

断片的な知識の関連性を考慮した応答が可能な意味ネットワークを用いた対話システム

A Dialog System Using Semantic Network Being Able to Reply Considering Relations between Fragmentary Knowledges

今村 弘樹

Hiroki IMAMURA

*1創価大学 工学部 情報システム工学科

Soka University, Faculty of Engineering, School of Information System

We aim at constructing a dialog system being able to reply considering relation between fragmentary knowledges. For instance, we input fragmentary knowledges such as "I am a human", "A human is a mammal" and "A mammal is an animal" to the system, then we inquire "What is I" to the system, the system can automatically reply "I am a human, a mammal and a animal" considering relations between fragmentary knowledges.

1. はじめに

今までに、対話による観光案内システム [1] や、データベース検索音声対話システム [2] など、コンピュータとユーザの対話により、種々のタスクを実行する対話システムが提案されている。

これらのシステムは、ユーザの問い合わせに対して、事前に知識をデータ化したデータベースを検索し、問い合わせに対応したデータを検索する。さらに、この検索したデータに基づいた応答文によりユーザに対して応答する。

本研究では、上記の対話システムに対して、“断片的な知識の関連性を考慮した応答をすることができる”対話システムの構築を目的とする。このような対話システムが構築できれば、例えば、“私は人間である。”、“人間は哺乳類である。”、“哺乳類は動物である。”のように断片的な知識をシステムに与えておけば、ユーザが“私は何か。”という問い合わせをした場合、システムは、各知識の関連性を把握し、“私は、人間、哺乳類、動物である。”というような応答が可能となる。これにより、予め各知識の関連性をシステムに明示しなくとも、コンピュータが自動的に知識の関連性を考慮した応答をしてくれるようになる。

本研究は、上記の目的のためのアプローチとして、ユーザから入力された文章を意味ネットワーク [3] にデータとして蓄積し、ユーザの問い合わせに対して、意味ネットワーク内に蓄積されたデータの関連性を考慮し、これに基づく応答文を生成し、ユーザに提示することを考える。さらに、このアプローチに基づく対話システムを構築し、その有用性を実験により評価する。

2. 提案システム

ここでは、提案するシステムの概要を示す。図 1 に提案システムの処理の流れ図を示す。まず、ユーザから問い合わせの文章をシステムに入力する。次に、入力された文章を解析する。文章の解析は、入力された文章の各単語とその品詞を解析する。さらに、解析した文章のデータを意味ネットワークで扱えるように、入力文章をデータ化する。次に、入力された文章が質問文か平常文の判定を行う。ここで、入力された文章が平常

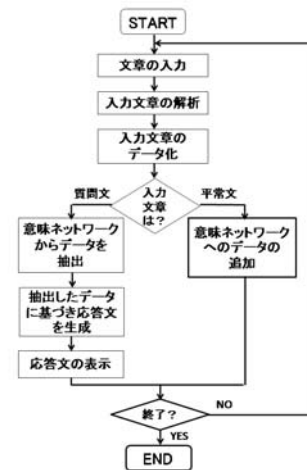


図 1: 提案システムの処理の流れ図

文の場合は、前の処理でデータ化したデータを意味ネットワークに追加する。一方、入力された文章が質問文の場合には、意味ネットワークから質問文に対応したデータを抽出する。さらに、抽出したデータに基づき応答文を生成し、生成した応答文をユーザに対して表示する。以下、主要な処理について詳細を述べる。

2.1 入力文章の解析

まず、システムに入力された文章の解析を行う。解析には、形態素解析 [4] を用いて入力された文章の単語とその品詞を解析する。ここで扱う文章は、“主語 + 述語”、または、“主語 + 修飾語 + 述語”で構成される文章のみとする。ここでの主語とは、一般の文法で定義されている文章の主格となる名詞として定義する。また、ここでの述語とは、主語の動作・作用・性質・状態を表す名詞として定義する。さらに、ここでの修飾語とは、述語の目的語となる名詞、また、述語を修飾する名詞として定義する。例えば、“主語 + 述語”の例文として、“私は教員です”、“彼は学生です”となる。これらの文章において主語はそれぞれ“私”、“彼”となり、述語はそれぞれ“教員”、“学生”となる。また、“主語 + 修飾語 + 述語”の例文として、“私は情報工学科の所属です”、“時計は机の右隣です”とな

