

## 失語症者向け料理名思い出し支援システムのための質問手法 Question-Asking Strategy for People with Aphasia to Remember Food Name

有馬 志保†  
Shiho Arima

黒岩眞吾†  
Shingo Kuroiwa

堀内靖雄†  
Yasuo Horiuchi

古川大輔‡  
Daisuke Furukawa

### 1. はじめに

失語症とは、主には脳梗塞などの脳血管障害によって脳の言語機能の中核（言語野）が損傷されることにより、一旦獲得した言語機能に障害を受けた状態のことをいう。失語症の代表的な症状として喚語困難がある。これは単語の概念は保たれているが、単語の表出が困難となる症状のことをいう[1]。例えば、喚語困難を持つ失語症者はりんごという概念（赤くて丸くて甘酸っぱい果実、など）はあるのに、単語として「りんご」という言葉が思い出せない。近年、失語症者に対しパソコンなどを使った支援の試みがされてきた[2][3]。

我々は、単語の思い出し支援手法として、質問形式の対話型ツールを Android アプリケーションとして開発してきた[4]。作成したアプリケーションはユーザが撮影した写真に対し質問を出題し、ユーザが回答していくことで被写体名を導く。しかしユーザの回答に誤答がある場合、正解に導けないという問題点があった。本稿ではユーザの誤答を考慮した質問手法を提案する。

### 2. 思い出し支援

思い出しを支援する研究として言語聴覚士の古川らが行った研究[5]、喚語困難の症状を持つ失語症者から単語を効率よく聴き出すための質問に関する研究がある[5]。この研究に基づいて、我々は料理名を対象に単語の思い出しを支援する手法として、質問形式の対話型ツールを Android アプリケーションとして作成した[4]。作成したアプリケーションはユーザが撮影した写真に対し質問を出題し、ユーザが回答していくことで被写体名を導く。このアプリケーションは、文字の理解がある程度保たれている失語症者（上記のりんごの例において、「りんご」という文字を見れば、その概念と単語を結びつけることができる）を対象としている。本稿ではこのアプリケーションにおいて誤答があった場合でも正解を正しく導く質問手法を提案する。

#### 2. 1 アプリケーションの動作と操作

図 1 に作成したアプリケーションの画面を示す。端末としてはスマートフォンを利用した。ユーザは端末を机に置いて片手で操作する。質問画面にはユーザが撮影した写真と質問を表示し、その下に「はい」「いいえ」「わからない」「前に戻る」ボタンを設置した。ユーザは写真を見ながら質問に対してボタンをタッチすることで回答していく。また「前に戻る」ボタンを使って一つ前の質問に戻り回答をやり直すことができる。正解候補提示画面には写真と料理名候補リストを表示し、その下に「戻る」「質問再開」ボタンを設置した。

候補の中から料理名を選択すると、アルバムにその写真の料理名として記録される。「前に戻る」ボタンを選択すると、質問画面の時と同様に一つ前の質問画面に戻る。

「質問再開」ボタンを選択すると、回答記録がリセットされ、質問画面に戻り質問を始めから再開する。

前バージョンのシステム[4]では、ボタンの配置が縦並びでボタンが手で隠れてしまい見にくいという意見があったため、横並びの配置として「はい」等の文字は上部に配置した。また記号を使った強調方法が失語症者の文章の理解に有効であるため[6]、質問の単語部分を“『』”で囲んだ。



図 1 質問画面（左）と正解候補提示画面（右）

#### 2. 2 従来の質問手法と問題点

システムは料理に関するデータベースに基づき「おかずですか?」などの Yes-no Question を生成し、ユーザの回答（はい | いいえ | わからない）に応じて、候補の絞り込みを行う。システムは質問回答後に得られる情報量の期待値が最大となる質問を出題し、ユーザの回答に一致している料理名を候補として残し、一致していない料理名を候補から除外する。候補数が 5 つ以下になった時点で、質問回答を終了し正解候補としてユーザに提示した。表 1 にデータベースの例を示す。

表 1 データベースの例

料理名	大分類	ジャンル	調理方法	材料
コロッケ	おかず	洋食	揚げる	ジャガイモ 玉ねぎ...
親子丼	ご飯もの	和食	煮る	肉 卵...

