

概念ベースとシソーラスを用いた 常識的な所要時間判断システムの精度向上

Accuracy Improvement in Commonsense Judge System for the Required Time Using Concept-Base and Thesaurus

岩瀬 元秀*1
Iwase Motohide

渡部 広一*1
Watabe Hirokazu

河岡 司*1
Kawaoka Tsukasa

*1 同志社大学大学院工学研究科

Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Graduate School of Engineering, Doshisha University

This study aims at realization of an intelligent computer which is gentle to human. For that purpose, it is necessary to let a computer a smooth conversation and the commonsense and flexible judgment understanding the intention of human. The required time judgment system which returns a suitable required time to a given sentence is proposed as one model of the judgment mechanisms. In this research, first, the conventional required time judgment system is explained and its problems are explored. Then improvement is added to the required time judgment system, and some techniques to make it a more intelligent system are proposed.

1. はじめに

人間同士が行うコミュニケーションは極めて重要な役割を果たしており、生活の中の社会活動や知的活動のような様々な活動を支えている。コミュニケーションをコンピュータが自由自在に行えるようになれば、マンマシン・インタフェースを飛躍的に向上させることができ、人に優しく知的な活動を行えるコンピュータを実現することができると思われる。そして、コミュニケーションには意図を理解した円滑な会話や柔軟な判断が必要であり、その判断の1つのモデルとして時間判断がある。時間判断として、与えられた文から人間と同じように時刻や季節、日付を導出できるようなシステム(時間判断システム[野村 2003])や与えられた入力文の所要時間を判断するシステム(所要時間判断システム[関 2004])が提案されている。本研究では所要時間判断システムに改良を加え、そのシステムの精度向上を研究目的とし、より知的なシステムとするためのいくつかの手法を提案する。

2. 所要時間判断システム

2.1 概念ベースとシソーラス

概念ベース[渡部 2001]について説明を行う。概念ベースとは語(概念)と意味(属性)のセットを約9万語分蓄積している国語辞書等から自動構築した汎用データである。概念は、ある語 A をその語と関連の強いと考えられる語(属性) a_i と重み w_i (>0)の対の集合として定義される。属性数 n は概念ごとに異なる。

$$\text{概念}A = \{(a_1, w_1), (a_2, w_2), \dots, (a_n, w_n)\}$$

ここで、 a_i を概念 A の1次属性と呼ぶ。任意の1次属性 a_i は、必ず概念ベース内に含まれている。つまり、属性を表す語もまた概念ベース上で概念として定義されている。従って、1次属性それぞれを1つの概念と見た場合、1次属性からさらにそれぞれの属性を導ける。これを2次属性と呼ぶ。概念ベースにおいて概念は n 次までの属性連鎖集合により定義されている。表1に概念「自転車」の属性と重みの様子を示す。

表1: 概念「自転車」の属性と重み

概念	属性, 重み		
自転車	自転車, 1.000	二輪車, 0.853	.. 乗る, 0.034

また、概念 A と概念 B の関係の深さを定量的にあらわすのが関連度計算[渡部 2001]という方法である。それぞれの概念が持っている属性と重みによって関連度計算は行われ、その結果は関連度という数値で表すことができる。関連度は0以上1以下の実数で表され、関連度が高いものが関連の深い語ということになる。図1に概念「自転車」の関連度計算の様子を示す。

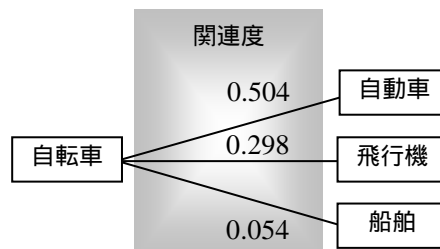


図1: 「自転車」との関連度

関連度計算を用いることにより、知識に持っていない語(未知語)を知識内にある関連の深い語に置き換えることができる。これにより未知語も扱うことができ知識の拡張が行われる。

シソーラスとは広く同義語、類義語を整理したもので、約2700の意味属性の上位下位関係、全体部分関係が木構造で示されたものである。約13万語が登録されており、親子・兄弟関係を持つ語についてはその関係も記述している。例えば、「酒」と「ビール」は親子関係、「ビール」と「ウイスキー」は兄弟関係である。シソーラスの親とはシソーラス上で上位(親)に当たる関係のものを言う。

2.2 所要時間判断システムの概要

所要時間判断システムの概要を述べる。所要時間判断システムに必要な不可欠なのは、「歯を磨くのは数分以内で行われる動作」といったような、所要時間に関する常識的な知識である。従って、本システムでは、人手で作成した「所要時間知識ベ-

