

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-

Common sense Judgment System for Time Understanding

--Estimation of The Time required--

関 彰人*1
Seki Akihito

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

In order for man to hold bidirectional conversation with a computer without stress, it is necessary to make a computer understand the element and expression related to time to appear in conversation. In this research, the estimation of the amount of time to do something is proposed. The foundations of this research are building the knowledge-base which accumulated the verb which may recollect the time required easily, and estimating the amount of time with reference to this knowledge-base. However, since all words are unstorable in the knowledge-base, the technique of making the unknown words which does not exist in the knowledge-base convert to a known word is required. Moreover, the technique of realizing flexible judgment is proposed using the size judgment which is the function of a quantity judgment system to judge the quantity of all things to various indices.

1. はじめに

人間にとって便利な道具であるコンピュータは、今後、人間との双方向会話によるコミュニケーション機能を備え、また、「常識」を理解することが期待される。そのために知的会話メカニズムが提案されている。

知的会話メカニズムの構造は大きく3層に分かれている。上層には、外界の理解や人間の要求を理解した上でその要求に応じた出力を返す層が存在する。例えば広告や看板などの環境を理解し、また人間の「温かいものが食べたい」等の要求に対して飲食店の位置や情報を出力する。中間層は感覚・知覚に関する判断や感情に関する判断等、人間が日常的に行っている種々の常識的な判断を担う。例えば、先の要求文中における「温かいもの」とはどんなものを指すかを判断することで、上層のメカニズムに、柔軟性を持たせる。下層には概念処理を行うメカニズムを構築し、中間層の判断メカニズムに対して連想などの機能を提供する。それは人間で言えば、知らない言葉を聞いたとき過去の記憶から大体的見当をつけて類推する事ができる、あるいは、辞書や周囲の人間に聞く等して対応する事ができることに相当する。

本研究では知的会話メカニズムにおける、時間に関する表現の理解を目指し、特に所要時間を判断する手法を提案する。

2. 会話における時間に関する要素

人間がストレス無くコンピュータとの双方向会話を行うためには、コンピュータに、会話中に登場する時間に関する要素・表現を理解させる必要がある。理解が必要な要素・表現としては表1のような種類が挙げられる。

時刻・季節は、時刻や季節に関する知識や理解が必要な場面である。人間は無意識のうちに、「スキーに行きたい」というのは、冬のことを言っている、といった判断を行っていると思われる。

所要時間は、時間の長さに関する常識である。「お風呂に入ります」と言われたら、2~3分で出てくる、あるいは3時間以

上出てこない、とは普通の人は思わないが、それは所要時間に関する常識を持っているからである。

歴史的話題は広く知られている過去の出来事の共通知識が元であり、その知識が無い、あるいは話題を理解するための常識が無ければ円滑な会話を行えない。

これらの中で、明示的に時刻や日付等を意味する表現をコンピュータが扱うためのモデルなどが研究されている。また、明示的では無いが時刻や季節等を想起させるような表現からでも、人間が抱くのと同じように時刻や季節等を導出できるようなシステムが提案されている[野村 2003;小畑 2001]。

本研究では時間に関する表現のうち、所要時間に関する判断方式を提案する。

本研究の基本は、所要時間を容易に想起しうる動詞(サ変名詞)などを蓄積した知識ベース(以後、所要時間 KB と呼ぶ)を構築し、これを参照して所要時間表現を判断することである。しかし、すべての言葉を知識ベースに格納することはできないので、知識ベースに存在しない未知の言葉(未知語)を既知の語に帰着させる手法(未知語処理)が必要である。これには電子化国語辞書などから構築された概念ベースと、概念間の関連の強さを計算する関連度計算[渡部 2001]を用いる。また、様々な指標に対してあらゆるものの量を判断する量判断システム[菊山 2000]の機能である大きさ判断を用いて、柔軟な判断を実現する手法を提案する。

表1 時間に関する要素の理解が必要な表現

| 種類 | 会話文例 |
|-------|------------------|
| 時刻・季節 | 「スキーに行きたい」「日が沈む」 |
| 所要時間 | 「お風呂に入ってきます」 |
| 歴史的話題 | 「新撰組の近藤勇が…」 |

