

平成20年1月15日

電子・情報工学専攻	学籍番号	003179
申請者氏名	田口 亮	

指導教員氏名	新田 恒雄 桂田 浩一
--------	----------------

## 論文要旨(博士)

論文題目	エージェントの語意学習に関する研究
------	-------------------

本論文では、人-エージェント間の言語コミュニケーションを目指し、この実現に必要な知識である語意、および対話戦略を自動獲得する手法を提案する。

近年、ロボット研究、脳研究、および音声言語を含むマルチモーダル対話研究の発展に伴い、ロボットが人と共生することを最終目標とする大規模な研究が始まっている。多様な事物・事象に囲まれた実世界で人とロボットがコミュニケーションするためには多くの知識が必要になる。この課題に対して、「人間-エージェント-実世界の事物・事象」の三項関係を基に、単語の意味（語意）をエージェント自身の感覚・運動系の信号と対応付けて獲得させる、新しい語意獲得研究が始まっている。

語意学習の最も初歩的なタスクは、母親が子供に物を見せながら「これは〇〇だよ」と言葉を教えるように、人がエージェントにオブジェクトと音声の対を与え、その音声に含まれる単語の意味を獲得させる課題である。この課題では、一つのオブジェクトに対して「赤」、「丸」、「右」など、複数の単語が教示されるため、音声から個々の単語を切り出すだけでなく、各単語がオブジェクトのどの属性（色、形、位置など）を指しているのかを判別しなければならない。従来研究では、単語が対象とする属性の判別を確率計算にのみ頼るため、正しい語意を学習するまでには多くの事例を必要とした。語意学習を実用システムへ展開するには、学習過程の効率化が重要な課題となる。

本論文では、上記課題を解決するため、次に示す二つの手法を提案した。

- (1) 学習効率化のための対話戦略を自動獲得する手法の提案： 従来研究では、エージェントの対話戦略を考慮していなかったが、例えば、知らないことをエージェントが質問すると共に、知っている知識は発話に含めるといった対話学習が可能となれば、より効率的に語意を学習できると考えられる。そこで人間-エージェント（またはエージェント同士）による語意学習のための対話をモデル化し、この中で、互いの知識量に応じた役割の導出、および効率的な教示・質問の戦略を、エージェントに獲得させる手法を提案する。同時に、エージェント同士によるシミュレーション実験を行い、相手の理解度を推定することで、互いの知識量に合わせた効率的な対話戦略が獲得できることを示す。
- (2) 幼児のバイアスを適用した語意学習方法の提案： 発達心理学の分野では、「幼児は意味解釈の範囲を制限するようなバイアスを持つため、少ない事例から正しい語意を推論できる」という仮説が提案されている。本論文では、確率分布に基づく属性判定と、相互排他性および形状類似バイアスによる属性判定とを組み合わせる手法を提案する。シミュレーション実験から、提案手法を実装したエージェントが効率的に語意を学習できることを示す。

平成20年1月15日

電子・情報工学専攻	学籍番号	003179
申請者氏名	Ryo Taguchi	

指導教員氏名	Tsuneo Nitta 新田 浩一
--------	-----------------------

## 論文要旨(博士)

論文題目	A Study on Word Meaning Acquisition by Agents
------	---

Recently, studies on learning of word meanings by agents have begun. In these studies, a human shows objects to an agent and utters words such as "red", "box", or "red box", and then the agent finds out the corresponding features of the object represented by each spoken word. When learning the relations among words and their corresponding features, or word meanings, the agent firstly learns probability distribution  $p(x)$  and conditional probability distribution  $p(x|w)$ , where  $x$  is an object feature and  $w$  is a word. When a word  $w'$  does not represent a feature  $x$ ,  $p(x)$  and  $p(x|w')$  will be almost the same distribution, and hence the agent is able to infer which feature the word represents by comparing the difference. Previous works of word meanings employ similar stochastic approaches to detect features, however, these approaches need a lot of examples to reach correct distributions. To overcome this problem, I introduce two types of methods below.

**(1) Dialogue Strategy Acquisition for Efficient Learning of Word Meanings through Agent-Agent Interaction**

In the learning of word meanings through human-agent interaction or agent-agent interaction, the learning efficiency depends largely on dialog strategies the agents have. However, the procedure to give agents efficient dialogue strategies has not been discussed previously. I propose the method to acquire the dialog strategies automatically through the interaction between two agents. In the experiments, two agents estimate the counterpart's comprehension level from its facial expression and utterance that are used at Q-learning in a strategy acquisition mechanism. Firstly, experiments are carried out through the interaction between an agent IA1, who knows all the word meanings, and an agent IA2 with no initial word meaning. The experimental results showed that the agent IA1 acquires a teaching strategy, while the agent IA2 acquires the strategy to ask question about word meanings to perform the efficient learning. Next, the experiments of interaction between human and agent are investigated to evaluate the acquired strategies. The results showed the effectiveness of both strategies of teaching and asking.

**(2) Efficient Learning of Word Meanings Using Illogical Biases Observed in Language Development of Children**

I propose a novel method to efficiently learn word meanings by applying two types of biases that are shape bias and mutual exclusivity bias observed in children's language development. When a child listens a novel word about an object, he/she often applies the word to other objects similar in shape. This tendency is called the shape bias. The shape bias works effectively when learning word meanings, because not a few words used in the real world do not represent their colors and materials but represent their shapes. In order to implement the shape bias into the agent, I formulate it as the variable that reduces the distances of non-shape features. Therefore, when a novel word is given, the agent with the bias decides that the word represents a shape feature and applies the word to other objects similar in shape. On the other hand, if a child already knows some words about the object and listens to an unknown word about the same object, he/she often seeks the meaning of the novel word from the outside known meanings. This tendency is called the mutual exclusivity bias. This bias is formulated as the variable that reduces the distances associated with features represented by known words. For example, if the agent already knows a word representing a shape, it decides that other words do not represent the same shape by reducing the distance associated with the shape. Experimental results show that the proposed method with biases can acquire word meanings more efficiently than the traditional stochastic only approach can.