入力された文章：私は情報工学科の所属です

メモリ番地	1	2	3	4	5	6
単語	私	は	情報工学科	の	所属	です
品詞	名詞	助詞	名詞	助詞	名詞	助動詞

入力された文章：彼は法律の知識を持っている

メモリ番地	1	2	3	4	5	6	7	8	9
単語	彼	は	法律	の	知識	を	持っ	て	いる
品詞	名詞	助詞	名詞	助詞	名詞	助詞	助動詞	助詞	助動詞

図 2: 入力された文章の解析とメモリへの格納

る。これらの文章において主語はそれぞれ“私”、“時計”となり、修飾語はそれぞれ“情報工学科”、“机”となり、述語はそれぞれ“所属”、“右隣”となる。

ここで主語、修飾語、述語は、以下の手順で抽出する。その前に、入力された文章に対して形態素解析を行い、図 2 のように単語と品詞を対として文頭から順にメモリに登録する。メモリ番地の小さい方から、品詞が助詞で、単語が“は”あるいは“が”となるメモリ番地を検索し、その1つ前のメモリ番地の単語を主語とする。また、メモリ番地の小さい方から、品詞が助詞あるいは助動詞のメモリ番地を検索し、その前のメモリ番地で、助詞あるいは助動詞に一番近いメモリ番地の名詞を述語とする。さらに、主語と述語の間に名詞が1つだけ存在すれば、それを修飾語とする。

2.2 入力文章のデータ化

ここでは、入力された文章を意味ネットワークで扱えるように、前節に示した解析結果に基づき、データ化する。入力された文章を以下のようにデータ化する。

1. 主語の単語
2. 主語と述語の関係
3. 主語の助詞
4. 述語の単語
5. 述語の助詞/助動詞
6. 修飾語の単語
7. 述語と修飾語の関係
8. 修飾語の助詞

なお、ここでの“主語と述語の関係”は、主語の助詞とし、“述語と修飾語の関係”は助詞あるいは助動詞とする。また、入力文章が“主語 + 述語”の場合は、修飾語に関するデータ(上記 6.~8.)は扱わないこととする。

2.3 平常文と質問文の判定

入力文章中に“ですか”、あるいは“ますか”が含まれる場合、その文を質問文として判定し、それ以外を平常文として処理する。

データの構造 実際の例

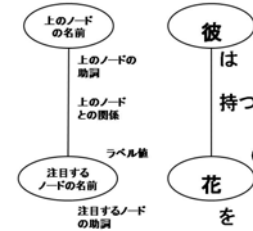


図 3: 本手法で用いる意味ネットワークの構造

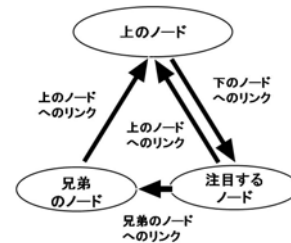


図 4: 本手法で用いる意味ネットワークにおける各リンク

2.4 意味ネットワークへのデータの追加

入力文章が平常文の場合、データ化した各データを意味ネットワークに追加できるように以下の処理を行う。データの追加に際して、意味ネットワークにおいて新たに追加するノードは以下のデータを持つものとする(図 3)。

1. 上のノードの名前
2. 上のノードとの関係
3. 上のノードの助詞
4. 注目するノードの名前
5. 注目するノードの助詞/助動詞
6. ラベル値

ここで、入力文章が“主語 + 述語”という形式であれば、“主語”に相当するノードでは、“上のノードの名前”は、上位となるノードが既にネットワーク内にあればそのノードとし、無ければ“root”とする。“上のノードとの関係”は、上位ノードの助詞(“root”の場合は“is-a”)、“上のノードの助詞”も上位ノードの助詞(“root”の場合は“NULL”)、“注目するノードの名前”は、主語、“注目するノードの助詞/助動詞”は主語の助詞とする。また、“述語”に相当するノードでは、“上のノードの名前”は、主語とし、“上のノードとの関係”は、助動詞あるいは動詞、“上のノードの助詞”も主語の助詞、“注目するノードの名前”は、述語、“注目するノードの助詞/助動詞”は述語の助動詞、助動詞がない場合は、助詞とする。

また、入力文章が“主語 + 修飾語 + 述語”という形式であれば、“主語”、“述語”に関しては上記と同様な処理を行う。“修飾語”に相当するノードでは、“上のノードの名前”は、述語

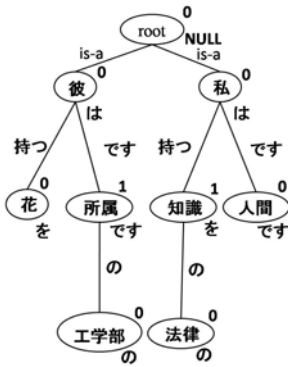


図 5: 本手法で用いる意味ネットワークの例

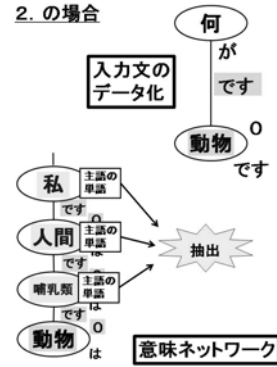


図 6: 2. の場合のデータ抽出法

とし、“上のノードとの関係”は、修飾語の助詞、“上のノードの助詞”は助動詞あるいは述語の助詞、“注目するノードの名前”は、修飾語、“注目するノードの助詞/助動詞”は修飾語の助詞とする。

