

## 算数文章題の自然言語処理と知識表現

1B-2

中島 研 西野 順二 小高 知宏 小倉 久和  
福井大学工学部

### 1 はじめに

自然言語処理の分野において最も重要なことの一つは文章の意味を理解しいかにそれを表現するかである。我々は、言語の用いられる局面を限定すれば、その言語特有の特徴から意味を理解することができるのではないかと考え、比較的規則性のある文で構成されている小学校の算数における文章題の文を対象に、日本語文の意味表現と理解を試みている。日本語文の解析では、日本語の持つ特徴として述語文節が最後にあること、述語を除けば語順が比較的自由であり、助詞によって格が決定することなどに着目した。

これにより、算数問題を理解、解答するシステムを作成している。これまでに、加減算をただ一度のみ使用して解くことができる文章題と複合算数文章題であるつるかめ算について別々にシステムを作成し、ある程度の問題を解くことができることを確認している[1][2]。

現在は、加減算文章題とつるかめ算などの違う種類の問題を統一的に扱うことを試みている。

### 2 算数文章題理解システムの概要

小学校の算数文章題を扱うにあたり、実際に小学生が算数問題を解くときの考え方を重視することは重要である。人はある文章題を解く解法を知っていればその文章題を解くことができる。たとえ解法を知らないても既に知っている基本的な操作を組み合わせることによって正しい解答を導くこともできる。このような人間の発想にもとづく解法を実現するために、算数問題を解くための基本となるオペレーションを定義することを考える。文章中の物の様子や状態の変化の対象となるものをその文章の対象物とするとき、その対象物を何らかのオブジェクトとして抽象化する。問題解決のオペレータはオブジェクト間の対応づけや関係づけを行うことができ、これにより問題の解答を導くという動的な処理を目指す。

これを実現するための一つの手法として、システム中の問題判別部分を改良し問題を細かく分類することによって、その問題の特徴をつかみ、ある程度細分化された中からそれぞれのオペレーションを見いだせるのではないかと考えた。

---

Natural language processing and knowledge representation of arithmetic word problem  
Ken Nakashima Junji Nishino  
Tomohiro Odaka Hisakazu Ogura  
Faculty of Engineering, Fukui University

### 3 算数文章題の特徴による分析

小学校の算数問題では、問題文から状況を読みとり、それらの関係を表現する式を導きだす能力が要求される。小学生が問題を解く際に考えること、すなわち問題の意味を理解するためには必要なことは、その問題が何に関する記述をしたものであるのかを知ることである。そのための具体的な操作として問題の文章中にどのような対象物が何種類存在するのかを検出することを行う。

次に考えることは、その問題を解くためにどのような知識を利用するかということである。対象物の種類を特定したあと、その先はそれらの対象物の間にある関係や、その対象物の状況などの情報が必要になると考えられる。そこでそれぞれの問題をそれら必要になる知識ごとに一つのパターンとして分類した。

対象とする文章題の種類をこれまで考へてきた加減算文章題とつるかめ算とし、問題のタイプは以下に示すようなものとした。

#### 算数問題の対象物の数をもとにした分類

##### 文章全体を通して対象物が1種類の問題

- 加減算のうち数の変化に関する知識を利用するもの

##### 文章全体を通して対象物が2種類の問題

- 対象物となる名詞が2種類ある場合
- 対象物となる名詞は1種類しかないがそれを修飾する修飾詞が2種類ある場合
  - 加減算のうち物の合計に関する知識を利用するもの
  - 加減算のうち比較に関する知識を利用するもの
  - つるかめ算全般

まず第一段階として、問題の文章全体の中からその問題で対象となる対象物を検出する。加減算問題では対象物が1種類の場合と2種類の場合がある。つるかめ算の対象物は2種類である。しかしこの分類は文章の表層表現を元に行っているため、正確な対象物の数を決定することはできない。そのような問題の場合は例外として対象物が3種類、4種類であるとみなし、その後の処理により正しいタイプに分類することにする。次の段階として、問題を解くときに利用する知識により、それぞれのパターンをさらに細かく分ける。加減算問題では、対象物1種類のものは変化に関する知識を利用して

