

PRINTEPS を利用した小学校社会科教育実践

Educational Practices of Elementary School Social Studies using PRINTEPS

菅 陽哉^{*1} 森 雄一郎^{*1} 森田 武史^{*2} 山口 高平^{*2}
 Haruya Suga Yuichiro Mori Takeshi Morita Takahira Yamaguchi

^{*1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻
 Keio University, Graduate School of Science and Technology, Open and Environmental System

^{*2} 慶應義塾大学理工学部管理工学科
 Keio University, Faculty of Science and Technology, Administration Engineering

We refer to the coevolution of human intelligence and machine intelligence through the multimodal interaction between humans and machines as “Coevolution of Intelligence”. And new machine intelligence that is evolved become a practice intelligence that can solve real problems. The platform that enables the development of practical intelligent applications in each domain efficiently on the basis of this “Coevolution of Intelligence” is PRINTEPS (PRACTICAL INTELLIGENT APPLICATIONS). In this paper, on the basis of this “Coevolution of Intelligence”, we describe the education practice in elementary school using a humanoid robot NAO. And we describe to make education practice in elementary school to Web services towards the development of PRINTEPS.

1. はじめに

人と機械がマルチモーダル(知識, 対話, 表情, 視線, 姿勢, 動作, 環境)でインタラクションをとり, その相互作用を通して, 人の知能と機械知能が互いに進化し続けていくことを「知能共進化(Coevolution of Intelligence)」と呼び, 進化した新しい機械知能は, 現実問題を解決できる実践知能となる. この知能共進化を基にして問題領域ごとに実践知能アプリケーションを効率よく開発するプラットフォームが PRINTEPS(PRACTICAL INTELLIGENT APPLICATIONS)である. [山口 15]

本稿では, この知能共進化に基づいて, 人型ロボット NAO を用いた小学校での教育実践について述べるとともに, PRINTEPS の開発に向けた小学校における教育実践の Web サービス化について述べる. 知能共進化の提案背景および PRINTEPS の設計方針については, [山口 15] を参照いただきたい.

2. 小学校教育支援の目的

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, 知識共進化に基づくアプリケーションを構築し, 教師とロボットが協働して授業を行い, 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.

また, 現在の小学校教育においては単なる詰め込みの知識伝達型の教育ではなく, 児童の主体的な学習が必要となっている. これを補助するために, 児童の興味関心を高め, 知識を教示する, というのも目的である.

3. 小学校教育実践のシステム概要

図 1 に本研究でのシステム概観を示す. 本研究のシステムにおいては, 知識の教示のための多重知識ベース, 興味関心を高めるためのマルチメディア, ロボットの身振りがあり, それらが, 互いに関連している. それぞれについて詳しい内容を述べていく.

3.1 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, 領域オントロジー, 常識オントロジーの 3 つを組合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際の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.

領域オントロジーは, ロボットが教師と協力して教材内容を教示する, あるいは教材内容に対して児童の質問に答えるための教材知識である. これには二種類あり, 一つ目は, 教科書や資料集に記載されている内容の分析を基に構築を行うものである. そして二つ目は, 動画等のマルチメディアと関連し, そのマルチメディアの内容を基に構築を行うものである.

常識オントロジーは, ロボットが児童からの質問に答える際に, 領域オントロジーだけでは対応できない場合に使用する知識であり, 日本語版の Wikipedia から自動構築した事実型知識の大規模汎用オントロジーである日本語 Wikipedia オントロジー[玉川 13]を利用する.

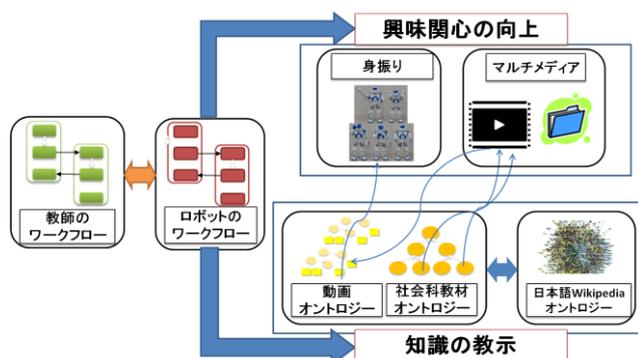


図 1 教育システムの概観

連絡先: 菅陽哉, 慶應義塾大学大学院理工学研究科
 〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
 TEL:045-566-1614
 h_suga@z8.keio.jp