3. 問題の定義

まず、本稿において使用する言葉や問題を定義する。本システムで扱う所要時間表現は、次の か とする。名詞と動詞の組み合わせ

動詞のみ

ここで、簡単のために上記 と を合わせて「単文」と呼ぶ。

「牛乳が腐る」「家を建てる」「家が老朽化する」「雨が降る」「風呂を洗う」「ご飯を食べる」など、様々な所要時間に関する表現があるが、その判断される所要時間は極めて曖昧である。また、普段我々は人間が行う動作にかかる時間に対する関心が高い。よって、知識ベースを作成するにあたって、人間の日常的な動作のうち所要時間に関する表現(単文)を集めることにした。そこで、人間の日常動作とその所要時間のアンケートを実施したところ、80のデータを得た。また、概念ベースや辞書などから取り出した動詞リスト(約2万3千語)から人間の日常動作の所要時間に関する296の動詞を手動で選出した。

この際に、生じたいくつかの問題点について以下で述べる。

3.1 個人・状況による所要時間の違い

日常行われている動作を表す表現でも、個人・状況によって幅広い所要時間を想起することがわかった。例えば、「ご飯を食べる」の所要時間は10分から1時間と様々なアンケート結果が得られた。これは、友達と久しぶりの食事では1時間くらいかかるが、朝の忙しい食事では10分くらいということだろう。また、「掃除をする」の所要時間も10分から1時間と幅のあるアンケート結果が得られた。これは、簡単に掃除する時は10分くらいであるが、念入りにしっかり掃除する時は1時間ということであろう。このように、同じ表現でも短い時間から長い時間まで幅広い所要時間があり、それに対してどのように対処するかが問題である。そこで、細かい所要時間の判断は不可能に近いと考え、常識でない時間判断を目指す。つまり、曖昧な所要時間に対して、ある程度の幅広い時間幅を持たせた所要時間を判断させることにした。

3.2 動詞の多義性

言語には一般に多義語が存在する。例えば、「入る」という動詞は、「風呂」などのように「場所」の種類の目的語と、「保険」などのように「組織」の種類の目的語をとる。前者は「移動する」という意味だが、後者は「加入する」という意味である。この場合、日常の所要時間に関する動作は前者のみである。本システムでは所要時間に関する表現を対象としているので、多義語に関しては、所要時間に関係しない意味ではなく、所要時間に関する意味において、その所要時間を所要時間 KB に登録した。つまり、例えば、「入る」という動詞に対して、「加入する」という意味では判断できない問題が生じる。このような場合、動詞の意味が目的語によって変わるような動詞は、所要時間知識ベースに登録されている意味で使われているとみなす。

3.3 同音異義語

ひらがなで書いただけでは、その動詞の意味が判断できないような同音異義語が存在する。我々が普段話す会話の意味理解は、会話文の前後関係や相手の表情など多くの要素を利用している。つまり、同音異義語は会話の前後関係がない場合もしくは、漢字で表記されていない場合は判断が難しい。例えば、「せんたくする」は「選択する」とも「洗濯する」とも考えられる。このような、同音異義語がひらがなで表記されている場合は、その語がどの意味で使用されているか判断するのは難しいので、入力語は漢字を対象にする。ひらがなで入力された場合は、所要時間 KB に登録されている意味で使われているとみなす。

3.4 固有の表現

日常会話の中には多くの慣用句のような固有の表現が存在する。例えば、「用をたす」は「大小便をする」を意味し、「お茶をする」は「休憩する」を意味するといったものがある。「飯る(めし

る)」は「ご飯を食べる」を意味するといったように口語も数多く存在する。このような固有の表現に関して、本来の意味で使われていなかったり、新たな意味として使われていたりして、全てを網羅することは不可能であるので、よく使われていると思われる表現のみを所要時間知識ベースに登録する。

4. 所要時間判断システム

所要時間判断システムとは、人間の日常的な動作の所要時間を判断するシステムである。

ある語句表現(入力)に対して、それが常識的な表現かどうかの判断ができ、その語句表現の所要時間を出力できた場合を「所要時間を判断できた」と定義する。また、人間が入力語に対して想起する結果と、本システムの出力結果とを比較し、それによって評価を行う。