ス」という所要時間に関する知識を与える。しかし、人間の知識を全て与えるのは不可能なので、「所要時間知識ベース」という限られた知識から概念ベースを用いた連想メカニズムを利用して、知識の拡張を行う。これによって多種多様な入力に対して回答できる知的なシステムを目指す。所要時間判断システムは時間判断メカニズムに属しており、時間判断メカニズムには所要時間判断システム以外にも、時間・日付・季節・歴史に関する判断を行うシステムが含まれる。また、時間判断メカニズムは常識判断メカニズムの1つであり、常識判断メカニズムには時間判断システム以外にも、職種に関する判断を行う職種判断システムや、場所に関する判断を行う場所判断システムなどが属している。

2.3 所要時間知識ベース

所要時間知識ベースとは所要時間判断システムで利用する知識ベースである(以後、所要時間 KB と呼ぶ)。表2にその一部を示す。所要時間を想起するような人間の日常動作に関する動詞とサ変名詞を321個格納している。所要時間の時間区分は数分以内、1時間以内、6時間以内、12時間以内、1日以内にわかれている。目的語によって所要時間が大きく変わる動詞を名詞依存動詞と呼び、量判断システム[菊山 2000]の大きさ判断を利用する。

表2: 所要時間知識ベース(一部)

ID	動詞	読み仮名	時間	目的語	数分以内	1時間以内	6時間以内
7	貼る	はる	数分以内				
63	洗う	あらう			0~12	13~29	30~64
192	料理	りょうり	1時間以内				

2.4 量判断システムの大きさ判断の利用

同じ動作をする際に、大きなものを対象に何かする場合は時間がかかり、小さなものを対象に何かする場合はそれほど時間がかからないという経験則のもと、目的語の大きさを判断し、その大きさの違いによって柔軟に所要時間を変化させる手法である。

量判断システムの基盤である大きさ判断は「大きさの常識スケール」という考えを導入し実現している。これは、原子のような小さな物質から太陽のような巨大なものまでを64のレベルに小さい順に分類したものである。大きさ判断では、出力はこの大きさスケールの数値(レベル)であり、このレベルの比較により大きさを判断するものである。

入力文が名詞依存動詞の場合、その目的語の大きさを判断し、所要時間 KB に登録されているその大きさの範囲の時間を参照して、出力を得る。

2.5 処理の流れ

入力から出力を得るための、本システムの処理の内容を以下に述べる。

入力文を名詞・助動詞・動詞の各入力フォームに入力する。動詞(サ変名詞)が所要時間 KB に入っているかを調べる。入力文の動詞(サ変名詞)が所要時間 KB に入っていないければ、概念ベースを使った未知語処理を行い、所要時間 KB の知識に置き換える。置き換えることができれば判断不可能とする。

動詞(サ変名詞)が名詞依存動詞かどうか調べる。名詞依存動詞でなければ、所要時間 KB に格納してある所要時間を出力する。

名詞依存動詞であれば、その動詞の目的語を量判断システムの大きさ判断にかけ、その目的語の大きさが所要時間 KB のどの時間区分に該当するかを参照して出力を出す。大きさが判断できない場合は判断不可能とする。

3. 従来の所要時間判断システムの分析

従来のシステムで所要時間を判断できる文章は「人間の日常的な動作」に関する文章に限られていた。人間の日常的な動作に関する動詞を含む文とサ変名詞を含む文を手で165個を作成し、それを評価データとして、従来の所要時間判断システムの評価をとったところ、精度は73%という結果であり、人間の日常的な動作を含む文に限った場合、高い精度が得られることがわかる。しかし、本システムが人間とのコミュニケーションを目的としているなら、そのように状況を限定することなく判断が行えなければならない。そこで、「長時間を要する動作を含む文」、「人間以外の主語を持つ文」にも対応させる必要があると考えた。20人にアンケートを行い、「家を建てる」、「子供を育てる」など長時間を要する動作を含む文100個を作成した。同様に「牛乳が腐る」、「木が育つ」など人間以外の主語を持つ文100個の作成を行った。合計200個の文章を評価データとして、従来の所要時間判断システムの評価をとった。図2はその結果であり、○は正解、×は不正解を表す。