3.2 マルチメディア

マルチメディアとは、授業に関連する内容の動画、画像、音声といったものである。これを授業内で使用することによって、児童に授業のトピックを身近に感じさせるといった効果を与え、授業への興味関心を高める。

3.3 身振り

身振りとは、まず、ロボットに、児童に注目させるときに手を振る、何か失敗したときにうなだれる、といった動きをさせるもので、これによって、児童に対してロボットに親近感を持たせる。また、動画といったマルチメディアの内容に関連した動きをすることで、授業への児童の興味関心を高める。このマルチメディアに関連した動作は、マルチメディアを基に作られた領域オントロジー内に含まれるようになっている。これによって、領域オントロジーを用いた児童からの質問に動作で答えることも可能である。

4. 実験

本研究では、教師と人型ロボット NAO が共働する小学生教育実践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」の地球温暖化に関する授業を実験として行った。

4.1 授業概要

実験として行った授業概要を以下に示す。

- ・ 場所…横須賀市立鶴久保小学校 図書室
- ・ 日時…2015年1月28日 3時限(10:35~11:20)
- ・ 対象生徒…5年生4クラス合同(合計113名)。

4.2 授業構成

実験として行った授業構成を時系列順に以下に示す。

(1) 授業開始挨拶

児童にロボットに対して親近感を抱いてもらうために、授業を開始する際に、ロボットから児童に簡単な挨拶を行った。

(2) 授業導入(2050年の地球環境について考える)

地球温暖化という小学生にとってはあまり身近ではない内容に対して興味関心を持ってもらうために、2050年に自分は何歳かを考える、2050年の日本の気象についての動画を見せる、この動画を見て気になった言葉をロボットに質問させる、未来の地球環境を考える、といったことを児童にさせる。これらをするこ

とで、児童に地球温暖化を印象付け、授業を進めやすくする。

(3) 地球温暖化についての説明

地球温暖化について、その仕組みを画像、動画を用いてロボットが説明する。

(4) 地球温暖化の対策を考える

地球温暖化の対策について児童に考えさせる。このとき、対策を考えるヒントをロボットから出す。そして、児童の考えた対策を発表させる。

(5) 地球温暖化対策としての森林についての説明

(4)で述べた対策に加えて、森林を守るということも大事だということをロボットが説明し、なぜ大事かということ森林の光合成の仕組みの動画を交えてロボットが説明する。

(6) 授業まとめ

授業のまとめをロボットがする。

4.3 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。さらに、このワークフローを教師の方々に見てもらい、フィードバックをもらうことで更なる修正を行った。こうして5.2節において述べた授業構成の(1)~(6)の項目それぞれについて、小学校の教師の方と何度も打合せを重ね、授業のワークフローを構築した。本稿では、一例として(2)授業導入におけるワークフローを図2に示す。図2において、左側はロボットのワークフロー、点線の右側は教師のワークフローを示している。

4.4 オントロジー

本実験では、授業単元の内容に基づく社会科教材オントロジーと、2050年の日本の気象についての動画に基づく動画オントロジーの二つを手動で構築した。また、既存の汎用オントロジーである、日本語 Wikipedia オントロジーを利用した。

(1) 社会科教材オントロジー

図3に社会科教材オントロジーの一部を示す。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、点線は is-a 関係、実線はクラス-インスタンス関係、ラベル付き点線はプロパティ関係を示している。このオントロジーは、地球温暖化や森林といった授業内に登場するトピックと、その説明や、説明の際に用いる動画、画像の関係性を記述している。このオントロジーを用いて、ロボットによる地球温暖化や森林の説明や、再生する動画の指定を行った。

(2) 動画オントロジー

動画によってオントロジーの構成は変わるが基本的にインスタンスネットワークを記述した RDF となっている。オントロジーとして階層性がほぼ無く、データベースとしても記述可能ではあるが、オントロジーとして記述し、インスタンスを大規模オントロジーである日本語 Wikipedia オントロジーとマッピングすることで、話題拡張機能を有することとなる。

