

E-31

概念連想に基づく会話中の算術演算－算数教室－

Arithmetic Operation within Conversation based on Conceptual Processing -Math Class-

稲葉 栄美子† 堀口敦史† 渡部広一† 河岡司†
Emiko Inaba Atsushi Horiguchi Hirokazu Watabe Tsukasa Kawaoka

1. はじめに

近年コンピュータの発展は目覚しく、我々の生活にも深く浸透してきている。また、次世代を担うコンピュータとして人間の要求や意図を理解し双方向の会話ができることが期待される。その実現のためには、人間同士が日頃行っている意思疎通の仕組みをモデル化し人とコンピュータとのインタフェースにも適用することが望まれる。

本研究では、コンピュータが会話における算術演算の意味を正しく理解し判断を行うメカニズムの実現を目標とする。

2. 算術演算メカニズム

算術演算メカニズムとは、算術演算を含む会話においてその意味および状況変化を正しく理解し論理的に判断するメカニズムである。演算には加算、減算、乗算、除算の4種類があるが、本研究ではまず小学校一年生レベルの問題集を参照し加算、減算に限定したシステムを構築した。

2.1 インタフェース

算術演算を行う際に、まず、ある(+)世界、ない(-)世界および存在数リストの三つに分けて考える。会話入力文は最も単純な「名詞+数量+動詞」の形とする。入力された会話文はその動詞の意味により+または-の世界に分けられ、その時点での存在数が存在数リストに表示される。動詞の意味は演算判断知識ベース(3節)を参照することにより判定しているが、演算判断知識ベースにない語については概念ベース^[1]を用いた未知語処理(4節)を行う。

例) ・林檎が2個ある → +の世界
 ・林檎を1個食べた → -の世界 } 存在数 林檎 1

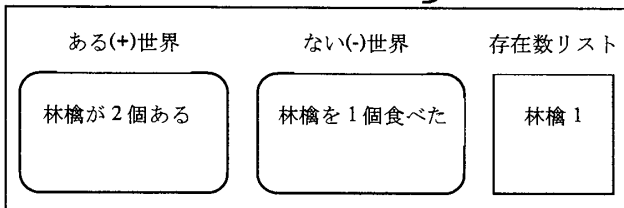


図1. システム構成図

このように三つに分けることで過去および現在の状況が把握できるようになっている。例えば、「林檎を何個食べましたか？」などの過去に対する質問にはある世界およびない世界を参照することで、「林檎は何個ありますか？」などの現在に対する質問には存在数リストを参照することで対応できる。しかし、「果物はいくつありますか？」などという質問には、これだけでは対応できない。そこで会話文中の名詞に対して情報の拡張(5節)を行う。

†同志社大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Doshisha Univ.

3. 知識ベース

入力された会話文をコンピュータが論理的に判断するにはあらかじめコンピュータにデータを与えておく必要がある。知識ベースは基礎となる知識を格納したものである。

3.1 演算判断知識ベース

演算判断知識ベースとは、会話の中で用いる加算、減算の意味を持った代表的な動詞 54 語を格納したものである。なお、動詞が加算、減算のどちらの意味を持つかは、会話入力文の主語を主体として判断している。

表1 演算判断知識ベース

動詞	演算	動詞	演算
増える	+	使う	-
もらう	+	捨てる	-
加える	+	なくす	-

3.2 単位知識ベース

単位知識ベースとは、ある物に対応する単位を格納したものであり、19語ある。

表2 単位知識ベース

物	単位
紙	枚
鳥	羽
虫	匹

4. 未知語処理

会話文で用いられる動詞で演算判断知識ベースにない語については未知語として扱い、概念ベースや関連度計算^[1]を用いて処理を行う。この処理を未知語処理と呼び、処理方法として二つ提案する。

〈方法1〉 未知語と演算判断知識ベースの各動詞との関連度を計算して最も関連度が高い語を取得し、これを未知語と置き換える。

〈方法2〉 未知語と演算判断知識ベースの各動詞との関連度計算を行ない、一定基準以上の関連度を持つ動詞を高関連とみなしてその集合を得る。例えば、「購入」という未知語に対しては「買う、もらう、加える、減らす、落とす」という高関連集合が得られる。次に、概念ベースを用いて未知語の属性に高関連集合内の語がないか参照する。また逆に、高関連集合の各動詞の属性に未知語がないか参照する。両者の属性に一致する語が存在するならば、これを未知語と置き換える。また、両者の属性に一致する語はないがどちらか一方の属性に一致する語が存在する場合はこれを未知語と置き換える。どちらの属性にも一致する語が存在しない場合は方法1を用いる。

例) 未知語「購入」の属性

概念	属性					
「購入」	購入	含める	購買	買う	本局	...

高関連集合の動詞「買う」の属性

概念	属性					
「買う」	買う	買い主	購入	購買	売る	...

