

# 対象物の特徴や機能に関する知識を獲得する対話システム

## A Dialogue System that Acquires Knowledge about Objects' Functions and Properties

曾 傑\*<sup>1</sup>  
Jie Zeng

高瀬 裕\*<sup>2</sup>  
Yutaka Takase

中野 有紀子\*<sup>2</sup>  
Yukiko Nakano

\*<sup>1</sup> 成蹊大学大学院理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology, Seikei University

\*<sup>2</sup> 成蹊大学理工学部  
Faculty of Science and Technology, Seikei University

This paper proposed a dialogue system that acquires knowledge about objects' functions and properties through the interaction with users. We employed frame-based knowledge representation for each object word (noun). The slot values of an object word are adjectives that frequently co-occur with the word in a large text corpus. We built a prototype dialogue system that asks the users questions about the frame slots and values to extend the knowledge.

### 1. はじめに

DBpedia や Freebase 等の大規模なデータベースやオントロジを用いた QA システムや雑談対話システムの研究が大きく発展している[Han 2015]. しかし、データベース中に定義されている属性値をそのまま用いても、対話の知識として適切でない場合がある。また、ユーザ適応的な対話ロボットを実現するには、ユーザに応じた知識ベースの構築も必要となる。このような問題を解決するためには、大規模データから知識を抽出しつつ、ユーザとの対話を通して、対話知識の獲得や修正を行う対話システムが望ましいと考える。そこで本研究では、物体の形態や色、使い方や機能に関する知識に焦点を当て、これらを獲得する対話システムを提案し、プロトタイプシステムを実装する。

知識獲得の研究は以前から幅広く行われてきた。常識や日常知識に取り組む大規模プロジェクトとして、CYC[Lenat 1995] や OpenMind[Singh 2002]がある。CYCは専門家が大量のルールを記述し、OpenMindはネットユーザから知識入力を得ている。どちらも、人手で大量の知識入力が必要である。一方、Barbuは大規模テキストから物に関する知識を構文テンプレートや、係り受け関係から取得する方法を提案している[Barbu 2009]. また、対話から知識獲得を行う試みとして、菅生らは、非タスク型対話システムにおいて、知識源である日本語 WordNet に対話中の話題語が登録されていない場合、ユーザにその話題語の上位概念を尋ね、その概念の下位概念として話題語を登録することにより名詞概念の獲得を行っている[菅生 2014]. しかし、これらの研究では、大規模テキストからの知識抽出とユーザとの対話を通じた知識獲得の統合は行われていない。

### 2. 研究のアプローチ

本研究では、物体の形態や色を表す単語を知覚的特徴語、使い方や機能を表す単語を機能的特徴語と定義し、これらの知識について、大規模テキストとユーザとの対話から獲得する方法を提案する。

まず、物体知識を獲得するために、知識表現が必要である。本研究では知識表現としてフレームを用いる。フレームは主に宣言的な知識を表現するための手法であり、事物の名称、それが持つ属性(slot)、および値(value)からなる。図1に本研究の概要を示す。まず、①大規模テキストやユーザ入力から、フレームを作成する。これを用い、②ユーザとの対話から、物体のフ

