

人工無脳を用いた学習支援システムの提案

Novel Learning Support System by means of Chatterbot System

上野 未貴*¹ 森 直樹*¹ 松本 啓之亮*¹
Miki Ueno Naoki Mori Keinosuke Matsumoto

*¹大阪府立大学, 工学研究科
College of Engineering, Osaka Prefecture University

Recently, the use of various chatterbots has been proposed to simulate conversation with human users. In this study, we proposed a novel approach to apply an chatterbot to learning support. In our system, we utilized the "picture" with a situation model and show this picture target child. Target child can understand situation of picture by conversation with chatterbot, as developing ability to read and understand with empathy for chatterbot.

1. はじめに

工学の大きな目的の一つとして、自然言語を理解する会話システムが挙げられる。その実現のために、人工知能の分野では、自然言語処理 [1] に関して多くの研究がなされてきた。しかしながら、未だに十分に人間と対話可能なシステムは実現していない。

一方、人工知能に対して、人工無脳 [2] と呼ばれるシステムが提案されている。人工無脳は、知能の実現に過度に拘泥することなく、表層的であってもユーザとシステムとの間で興味深い会話の成立することに重点を置いた、会話の不自然さをある程度許容した対話システムである。筆者らは、ある分野において深い知識を持つユーザでも満足可能な Web からの情報収集機能を有する新しい人工無脳について提案してきた [3, 4, 5]。この人工無脳は Web 上に存在する集合知 [6] を利用することによって、ユーザの興味を推定可能である。

また、近年、インターネット環境を利用した新しい学習形態として、e-Learning [7] について多くの研究成果が報告されている。しかし、e-Learning のコンテンツはドリル形式になりやすく、基本的なコンピュータリテラシを持ち、年齢的にある程度成熟した学習者を対象とするため、低年齢層の学習者に対しては適用が難しいという問題点がある。

以上の点を背景として、本研究では、人工無脳による学習支援システムの新しいアプローチ手法について提案する。今回は、事前にシステム側で用意した絵について、人工無脳との対話を通してユーザが状況を理解するシステムを提案する。

以下に本研究の構成を示す。2章で従来研究について紹介し、3章で提案システムの概要を述べる。4章で絵モジュールについて、5章でシナリオ進行モジュールについて、6章で会話モジュールについてそれぞれ示す。7章で提案システムによる対話例を示す。8章はまとめと今後の課題である。

2. 従来研究

人工無脳に関する従来研究としては、初の人工無脳と位置付けられる ELIZA [8] をはじめとして、今日まで多くのシステムが提案されている。絵情報の工学的な利用については、二次元的に配置された絵文字間の位置関係と既存のオントロジーをマッピングすることで、絵文字の作成や理解を支援し、コ

連絡先: 上野 未貴, 大阪府立大学工学研究科, 〒 599-8531 堺市中区学園町 1 番 1, E-mail: ueno@ss.cs.osakafu-u.ac.jp

ミュニケーションへの支援などの応用を見込んだ手法が提案されている [9]。絵情報を用いた学習に関しては、物語生成に学習者を参加させることによって学習意欲の向上を図る、物語自動生成システムが報告されている [10]。絵に限らず、特定のコンテンツに対するユーザの興味や感情を推定する感情推定 (Sentiment Analysis) も、近年特に注目されており、多くの成果が報告されている [11]。しかしながら、本研究のように、低年齢層の学習者を対象とした、絵情報を用いた学習支援システムについては、ほとんど研究がなされていない。

3. 提案システムの概要

3.1 提案システムの基本方針

本研究では、学習者が絵の情報を教師役である人工無脳と共有しながら会話することによって、学習が可能なシステムを提案する。

今回は、答えが存在する問題を解かせることのみを目的とせず、低年齢層の児童に有用と思われる典型的な場面について示した絵を見ながら、登場人物間の関係や気持ちを推測させることも重要な目的とする。このような推測には明示的な答えはないが、道徳的な見地から正しいと考えられる答えを事前に用意しておき、児童がその答えに到達した場合には人工無脳が賛同する発言をすることで、学習者が人工無脳に共感を持つことができるようにする。また、提案システムは、学習者の発言が絵や学習意図から完全に離れた場合でも、何らかの会話を続けることができる点が特徴として挙げられる。一見、学習には関係のない会話の中にも、学習者が抱える問題点が含まれている場合もあるため、提案システムは学習支援システムでありながら、児童の抱える問題点を事前に察知するカウンセリングシステムの要素も併せ持つ。

