

大学入試の自由記述式語句問題における 分野特有の質問型の有効性

松井兵庫^{†1} 阪本浩太郎^{†1†2} 和田楓由希^{†1} 神貴久^{†1}
 渋木英潔^{†1} 石下円香^{†2} 森辰則^{†1} 神門典子^{†2}

†1 横浜国立大学 †2 国立情報学研究所

E-mail: {m_hyogo,sakamoto,fuyuki,taka_jin,shib,mori}@forest.eis.ynu.ac.jp,
 {ishioroshi,kando}@nii.ac.jp

1 はじめに

近年、文書情報に対する情報要求は複雑化、高度化しており、そのような要求を満たす情報アクセス技術として質問応答が注目されている。質問応答とは、利用者の自然言語による質問に対して、情報源となる文書集合から回答そのものを抽出する技術であり、複雑高度な情報要求を自然言語で表現できる点に特徴がある。

NTCIR¹のQALabタスク[1]では、世界史Bの大学入試問題(センター試験および二次試験)を対象とした課題が設定されており、我々はこれに参加している。最新のQALab2タスクでは、とくに二次試験に焦点をあてている。

大学入試問題にはセンター試験と二次試験²があるが、同じFactoid型の質問であっても多肢選択方式なのか自由記述方式なのか、同じ多肢選択式質問であっても内容の正しい文を選ぶのか空欄に当てはまる語句を選ぶのか、といった多様性が存在する。これらの多様性は、質問応答システムの処理に小さくない影響を及ぼすため、ロバストな質問応答システムを実現する上で検討しなくてはならない事項である。本稿では、QALabにおけるFactoid型質問およびSlot-Filling型質問を対象³にした我々の取り組みと、現実世界における高精度かつロバストな質問応答を実現するための課題を記述する。

我々は、大学入試問題を6つの質問形式に分類しており、そのうちのFactoid型とSlot-Filling型の質問を対象に検討を行っている[3]。

1. Factoid型…設問の答えを求める質問
2. Slot-Filling型…空欄として相応しい語を求める質問

¹<http://research.nii.ac.jp/ntcir/>

²NTCIR-11のQALabでは、2007年と2003年のセンター試験、および2007年の東京大学、京都大学、北海道大学、早稲田大学、中央大学の二次試験を対象としている。

³QALabに参加したシステムでは、YesNo型質問やEssay型質問など全ての型の質問に対応している。文献[2]を参照されたい。

特に本稿では、二次試験に多く見られる、解答候補を有しない自由記述式の質問に焦点を当てている。図1と図2にFactoid型とSlot-Filling型の質問例を示す。

文献[3]では、自由記述式の質問に対し、一問一答問題集[9]の構造を用いた、質問型に依らない解答生成手法を提案したが、聞かれているものと違う解答を返してしまうことが多く、質問型の有効性を改めて理解した。

また、石下ら[4]は、質問応答システムを用いて大学入試問題の世界史Bを解答する際の分析を行っており、その中で、分野特有の質問型に対応できていないことが解答精度を悪くしている原因の1つであると述べている。

そこで、本稿では、分野特有の質問型に対応したシステムを提案し、分野特有の質問型が質問応答にどのような影響を与えるかを検討した。

2 分野特有の質問型

質問型とは質問が何について聞いているのかを表すものであり、従来はIREX[7]で定義された8種類の固有表現タグを用いることが多かった。

本稿における「分野特有の質問型」とは、IREXの8種類の固有表現タグより粒度の細かい質問型のことである。

例えば、図1の「…を認めた皇帝は誰か。」において、従来の質問型は「人名」を指すが、分野特有の質問型は「皇帝」を指している。

本稿では、分野として世界史Bを扱っているが、世界史Bには、「皇帝」「政治家」「芸術家」「宣教師」など従来の質問型における「人名」に相当する質問型がいくつも存在する。そのため、従来の質問型だと、皇帝を聞かれているのに芸術家や宣教師などの聞かれていない解答候補についてまで考慮する必要が出てきてしまう。

問(2) 212年に帝国内の自由民すべてにローマ市民権を認めた皇帝は誰か。

図 1: 自由記述式 Factoid 型質問の例

ビザンツ帝国を滅ぼした。16世紀はじめにはマムルーク朝を滅ぼしてイスラム世界の中心的存在となり、第10代君主 のときに最盛期を迎え、イスラム法に基づく司法・行政制度が発達した。隆盛を極めたオスマン朝では

図 2: 自由記述式 Slot-Filling 型質問の例

なお、Slot-Filling 型においては、空欄の前後の文脈から推測している語句が表しているものを質問型とみなしている。図2では、空欄を含む文節は、「第10代君主 の」となるので、この情報から「第10代君主」を質問型とみなしている。