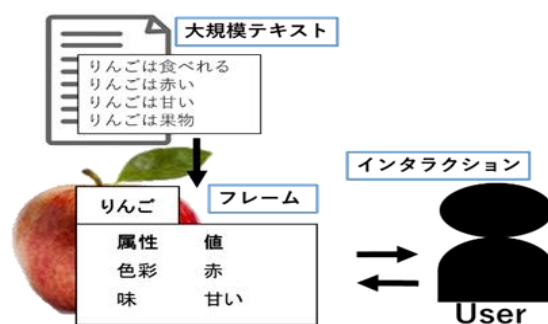


図1 本研究の概要

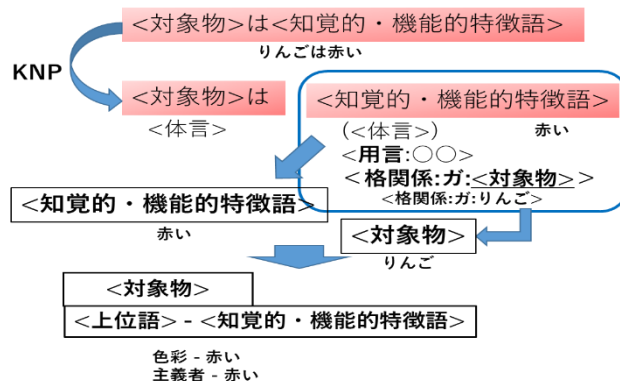


図2 フレーム作成方法

ームの属性やその値を獲得・拡張する。以降、3, 4 章では①について、5 章では②について説明する。

### 3. フレームの作成

本研究では、フレームの作成対象となる単語(名詞)を対象物とし、入力文から、対象物とこれに関する知覚的・機能的特徴語を抽出する。次に、得られた知覚的・機能的特徴語をフレームの値とし、値に対する抽象度の高い単語を属性としてフレームを作成する。

以下にフレーム作成方法の詳細を説明するとともに、図2に概要を図示する。

#### (1) 知覚的・機能的特徴語の抽出

まず、入力文を解析し、「りんごは赤い」のような、「<対象物>は<知覚的・機能的特徴語>」の文構造を持つ入力文から、対象

物とその知覚的・機能的特徴語を抽出する。そのために、入力文を形態素解析器 JUMAN, 構文・格・照応解析器 KNP[笹野 2011]を用いて解析する。KNP の解析により、文章は文節に区切られ、各文節が体言か用言であるかが判別できる。ある文節に用言が含まれる場合、その用言を知覚的・機能的特徴語とする。またこの用言と格関係にある単語を、知覚的・特徴的特徴語の主体とみなし、対象物とする。そして抽出した対象物をフレームの名称とし、知覚的・機能的特徴語をフレームの値とする。

例えば、入力文が「りんごは赤い」である場合、解析の結果、「赤い」が用言とわかる。この文節に付与される格関係タグから、格関係にある単語として「りんご」が抽出され、これが対象物となる。

## (2) フレーム属性の取得

フレームの属性はその値を包括する抽象的な言葉である必要がある。そこで(1)で得たフレームの値に対して、日本語語彙体系[池原 1999]を用いて上位語を取得し、これを属性とする。これにより得られた、「<対象物>-<上位語>-<知覚的・機能的特徴語>」のセットを、フレーム構造の「<フレームの名称>-<属性>-<値>」の知識セットとしてデータベースに登録する。

例えば、「赤い」の場合、日本語語彙体系を用いると上位語として「色彩」、「主義者」が得られ、知識セット「りんご-色彩-赤い」と「りんご-主義者-赤い」が登録される。

## 4. フレーム作成機構への入力

3章で述べたフレーム作成機構に入力する文を得る方法として、ユーザによる直接入力、大規模テキストから抽出した知覚的特徴語を用いる方法がある。

ユーザによる直接入力では、「<対象物>は<知覚的・機能的特徴語>」の構造を持つ文を入力文として受け付ける。

大規模テキストから抽出した知覚的特徴語を用いる方法では、まず、大規模テキスト Yahoo!知恵袋<sup>1</sup>から、対象物となる名詞が含まれている文章を抽出する。抽出した文を係り受け解析器 CaboCha[Kudo 2003]にかけ、対象物と係り受け関係にある形容詞を知覚的特徴語として抽出する。さらに、抽出した形容詞に対し、重要度を付与するため、TF-IDF を求め、TF-IDF 上位 100 語の形容詞を知覚的特徴語として用いることにした。得られた知覚的特徴語を用いて「<対象物>は<知覚的特徴語>」のテンプレートを用いて文を生成し、3章で述べたフレーム作成の入力とした。

## 5. 対話による知識拡張

全ての対象物に対して、4章で提案したユーザによる直接入力や、大規模テキストから抽出した知覚的特徴語を用いる方法でフレームを作成するのは、コストが大きく現実的ではない。そこで、フレームのコピーやユーザとのやり取りを通して、知識を獲得・拡張するメカニズムを構築した。