3.2 提案システムの構成

提案システムは、絵モジュール、シナリオ進行モジュールおよび会話モジュールの 3 つの構成要素からなる。以下に各モジュールの概要を示す。

3.2.1 絵モジュール

本研究の中心的な要素である、絵を示すモジュールである。単純な絵だけでは計算機が内容を理解することができないため、事前に絵の内容を表すモデルを与える。モデルには、登場人物に関する情報および登場人物間の関係が記載される。なお、モデルは XML 形式で保存され、必要に応じて編集が可能

であるとする．絵モジュールを用いることによって，絵の情報をユーザと共有しながら会話が可能なエージェントを絵情報共有型会話エージェント (Picture Information Shared Conversation Agent: Pictgent) と呼ぶ．

3.2.2 シナリオ進行モジュール

学習者の学習進度を内部状態として保持し，事前に作成された学習シナリオを持つモジュールである．学習者の入力に応じて，適切なシナリオ進行を実現する．学習者が学習シナリオに従っている場合には，会話モジュールに適切な応答用の情報を渡す．

3.2.3 会話モジュール

人工無脳に基づき会話をするモジュールである．ただし，学習者が学習シナリオに従っている間は，主として定型的な会話だけをするため，人工無脳の要素は少ない．学習者が何らかの理由で学習シナリオから外れた場合には普通の人工無脳として会話をするが，この場合でも可能な限り学習シナリオへの復帰を促すものとする．

4. 絵モジュール

4.1 絵モデルの表現

本研究では，絵モデルをオブジェクト指向モデリング [12] に基づき構成する．各オブジェクトは内部状態と他オブジェクトとの関係を持ち，ユーザの問いに答えるための基本的な情報となる．今回は，特に主要な登場人物のみをオブジェクトとして定義したが，シナリオに直接的には関わらない人物や無生物をオブジェクトとすることも可能である．絵モデルは，XML 形式で保存され，必要に応じて異なるモデルを用いることやモデルの編集も可能とする．

図 1 に今回用いる絵の一例を，図 2 に図 1 の絵モデルを表す XML の例を示す．表 1 にオブジェクトの属性を表す主要なタグを示す．

5. シナリオ進行モジュール

5.1 シナリオ構造

シナリオ進行モジュールは，具体的な学習目標を持つ．学習目標とは，例えば「絵中の算数の問題が解ける」「登場人物 [S1] が何をしているかわかる」「登場人物 [S2] が何をしているかわかる」などである．各学習目標ごとに，個別のサブシナリオが準備されており，最終的に学習目標が達成されるとその目標に関するサブシナリオは終了する．サブシナリオ間の状態遷移は，基本的には自由であるが，事前に特定のサブシナリオを達成しないと遷移できないサブシナリオも存在する．また，明示的な順序関係を付与することによって，あるサブシナリオが終了した直後に遷移するシナリオを定めることもできる．

また，システムは学習者であるユーザの内部状態を，各学習目標の達成度を表す学習進度ベクトル u^L と各サブシナリオに対する親和度を表すシナリオ親和ベクトル u^S として保持する．ここで， $N^S = |u^L| = |u^S|$ はサブシナリオの総数を表す．今回は，学習進度ベクトルの各要素は (-1: 未学習, 0: 学習中, 1: 学習済み)，シナリオ親和ベクトルの各要素は (0: 興味なし, 1: シナリオ進行中) とする．システムの状態は，ただ一つのサブシナリオに属するか，すべてのサブシナリオに属さないかのいずれかである．サブシナリオの決定は，選択可能なサブシナリオの中から，何らかのアルゴリズムを用いてなされる．