5. 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(以下、「所要時間 KB」と呼ぶ)。表2にその一部を示す。アンケートと動詞リストから、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。本質的に曖昧な人間の感覚に合わせ、常識でない判断ができるように、所要時間の時間区分を数分以内、1時間以内、6時間以内、12時間以内、1日以内に分けた。

表2 所要時間知識ベースの一部

| D | 動詞 | 時間 | 目的語 | 数分以内 | 1時間以内 | 6時間以内 | 12時間以内 | 1日以内 |
|-----|-----|--------|-----|------|-------|-------|--------|------|
| 63 | 洗う | | | 0~12 | 13~29 | 30~64 | | |
| 119 | 洗顔 | 数分以内 | | | | | | |
| 187 | 食べる | 1時間以内 | | | | | | |
| 307 | 寝る | 12時間以内 | | | | | | |

以下、知識ベースに登録されている語を既知語と呼ぶ。また、「数分以内、1時間以内、6時間以内、12時間以内、1日以内」の5語を代表時間区分と呼ぶ。

6. 本システムの処理の流れ

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...入力文は名詞・助詞・動詞の各入力フォームに入力する。

入力文が常識的な表現かどうか...入力文をキーワードとしてWEBの検索エンジンで検索し、取得された文書数(以下、「検索数」と呼ぶ)から、常識的な文章かどうかを判断する。

動詞で判断可能かどうか...常識的な入力文において、動詞(サ変名詞)が所要時間 KB に入っているかを調べる。もし、その動詞が所要時間 KB に入っていて名詞依存動詞(後述)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。

名詞依存動詞の処理...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。

未知語処理...入力文の動詞(サ変名詞)が所要時間 KB に入っていない場合は、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、出力を出す。

7. 名詞依存動詞

アンケート結果を調査していると、単文から想起する所要時間はおよそ動詞によって決まることがわかった。しかし、目的語によって動詞の所要時間が大きく変化する動詞(「名詞依存動詞」と呼ぶ)があった。例えば、「手を洗う」ならば、所要時間は短い時間であると考えられるが、「車を洗う」は1時間くらいと考えるのが妥当であろう。このような名詞依存動詞において、一般的に目的語の大きさが大きい程時間がかかるという経験則から、目的語の大きさに着目し、量判断システムの大きさ判断を利用した所要時間判断手法を提案する。

8. 量判断システムの大きさ判断

大きさ判断は、図1のような「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、原子のような微小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。

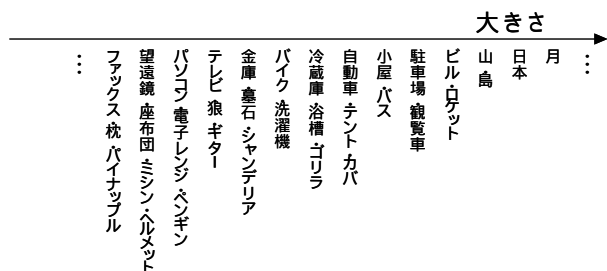


図1 大きさの常識スケール

9. 入力文に対する常識性判断

「服を着る」というような常識的な入力文に対しては通常の処理をすればよいが、「山を着る」などのように非常識な入力文に対して、「入力文が日常的な文章ではない」というように非常識と判断をすべきである。つまり、入力文が常識的であるか判断する必要がある。常識的な表現であれば、WEB上にその表現が多く存在するので、検索エンジンでその入力文を検索した場合にそのような表現を含む文書が比較的多く見つかるはずである。そこで、既存の検索エンジンを利用し、文字列を検索しその検索数を取得するシステム(検索数取得システム)を利用する。

検索数について予備調査を行い、その結果、入力文の検索数が20件以上あれば常識的な入力と判断することにした。

単文とその検索数の例を表3に示す。

表3 検索数による入力文の常識性判断

| 入力文(単文) | 検索数 | 常識的かどうか |
|---------|--------|---------|
| 寝る | 773000 | 常識 |
| ご飯を食べる | 41100 | 常識 |
| 服を着る | 35700 | 常識 |
| 空を食べる | 12 | 非常識 |
| 山を着る | 1 | 非常識 |

10. 概念ベースと関連度計算

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された汎用データである。概念Cに対し、その意味特徴を表す語である属性(1次属性)と、