インスタンスネットワークの一部に action と呼ばれるデータプロパティが存在している。これはヒューマノイドロボットの身体的特性を活かしたものである。これは身振り機能の1つとなってい

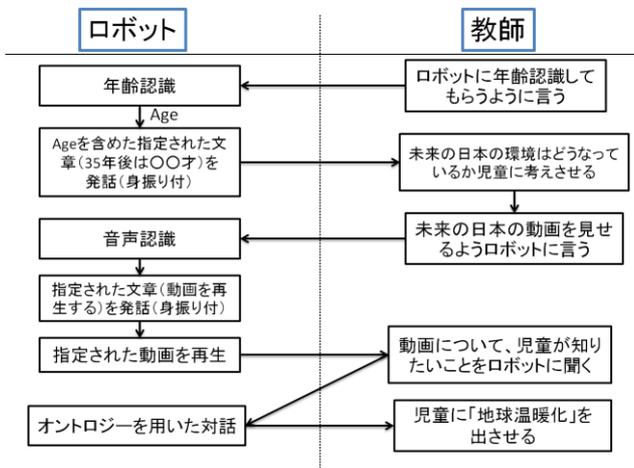


図2 授業導入におけるワークフロー

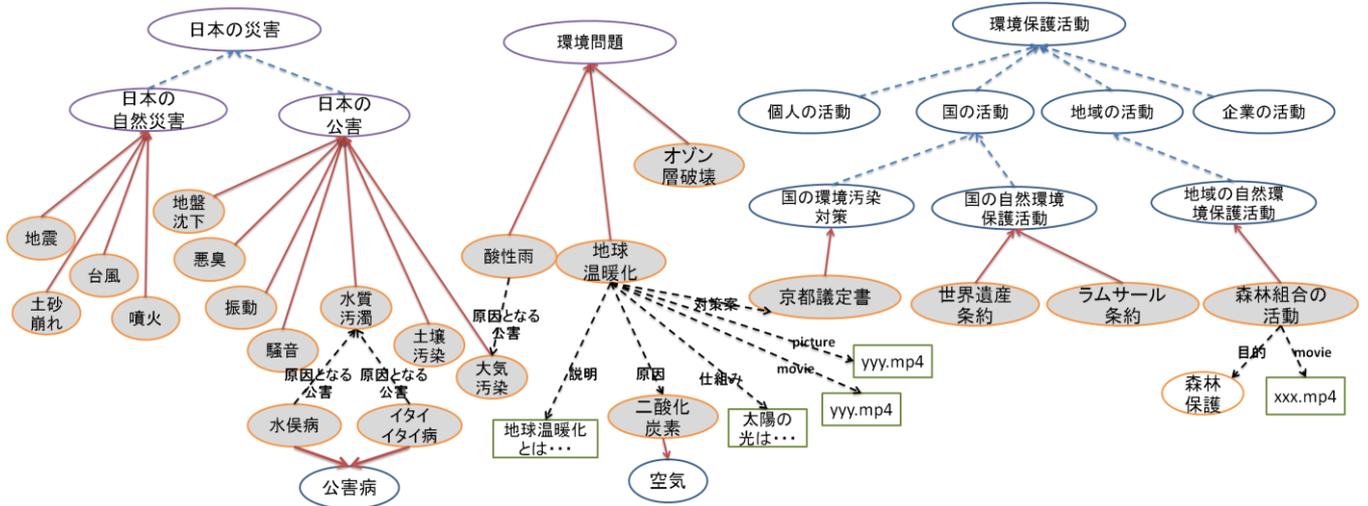


図3 社会科教材オントロジーの一部

る。このオントロジーを用いて、授業導入における動画の内容で気になった言葉を児童からロボットに質問させる際のロボットからの返答を行った。

(3) 日本語 Wikipedia オントロジー

授業導入における動画の内容で気になった言葉を児童からロボットに質問させる際のロボットからの返答を行うなかで、動画オントロジーでは答えることができない質問が出た場合に、それに回答するために日本語 Wikipedia オントロジーを用いた。日本語 Wikipedia オントロジーを用いても質問に答えられない場合は、わからないので教師に聞くように、と児童に返答する。