各サブシナリオは以下の構成をとる．以下では，サブシナリオ i について考えるものとし，学習進度ベクトルおよびシナリ

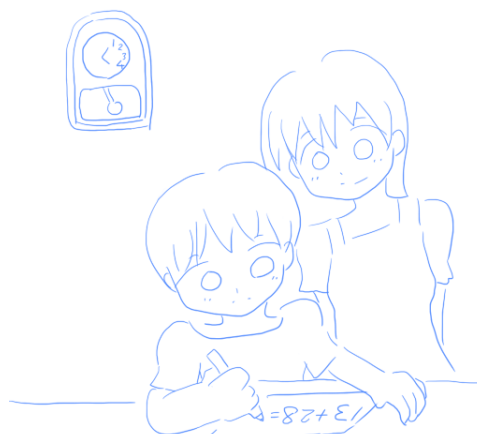


図 1: 対話に用いる絵の例

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<picture>
  <id scenario="1" page="1" />
  <title>pict_math</title>
  <size width="512" height="512" />
  <character>
    <base id="1" type="人" name="はな" sex="女" age="28" />
    <scene>
      <position>真ん中</position>
      <expression>微笑み</expression>
      <emotion target="2">心配</emotion>
      <action name="見る" target="2" />
      <state>
        <physical></physical>
        <mental></mental>
      </state>
    </scene>
    <relation name="親子" role="母" target="2" />
  </character>
  <character>
    <base id="2" type="人" name="たろう" sex="男" age="6" />
    <scene>
      <position>下</position>
      <expression>しかめっつら</expression>
      <emotion>困る</emotion>
      <action name="勉強" target="-1" />
      <state>
        <physical>座る</physical>
        <mental></mental>
      </state>
    </scene>
    <relation name="親子" role="息子" target="1" />
  </character>
</picture>
```

図 2: 絵モデルを表す XML

表 1: 絵モデルで用いる主要タグ

タグ名	説明
<id>	各ページごとのオブジェクトの ID .
<title>	絵のタイトル .
<size>	絵のサイズ . 単位は px .
<character>	人物オブジェクト .
<base>	登場人物に付随し，場面転換で一般的に変わらない特徴 .
<scene>	絵・場面に於ける情報 .
<position>	絵の中での位置 .
<expression>	表情 .
<emotion>	感情 . 複数保持可 . 対象を持つ .
<action>	動作 . 対象を必ず付す .
<state>	オブジェクトの内部状態や付帯状況 . 対象をもたない .
<physical>	身体的な状態 . ex : 病気である , 怪我をしている
<mental>	精神的な状態 . ex : 迷っている , 落ち込んでいる
<relation>	他のキャラクタとの社会的・静的な関係性 . 複数保持可 .

オ親和ベクトルの要素 i は以下の値であるとする .

$$u_i^L = -1, u_i^S = 0 \quad (1)$$

導入部 ユーザにこれからどのような問題に取り組むのかを理

解させる。ここで、ユーザから問題解決について肯定的な意見を得られた場合は、 $u_i^1 = 0$, $u_i^s = 1$ とする。否定的な答えの場合は事前に定められた回数サブシナリオ i への導入を試み、それでも否定的な答えしか得られない場合は、ベクトルの要素はそのまま、このサブシナリオを抜け、これ以外の選択可能サブシナリオの中から次のサブシナリオを一つ決める。

議論部 問題に明確な答えがない場合には、ここで議論をする。議論の途中でユーザの興味がなくなってきた場合や十分な議論がなされた場合には解答部に遷移する。解答前にサブシナリオ i に対する興味を失った場合、 $u_i^1 = 0$, $u_i^s = 0$ として、これ以外のサブシナリオを選択する。将来的にこのサブシナリオが再び選ばれた場合には、学習進度ベクトルが [学習中] を示しているため、導入部はスキップ可能とする。

