

## 第2 言語学習のためのロボット援用教育 Robot Assisted Instruction for Second Language Learning

寄田明宏  
Akihiro Yorita

久保田直行  
Naoyuki Kubota

首都大学東京  
Tokyo Metropolitan University

Recently, language education has great demand from elementary school to adults. A robot is used as a teaching assistant in Robot-Aided Language Learning (RALL). It is very effective to use robot for language education. In our approach, a robot is used as an educational partner. But robots have some problems. One of the problems is to get bored with interacting with robots. This paper discusses the method of learning with robots in language education. Next we explain the concept of self-efficacy using evaluation for learning condition of robots. We propose a conversation system for language education. The essence of the proposed method is mutual learning between humans and robots. The experimental results show the applicability of self-efficacy of a robot used for education.

### 1. はじめに

コミュニケーションロボットを用いて教育を行うことが本研究のテーマである。ロボット教育では、ロボットを作って動かすロボットコンテスト形式のものが一般的である。コミュニケーションロボットを用いる場合には、語学教育に用いるのが効果的であり、小学生相手の研究が数多く行われている。ロボットによる外国語教育は、Robovie[Kanda 2004]によって最初に行われた。その後、IROBI や Engkey といった韓国のロボットや台湾のロボットでも実施されている[Han 2008] [Lee 2007]。ロボットを用いることの利点は、動機付けやロールプレイングができることなどである。

これまで多くのコミュニケーションロボットが人と共生するために開発されてきた。家庭用、博物館などの案内用、ロボットセラピーなどの分野では一定の成功を収めている。しかしながら、AIBO は自律ロボットとはいえ、道具知に近いために飽きてしまうという問題があった。博物館などの案内のために開発された EMIEW などのロボットは基本的には1度きりしか会わない人とのインタラクションなので、飽きることについては考慮されていないが、何度もインタラクションしていたらそのうち飽きてしまい必要とされなくなるであろう。このことを踏まえて、谷口はロボットを道具知的に使うのではなく、ロボットが自律知を持って人間とコミュニケーションすることができなければならないと説く[谷口 2010]。認知発達ロボティクスでは、構成論的アプローチにより、人間の認知を明らかにすることを目指しているが、それによって飽きないコミュニケーションも可能になると考えられる。

ロボットとのインタラクションに飽きないようにするための仕組みに関する研究がいくつか行われている。一つはロボットの言語獲得であり、予め登録されている言葉を話すだけでなく、人間が使いやすいようにロボットに言葉を教えることで、決まったインタラクションをするだけでなく、新しいインタラクションを追加していくことで、飽きないようにすることを目指している。用事が言語を獲得していくように、名刺概念を学習していく方法[内田 2008]や、音声対話で言葉を学習させていくことも行われている[Nakano 2010]。

また、ロボットに感情を持たせることで、決まりきった動作をするだけでなく、人間が予想できないことをすることにより、長期間インタラクションすることが提案されている。ここでは感情を微分方程式で表現することで経時的な変化を利用している[三輪 2003]。

菅らは WAMOEBA というロボットを用いて、飽きないロボットのインタラクションについて研究を行なっている[菅 2007]。また、人型ロボットの場合、動作が予測できてしまうために飽きてしまうことがあるため、WEAR というロボットの場合では、ロボットの形状が特殊であり、人がロボットの行動を予測できないため、飽きにくいという特徴がある[近藤 2008]。ガイドロボットのような、コミュニケーションのわかりやすさ重視の場合はヒト型がふさわしいが、長期間ロボットを使う場合には、ロボットはヒト型ではないほうが良いと考えられる。

ロボビーが小学校で2ヶ月間のインタラクション実験で明らかにしたことには、飽きないためには、生徒の名前を呼ぶこと、見かけ上の学習、秘密を教える、といった3つの項目を入れるべきであるとしている[神田 2005]。

本研究の目的は、日常生活においてロボットを用いることであり、最終的には留学と同様の効果が得られるような方法を研究する。そのためには、ロボットをパートナーとして感じられることが重要であるとする。ロボットは自律知を持っているべきであるが、教育という用途では道具知としても使われることが必要であると考えている。その理由として、本研究で使用するロボットは会話ロボットであり、会話することに何かしらの価値が必要なため、英語教育を題材にした。今までのロボットは人の代わりに働き、ものを作ることが使命だったが、ここでは、ロボットが話し相手として用いられ、英語を使う機会を作り出すことが使命と考える。

