

Pepper による学習者の理解状況に基づく応答・教授環境

高野 勇人^{*1}, 東本 崇仁^{*1}

^{*1} 東京工芸大学工学部

Teaching and Response Environment using Pepper based on Learner's understanding

Yuto TAKANO^{*1}, Takahito TOMOTO^{*1}

^{*1} Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

In recent years, research about a teaching behavior of robot has been performed. If the robot can teach properly, it will help teachers to teach lessons. In order to teach properly, it is necessary to obtain the learner's understanding. By acquiring the learner's understanding, the robot can support the learner adaptively. Therefore, in this study, we constructed a teaching and response environment for adaptive teaching activities according to the learner's understanding. In this environment, Pepper conducts a lecture and then acquires the learner's understanding of the lecture. After that, Pepper gives a response with lack of learner's understanding. The note rebuilding system is used to acquire the learner's structural understanding. Through the evaluation experiments, it was found that the learner's understanding was improved by this environment, and that the learners accepted the lectures using Pepper.

キーワード: ロボット, 適応的支援, リフレクション支援, 即時フィードバック

1. はじめに

近年, ロボットに教育を代行させる研究が行われている。ロボットが教授活動を代行することで, 教師などの限られたリソースを効率的に活用することが可能になる。ロボットが教授活動を代行するためには学習者の理解状況を取得する必要がある。松居ら⁽¹⁾が提唱している IMS(Intelligent Mentoring System)では, 学習者の心的状態や学習状況を取得し支援を行っている。このように, 理解度を取得することで学習者に対して知的な支援が可能になる。そこで本研究では, 学習者の理解状況に応じた適応的な教授活動を行うための応答・教授環境を構築した。この環境では Pepper を利用し, 講義の実施と学習者への教授活動を実践してもらう。教授活動を行うために, 学習者の学習状況を構造化されたデータで取得する必要がある。そのため本研究では東本ら⁽²⁾の開発した, ノートビルディングシステムを利用する。取得できる構造化されたデータを解析することで適応的な教授活動が可能になる。

2. IMS (Intelligent Mentoring System)

松居ら⁽¹⁾は広義の学習支援システム (e-learning システムを含む) において学習者から得られる情報を High-Level Interaction リソース (HLI リソース) と Low-Level Interaction リソース (LLI リソース) に分け, これらの情報を用いた学習者の知識・理解状況, 心理状態を推定する機能を実装し, 適切な自動メンタリングシステムを実現するために, 必要なモデルと技術基盤を構築した。これを, 知的メンタリングシステム (IMS: Intelligent Mentoring System) と呼ぶ。

Low-Level Interaction では学習者の明確な意識を伴わない低次のインタラクションであるのに対し, High-Level Interaction とは明確な意識を伴う高次のインタラクションである。このインタラクションを行うことで, 学習者の学習履歴, 課題得点などの高次のリソースを取得することができる。HLI リソースを学習者自身が確認することで自身の学習の状況を把握

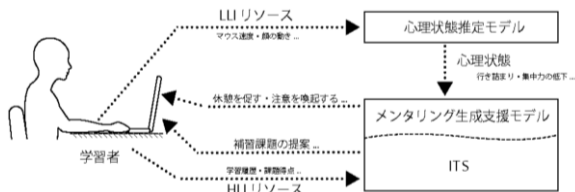


図 1 IMS の概念図(1)

することができ、また HLI リソースを利用することで学習者の理解状況として取得することも可能である。

3. 講義に対する理解度促進のためのノートリビルディング支援システム(2)

東本ら(2)は、プレゼンテーション講義において、教授者の提供した情報を明示的に整理するためのタスクを学習者に与えることを目的としたノートリビルディング方式を提案した。このノートリビルディング方式ではあらかじめ教授者が作成した構造化された資料を、個々の情報と構想に分割し部品として学習者に与えて、再構築を行わせることで教授者は学習者の誤りを認知することができ、学習者は自身の誤りに即座に気づくことができる。

3.1 ノートリビルディング方式の利用

ノートリビルディング方式とは、Kit-build 方式をプレゼンテーション型講義に適用したものである。教授者が作成する構築された講義資料をノードとリンクという部品に分割し、学習者に再構築を行わせる研究である。また、学習者が同じ部品を用いて作業を行うため各学習者の解答を比較することができることや、学習者が自身の理解状況を把握することもでき、教授者が教室内全体の理解状況も把握することもできる。

3.2 概要

ノートリビルディングでは、構造化が行われた場所を評価対象とする。この構造化されたものとは、重要な個所に利用されることの多い、リスト、表、箇条書き、概念マップ、などの形式を用いたものを利用する。ノートリビルディングシステムのインターフェースを図 2 に示す。ノートリビルディングシステムは教師の講義資料を図 3 のように概念要素とスケルトンというものに分割を行う。この概念要素とスケルトンを学習者に適切に組み立てさせることで理解状況の整理を促すこ

とができる。また、順序関係として、数字なし箇条書きと数字あり箇条書きを利用し、数字付き箇条書きについては、順序構造を規定する。また、プレゼンテーションソフトウェアではこの箇条書きを用いた構造が使用される。これは本や論文についても同様に章節といった構造も同じ性質を持っており、概念要素を関係づけるうえで重要度の高いものとなる。