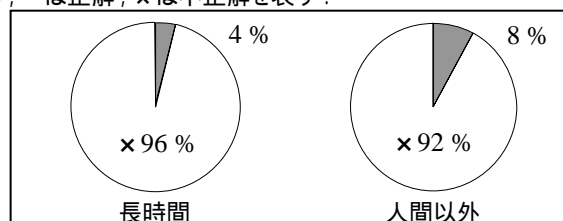


図2: 従来のシステムにおける精度

従来のシステムにおける精度は、長時間を要する動作を含む文の場合は4%、人間以外の主語を含む文では8%と非常に低い。これは、従来の所要時間判断システムでは対応していない文章であるので、当然の結果だといえる。

4. システムの改良と拡張

4.1 入力形態の改善

従来のシステムでは品詞ごとに別のフォームに入力していたが、自然言語を入力できることが望ましい。そこで、1文を同じフォームに記述できるよう改良を行った。しかし、入力された文章はそのまま扱うことができないので品詞ごとに分ける必要がある。そこで、形態素解析を行い文章を品詞ごとに分解する。

例えば「車を洗う」という文章が入力された場合、「車」は名詞(目的語)、「を」は助詞、「洗う」は動詞(述語)といったように分解し、「洗う」という動詞が所要時間 KB にあるかを調べる。

また、「勉強する」というような文の場合は「勉強」が名詞、「する」が動詞というように分解され、「勉強」がサ変名詞となるので、「勉強」が所要時間 KB にあるかどうか調べる。

4.2 出力表示の変更

従来の所要時間判断システムでの出力結果は、数分以内、1時間以内、6時間以内、12時間以内、1日以内という区分であった。しかし、1日を越える区分が無いことや、基準が曖昧であるという問題から、別の区分を用いることにした。結果を時間の単位にすれば曖昧性は解消されるであろう、という考えから「秒」

「分」「時間」「日」「週」「月」「年」という時間の単位を結果として出力することにした。

例えば「お風呂に入る」という文が入力されたときは、「分」という結果が出力される。

4.3 所要時間 KB の拡張

3 で述べたように、判断できる文章が人間の日常的な動作を含む文に限られていた。新たに長時間を要する動作を含む文や人間以外の主語を持つ文に対応させるためには、従来の所要時間 KB に登録されている語だけでは判断することができない。例えば、長時間を要する動作を含む文である「子供を育てる」では、「育てる」という動詞が所要時間 KB に無いため所要時間を判断することができない。人間以外の主語を持つ文である「霧が晴れる」の場合、「晴れる」という動詞が所要時間 KB に無いため判断が不可能である。そこで、長時間を要する動作に関する動詞、人間以外の主語が取る動詞で一般的なものを入手で登録した。

データベースに語の追加を行った場合での 3 と同じ長時間動作、人間以外の主語に関する評価データ(100 文ずつ)を用いて評価をとった。図3がその結果である。

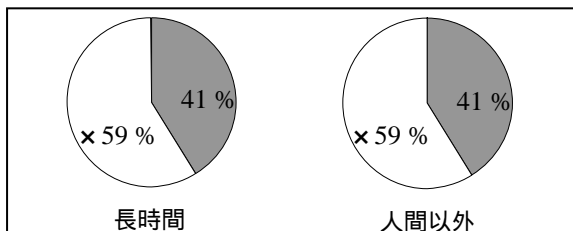


図3: データベース追加後の精度

長時間に渡る動作を含む文、人間以外の主語を持つ文、どちらも 41%の精度であることがわかった。データベースに語の追加を行う前より精度を向上させることに成功した。

失敗した文の共通点として、動詞の汎用性が高いことが挙げられる。例えば「行く」という動詞は汎用性が高く、いろいろな場面で使われるため所要時間を1つに定めることができない。以下に所要時間の例を挙げてみると、

- トイレに行く 「分」
- 遊園地に行く 「時間」
- 海外に行く 「日」
- 留学に行く 「年」

というように、目的語によって所要時間が変化することがわかる。所要時間を判断することのできなかつたほとんどの文章に汎用性の高い動詞が含まれていることがわかった。このような問題を解決するための手法が必要である。

5. 概念ベース、シソーラスを用いた判断システム

4.3 の結果より、データベースへの語の追加により精度を向上させることができた。しかし、汎用性の高い動詞を含む文章を判断することができないという問題点があった。従来の所要時間判断システムでは、名詞依存動詞に対応するために大きさ判断を利用していた。「洗う」などの動詞の場合は、目的語の大きさによっておおよそ所要時間の判断が可能と言えるが、「行く」などの動詞では大きさ判断を利用することができない。例えば、「トイレに行く」という文の場合、目的語である「トイレ」の大きさから所要時間を判断することは不可能である。