これまでにロボットコンテストなどのロボット教育とは区別する意味で、ロボット援用教育(Robot-Assisted Instruction)を行ってきた[寄田 2010]。教育においてコンピュータを用いる CAI では、効率よく学習することやレベルにあった学習をすることを目的としている。それに対して、RAI ではロボットと一緒に学ぶことにより、楽しく学習することで動機付けややる気を引き出すことを目的とした。今回は語学教育をテーマにすることで普段使う機会のない第2言語を日常で使うことや、ロボットと人が相互に学ぶことで長期間インタラクションするための方法を提案する。

連絡先: 寄田明宏, 首都大学東京, 〒191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6, yorita-akihiro@sd.tmu.ac.jp

## 2. パートナーロボット

### 2.1 MOBiMac

本稿では、パートナーロボットとして一体型のパソコンの筐体を用いた MOBiMac を開発した(図 1). このロボットはパソコンとしても使用することを想定している. 2つのサーボモータ, 7つの超音波センサ, Pan-Tilt CCD カメラを搭載する. センサ情報や CCD カメラから得られた画像の処理を通し, ロボットは, 障害物回避や目標追従を行うことができる. また, ロボットが自然な会話に必要な環境情報を取得するために, 人間検出, 物体認識, 顔の向き検出などを行う[Yorita 2011]. 人間検出と物体認識は, 定常状態遺伝的アルゴリズムを用いたテンプレートマッチングにより抽出する. さらに同時に複数の物体を検出・識別するために k-means により, 画像上の物体候補を分類し, 分類後のそれぞれの対象形状の識別にスパイクニューロンを適用する. それぞれの形状に対応するセンサニューロンが発火すると, スパイク出力情報は相互認知環境に対する発話システムに送られる.

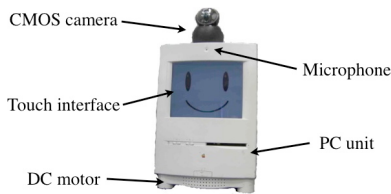


図 1 MOBiMac

### 2.2 対話システム

本対話システムでは, 音声認識と画像処理によって対話を行う(図2). 対話システムには 3 つのモードがある(図3). 1 つは通常対話で, これは人間の方から話しかけた場合である. 2 つめはシナリオ対話で人間の状態をロボットが認識して, ロボットから話しかける場合である. 3 つめが学習対話で, 人間がロボットに物体の情報について教えるモードである. その情報を元にシナリオ対話が行われる.

また, 言葉を教えるときは, ロボットの顔をタッチし, 文字入力モードから単語を入力する. そこから学習対話モードに入る.

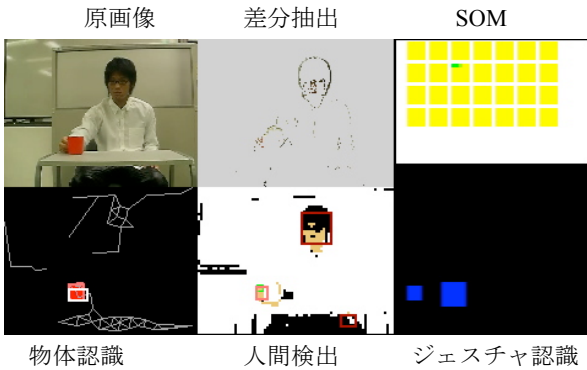


図 2 画像処理の結果

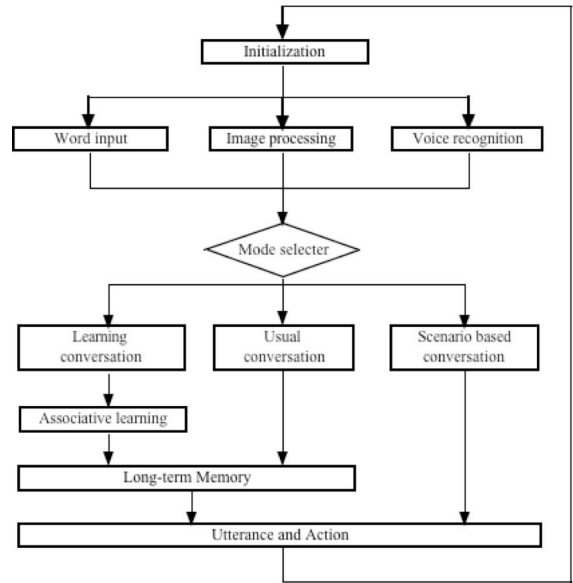


図 3 対話システム

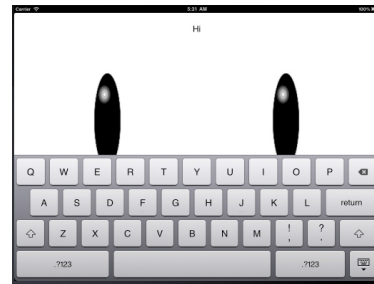
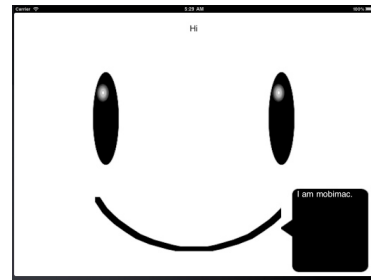