また、各ノードを連結するリンクは、次のデータを持っているものとする(図4)。

1. 上のノードへのリンク
2. 下のノードへのリンク
3. 同じ上のノードを持つ隣のノード(兄弟ノード)へのリンク

なお、ここで用いる意味ネットワークは、 n 分木[3]の構造を持つものとする(図5)。また、各ノードのラベル値は、入力された文章が“主語+述語”か、あるいは、“主語+修飾語+述語”のどちらの形か判断するラベルで、0で初期化する。ただし、“主語+修飾語+述語”の形式のデータにおける述語のラベルは、1とする。

2.5 意味ネットワークからデータの抽出と応答文生成

ここでは、入力された文章が質問文である場合、意味ネットワークからデータを抽出する処理を行う。ここで考慮する質問文の形式は、以下のようなものを考える。まず、“主語+述語”の場合、

1. 主語(何, 誰)+述語(何, 誰)
 2. 主語(何, 誰)+述語
 3. 主語+述語(何, 誰)
 4. 主語+述語
- の4種類の組み合わせを考える。また、“主語+述語+修飾語”の場合は、
5. 主語(何, 誰)+修飾語(何, 誰)+述語(何, 誰)
 6. 主語(何, 誰)+修飾語(何, 誰)+述語
 7. 主語(何, 誰)+修飾語+述語(何, 誰)
 8. 主語(何, 誰)+修飾語+述語
 9. 主語+修飾語(何, 誰)+述語(何, 誰)
 10. 主語+修飾語(何, 誰)+述語
 11. 主語+修飾語+述語(何, 誰)
 12. 主語+修飾語+述語

の8種類の組み合わせを考え、合計12種類の組み合わせの場合に応じて、データを抽出する。

具体的なデータの抽出方法は、まず質問文を解析し、意味ネットワーク内で、(何, 誰)の箇所は任意の単語で、それ以外の箇所がマッチングするデータを検索する。ただし、質問文が“主語+述語”の形式の場合は、述語のラベル値が0のデータを探索し、“主語+修飾語+述語”の場合は、述語のラ

ベル値が1のデータを探索する。マッチングするデータが見つかったら、主語+動詞、あるいは、主語+修飾語+述語の順でそれぞれ助詞、助動詞、動詞を付加し応答文を表示する。

ここで、質問文が上記の2.の形式ならば、主語と述語の関係と述語がマッチするデータを探索し、さらに、その上位のデータとの関係が主語と述語の関係と同じならば、それらの上位のデータを抽出する(図6)。さらに、(上位のデータ1)+(,)+ (上位のデータ2)+(,)+...+(主語と述語の関係)の順でそれぞれ助詞、助動詞、動詞を付加し応答文を表示する。

3.の形式ならば、主語と述語の関係と主語がマッチするデータを探索し、さらに、その下位のデータとの関係が主語と述語の関係と同じならば、それらの下位のデータを抽出する(図7)。さらに、主語+(下位のデータ1)+(,)+(下位のデータ2)+(,)+...+(主語と述語の関係)の順でそれぞれ助詞、助動詞、動詞を付加し応答文を表示する。

また、質問文が上記の8.の形式ならば、述語、かつ、主語と述語の関係がマッチするデータを探索し、さらに、その上位のデータの述語、かつ、主語と述語の関係と同じならば、それらの上位のデータの主語を抽出する(図8)。さらに、(上位のデータ1)+(,)+(上位のデータ2)+(,)+...+(修飾語)+(述語)+(主語と述語の関係)の順でそれぞれ助詞、助動詞、動詞を付加し応答文を表示する。

質問文が上記の10.の形式ならば、主語、かつ、主語と述語の関係がマッチするデータを探索し、さらに、その下位のデータの主語、かつ、主語と述語の関係と同じならば、それらの下位のデータの主語を抽出する(図9)。さらに、(主語)+(下位のデータ1)+(,)+(下位のデータ2)+(,)+...+(修飾語)+(述語)+(主語と述語の関係)の順でそれぞれ助詞、助動詞、動詞を付加し応答文を表示する。

質問文が4.あるいは、12.の形式ならば、質問文にマッチするデータが見つかれば“はい”と応答し、なければ、“データがありません”と応答する。

3. 評価実験

提案手法の有効性を評価するための評価実験を行った。この実験では、本手法を実装したシステムを被験者に使用してもらい、設問に対して評価をしてもらった。この実験では、大学生10名を被験者として行った。