おり、対象物 2 種類のものは物の合計に関する知識、比較に関する知識を利用するものに分けられる。

## 4 システムの構成

システムの構成は図 1 の通りである。

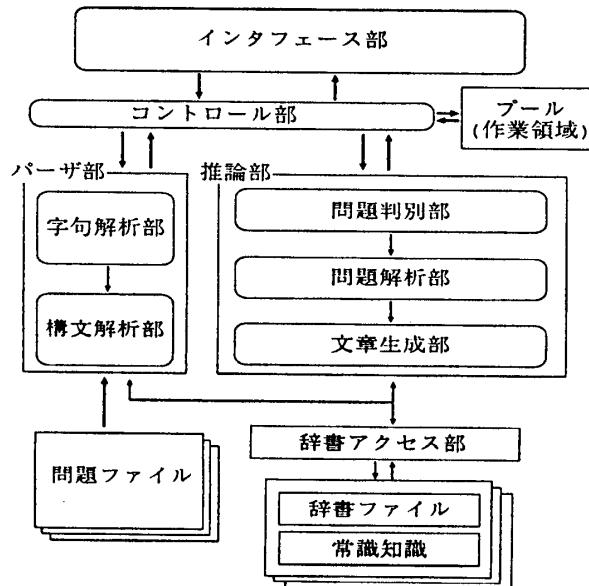


図 1: システム構成

このシステムは算数の文章題を入力データとし、問題のタイプを推定し解法を適用して計算をし、最後に適切な解答の文を生成して出力するものである。

問題分類部では、2段階あるいは3段階の分類を行うことで問題のタイプを決定する。それぞれ定まったタイプごとに問題解析部でその問題を解くための推論が行われる。それにより解答を得る。

## 5 問題のタイプごとの推論

問題判別部では前述の分類法に従って問題が分類される。問題解析部ではそれぞれのタイプごとに用意された解法を適用して、各々の問題を解く。

それぞれのタイプにおける解法はフレーム表現を用いた知識表現がなされており、各タイプごとに用意したフレームを使用する。フレーム中では型判別の際に求めた対象物とその問題で求めたいものがスロットとなる。それら複数のスロット間ににはタイプごとにある関係が定められておりその関係式に従った計算が行われる。

ここで使用されるフレームは図 2 のようなものである。これを用いた具体的な例を示す。

赤い花が 6 つ咲く。  
きいろい花が 7 つ咲く。  
あわせていくつ咲くでしょう。

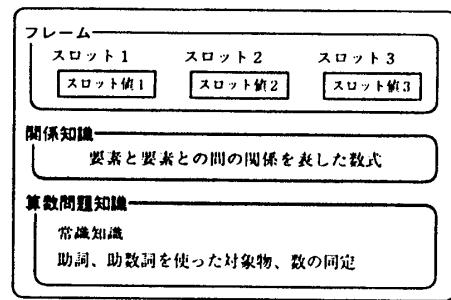


図 2: フレームを用いた表現

この問題は加減算文章題のうちの物の合計に関する知識を利用する問題に分類されるものである。このタイプの問題に対応するフレームは図 3 に示すものであり、スロットは 3 つである。このとき対象物 1 には赤い花が、対象物 2 にはきいろい花が対応する。問題文より赤い花ときいろい花のスロット値が決まり、未知である合計のスロット値は関係知識として用意されている数式より導く。

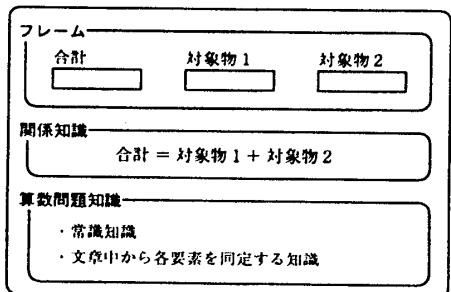


図 3: 物の合計に関する知識を利用する問題

## 6 今後の課題と展望

システムの現段階の問題解析方法は、分類されたタイプそれぞれに固有のフレームを用意し、それを用いて解答を導くといった手順である。そこで、先に挙げたようなオブジェクトの操作をする問題解決オペレータの作成をするなど動的な処理を取り入れた解法を検討している。

## 参考文献

- [1] 小倉久和, 笹田国博: 「オブジェクト指向型言語 CESP による算数問題文の理解と推論の試み」, 情報処理学会第 46 回全国大会講演論文集 (3) pp.195-196, (1993)
- [2] 笹田国博, 小高知宏, 高濱徹行, 小倉久和: 「算数問題文の解析とその知識表現」, 福井大学工学部研究報告 第 42 卷 第 1 号 pp.53-66, (1994)
- [3] 中島研, 小高知宏, 小倉久和: 「算数文章題の解析とその知識表現方法の検討」, 平成 7 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集 p438, (1995)