先行研究[4]では、提案システムが失語症者の思い出し支援として効果的であるかを確認するために評価実験を行った。評価実験の結果、失語症者は提案システムを用いるこ

† 千葉大学, Chiba University

‡ 君津中央病院, Kimitsu Chuo Hospital

とで、用意した写真の 65%において正解の被写体名を自力で導くことができ、導いた全ての写真において 5 つの提示候補の中から被写体名を正しく選ぶことができた。正解の絞り込みに失敗した原因として、料理の定義の個人差によりデータベース内容と異なる回答をした場合と、失語症の症状の影響により本人の意思と異なる回答をした場合があった。

### 3. 誤りを考慮した質問手法

先行研究の実験結果より、ユーザの回答に誤答を含む場合システムは正解を導けないため、誤答を考慮した質問手法が必要となる。以下、具体的な手法を説明する。

#### 3.1 候補である確率の更新

質問 $q$ に対してユーザの回答 $a_o$ をシステムが観測した時に、料理 $r_n$ が被写体名の候補である確率を次式により計算した。

$$P(r_n|q, a_o) = \frac{P(q, a_o|r_n)P(r_n)}{\sum_{r_i \in R} P(q, a_o|r_i)P(r_i)}$$

$r_n \in R$ はシステムに登録されている候補料理名、 $R$ は候補料理名の集合、 $q \in Q$ は質問内容、 $Q$ は質問内容の集合、 $a_o \in A = \{\text{はい}, \text{いいえ}\}$ は観測した回答内容を表す。右辺の $P(q, a_o|r_n)$ は、 $r_n$ が候補である時質問 $q$ に対して回答 $a_o$ を観測する尤度である。

#### 3.2 誤答を考慮した尤度

ここでユーザの誤答を考慮するために、 $a_o$ に対して $a_T$ というユーザの意思を表す確率変数を導入する。これにより尤度を次式のように計算する。

$$P(q, a_o|r_n) = \sum_{a_T \in A} P(a_o|q, a_T)P(q, a_T|r_n)$$

ただし

$$\sum_{a_T \in A} P(a_o|q, a_T) = 1$$

ここで、 $P(a_o|q, a_T)$ は失語症の影響によりユーザが意思と異なる回答をする場合を考慮した確率、 $P(q, a_T|r_n)$ はユーザにとっての料理の定義を考慮した確率である。

##### 3.2.1 失語症の影響

システムが回答 $a_o$ を観測した時、ユーザが意思通りの回答をした場合と、失語症の症状により意思と異なる回答をした場合がある。 $q$ に対してユーザの意思 $a_T$ を得た時、システムが $a_o$ を観測する確率を $P(a_o|q, a_T)$ と設定する。例えば、おかずですか?という質問に対してユーザの意思が「はい」である時にシステムが回答「はい」を観測する確率を $P(\text{はい}|おかずですか?, \text{はい})$ 、ユーザの意思が「いいえ」であるにも関わらずシステムが回答「はい」を観測する確率を $P(\text{はい}|おかずですか?, \text{いいえ})$ と表す。本稿では、回答の誤りが回答内容及び $q$ に依存しないとした。簡略化のために、以降、ユーザが意思と等しい回答をする確率として、 $P(a_o|q, a_T)$ を $\theta$ と表記する(ただし $a_o = a_T$ )。

##### 3.2.2 料理の定義の個人差

データベースの料理の定義とユーザの料理の定義が異なる場合がある。 $P(q, a_T|r_n)$ を料理 $r_n$ が候補である時に質問 $q$ に対してユーザの意思 $a_T$ を得る確率とする。例えばオムライスに対して、卵が入っていますか?という質問を出題した時、ユーザの意思が「はい」となる確率を、 $P(\text{卵が入っていますか?}, \text{はい}|\text{オムライス})$ と表す。本来この確率は、大規模なアンケートなどにより大量のデータを収集し学習すべきであるが、本稿では表 2 のようにデータベースに登録し、1 か 0 の 2 値として登録した。そのため、データベースとユーザの定義が異なった場合の回答は、3.2.1 の誤答として扱うことになる。

表 2  $P(q, a_T|r_n = \text{コロッケ})$ の登録例

$P(q, a_T r_n)$		$q$			
		主食	洋食	揚げる	人参
$a_T$	はい	0.0	1.0	1.0	0.0
	いいえ	1.0	0.0	0.0	1.0

#### 3.3 質問の作成

質問は、その質問の回答から得られる情報量の期待値が最大となるように作成する。質問 $q$ に対して回答 $a_o$ を観測した時のエントロピーを $H'(q, a_o)$ とし、次式により計算する。

$$H'(q, a_o) = \sum_{r_i \in R} -P(r_i|q, a_o) \log P(r_i|q, a_o)$$

ここで、現在のエントロピーを $H$ とし、質問 $q$ に対して回答 $a_o$ を観測した際に得られる情報量の期待値 $I'(q, a_o)$ を次式により計算する。

$$I'(q, a_o) = H - H'(q, a_o)$$

これにより質問 $q$ を出題した時、得られる情報量の期待値 $I'(q)$ を次式により計算する。

$$I'(q) = \sum_{a_o \in A} P(q, a_o)I'(q, a_o)$$

出題する質問 $\tilde{q}$ は、この $I'(q)$ を用いて次式により求めた。

$$\tilde{q} = \operatorname{argmax}_{q \in Q} I'(q)$$

#### 3.4 正解候補の提示条件

先行研究では候補料理数が 5 つに絞り込めた段階でユーザに正解候補として提示したが、誤りを考慮した場合、候補であるか否かは確率値となるため、この戦略は使用できない。ユーザの負担を軽くするためには、できるだけ正解を提示するまでの質問回数を少なく、かつ提示した 5 つの中に正解が含まれる確率を高くする必要がある。