そこで、問題点を解決する新たな手法を提案する。

5.1 汎用性の高い動詞への対応

まず、汎用性の高い動詞の抽出を行った。その結果、「行く」「見る」など 35 個の動詞を汎用性が高いと判断した。

汎用性の高い動詞に対応する新たな手法として、概念ベースを利用した判断と、シソーラスを利用した判断を提案する。

(1) 概念ベースの利用

2.1 で説明を行った概念ベースを利用した処理を提案する。入力された動詞が汎用性の高い動詞であった場合、目的語(目的語が無い場合は主語)から所要時間を判断する。

あらかじめ、それぞれの動詞に対応したデータベースを作成しておく。汎用性の高い動詞 35 語に対応する代表的な目的語や主語(以下、「代表名詞」とする)を 307 個抽出し、代表名詞に対応する所要時間とともにまとめたデータベースが表3であり、以下代表名詞ベースと呼ぶ。

表3: 代表名詞ベース(一部)

ID	動詞	代表名詞	時間
39	作る	料理	分
155	育つ	木	年

ある汎用性の高い動詞が入力された際、入力された文中の目的語や主語と代表名詞の関連度を計算し、最も高い関連度を得た代表名詞の持つ所要時間を結果として出力する。

(2) シソーラスの利用

2.1 で説明を行ったシソーラスを利用した処理を提案する。入力された動詞が汎用性の高い動詞であった場合、目的語(目的語が無い場合は主語)から所要時間を判断する。

あらかじめ、それぞれの動詞に対応したデータベースを作成しておく。汎用性の高い動詞 35 語に対応するノード(以下、「代表ノード」とする)を 317 個抽出し、代表ノードに対応する所要時間とともにまとめたデータベースが表4であり、以下代表ノードベースと呼ぶ。

表4: 代表ノードベース(一部)

ID	動詞	代表ノード	時間
78	楽しむ	遊び・ゲーム	時間
252	行く	旅行	日

ある汎用性の高い動詞が入力された際、入力された文中の目的語(目的語が無い場合は主語)の親を調べる。その親が代表ノードであった場合、代表ノードの持つ所要時間を結果とする。親が代表ノードで無かった場合は、さらにその親を調べるという処理を代表ノードが見つかるまで続ける。目的語がシソーラスに無かった場合や親を調べていっても代表ノードと一致しなかった場合は判断不可能とする。

5.2 2段階処理

5.1 で提案した手法を用いて、名詞依存動詞に対応する処理を行う。

そこで問題となるのが、この 2 種類の方法をどのように用いるかということである。そこで、それぞれの方法を組み合わせて評価を取ることにした。方法の組み合わせには、以下の 4 種類がある。

- 概念ベースを利用した判断のみ
- シソーラスを利用した判断のみ
- 概念ベース利用判断の後、シソーラス利用判断
- シソーラス利用判断の後、概念ベース利用判断

の場合、概念ベースを利用した判断で、入力された目的語と代表名詞の関連度が閾値 0.16(研究により実験的に求められた閾値)に達しなかった場合にシソーラスを利用した判断を行う。 の場合はシソーラスを利用した判断で結果が得られなかったとき、概念ベースを利用した判断を行う。

4.3 と同じ評価データを用いて評価を取ったところ、長時間に渡る動作を含む文、人間以外の主語を持つ文どちらの場合も、精度が最も高くなるのがわかった。

よって所要時間判断システムでは最も精度の高かった の「概念ベースを利用した判断を行い、閾値に達しなかった場合はシソーラスを利用した判断を行う」という判断を用いることとする。

6. 評価と考察

5.2 で述べた処理を用いて評価を行った。評価データは 4.3 で用いたデータと同じものである。その結果が図4である。従来のシステムで評価した結果の図2に比べ、長時間に渡る動作を含む文では 87%、人間以外の主語を持つ文では 82%精度が向上していることがわかる。