### 5.1 既存知識についての正誤質問

すでに獲得した知識について、それが正しいかどうかをユーザに質問する。データベースに登録されている対象物の中から 1 単語を選び、その単語が持つ知識セット「<フレームの名称>-<属性>-<値>」を抽出し、「<フレームの名称>-<属性>は<値>?」といったテンプレートを用いて質問生成を行う。

表 1 類似度に基づく質問文決定ルール

ルール	Word2Vec を用いた類似度	フレームコピー時の質問文
①	属性 $\geq$ しきい値, 値 $\geq$ しきい値	<コピー先のフレーム名称> の<属性>は<値>?
②	属性 $\geq$ しきい値, 値<しきい値	<コピー先のフレーム名称> の<属性>は?
③	属性<しきい値, 値 $\geq$ しきい値	<コピー先のフレーム名称> は<値>?
④	属性<しきい値, 値<しきい値	<コピー先のフレーム名称> について教えて

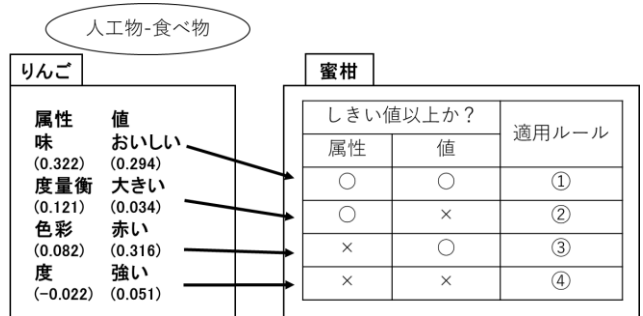


図 3 類似度に基づく質問の決定例

## 5.2 フレームコピーによる知識拡張とユーザへの質問

### (1) コピー元フレームの決定

JUMAN では、名詞に対して 22 種類のカテゴリを付与することができる。カテゴリの例として、「動物、人工物-食べ物、人工物-その他」がある。本研究では、これをフレームコピーの条件として用いる。つまり、同一カテゴリの対象物は類似のフレーム構造(属性)を持つと考えられるため、入力文の解析により対象物のカテゴリが得られると、同じカテゴリに属する既存のフレームをコピーする。カテゴリごとに種となるフレームを1つ作成しておけば、これを基に新規単語についてもフレームを与えることができる。例えば、新規対象物として、「蜜柑」が特定されたとする。JUMAN の解析結果では、「蜜柑」には「人工物-食べ物」というカテゴリが付与されているため、同じカテゴリに含まれる種フレームである「りんご」のフレームがコピーの候補となる。実際にどの属性と値をコピーするかは、以下に述べる類似度に応じて判断する。

### (2) 類似度の計算

フレームのコピー元となる種フレームの属性集合から、コピー先の単語の属性集合を引いた差集合を基にコピーすべき属性を決定する。まず、差集合の中から 1 つ属性を選び、コピー元の属性とそれに対応する値セット「<コピー元フレーム名称>-<属性>-<値>」を取得する。そして、コピー先のフレーム名称と、コピー元の属性、およびその値との間の類似度を算出する。そのために、まず Word2Vec[Mikolov 2013]を用いて、Yahoo!知恵袋に含まれる単語を 200 次元ベクトルで表現し、2 つのベクトルのコサイン類似度を求めた。なお、Word2Vec で類似度が得られなかった場合、0 とする。

<sup>1</sup> Yahoo!知恵袋: 研究機関提供用データ: 国立情報学研究所(NII) 提供版 ver2.1.

表 2 対話例

	質疑応答	システム処理	Word2Vecを用いた類似度	適用ルール
S(システム)1	単語/単語-機能を入力してください	新しい知識入力を求める		
U(ユーザ)1	苺			
S2	苺は赤い？	←フレームコピー(りんご→苺):りんご-主義者-赤い	(苺-主義者 0) (苺-赤い 0.325)	③
U2	肯定			
S3	苺の主義者は赤い？ 苺の色彩は赤い？	←属性を求める:「赤い」に対し日本語語彙体系を用いた上位語候補[主義者,色彩]		
U3	苺の色彩は赤い	←知識獲得: 苺-色彩-赤い		
≈	≈	≈	≈	
S4	蜜柑の味は酸っぱい？	←フレームコピー(りんご→蜜柑):りんご-味-酸っぱい	(蜜柑-味 0.322) (蜜柑-酸っぱい 0.446)	①
U4	訂正			
S5	蜜柑の味は？	←訂正值を求める		
U5	甘い	←知識獲得: 蜜柑-味-甘い		