解答部 ユーザから提示した問題に対する解答を得る。計算問題のように、明示的に正解が存在する場合には、正解不正解に応じて応答を返す。明確な答えがない問題の場合には、システムの解答例を示し、それに対するユーザの意見を聞く。解答部が完了すると、問題が終了したことを告げ、 $u_i^1 = 1$, $u_i^s = 0$ として、サブシナリオ選択モードに戻る。各ユーザの入力は、サブシナリオごとにログとして保存され、後から保護者や教育者が、学習者の入力を体系立てて取得することを可能とする。

なお、サブシナリオは内部的にサブシナリオを持つことが可能であり、階層的な構造を取ることができる。

5.2 状態遷移

図 3 にサブシナリオ間の状態遷移の例を表すアクティビティ図 [12] を示す。図中の類似度とは、ユーザの入力と解答の近さを表す。

提案システムでは、事前に用意したシナリオに沿ってサブシナリオ間を状態遷移する。ユーザの状態遷移がどのサブシナリオにも適合しない場合は「雑談モード」と呼ばれ、任意の話題について人工無脳と会話可能となる。これにより、エキスパートシステムのように想定した入力しか処理できないという問題点は提案システムにはない。一方、人工無脳の持つ対話が発散してしまうという問題点は豊富なサブシナリオを準備することで解決できる。

6. 会話モジュール

本章では会話モジュールの構成について述べる。現在、会話モジュールは雑談時には従来の人工無脳を用い、学習時には単純な質問応答モジュールを用いている。今回の提案システムでは低年齢層の児童を対象とすることから、ユーザの意図を解釈しにくい入力が少ないことを前提としている。

7. 提案システムによる対話例

図 3 に状態遷移の例を、表 2 に、実際の対話例を表す。まず、全体導入によりシナリオが始まり、サブシナリオへと遷移する。同位にあるサブシナリオからサブシナリオへの遷移は、学習進度ベクトルやサブシナリオ親とベクトルから決定する。例では、サブシナリオ 1 から 2 へと遷移しており、その後、サブシナリオ 2 を達成していることを条件として、達成対話へと遷移している。また、分岐 1 で正例と判定されたとして対話が進行している。

7.1 例での学習目標

例での学習目標は「登場人物 [S1] が何をしているかわかる」「絵中の足し算に正解する」「登場人物 [S2] の気持ちを答えることができる」などである。

7.2 質問の種類

質問には、目標質問と共感質問の 2 種類がある。以下に各質問について述べる。

7.2.1 目標質問

主に学習目標に基づいたもので、明確な解を用意し、正例もしくは負例の判定をするものである。すなわち、「絵中の足し算に正解する」に対しては、「13+28=」の答えを「41」を意味する形で答えることが正例となる。また、「登場人物 [S1] が何をしているかわかる」では、「勉強している」「算数をしている」を意味する答えを正例とみなす。

7.2.2 共感質問

教育効果を上げるため、ユーザに登場人物の気持ちに共感するように促すような内容の質問を共感質問とする。これには正例、負例といった明確な解は用意しない。例として、「[S1] は今どう思っているかな?」といったような質問である。

表 2: 対話例

シナリオ名	話者	種別	文章
全体導入	b	< 導入対話 >	こんにちは。 この絵を見て。
			遷移
サブシナリオ 1	b	< 導入対話 >	男の子とお母さんがいるね。
		< 目標質問 1 >	男の子は何をしているかな?
	u	< 入力 1 >	勉強している。 [分岐 1]
	b	< 正 1 >	そうだね。
			遷移
サブシナリオ 2	b	< 導入対話 >	あれ? 男の子が何か言っているよ。
	c		うーん。どう解くんだったけ?
	b	< 共感質問 1 >	男の子はどんな気持ちかな?
	u	< 自由入力 1 >	困っている。
	b		そうかな。 問題は、 < 目標質問 2 > 13+28= ど書いてあるね。
			答えの数字を入力して男の子を助けてあげよう。
	u	< 入力 2 >	41 かな。 [分岐 2]
			< 正 2 > えーっと。 あ、僕もちゃんと 41 って答えになったよ。