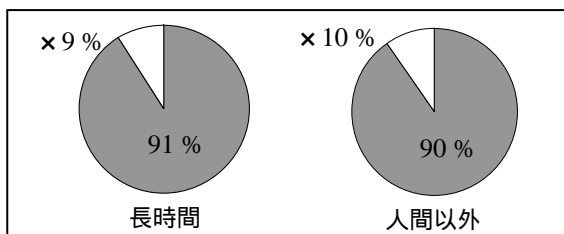


図4:新しいメカニズムを用いた場合の精度

同様に、人間の日常的な動作を含む文における評価を行った。評価データは 3.2 と同じもので、165 個のデータを用いた。その結果が図5である。

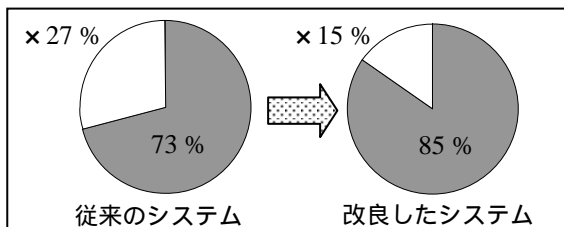


図5:人間の日常的な動作を含む文における精度

図5より、汎用性の高い動詞に対応したメカニズムの構築により人間の日常的な動作を含む文においても 12%精度を向上したことがわかる。

以上より、システムに改良を加えたことで、さまざまな文において高い精度が得られ、所要時間判断システムによる常識的な判断がほぼ可能になったといえる。よって、今回提案した汎用性の高い動詞に対応したメカニズムが所要時間判断システムの知的化に大いに貢献できたといえる。成功例と失敗例を以下に示す。

• 成功例

人間の日常的な動作を含む文

「トイレに行く」「分」

「ご飯を作る」「分」

長時間に渡る動作を含む文

「留学に行く」「年」

「雑誌を作る」「週」

人間以外の主語を含む文

「牛乳が腐る」「日」

「木が育つ」「年」

• 失敗例

「なすが腐る」 出力なし

「腐る」は汎用性の高い動詞として登録されており、「腐る」の代表名詞「野菜」の所要時間は「日」と定義されている。目的語「なす」と「野菜」の関連度は 0.04 で閾値 0.16 に届かず「出力なし」という結果になってしまった。シソーラスによる判断で成功できるよう、知識を追加する必要があると思われる。

「風邪が治る」「月」

シソーラスの「病気類」というノードには風邪やがんなどのあらゆる病気が登録されている。「治る」の代表ノード「病気類」の所要時間を「月」としていたが全ての病気が治る所要時間は同じだとは考えられない。概念ベースを利用した判断を使って病気の種類によって所要時間の判断を可能にする必要があると思われる。

「髪を洗う」「秒」

「洗う」という動詞は名詞依存動詞であり目的語の大きさによって結果が変わる動詞である。大きさ判断で「髪」の大きさがとても小さいものと見なされたため失敗してしまっ

7. おわりに

本研究では、知的な判断メカニズムを用いて、コンピュータに常識的かつ柔軟で適切な会話を実現させる為の1つのモデルとして、入力された文章の所要時間の判断を行う所要時間判断システムの研究報告を行った。

従来の所要時間判断システムは人間の日常的な動作を含む文にのみ対応しており、長時間に渡る動作を含む文や人間以外の主語を持つ文に対応していなかった。そこで、データベースへの語の追加や、概念ベースやシソーラスを利用した汎用性の高い動詞に対応する判断を用いることでそれらの文における所要時間の判断が可能になった。また、入出力に関しても、よりユーザが使いやすい形態に改善を行った。以上から、所要時間判断システムをより知的化することに成功したといえる。

今後の課題として、今のシステムでは所要時間判断と関係ない入力文であっても、結果を出力してしまう場合があるが、所要時間判断と関係無いことを判断させるメカニズムを作ることが挙げられる。また、所要時間判断と時間・日付・季節判断を統合させて、複合的な時間判断システムの完成を目指す必要があると思われる。

本研究は文部科学省からの補助を受けた同志社大学の学術フロンティア研究プロジェクト「知能情報科学とその応用」における研究の一環として行った。

参考文献

- [渡部 2001] 渡部広一, 河岡司: “常識的判断のための概念間の関連度評価モデル”, 自然言語処理, Vol.8, No.2, pp.39-54, 2001.
- [野村 2003] 野村理樹, 渡部広一, 河岡司: “時間の常識的判断システムにおける未知語処理方式の検討”, FIT2003, pp.191-193, 2003.
- [関 2004] 関彰人, 渡部広一, 河岡司: “時間の理解に関する常識的判断システム-所要時間の判断機能-”, 第 18 回人工知能学会全国大会, 2D2-08, 2004.
- [菊山 2000] 菊山善久, 渡部広一, 河岡司: “常識スケールを用いた量的判断メカニズムの構築”, 同志社大学理工学研究報告, Vol.41, No.1, pp.7-15, 2000.