図 2 ノートリビルディングシステムのインターフェース(2)

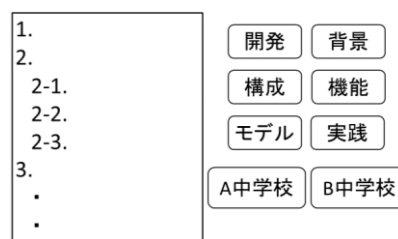


図 3 スケルトンと概念要素

4. 提案システム

本研究では松居らの IMS(1)における HLI リソースを利用する東本ら(2)のノートリビルディングシステムを利用し理解状況の取得を行う。ノートリビルディングシステムを用いることで、学習者の構築された構造を取得することができる。この取得したデータの解析を行うために本システムの開発を行う。

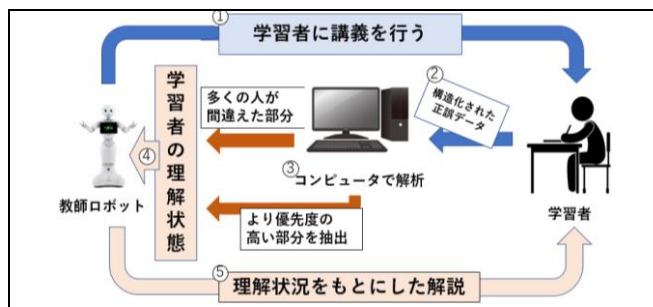


図 4 システムの流れ

システム開発のための言語は PHP, HTML を利用した。本システムは、ノートリビルディングで取得できる、構造化されたデータを利用し PHP で正誤判定と優先度の設定を行い HTML に書き出しを行う。この書き出した HTML を本実験で利用する Pepper で読み取ることで発話を行う。

4.1 正誤判定のデータ取得

学習者の理解度取得のために東本らの開発したノートリビルディングシステム²⁾を利用した。ノートリビルディングシステムで取得できたデータを利用し正誤判定を行っていく。取得したデータはツリー構造になっており正誤判定を行うため、このツリー構造を図 5 のように 1 階層, 2 階層, 1,2 階層の関係性などの階層ごとに分ける。その際、取得しておくデータは、テキスト部分ではなく順序の数字を取得する。このデータを利用して正誤判定を行っていく。

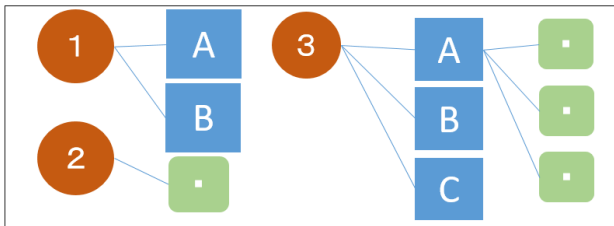


図 5 階層ごとに分けられたデータ

4.2 各階層の順序関係の判定

まず判定を行う要素から、それ以降の要素を確認しそれ以降の要素のほうが大きい場合正解とし、小さい場合不正解とする。これは正しい順序関係ができていのか判定できる。例えば、図 6 では誤っている部分は「4 と 2」の関係と「4 と 3」の順序関係である。この場合 4 の後に 2, 3 が来ている所が誤っている。しかし 1 と 2, 3, 5 の関係は誤っていないので、3 は 1 より後で 4 より前になる。

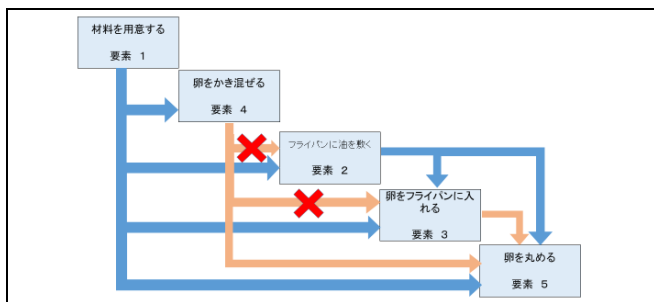


図 6 順序関係の判定

このように正誤判定を行い順序関係の修正を行う。

4.3 優先度の取得

次に正誤判定を行った要素ごとに優先度を決定していく。図 7 のように、階層ごとに優先度係数を決定していく。この優先度係数に要素ごとの間違えた人数の割合を掛け合わせることで優先度の取得を行う。さらに優先度を 0.6pt 以上で抽出を行うことで優先度の高い部分を取得することができる。この優先度が高い部分を順番に Pepper に解説を行わせることで重要な部分の解説を行えるようになる。

グループ分けされた階層	優先度係数	一階層層の誤った人の割合(10人中)	
・ 1階層	1.4pt	①	5人
・ 2階層	1.3pt	②	2人
		③	8人

1	2	3
$1.4 \times 0.5(5/10) = 0.7pt$	$1.4 \times 0.2(2/10) = 0.28pt$	$1.4 \times 0.8(8/10) = 1.12pt$