(3) 類似度に基づく質問の決定

次に、(2)で算出した類似度に基づき、ユーザへの質問を決定する。質問決定ルールを表 1 に示し、このルールを用いて、「りんご」をコピー元の種フレームとし、コピー先の単語が「蜜柑」であるときの質問決定例を図 3 に示した。コピー元の属性・値が共にコピー先フレーム名称としきい値以上の類似度を有していれば(①)、「<フレームの名称>の<属性>は<値>？」のテンプレートを用いる。その結果、「蜜柑の味はおいしい？」という質問が生成される。一方、コピー元の属性とコピー先フレーム名称との類似度はしきい値以上であるが、コピー元の値については、コピー先フレームとの類似度がしきい値未満である場合は、「<フレームの名称>の<属性>は？」のテンプレートを選択する(②)。その結果、例えば、「蜜柑の度量衡は？」という質問文が出力される。また、コピー先フレーム名称とコピー元の属性との類似度はしきい値未満であるが、値との類似度がしきい値以上であれば(③)、「<フレームの名称>は<値>？」のテンプレートが適用される。例えば、「蜜柑は赤い？」が出力される。なお属性・値共に類似度がしきい値未満であった場合(④)、物体に関する自由入力を促す「<フレームの名称>について教えて」を出力する。なお、しきい値は 0.1 とした。

6. システム実装

図 4 に提案システムの構成を示す。JUMAN カテゴリの中から対象物として適した 18 種を選択し、各カテゴリにつき 1 単語についてのみ 4 章の方法で開発者がフレームを作成し、これを種フレームとする。ここでの入力文は、大規模テキストから抽出された知覚的特徴語を含む一文である。知識処理部では、既存知識に対する質問、フレームコピーを利用した質問、自由な知識入力力の 3 つの要求をランダムに出力し、それに対するユーザの応答を得る。このサイクルを通じ、獲得した知識は知識ベースとなるデータベースに登録される。

表 2 に、本システムとユーザとの対話実行例を示す。まず、[S1]では、ユーザから対象物名や 3 章で述べた対象物に関する知識を自由に受けつける。[U1]では、ユーザからの知識入力として「苺」が得られた。[S2]で、苺と同じカテゴリに属している種フレーム「りんご」の知識セット「りんご-主義者-赤い」を用いて、フレームコピーを行う。その際、「苺」と「主義者」、「赤い」について類似度を算出し、それぞれ 0 と 0.33 と求まる。これより質問ルール③が適用され、「苺は赤い？」が出力される。[U2]で、ユーザから肯定を得られると、[S3]で値「赤い」に対応した属性をユーザに回答してもらう。これは、しばしば値に対して複数の属性が存在し、適切な属性をユーザから教わるためである。そこで、「赤い」の属性候補「色彩」と「主義者」のどちらであるかをユーザに選択させる。[U3]でユーザの選択した属性を用いて、知識

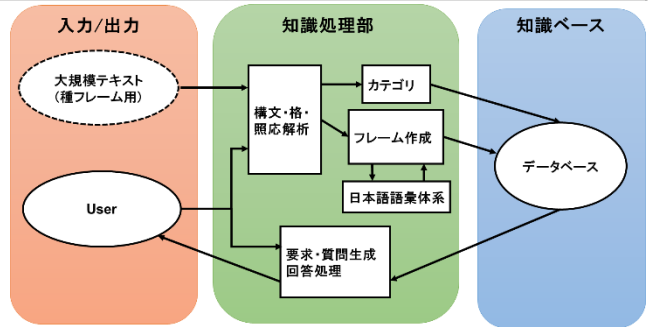


図 4 提案システムの構成

セット「苺-色彩-赤い」を獲得する。以上により、「苺」の属性「色彩」を獲得したので、5.2(2)で述べたように、以後、「苺」についてフレームコピーを行う際には、「色彩」は属性の差集合から外れ、「色彩」については質問されない。