4.5 マルチメディア

本実験では、マルチメディアとして以下のものを使用した。

- 2050年の日本の気象の動画
- 地球温暖化の仕組みの動画
- 地球温暖化の仕組みの画像
- 森林の働きの動画

2050年の日本の気象の動画の利用目的は、地球温暖化という普段の生活に直接目に見える形で関わってくることの無いような、生徒のイメージしにくいトピックへの興味関心を高めることである。その他のマルチメディアの利用目的は、言葉だけではわかりにくい説明を視覚的な情報によってわかりやすく児童に伝えるということである。

4.6 身振り

本実験では、2050年の日本の気象の動画に関するオントロジーのプロパティとして繋がっている身振り、注意喚起・謝る・驚くといった感情表現、さらに通常しゃべる際のボディーラングージの様な動きも動作ライブラリとして構築した。構築方法は、NAOの動作プログラミングソフトウェアの Choregrahe と NAOの動作をプログラミングするためのフレームワークである NAOqi Framework の Python の API を用いて実装を行った。これにより、児童の注目をロボットに集めるとともに、児童の興味関心を高める。

5. 評価と考察

本実験の評価として、児童へのアンケート、実験の授業を行った教師へのインタビューによる評価を行い、それに対する考察を述べる。

5.1 児童へのアンケート

児童へのアンケートは、実験の授業終了後に、授業を受けた全児童に対して行った。

(1) 教育効果について

Q1「NAO が身ぶり手ぶりで 2050 年の君たちを表現したが、2050 年へのイメージは膨らみましたか?」という五段階評価の質問の結果は表 1 のようになり、Q2「授業で一番印象に残ったこと何ですか?」というアンケートの結果は表 2 のようになった。

表 1 より、ロボットの身振りによって 2050 年のイメージが少しでも膨らんだという回答が約 93%とほとんどである。表 2 より、動画に関連する内容が印象に残った児童が約 60%と多く見られる。このことから、マルチメディア、身振り、動画オントロジーによって教育効果があったと考えられる。

(2) QA 機能について

Q3「授業内容で NAO に聞きたかったけど、聞けなかったことはなにか?」という質問の結果は表 3 のようになり、さらに、授業内で児童や教師から発言された単語のうち質問される可能性があるものを表 4 にまとめた。これらのうち、動画オントロジーで答

表 1 Q1 の結果

2050年へのイメージ	回答数
膨らんだ	67
少し膨らんだ	38
変わらない	5
余り膨らまなかった	3
全然膨らまなかった	0
合計	113

表 2 Q2 の結果

授業で印象に残ったこと	人数
森林	5
対策案	4
地球温暖化(原因含む)	9
二酸化炭素	2
2050年の動画の内容	
スーパー台風	30
熱中症	3
気温	11
真夏日	1
環境	2
その他の動画	20
ロボット関係	
音声認識	6
質疑応答	5
動作	13
年齢認識	2
合計	113

表3 Q3の結果

生徒がNAOIに聞きかかったこと
100年後の地球はどうなっているの？
2050年の冬の気温
2050年の未来がもっと知りたい
2050年より先のこと
温室効果
酸性雨について
森林は地球に何%あるか
スーパー台風について
地球温暖化が止まらずに行くと、地球はどうなるのか
地球温暖化は、今改善しての大丈夫なのか
どうして、木は人間が吸う空気を作れるか =光合成
南極の氷が解けるとどうなるか
二酸化炭素の二はどういう意味ですか
二酸化炭素は酸素以外のものに変えられるか
ヘクトパスカルの意味

えられず、日本語 Wikipedia オントロジーで答えられるものは背景色が灰色になっているもので約 40%になった。これより、多くはないが、日本語 Wikipedia オントロジーでの情報のカバーは可能であると考えられる。