図 4 文字入力モード

### 2.3 自己効力感

自己効力感は人間の行為の源泉であり自己規制のメカニズムとして作用すると述べている[バンデューラ 1997]. 自己効力感とは自分の行動に対する結果予測と, それがうまくできるかという効力予測との関係から生じる自己に対する有能感, 信頼感を意味する. 一般に, 自己効力感は, 水準, 強さ, 一般性の 3 つの次元でその程度を表すことができる(図5). 水準は行動の実現に難しさなどに合わせた行動のレベル, 強さは各水準の行動について, どのくらいの確実性で遂行できるかを表した確信の強さであり, 一般性は類似する状況に適用できる程度を指す.

自己効力感は、達成経験、代理経験、社会的説得、生理的情緒の状態により生み出される。このパラメータは、学習する際の信念や粘り強さに反映され、学習効率に大きな影響を及ぼすとされている。

(1)式は自己効力感の次元を表している。 $S_L$ は水準、 $S_S$ は強さ、 $S_G$ は一般性を表す。

(2)式では、音声対話におけるやりとりによって、強さを定義した。 $n_R$ はロボットが人間から返事をもたらせた回数、 $n_N$ はロボットが人間に無視された回数、 $n_I$ はインタラクションをした回数である。

(3)式では、文字入力モードからの学習状況によって、一般性を定義した。 $n_E$ はロボットに教えた英単語の数、 $n_J$ はロボットが知っている日本語単語の数である。

$$S = S_L + S_S + S_G \quad (1)$$

$$S_S = \frac{n_R - n_N}{n_I} \quad (2)$$

$$S_G = \frac{n_E}{n_J} \quad (3)$$

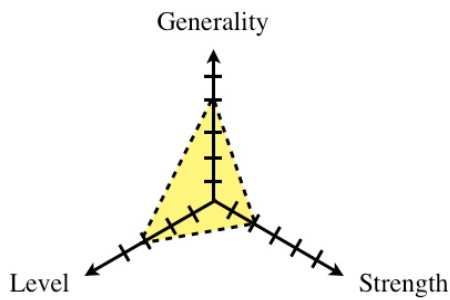


図5 自己効力感の次元

### 3. 相互学習

ここでは、人間とロボットがパートナーとして生活するための枠組みとして、相互学習を提案する。相互学習とは、言語学習において出身の異なる2者がお互いに自分の母国語を教えあうことによって学ぶスタイルの教育である(図6)。

ロボットと英語を学ぶ方法として2通りある。まずロボットに単語を覚えさせる。そして会話をする。の2つである。ロボットは日本語と英語の2言語を話すか、どちらを話すかは人間の学習状態によって決まる。図7から、自己効力感が高まり、人間から返事もらえそうだと判断した場合に、ロボットは英語を話すことを選択するが、自己効力感が低い間は日本語しか話さない。

相互学習の目的は、人間とロボットが同じペースで学習を進めることである。ロボットが人間の知らない言葉を使って対話しようとしても人間の方はわからないため、コミュニケーションをするのが苦痛になってしまいかねない。そこで、人間が教えた単語で会話できること、自己効力感によって、人間の学習状態を把握しつつ会話することで、人間とロボットが同じペースで学習することができる考える。

