習の進捗を把握し、状況に応じてヒントを与え、生徒を各学習の狙いへと導いている。そこで、撮影した鶴久保小学校での授業動画を基にワークフローを作成した。そして、人型ロボット NAO(以降、NAO)が教師の役目を肩代わりできる場面を抽出し、教師とNAOが協力して授業を進めるために、ワークフローの修正を行った。今後、教師のフィードバックによりワークフローはさらに修正される予定である。

ワークフローの一部を図2に示す。図2において、点線の左側は教師のワークフロー、点線の右

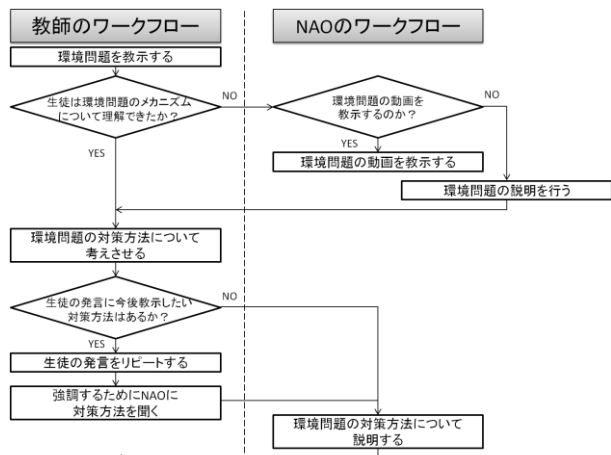


図2 ワークフローの一部

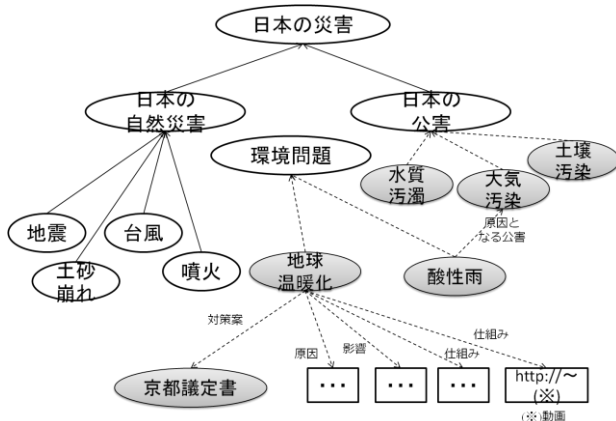


図3 教材オントロジーの一部

側はNAOのワークフローを示している。

5.2. オントロジー

対象とする単元では、教科書の指導計画を総括すると、環境保護の重要性の理解と意識付けを行うことが狙いである。中小単元として、自然環境や自然災害、公害、環境問題などを取り扱っている。これらを単元の狙いのもと、正しい知識を教示し、生徒の理解を促進させるために単元を教材オントロジーとして構造化した。

教材オントロジーの一部を図3に示す。図3において、白抜き楕円はクラス、背景色が灰色の楕円はインスタンス、短形はリテラル、実践はis-a関係、点線はクラス-インスタンス関係、ラベル付き点線はその他の関係を示している。

5.3. ケーススタディにおけるシナリオ

ワークフローの中の教師とNAOが対話を行うプロセスにおいて、NAOがオントロジーをもとに生徒に知識を教示するシナリオの流れと、データの入出力を示す。

教師 「地球温暖化は、身近に感じにくい問題で、あまり理解が深まっていないからNAOに聞いてみよう。」

《教師のワークフローの意志決定により、プロセスがNAOのワークフローに移行する》

教師 「地球温暖化について教えて。」

《“地球温暖化”を入力として、教材オントロジーの地球温暖化インスタンスを検索。インスタンスに関連したプロパティ値を返す》

NAO 「地球温暖化については、しくみ・影響・…・対策案を知っているよ。あと、仕組みについての動画もあるよ。何か聞きたいことある？」

6. おわりに

2015年1月下旬に横須賀市立鶴久保小学校にてケーススタディを実施予定である。実験結果については口頭発表にて報告する。

謝辞

本研究の一部は、科学技術振興機構(JST)戦略的想像研究推進事業(CREST)「実践知能アプリケーション構築フレームワークPRINTEPSの開発と社会実践」の支援によって実施した。

参考文献

[1]山口高平, 中野有紀子, 森田武史, “オントロジーに基づくヒューマンフレンドリーロボット”, 信学技報 CNR2014-22, pp. 33-38, 2014
 [2]斎藤英雄, 萩原将文, 青木義満, 杉本麻樹, “人間と機械の協調実現に向けた画像センシングと認識”, 信学技報 CNR2014-23, pp. 39-40, 2014
 [3]有田和正, 石弘光ほか, “環境を守る人々”, 小学社会 5 下, 教育出版, 2012, p. 32-67, ISBN978-4-316-20183-2 C4330