図 7 優先度の求め方

5. 評価実験

5.1 実験概要

本研究では, Pepper を利用して実験を行う。実験は大きく分けて 2 回実施し, 被験者 1 人と被験者 6 人で行う。これにより学習者が先生と 1 対 1 での授業を行った場合の学習効果と, 実際の授業を想定した授業環境での学習効果を確認することができる。この実験では, Pepper による教授活動を実施し学習者に知識を与える。その知識を利用し, ノートリビルディングシステムによる理解状況の取得を行う。この取得した理解状況を本研究で開発する正誤判定システムを利用し解析する。解析したデータを利用し Pepper が学習者に対し教授活動を行う。それにより, 学習者は自身の知識状態を再確認することができ, 自身の知識状態を修正することができる。

5.2 実験手順

提案した学習支援環境を用いて, 学習者への学習効果を確認するため実験を行った。実験は 2 回に分けて実施し, 被験者は 1 人と 6 人である。実験ではまず, Pepper による講義を行う。講義の途中にノートリビルディングを実施し, 取得したデータをもとに学習状況の解析を行い, 学習者が誤った部分の解説を Pepper に

行わせる。解説の後講義を再開し、講義終了時もう一度ノートリビルディングを実施し、データを取得する。この教授活動前と後のデータの比較によって評価を行った。また、実験の後にアンケート(5件法)を実施した。

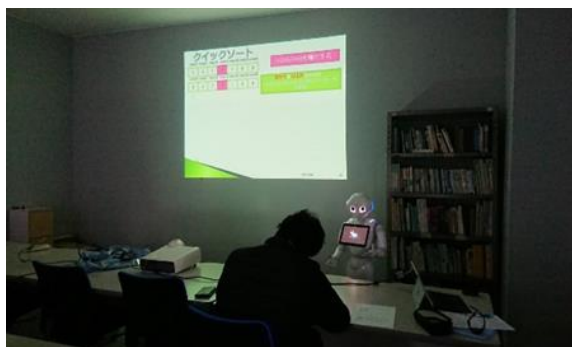


図 8 本システムの利用事例

5.3 実験結果と考察

階層ごとに正答率の割合を教授活動前と後で比較した結果を表 1 に示す。表 1 より、1 階層目の比較的大きな関係は事前から学習者は理解していた。反対に、細かい話である第 3 階層については間違えた被験者が多く存在した。その結果、Pepper は 3 階層目についての教授を多く行い、結果として教授活動後の理解が向上したと考えられる。また、1 人での実験と 6 人での実験で大きな差はみられなかったがどちらも Pepper が解説を行った部分に解決の様子がみられた。

次にアンケート結果の一部を表 2 に示す。Q1 より Pepper を用いた講義に対し学習者はある程度わかるやすかったと考えていることが分かる。しかし Q2 より理解度の向上に関してはやや肯定的な結果に

表 1 ノートリビルディングでの正答率

	教授活動前	教授活動後	差分
1 階層目	100.0%	100.0%	0.0%
2 階層目	61.7%	65.0%	3.3%
3 階層目	43.7%	64.6%	20.8%

表 2 アンケートの結果(5 件法)

	質問事項	評価
Q1	ペッパーの講義全体はわかりやすかったか	3.86
Q2	ペッパーの講義で理解度が向上すると思いますか?	3.29
Q3	ノートリビルディング後の、ペッパーの説明は理解しやすいと感じましたか?	2.29

とどまった。この点は次の Q3 が理由であると考えられる。Q3 では、ペッパーの適応的な説明について理解しづらいという意見が得られた。その理由の一部として扱った講義がプログラミングであり、ソースコードを読み上げても聞き取りづらいという意見が得られたため他の講義における利用も必要となる。また、発話の仕方(接続詞なども含め)について再検討の必要がある。

6. おわりに

本研究では学習者に対し適応的な支援を行う学習環境の開発と評価実験を行った。そのために授業と解説をロボットで行った。ロボットで行うことにより人間の教師では指摘が難しい、学習者の誤りを即座に発見することができ解説を行うことができる。そのためにノートリビルディングシステムを利用し構造化されたデータを取得した。そのデータを本システムで利用し階層ごとの誤りと優先度を取得することで学習者の重要な間違いを指摘することができるようになる。さらに本システムを用いた評価実験を行った結果、学習者に対してロボットが講義を行い解説することで学習能力の向上が見込めることが確認できた。しかしロボットでの解説では英単語などの発話をさせた際に聞き取りが困難である問題がある。今後の課題として Pepper の英単語の発話と、誤りの指摘部分が理解しやすい解説の方法を検討する必要がある。

謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(C)(18K11586)の助成による。

参考文献

- (1) 松居辰則: “感性情報学としての学習支援システム研究, <特集>学習科学と学習工学のフロンティア-私の"学習"研究-(後編)”, 人工知能学会論文誌, vol. 30, no. 4, pp. 481-485, (2015)
- (2) 東本崇仁, 平嶋宗: “講義に対する理解促進のためのノートリビルディング法の提案と支援システムの開発・評価”, 教育システム情報学会誌, Vol31, No.4, pp.264-269, (2014)