[S4]で、「蜜柑」に対して種フレーム「りんご」の知識セット「りんご-味-酸っぱい」を用いてルール①を適用し、フレームコピーを行っている。これに対し、[U4]でユーザは訂正を選択している。このように、本システムでは、システムからの既存知識への正誤質問、および属性・値共にしきい値以上である場合のフレームコピーを利用した質問「<フレームの名称>の<属性>は<値>？」に対して、ユーザが質問に対する回答として訂正要求をすることができる。そのとき、システムはテンプレート「<フレームの名称>の<属性>は？」を用いて[S5]を生成し、値を問う質問を行う。ユーザが属性に対応した訂正值を入力することで知識セット「<フレームの名称>-<属性>-<訂正值>」が登録される。つまり[U5]で、「甘い」と訂正值を入力することで、知識セット「蜜柑-味-甘い」を獲得する。

7. 実験

フレームコピーによる質問時、類似度を用いずにすべてルール①を適用する方式の下で、提案システムを研究室内で約 10 人に使用してもらった。計 1763 のやり取りを通して、132 単語、知識セット「物体名+属性+値」を 293 セット新たに獲得し、ユーザとの対話を通じ知識獲得・拡張できることを確認した。表 3 に知識獲得した例として「メロン」と「豆腐」に関する知識セットを示す。

表 3 知識獲得結果の例

<フレームの名称>	<属性>	<値>
メロン	値・額	高い
メロン	平面図形	丸い
豆腐	におい	無臭
豆腐	色彩	白
豆腐	味	マイルド

---

## 8. おわりに

本研究では、物体の形態や色、使い方や機能に関する知識を、大規模テキストとユーザの対話から獲得するシステムを提案した。まず、大規模テキストから、対象物と係り受け関係にある形容詞を知覚的特徴語として抽出し、対象物のフレームを作成した。この方法を用いて、対象物のカテゴリごとに、種フレームを作成した。さらに、新規対象物に対して、種フレームからのコピーの適用とユーザへの質問を決定する方法を提案した。これにより、ユーザとの対話を通じて対象物に関する知識を獲得・拡張することができる。

今後の課題として、大規模テキストから機能的特徴語の抽出を行い、効率のよい知識獲得を目指し、質問方法の改善を行う。また、音声やマルチモーダルなインタラクションを導入することにより、より自然な対話の実現を目指す。

### 謝辞

本研究は、JST, CREST の支援を受けたものである。

### 参考文献

- [Han 2015] Han, S. et al: Exploiting knowledge base to generate responses for natural language dialog listening agents, 16th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue, 2015.
- [Lenat 1995] Lenat, D. B.: CYC: A large-scale investment in knowledge infrastructure, Communications of the ACM, 38(11), 33-38, 1995.
- [Singh 2002] Singh, P. et al.: Open Mind Common Sense: Knowledge acquisition from the general public, OTM Confederated International Conferences, On the Move to Meaningful Internet Systems, Springer Berlin Heidelberg, 2002.
- [Barbu 2009] Barbu, E.: Acquisition of common sense knowledge for basic level concepts, RANLP, 2009.
- [菅生 2014] 菅生 健介, 萩原 将文: ユーザ発話からの知識獲得機能を有する対話システム, 日本感性工学会論文誌, vol. 13, no. 4, pp. 519-526, 2014.
- [笹野 2011] 笹野 遼平, 黒橋 禎夫: 大規模格フレームを用いた識別モデルに基づく日本語ゼロ照応解析, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3328-3337, 2011.
- [池原 1999] 池原 悟, 宮崎 正弘, 白井 諭, 横尾 昭男, 中岩 浩巳, 小倉 健太郎, 大山 芳史, 林 良彦: 日本語語彙大系 CD-ROM 版, 岩波書店, 1999.
- [Kudo 2003] Kudo, T. and Matsumoto, T.: Fast Methods for Kernel-based Text Analysis, Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics-Volume 1. Association for Computational Linguistics, 2003.
- [Mikolov 2013] Mikolov, Tomas., et al.: Efficient estimation of word representations in vector space, .arXiv preprint arXiv:1301.3781, 2013.