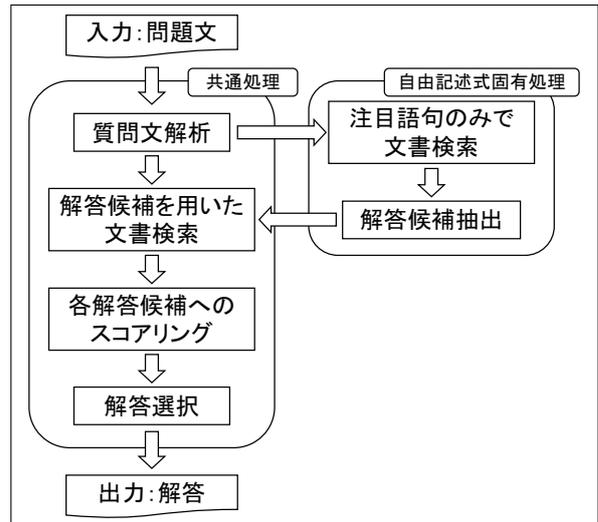


図 3: システムの基本的な流れ

3 システムの基本的な流れ

自由記述式質問は選択肢の中に解答がある多肢選択式質問とは異なり、解答候補を別途知識源から見つけ出し、抽出する処理が必要となる。提案したシステムでは、多肢選択式質問と自由記述式質問との処理の違いは、この解答候補を知識源から抽出する処理のみである。

解答候補を知識源から抽出する処理を自由記述式質問の固有処理とし、それ以外を共通処理として、図3に共通処理と固有処理を明示したシステムの基本的な流れを示す。ここで、図3の処理の流れを簡単に説明する。

- (1) システムの入力として、問題文を与える
- (2) 問題文を解析し、質問形式、質問型、解答候補の有無、解答の個数などを判定する
- (3) (2)において、解答候補がある場合は(6)へ
- (4) 問題文中の注目語句を用いて文書検索を行う
- (5) (4)で検索した文書から解答候補を抽出する
- (6) 各解答候補ごとに、解答候補と質問文中の注目語句を用いて文書検索を行う
- (7) (6)で検索した文書と(2)で解析した情報をもとに、各解答候補ごとにスコア付けする
- (8) 各解答候補のスコアをもとに解答を選択する
- (9) システムの出力として、選択した解答を表示する

4 質問型と解答候補の抽出

自由記述式質問の質問型と解答候補の抽出について具体的に述べる。これは、第3節の(2)(4)(5)の処理にあたり、質問型が用いられるのはこれらの処理であり、ここで分野特有の質問型を用いることで、より解答候補を絞り込むことができる。

まず、質問型と解答候補の抽出の両処理で用いる固有表現抽出について説明する。

4.1 固有表現抽出

固有表現抽出は、精度が良いとされている機械学習による手法を用いた。その際の学習アルゴリズムとして、CRFを用いた。なお、CRFを扱うツールとしてLingPipe[8]を用いた。

抽出規則を学習するための学習データとして、本研究の過去の学生が固有表現のタグを付与した2種類のデータを用いた。

1つは山川出版社の教科書のうち1,172文を対象に、固有名詞に対して、75種類の固有表現を定義したものであり、もう1つは東京書籍の教科書のうち11,335文を対象に、固有名詞の他に「議会」や「コーヒー」といった一般名詞も対象として32種類の固有表現を定義したものである。

2つのデータに付与された固有表現タグは異なっているため、それぞれの学習データより、固有表現抽出器を2つ作成し、両者の固有表現を付与してから、状況に応じて固有表現を統一するという方法をとった。

固有表現を学習する際は、山田ら[5]とAsaharaら[6]の手法を参考に、文字単位でのチャンキングを行い、素性に文字・形態素・品詞・文字種・固有表現タグを用いた。

位置	文字	形態素	品詞	文字種	固有表現タグ
$i-3$	は	S-は	S-助詞-係助詞	HIRAGANA	O
$i-2$	『	S-『	S-記号-括弧開	OTHER	O
$i-1$	君	B-君主	B-名詞-一般	KANJI	B-作品
i	主	E-君主	E-名詞-一般	KANJI	I-作品
$i+1$	論	S-論	S-名詞-接尾-一般	KANJI	I-作品
$i+2$	』	S-』	S-記号-括弧閉	OTHER	O
$i+3$	を	S-を	S-助詞-格助詞-一般	HIRAGANA	O