5.2 教師へのインタビュー

授業後に、授業を行った教師にインタビューを行った。インタビューを基に、以下に教師とロボットが協働して授業を行うことでの良い点、悪い点をまとめる。

■ 良い点

- ・動画による印象は大きい
- ・身ぶり手ぶりを交えたトークは印象深い
- ・授業内で目標としていた学びの目標を多くの生徒は達成できていたのではないかと

■ 悪い点

- ・ロボットと協働して授業を行うとテンポが上がらない
- ・興味関心が削がれる可能性もある。独特の間がある
- ・教材研究についてはここまで費やすことはできない
- ・しゃべるスピード等、トークに緩急を付けることが出来ない

これより、動画、身振りにより、興味関心を与え、教育効果を上げるといふことには効果があった。しかし、重要な部分を強調して話すなど、ロボットの話し方は改善する必要がある。

5.3 その他の考察

本実験に向けて、教師の方には授業のワークフローを作成するための打合せやロボットの使い方の練習といったような、余計なコストをかけさせてしまった。今後研究を進めていくうえで、こういったコストを削減しなければ、ロボットを用いた授業が一般に浸透することは難しいと考えられるので、いかにコストを削減するかを考える必要がある。

6. 教育実践の Web サービス化

Web サービスとは、それ自身のみで実行可能であるビジネスロジックを、Web 上に展開したものである。ビジネスロジックとは、ユーザの入力から使用するアルゴリズム、データベースなどの処理の流れを表したものである。PRINTEPS では、あらかじめ様々な Web サービスを用意しておき、いくつかの用意されている Web サービスを並べることで、教師がどんな授業でも簡単に自分自身で本実験のようなロボットのワークフローを作成できなければならない。そのためには、授業の際に必要な様々な Web サービスを用意しておく必要がある。その Web サービスの一例として、本実験において作成したロボットを動作させるプログラム

表4 授業で出た言葉

教師、生徒から出た言葉
ターミネーター
ゴミ
春夏秋冬
日産
電気自動車
CO2
O2

表5 サービス一覧

サービス名	入力	入力型	出力	出力型
指定した言葉話す(身振り付き)	話す言葉 ロボットのIP	String String	なし	
年齢認識	ロボットのIP	String	認識した年齢	int
動画再生	動画の名前 再生時間(秒)	String int	なし	
音声認識	ロボットのIP	String	認識した言葉	String
オントロジーを用いた対話	ロボットのIP	String	なし	
画像表示	画像の名前	String	なし	
画像閉じる	なし		なし	
NAOの頭をさわるまで進行停止	ロボットのIP	String	なし	
動作(手を振る)	ロボットのIP	String	なし	
動作(聞こえない)	ロボットのIP	String	なし	
動作(分からない)	ロボットのIP	String	なし	
動作(笑う)	ロボットのIP	String	なし	
動作(ほめる)	ロボットのIP	String	なし	
動作(立つ)	ロボットのIP	String	なし	
動作(くしゃみする)	ロボットのIP	String	なし	
動作(注目させる)	ロボットのIP	String	なし	
動作(正解)	ロボットのIP	String	なし	

を Web サービス化した際にできるサービスの一覧を表 5 に示す。

7. おわりに

本稿では、人間と人型ロボットが協働する小学校社会科教育実践の内容及び、その評価と考察について述べた。今後の課題としては、社会以外の科目へ展開して汎用性を向上させる、抑揚をつけるといったロボットの話し方の改善をするといったことがあげられる。

また、PRINTEPS の開発にあたり必要となる、Web サービス化について述べた。今後の課題としては、授業の汎用性を高めるために Web サービスの種類を増加することがあげられる。

参考文献

[山口 15] 山口高平, 中野有紀子, 斎藤英雄, 森田武史, 青木義満, 萩原将文, 斎藤俊太: 知能共進化のための実践知能アプリケーションプラットフォーム PRINTEPS, 人工知能学会全国大会(第 29 回) 論文集, II4-2, 2015.

[玉川 10] 玉川奨, 桜井慎弥, 手島拓也, 森田武史, 和泉憲明, 山口高平: 日本語 Wikipedia からの大規模オントロジー学習, 人工知能学会論文誌 Vol.25 No.5, pp.623-636, 2010.

謝辞

本研究は、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。