未知語である「購入」の属性に高関連集合内の動詞「買う」が存在し、また「買う」の属性に未知語「購入」が存在する。

4.1 評価

101 語の未知語に対して前述した二つの方法を用いて未知語処理を行ったところ、正答率が方法 1 では約 70%、方法 2 では約 76%とわずかながら方法 2 の方が上回った。方法 1 で正しく処理できなかった語の一つに「減量」があげられる。方法 2 では「減らす」という-の動詞に置き換えているが、方法 1 では逆の意味の「増す」という+の動詞に置き換えてしまっている。方法 1 は明らかに減算の意味である動詞の処理ができていないといえる。また、一般的にも概念ベースを用いて属性を参照した方がより正答を得られやすいと考えられる。よって今後は方法 2 を改善し、正答率をあげたい。

5. 情報の拡張

感覚判断システム^[2]、量的判断システム^[3]、シソーラスおよび単位知識ベースの利用により入力文の名詞に対する情報の拡張を行う。これにより、様々な質問に対応することができる。

5.1 感覚判断システムの利用

感覚判断システムとは五感（視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚）で感じる刺激に対する判断を行うシステムである。例えば、林檎に対しては「赤い、甘い、丸い、…」という感覚判断が得られ、このような感覚情報をあらかじめ持つことによって「赤いものはいくつありますか？」などの質問にも対応できる。

例) ・林檎が 3 個あります。
 ・苺が 1 個あります。
 ・蜜柑を 3 個買いました。

このような入力があった場合、「林檎：赤い」、「苺：赤い」という感覚情報により「赤いものは 4 個」と判断できる。

5.2 量的判断システムの利用

量的判断システムとは大きさ、重さ、長さ、速さなどの判断を行うシステムであり、比較判断する際に指標となる「常識スケール」という考えを導入している。例えば、大きさ判断システムでは代表語を 60 のレベルに散りばめて「大きさ常識スケール」を作成している。これにより、入力文の名詞に対する大きさの指標となる数値を情報として持つことができ、「蜜柑より大きいものはいくつありますか？」などの質問にも対応できる。

例) ・林檎が 4 個あります。
 ・西瓜が 1 個あります。
 ・蜜柑を 2 個買いました。

このような入力があった場合、各名詞が持つ大きさの数値を比較すると「蜜柑 < 林檎」、「蜜柑 < 西瓜」と判断される。よって「蜜柑より大きいものは 5 個」と判断できる。

5.3 シソーラスおよび単位知識ベースの利用

シソーラスとは一般名詞の意味的用法を表す 2700 の意味属性の上位-下位概念、全体-部分概念を木構造で表現したものである。例えば、林檎の上位概念は果物であり、果物の上位概念は食料である。このように、ある名詞の上位、下位概念すべてをその語の家系図と呼ぶ。入力文の名詞の家系図を情報として持つことにより、「果物はいくつありますか？」や「食料はどれだけありますか？」などの質問にも対応できる。

例) ・林檎が 3 個あります。
 ・ジュースが 2 本あります。
 ・消しゴムを 2 個買いました。

このような会話文の入力があった場合、各文の名詞の家系図を参照すると林檎は果物に属することがわかる。よって「果物は 3 個」と判断できる。また、林檎とジュースは食料に属することがわかるため「食料は 5 つ」と判断される。

また、シソーラスの参照に加えて単位知識ベースを用いることにより、入力文の名詞に対応する単位を情報として持つことができる。例えば、シソーラスを参照すると雀の上位概念は鳥であり、前述した単位知識ベースを参照すると鳥に対応する単位は「羽」である。よって雀の単位は「羽」であることがわかる。これにより「何羽いますか？」などの質問にも対応できる。

例) ・かぶと虫が 3 匹います。
 ・白鳥が 1 羽います。
 ・あひるが 3 羽います。

このような会話文の入力があった場合、白鳥とあひるの上位概念は鳥であり対応する単位は「羽」であるから、「4 羽」という判断ができる。

6. おわりに

感覚判断システム、量的判断システム、シソーラスなどを利用することにより、人間が普段会話の中で用いている概念連想に基づいた算術演算を行うことが可能となった。しかし実際、演算を含む会話は本稿で取り上げた単純なものばかりではなく、その状況、立場によって動詞の意味が異なる場合がある。よって、今後はその点について加算減算メカニズムを改善し、その後、乗算除算のメカニズムについても考えていきたい。

謝辞

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における研究の一環として行った。

参考文献

- [1] 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 (2001.4)
- [2] A. Horiguchi, S. Tsuchiya, K. Kojima, H. Watabe, T. Kawaoka “Constructing a Sensuous Judgment System Based on Conceptual Processing”, Computational Linguistics and Intelligent Text Processing (Proc. of CILing-2002), Springer, pp.86-95 (2002.2)
- [3] 菊山善久 他 “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.