			遷移
	達成対話	b	
		< 共感質問 2 >	お母さんはどんな気持ちかな?
u		< 自由入力 2 >	嬉しがってる。
b			お母さんが男の子を褒めているよ! < 共感質問 3 > 男の子はどんな気持ちかな?
u		< 自由入力 3 >	喜んでいる。
b			ありがとう! 二人とも嬉しそうだね。

u: ユーザ, b: 人工無脳, c: 登場人物

8. まとめと今後の課題

本研究では、絵の情報をユーザと共有しながら会話が可能な人工無脳として絵情報共有型会話エージェント (Picture Information Shared Conversation Agent, Pictgent) を提案し、Pictgent を用いた学習支援システムの提案と、その構成について示した。今後の課題として、実際に児童がシステムを使用した場合の教育効果の測定および各モジュールの改善、とりわけ会話モジュールの精度向上が挙げられる。

今後は、ログの解析により適切なサブシナリオに自動的に状態遷移するアルゴリズムの考案や、対話型進化型計算による文生成についても考慮し、柔軟な応答が可能な学習システムの実現を目指す。

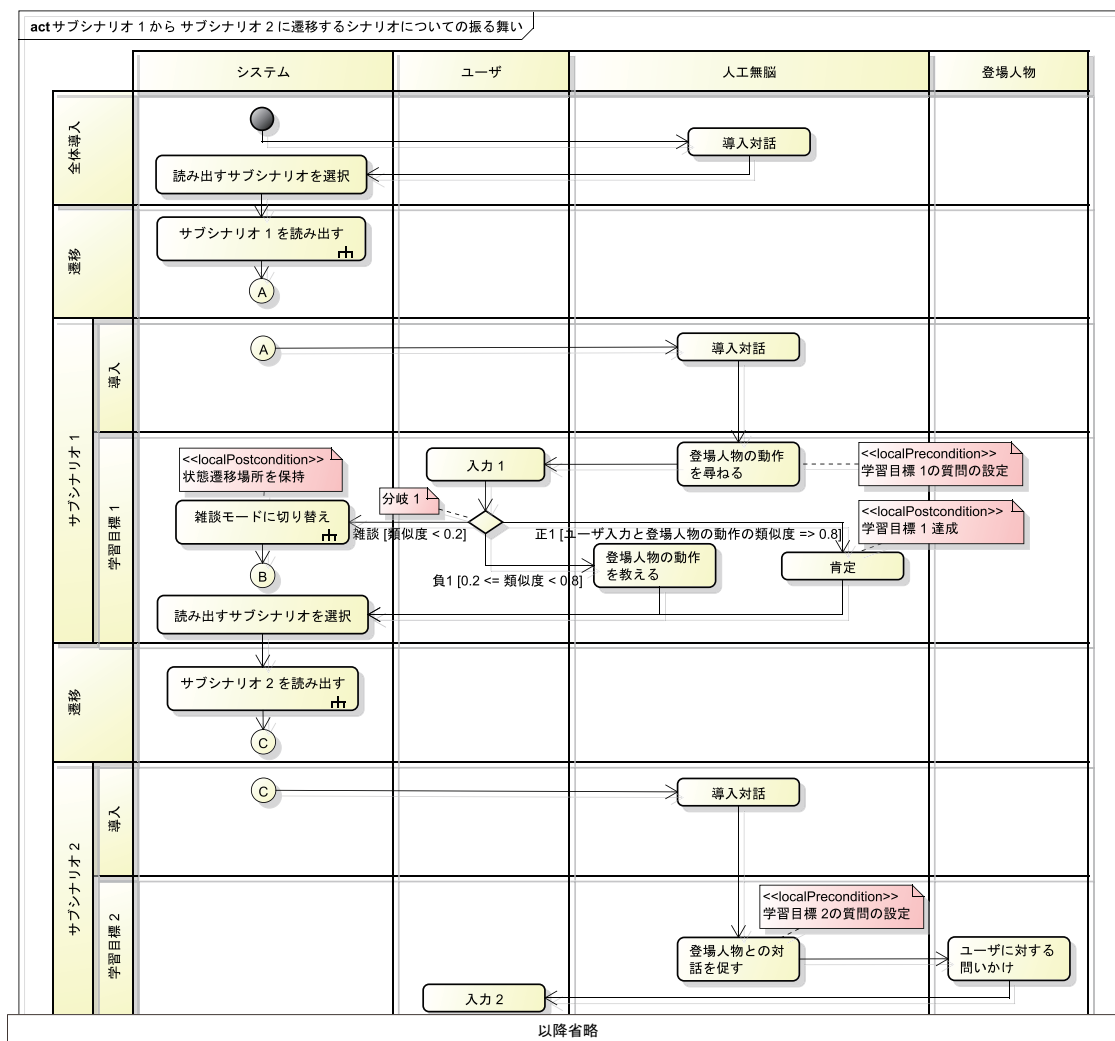


図 3: サブシナリオ 1 から 2 への状態遷移例

参考文献

[1] S. Bird, E. Klein, E. Loper (萩原, 中山, 水野 (訳)): 入門 自然言語処理, オライリー・ジャパン (2010)

[2] 秋山智俊: 恋するプログラム -Ruby でつくる人工無脳-, 毎日コミュニケーションズ (2005)

[3] Miki Ueno, Naoki Mori, Keinosuke Matsumoto: Novel Chatterbot System Utilizing Web Information, Distributed Computing and Artificial Intelligence Advances in Soft Computing, Volume 79, 605-612 (2010)

[4] Miki Ueno, Naoki Mori, Keinosuke Matsumoto: Novel Chatterbot System Utilizing BBS Information for Estimating User Interests, Distributed Computing and Artificial Intelligence Advances in Soft Computing, Volume 79, 237-240 (2010)

[5] 上野 未貴, 森 直樹, 松本 啓之亮: 人工無脳システムにおける Web 情報を用いた興味推定-II, 計測自動制御学会若手研究特別発表会講演論文集, 105-108 (2011)

[6] Toby Segaran: 集合知プログラミング, オライリー・ジャパン (2008)

[7] 日本イーラーニングコンソシアム (編集): eラーニング白書 2008/2009 年版 東京電機大学出版局 (2008)

[8] J. Weizenbaum: ELIZA-A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine, Commun. ACM 9[1], 36-45 (1966)

[9] 絵文字の作成と理解を促進するためのオントロジーマッピング, 報処理学会研究報告. データベース・システム研究会報告 2006(78), 505-510 (2006)

[10] 岩垣 守彦, 小方 孝: コンピュータとインターネットに「物語生成」を組み合わせた言語学習プログラム, 電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語 107(323), 7-12, (2007)

[11] 徳久 雅人, 村上 仁一, 池原 悟: テキスト対話コーパスからの発話対と情緒の分析, 電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語 108(50), 41-46 (2008)

[12] 松本 啓之亮: ソフトウェア工学, 森北出版 (2005)