まず、被験者には、“主語+述語”と“主語+修飾語+述語”の2つの文章の形式の例文をそれぞれ1つずつ考えてもらい、これらの例文をシステムに入力してもらった。次に、2.5節で

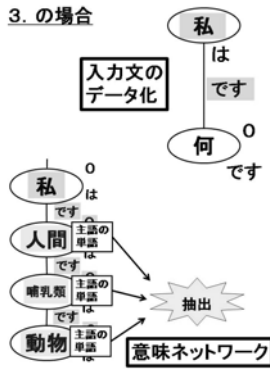


図 7: 3. の場合のデータ抽出法

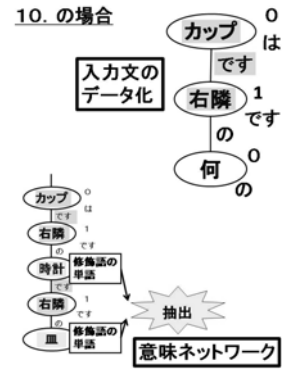


図 9: 10. の場合のデータ抽出法

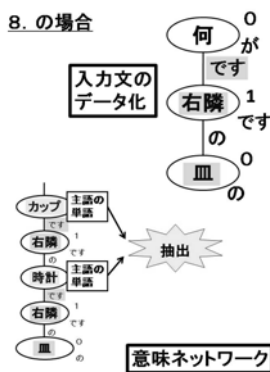


図 8: 8. の場合のデータ抽出法

示した“主語 + 述語”と“主語 + 修飾語 + 述語”のそれぞれ4通り、8通りの全12通りの質問形式で、システムに質問してもらい、その応答に対して、5段階で評価してもらった。ここでの具体的な、設問を以下に示す。

[設問1.] 1. から4. の形式の質問に対してシステムの応答をどう思いましたか？

[設問2.] 5. から12. の形式の質問に対してシステムの応答をどう思いましたか？

また、ここでの評価は以下のようにスコア付けしてもらった。(1点) 応答は全く不適切だ。(2点) 応答は若干不適切だ。(3点) どちらともいえない。(4点) 応答はまあ適切だ。(5点) 応答は全く適切だ。

さらに、“主語 + 述語”と“主語 + 修飾語 + 述語”の2つの文章の形式において、知識の関連性を考慮した応答が期待できる例文をそれぞれ考えてもらい、これらの例文をシステムに入力してもらった。次に、知識の関連性を考慮した応答が期待できる質問文の形式、2. と3. また8. と11. の形式の質問をそれぞれ1つずつしてもらい、5段階で評価してもらった。ここでの具体的な、設問を以下に示す。

[設問3.] 2. の質問に対するシステムの応答は知識の関連性を考慮した応答だと思いませんか？

[設問4.] 3. の質問に対するシステムの応答は知識の関連性を考慮した応答だと思いませんか？

[設問5.] 8. の質問に対するシステムの応答は知識の関連性を考慮した応答だと思いませんか？

[設問6.] 11. の質問に対するシステムの応答は知識の関

連性を考慮した応答だと思いませんか？

また、ここでの評価は、設問1. 設問2. と同様にスコア付けしてもらった。

それぞれの設問に対する評価結果を表1に示す。

表 1: 設問1. に対する評価

	設問					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
平均	4.40	4.00	4.80	4.50	4.20	4.20
標準偏差	0.52	0.94	0.43	0.85	1.23	1.03

実験結果より、本システムの評価は、断片的な知識に対する応答に関する設問(設問1と2)、知識の関連性を考慮した応答に関する質問(設問3~6)、全てにおいて、平均が4以上で、標準偏差が1.23以下であり、比較的良好な結果が得られたと考える。

4. あとがき

ここでは、予め各知識の関連性をシステムに明示しなくとも、コンピュータが自動的に知識の関連性を考慮した応答をしてくれるような対話システムを構築した。

構築したシステムの評価のために、実際に被験者にシステムを使用してもらい、評価実験を行った。評価実験の結果から、比較的良好な結果を得ることができた。

参考文献

- [1] 傳田明弘, 中川聖一, “日本語音声による観光案内システムのマルチモーダルインターフェイス化”, 情報処理学会第52回全国大会講演論文集, pp.167-168, 2006.
- [2] 小暮悟, 中川聖一, “データベース検索用音声対話システムにおける移植性の高い意味理解部・検索部の構築と評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.3, pp.714-733, 2002.
- [3] S.Russell, P.Norvig, 監訳: 古川康一, “エージェントアプローチ 人工知能 第2版”, 共立出版, 2008.
- [4] <http://chasen.naist.jp/hiki/ChaSen/>