その属性の重要度(重み)の組が数個~数十個登録されている。属性はまた、概念ベースに登録されている概念である。概念Cの1次属性の1次属性を、概念Cの2次属性と呼ぶ。

また、概念と概念の関連の強さを定量的に評価した0~1の実数値(関連度)を関連度計算によって得ることができ、関連度が大きいほど概念同士の関連が深いことを表す。

11. 最高関連度語置換処理

特定の既知語と非常に関連の深い未知語の場合、時間的観点においてもその既知語と同等な判断を行うことができると考えられる。そこで、既知語と極めて関連の高い未知語に対する未知語処理手法である、「最高関連度語置換処理」を示す。

1) 未知語Xと、すべての既知語との関連度を取る。

2) 未知語Xと最も高い関連度(ただし、閾値 Th_r より大)である既知語があれば、未知語Xが示す時間はその既知語に対応する代表時間区分とする。

アンケートから作成した165個の評価用データのうち、所要時間KBに入っていないような未知語処理を行うデータは52個であった。この未知語処理を行った52個のデータに対して、最高関連度語置換処理の閾値 Th_r を0から0.9まで0.1間隔で変化させたところ以下の図2のような結果が得られた。

正答率はゆるやかに減少するのに対して、精度は徐々に高くなり閾値0.3辺りを境に減少している。

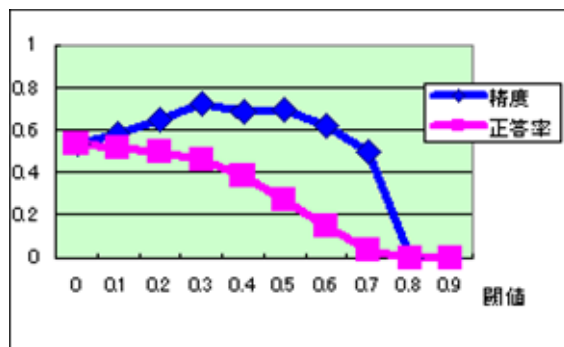


図2 最高関連度語置換処理の閾値の変化と正答率・精度

尚、本システムの回答の解釈を、正しい答である正答、誤った答である誤答、出力が無かった無答の三種とし、「正答率」と「精度」を以下で定義する。

$$\text{正答率} = \text{正答数} / (\text{正答数} + \text{誤答数} + \text{無答数})$$

$$\text{精度} = \text{正答数} / (\text{正答数} + \text{誤答数})$$

12. 2次閾値付き多数決未知語処理

未知語に対し代表時間区分の導出を試みる処理の一手法である、「2次閾値付き多数決未知語処理」を以下に説明する。ただし、未知語をXとし、Xのn個目の1次属性を X_n 、 X_n のm個目の1次属性(Xの2次属性にあたる)を X_{nm} のように記す。同様に、重みを w_n, w_{nm} と記す。

1) 後述の代替手法により、1次属性 $X_1 \dots X_n$ がそれぞれ、代表時間区分が、未知語という分類に置換される。

2) X_i が代表時間区分に置き換わったら、 X_i の、未知語Xに対する重み w_i の値だけその代表時間区分の得票に加算する。これを1次属性全てに繰り返す。

3) 得票が一番多かった代表時間区分の得票割合が、閾値 Th_v 以上であった場合、未知語Xの代替語とする。同得票数の代替語が複数ある場合は関連度により一つに決める。

ここで、1)の代替手法を、 X_1 を例に挙げて説明する。

i) X_1 の1次属性 ($X_{11} \cdots X_{1n}$) それぞれの語が所要時間 KB に存在するかどうかをみて、あれば代表時間区分に、なければ未知語という分類に置換する。

ii) $X_{11} \cdots X_{1n}$ が代表時間区分に置換されたら、それぞれ X_1 に対する重みを票数として多数決をとり、得票が一番多かった代表時間区分が、基準とする得票割合の下限 Th_s 以上を獲得している場合、 X_1 の代替語とする。 $X_{11} \cdots X_{1n}$ が全て未知語の場合は、 X_1 も未知語とする。

最高関連度語置換処理と同様に未知語である 52 個のデータに対して、2次閾値付き多数決未知語処理の閾値 Th_v も 0 から 0.9 まで 0.1 間隔で変化させたとところ以下の図 3 のような結果が得られた。