### 4. 実験

人間とロボットの対話実験を行った。最初、単語を教えるから

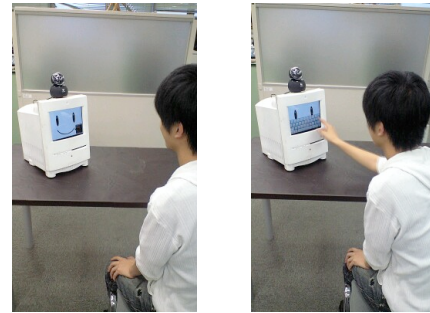


図6 人間とロボットの相互学習の様子

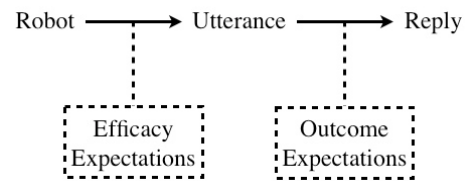


図7 会話における自己効力感の表現

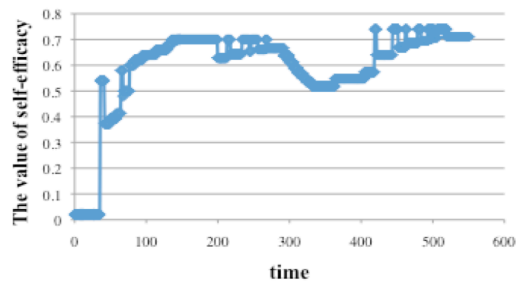


図8 自己効力感の値の変化

その後会話によるコミュニケーションを行った。自己効力感の値は途中まで上昇していくものの、一旦は下降した。これは話者がロボットが話す英語についていけなかったためだと考えられる。その後、ロボットは再び日本語を話し、そこから自己効力感が高くなっていった。これより、ロボットは人間の状態に合わせて学習を進めることができたと考えられる。

### 5. まとめ

人間とロボットが長期間インタラクションしつつ、日常生活で用いる方法として、相互学習することを提案した。ロボットは人間のペースに合わせて学習できた。自己効力感の値は最終的には収束することになるが、コミュニケーションを続けていく上で、値をどう変えていくかを今後考えていく必要がある。

今後、小中学生や、社会人など色々なところで実験を行い、日本人の英語学習を用意にし、英語が苦手な人を減らす。

## 参考文献

- [谷口 2010] 谷口忠大: コミュニケーションするロボットは創れるか, NTT 出版, 2010.
- [内田 2008] 内田 ゆず, 荒木 健治, 画像に対する発話を対象とした名詞概念獲得システム SINCA, 知能と情報, Vol. 20, No. 5, pp.685-695, 2008
- [三輪 2003] 三輪 洋靖, 伊藤 加寿子, 高信 英明, 高西 淳夫, 人間との円滑なコミュニケーションを目的とした ヒューマノイドロボットの心理モデルの構築, AI チャレンジ研究会(第 18 回) Proceedings of the 18th Meeting of Special Interest Group on AI Challenges, pp.39-44, 2003.
- [神田 2005] 神田崇行, 佐藤留美, 才脇直樹, 石黒浩, 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌 (ソーシャルインタフェース特集号), Vol.7 No.1, pp.27-37, 2005.
- [Kanda 2004] Takayuki Kanda, Takayuki Hirano, Daniel Eaton, Hiroshi Ishiguro, Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial, *Human Computer Interaction (Special issues on human-robot interaction)*, Vol. 19, No. 1-2, pp. 61-84, 2004
- [菅 2007] 菅佑樹, 生熊良規, 尾形哲也, 菅野重樹, 対話型進化的計算による強化学習器の報酬系の獲得, 第 25 回日本ロボット学会学術講演会, 2018, 2007.
- [近藤 2008] 近藤裕樹, 奥出京司郎, 岩丸大二郎, 守良真, 菅佑樹, 尾形哲也, 菅野重樹, ハードウェアをカスタマイズできるコミュニケーションロボットにおける研究, 第 9 回 SICE システムインテグレーション部門講演会, 3C1-4, 2008
- [バンデューラ 1997] A.バンデューラ, 激動社会の中の自己効力, 金子書房, 1997.
- [Han 2008] Jeonghye Han, Miheon Jo, Vicki Jones and Jun H. Jo, Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children, *Journal of Information Processing Systems*, Vol.4, No.4, pp.159-168, December 2008
- [Lee 2007] S.Lee, H.Noh, J.Lee, K.Lee, Gary G.Lee. Cognitive effects of robot-assisted language learning on oral skills. Proceedings of the Interspeech2010 workshop on second language studies: acquisition, learning, education and technology, 2010.
- [Nakano 2010] M.Nakano et al., Grounding New Words on the Physical World in Multi-Domain Human-Robot Dialogues, *Dialog with Robots: Papers from the AAAI Fall Symposium (FS-10-05)*, pp.74-79, 2010.
- [寄田 2010] 寄田明宏, 久保田直行, 小学校におけるロボット援用教育, インテリジェント・システム・シンポジウム (FAN2010), 講演論文集 (USB), No.140, 2010.
- [寄田 2010] 寄田明宏, 橋本卓弥, 小林宏, 久保田直行, ロボットエンタテインメントのための情報構造化空間, シミュレーション&ゲーミング学会全国大会論文報告集, 2010 年春号, pp.70-73, 2010.
- [Yorita 2011] A.Yorita, N.Kubota, Cognitive Development in Partner Robots for Information Support to Elderly People, *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, Volume 3, Issue 1, pp64-73, Mar. 2011.