そのため本稿では、質問回数を固定した場合の上位 5 つの候補の累積確率と正解が 5 つの候補に含まれる割合をシミュレーション実験により確認し、回数及び累積確率を閾値として候補の提示を決定する手法について検討する。

## 4. シミュレーション実験

謝辞

### 4. 1 シミュレーションの条件

誤答を考慮したシステムと考慮しないシステムを用意し、ユーザが誤答する場合としない場合とで、質問回数の閾値毎にデータベースに登録した 600 種類の全料理に対してシミュレーション実験を行い、それぞれのシステムでの正解候補の中に正解が含まれた試行の割合（以降、成功率と表記）を確認する。シミュレーションにおけるユーザが誤答する確率は、先行研究の実験で得られた回答ログから計算し、0.16とした。この時、誤答の原因が失語症の影響なのか料理の定義の個人差なのかを判断することは難しいため、誤答を考慮したシステムにおいては正答の確率を $\theta = 0.84$ とし、データベースについては2値のままとした。

質問回数の条件における閾値として 10, 20, 30 を用意した。また、回数に到達した時点で上位に等確率の候補が存在する場合は、ランダムに 5 つを選択し提示した。

確定した正解候補の中に正解が含まれる場合は、正解の絞り込み成功とし、含まれない場合は失敗とした。

### 4. 2 結果

表 3 に質問回数の閾値毎の上位 5 つの候補の累積確率と成功率を示す。

表 3 平均累積確率及び成功率

$\theta$	システム	質問回数の閾値					
		10		20		30	
ユーザ	システム	累積確率	成功率	累積確率	成功率	累積確率	成功率
1.0	1.0	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
0.84	1.0	0.99	0.22	1.00	0.21	1.00	0.20
1.0	0.84	0.65	0.98	0.90	0.99	0.93	1.00
0.84	0.84	0.38	0.41	0.59	0.60	0.71	0.74

### 4. 3 考察

ユーザが回答を誤らない場合、従来のシステムでは、10 回以内の質問でほぼ正解候補を提示できている。しかし、ユーザが誤り率 0.16 で回答を誤った場合、30 回の質問でも正解に至らずその成功率も 2 割程度である。（前回の報告[4]における実験ではユーザに 4 回まで質問再開を許したため 65%成功）これに対し、誤りを考慮する提案システムでは、ユーザが回答を誤らない場合の累積確率及び成功率は若干低下しているものの、ユーザが誤った場合の成功率は大幅に向上している。

しかし回数の閾値だけを条件とした場合、高い成功率を得るためには、質問回数が多くなってしまふ。今後は回数の閾値だけではなく、提示条件として質問回数と累積確率の両方を考慮する。また、ユーザによる質問再開も考慮したうえで、提示の閾値を検討する必要がある。

## 5. まとめ

失語症者に向けた思い出し支援のため、誤答を考慮した質問手法を提案した。実験の結果、提案した質問手法を用いることで誤答があつた場合でも正解を導くことができた。今後は回数の閾値だけではなく、提示条件として累積確率も考慮する。また、ユーザによる再開も考慮したうえで、提示の閾値を検討する。

本研究に御協力頂いた君津中央病院の言語聴覚士、村西幸代氏、および協力者の方に深く感謝致します。本研究の一部は株式会社エスコアール、千葉銀行、放送文化基金の助成により行われました。

### 参考文献

- [1] NPO 法人和音, “改訂失語症の人と話そう”, 中央法規, 2010.
- [2] Sentence Shaper, <http://sentenceshaper.com/> (2014 年 7 月現在)
- [3] 漆山純一, 野田友里奈, 藤原奈津美, “iPod touch を用いた失語症者支援アプリケーションの試作”, 電子情報通信学会技術研究報告, 福祉情報工学研究会, Vol.100, No.164, pp.7-12, Aug. 2010.
- [4] 有馬志保, 黒岩眞吾, 堀内靖雄, 古川大輔, “Android を用いた失語症者向け料理名思い出し支援ツール”, 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT) 講演論文集, 第 3 分冊, pp.697-700, Sep.2013.
- [5] 古川大輔, 村西幸代, 小嶋知幸, “失語症者への適切な質問方法について (1) - 絞り込む質問の基礎的研究 -”, 日本言語聴覚学会プログラム・抄録集, Vol.8, p.100, 2007.
- [6] 柳村 舞衣, 黒岩 眞吾, 堀内 靖雄, 村西 幸代, 古川 大輔, 遠藤 俊樹, 宇都宮 栄二, “失語症者向けニュース字幕自動要約システムの開発に向けた予備調査”, HCG シンポジウム, Dec. 2013.