図 4: 学習に用いる素性

固有表現タグは、IOB2 というチャンクタグを用いて表記する手法を採用した。また、解析の方向は、日本語の固有表現抽出において精度が良いとされている左向き解析（文末から文頭に向かう解析）を採用した。

「マキアヴェリは『君主論』を書いた。」という文に対し、IOB2 タグで左向き解析をした際の、文頭から 10 番目の文字‘主’の素性を図 4 に示す。

枠で囲まれた 22 個の語句が文字‘主’の素性である。

4.2 問題文からの質問型の抽出

質問文解析時における、問題文から質問型を抽出する処理について述べる。Factoid 型と Slot-Filling 型の質問では、質問の問い方が異なっており、質問型の抽出手法も異なってくる。そこで、各質問形式ごとに抽出手法を述べる。

Factoid 型質問の場合、「誰」や「どこ」といった疑問詞や「何」といった語が含まれる文節に着目する。例えば、「○○は誰か」という質問パターンの場合、「誰か」という文節に係る文節で、付属語が「は」である文節の自立語が質問型となる。

Factoid 型質問での問題の問い方は、大きく変わることがないため、本研究では、こうした規則の集合を手作業で作成し、質問型の抽出を行った。

Slot-Filling 型質問は、Factoid 型質問とは異なり、「誰」や「どこ」といった疑問詞や「何」といった語が明示されていない場合が多い。そこで、注目している空欄を含む文節自身と、その前後の文節の情報を用いることを考える。例えば、「アフガン系の [空欄] 朝を倒してムガル朝をおこした。」という文の場合、空欄部分を含む文節の係り受け構造は次のようになる。

空欄部分を含む文節の係り受け構造
アフガン系の → [空欄] 朝を → 倒して

空欄が含まれる文節自身に着目すると、空欄の後から、「朝」といった語句が抽出できるので、質問型に相当する手掛かりとして用いる。

また、空欄が含まれる前後の文節に着目すると、空欄には「アフガン系の」といった文節が係っており、固

有表現抽出を行うと、「アフガン系」は「民族」という種類の固有表現であることが分かる。そして、「民族」に係るであろう固有表現は「民族」や「王朝」といったものに絞り込むことができるため、「民族」や「王朝」を質問型に相当する情報として用いる。現時点では、いくつかの問題文を調べた上で、人手で規則を作っているが、同様の構造の問題文の数が少ないため、規則の数は数種類程度となっている。

なお、人手で規則を作成する際に参照している問題は、5 大学（東京大学、京都大学、北海道大学、早稲田大学、中央大学）の 2005、2007、2009 年の 3 年分の問題を使っており、評価実験に用いた問題とは異なるものである。

4.3 解答候補の抽出

解答候補を抽出するには、解答候補が含まれるであろう文書を検索する必要がある。その検索には、問題文中の注目語句（名詞・複合名詞・形容詞）を用いる。検索エンジンに Indri⁴ を用い、知識源に山川出版社の教科書を用いた。こうして検索された文書から、以下の 2 つの方法で解答候補の抽出を行った。

1. 検索した文書から固有表現抽出によって、解答候補を抽出
2. 質問型と語句の対を一問一答問題集などから事前に作成し、検索文書から表層一致で解答候補を抽出

1 の固有表現抽出を用いる場合は、第 4.1 節で述べた固有表現抽出器に、検索で得られた文書を入力として与え、その出力から解答候補を抽出している。

2 の質問型と語句の対を用いる場合は、事前に一問一答問題集 [9] などから、質問型と語句の対の抽出を行った。

一問一答問題集の場合、問題の形式が Factoid 型質問と同じなので、第 4.2 節で述べた方法で質問型を抽出できる。以下に一問一答問題の例を示す。

一問一答問題の例
Q. シュメール人が粘土板に刻んだ文字は何か。
A. 楔形文字

この一問一答問題は、第 4.2 節の「○○は誰か」と同様の処理で、Q から得られた質問型「文字」と、A の語句「楔形文字」の対を作成することができる。

このような対をいくつも作成することで、解答候補集合を構築することができる。こうして得られた質問型と語句の対をもとに、検索文書内で語句が含まれるかどうかを表層で確認し、含まれていれば解答候補として抽出している。

⁴<http://www.lemurproject.org/indri/>

表 1: 二次試験の自由記述式質問における形式別質問数

質問形式	2003 年			2011 年		
	人手	自動	一致	人手	自動	一致
Factoid 型	122	121	119	105	109	105
Slot-Filling 型	53	53	53	48	48	48
YesNo 型	0	0	0	0	0	0
Graph 型	1	2	0	0	0	0
Essay 型	19	19	17	20	24	24
合計	195	195	189	177	177	173