閾値を増加させていくと正答率は減少していくのに対して、精度は高くなっている。

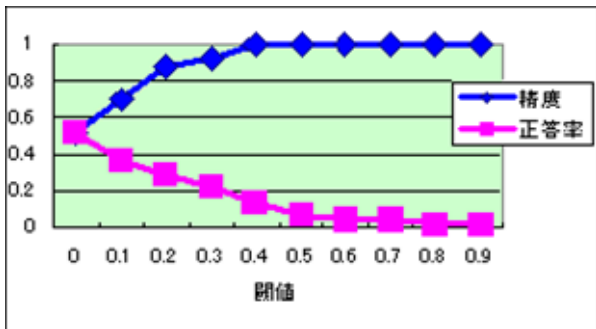


図 3 2次閾値付き多数決未知語処理の閾値の変化と正答率・精度

13. 二段階未知語処理

最高関連度語置換処理と2次閾値付き多数決未知語処理は、閾値による出力傾向の変化において異なる性質があることが実験的に示された。

そこで、比較的高い閾値に設定した2次閾値つき多数決未知語処理と、比較的低い閾値に設定した最高関連度語置換処理を組合せることで、高い精度を保ったまま正答を多くすることができると考えられる二段階未知語処理方式[野村 2003]を用いた。未知語から、判断出力までの処理の流れは以下のようになる。

- 1) 未知語 X に2次閾値つき多数決未知語処理を試みる。
- 2) 1) で時間の出力が無ければ、最高関連度語置換処理を行う。

また二段階未知語処理では、 Th_r 、 Th_v 、 Th_s という三種類のパラメータを調整することで出力の傾向が変わることが確認された。

本システムでは、実験により良好な値を示した $Th_r=0.2$ 、 $Th_v=0.16$ 、 $Th_s=0.05$ を採用した。

14. 本システムの評価

これまで示したようなメカニズムを実装した本システムの評価のため、アンケートから評価用データを作成した。アンケートは人間の日常的な動作を表す単文とその所要時間についてのその例を収集したものであり、そのデータから 165 個の評価用データを作成した。その評価用データにおける本システムの評価結果を、図 4 に示す。

正答数 117, 誤答数 31, 無答 17 であった。

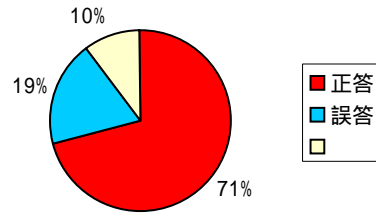


図 4 本システムの評価結果

15. 考察

本システムの正答数のうち 21% が未知語処理による正答であった。これは、二段階未知語処理方式が所要時間を判断する際に大きく貢献していることを示している。また、正答数のうち 9% が量判断システムの利用による正答であった。大きさ判断システムを利用して柔軟な判断をする手法が有効であったといえる。

また、固有名詞などのように概念ベースにもともと登録されていない動詞およびサ変名詞は関連度が計算できないため、最高関連度語置換処理および2次閾値付き多数決未知語処理を適用することができないので無答となる。このような問題に対しては、今後概念ベースの登録語の充実や精練により解決できると思われる。

また、目的語の大きさ以外の要因で所要時間が変わる名詞依存動詞、例えば「行く」の所要時間は所要時間 KB に1時間以内と登録しているが、「トイレに行く」と入力があった場合は数分以内となるような、大きさ判断を利用した手法とは異なる手法が必要である。

16. おわりに

本研究では、所要時間に関する会話要素の理解手法の提案を行った。アンケートの所要時間表現を正答率 71% で理解することができ、本システムの有効性を示すことができた。

また今後、名詞依存動詞に対する別の手法の考案や、時間に関する会話の要素のうちまだ扱われていない要素の理解、そして知的会話メカニズムとの融合を目指す必要がある。

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.
- [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.
- [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.
- [小畑 2001] 小畑陽一, 渡部広一, 河岡司: “単文の名詞と動詞から時間/季節を判断するメカニズム”, 電子情報通信学会技術研究報告, 人工知能と知識処理, Vol.100, No.530, pp.1-6, 2001.