4.4 解答候補の絞込み

ここまでの処理で問題文からの質問型（質問型がない場合もある）と、固有表現が付与された解答候補が抽出できている。予備実験によれば、この時点では各問いに対して解答候補の数が 200~2000 近い数あり、まだ解答候補を絞り込む必要がある。

そこで、日本語語彙大系を用いて、質問型の下位概念にあたる固有表現の解答候補だけに絞込むことにする。質問型が存在する場合、この処理で解答候補が 0~200 まで絞り込むことができ、正しい解答が出力されやすくなった。

5 評価実験

4 節で述べた処理において分野特有の質問型を用いた際の有効性を調べるために評価実験を行った。

ベースライン手法 1 として、[3] における一問一答問題集を用いた質問型に依らない手法を用意した。また、ベースライン手法 2 として、4 節で述べた処理において、IREX で定義されている 8 種の固有表現タグを質問型とした手法を用意した。この手法は、分野特有の質問型を、人手で構築した規則で IREX の固有表現に落とし込むことにより解答を行っている。

実験には、図 1 における Factoid 型と Slot-Filling 型の質問を用いた。本稿では、解答候補を有しない自由記述式質問に焦点を当てているので、解答候補を有する多肢選択式質問は除外した。なお、質問形式のルールベースによる分類精度は、97.3%(362/372) であった。評価指標には正答率を用いた。

$$\text{正答率} = \frac{\text{システムの正解数}}{\text{対象とした問題数}}$$

システムの正解は、人手によって表記ゆれを考慮して正解を判定した。実験の結果を表 2 に示す。

実験の結果、正答率が全体的に低かった。その原因として、解答候補の絞込みの際に、質問型の下位概念の解答候補のみを採用する手法にしたことによる制約が強すぎたことがあげられる。そのため、解答候補ごとにスコアを付けてあげ、最終的な解答選択の際には上位の数 10 個から解答を選ぶような方式にする必要があると考えられる。

表 2: 二次試験の自由記述式質問における形式別正答率

質問形式	手法	2003 年	2011 年
Factoid 型	ベースライン 1	0.18	0.07
	ベースライン 2	0.02	0.03
	提案手法	0.19	0.20
Slot-Filling 型	ベースライン 1	0.06	0.04
	ベースライン 2	0.01	0.03
	提案手法	0.09	0.21

6 まとめ

分野に特有の質問型の有効性を知るために、従来より詳細な質問型を用いた検討を行った。詳細な質問型を用いるには、解答候補を絞り込む際に、如何にして、適切な制約を掛けるかが大事であるかがわかった。

また、Slot-Filling 型の質問では、質問型の同定が行えないことで、解答候補の絞込みができていない場合が多々見られた。疑問詞や「何」といった質問型を同定するための手掛かりがない場合でも、質問型を同定できるような汎用的な方法を考える必要がある。今後はこれらの問題に対応していく。

参考文献

- [1] H. Shibuki, K. Sakamoto, Y. Kano, T. Mitamura, M. Ishioroshi, K. Y. Itakura, D. Wang, T. Mori, N. Kando, "Overview of the NTCIR-11 QA-Lab Task", Proceedings of the 11th NTCIR Conference, (2014)
- [2] K. Sakamoto, H. Matsui, E. Matsunaga, T. Jin, H. Shibuki, T. Mori, M. Ishioroshi, N. Kando, "Forst: Question Answering System Using Basic Element at NTCIR-11 QA-Lab Task", Proceedings of the 11th NTCIR Conference, (2014)
- [3] 松井 兵庫, 阪本 浩太郎, 松永 詠介, 神 貴久, 渋谷 英潔, 石下 円香, 森 辰則, 神門 典子, 大学入試の穴埋め問題を解く質問応答システムの検討, 言語処理学会 第 21 回年次大会, (2015)
- [4] 石下 円香, 狩野 芳伸, 神門 典子, "質問応答システムでの解答に向けた大学入試問題の分析", The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, (2013)
- [5] 山田 寛康, 工藤 拓, 松本 裕治, "Support Vector Machine を用いた日本語固有表現抽出", 情報処理学会論文誌 Vol.43 No.1, (2002)
- [6] M. Asahara, Y. Matsumoto, "Japanese Named Entity Extraction with Redundant Morphological Analysis", Proceedings of HLT-NAACL, (2003)
- [7] 「IREX (Information Retrieval and Extraction Exercise)」, <<http://nlp.cs.nyu.edu/irex/>>, (1999)
- [8] Alias-i. 「LingPipe 4.1.0.」, <<http://alias-i.com/lingpipe>>, (2008)
- [9] 今泉 博, 『一問一答世界史®用語問題集』, 山川出版社, (2009/01)