

2020年度（令和2年度） 卒業論文

概念属性を利用した発想支援

電気情報系学科 卒業論文検印	
学科長	

指導教員

村田真樹

鳥取大学工学部 電気情報系学科

自然言語処理研究室

B17T2021Y 小野 真稔

概要

発想支援とは、既存のアイデアを発展させ新たなアイデアを出すことである。発想支援の手法の一つにチェックリスト法 [1] というものがある。チェックリスト法とはアレックス・F・オズボーン氏が作った発想法で拡大（ものを大きくしてみたらどうか）、代用（他のもので代用できないか）など 9 つの項目をテーマに当てて発想を行う手法である（例：ネコを大きくするとトラになる）

これらを概念属性データベースを作成し、発想支援を行う。概念属性データベースとは、ある単語を表す概念を属性としたデータベースである。

本研究では、McRae のデータセット [2] を概念属性データベースとする。概念属性データベースから「ネコを大きくするとトラになる」のような類推を行えるようにする。また McRae のデータセットがどのくらい役立つかを確認した。2 つの類推法を用いた結果から、類推できる、大方できているまたは少し変だと思う、見かたによってはできている、類推できないの 4 段階の評価を行った。1 つ目の類推法では、類推できる、大方できているまたは少し変だと思うの評価を合わせて約 54%、2 つ目の類推法では同様に約 24% の正しい類推が行え、ある程度役に立つことを確認した。しかし、McRae のデータセットでは 541 種類の単語しかなく類推には限界がある。また、正解率が低いという問題がある。今後の課題としてはより多くの類推が行えるように大量のテキストデータなどから新たな概念属性データベースを作成し正解率を向上させる必要がある。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	先行手法	2
2.1	McRae のデータセット	2
2.2	発想支援のための作図システムの構築	3
2.3	意味ソート msort-意味的並べ替え手法による辞書の構築例とタグ付きコーパスの作成例と情報提示システム-	3
第3章	提案手法	4
3.1	概念属性データベース	4
3.2	類推法 1	4
3.3	類推法 2	5
第4章	類推法 1 の実験	7
4.1	実験結果	7
4.2	著者による実験評価	8
4.2.1	評価方法	8
4.2.2	評価結果	8
4.3	被験者実験	11
4.3.1	評価方法	11
4.3.2	評価結果	11
4.4	類推結果の類似度	12
4.4.1	コサイン類似度	12
4.4.2	類似度を求めた結果	12
4.4.3	被験者実験の結果の F 値	15
4.4.4	被験者実験の結果の適合率	15
4.4.5	被験者実験の結果の再現率	16

第 5 章	類推法 2 の実験	17
5.1	実験結果	17
5.2	類推法 2 の著者による実験評価	18
5.2.1	評価方法	18
5.2.2	評価結果	18
5.3	被験者実験	21
5.3.1	評価方法	21
5.3.2	評価結果	21
5.4	類似度を求めた結果	22
5.4.1	被験者実験の結果の F 値	25
5.4.2	被験者実験の結果の適合率	25
5.4.3	被験者実験の結果の再現率	26
第 6 章	考察	27
6.1	類推法 1 の実験に対する考察	27
6.2	類推法 2 の実験に対する考察	28
第 7 章	今後の課題	29
第 8 章	おわりに	30
第 9 章	謝辞	31

表 目 次

2.1	McRae のデータセットの例	2
2.2	単語に複数の属性を付与した辞書の例	3
3.1	概念属性データベースの例	4
4.1	類推法 1 の実験結果の一部	7
4.2	著者による類推法 1 の評価の結果	8
4.3	類推法 1 の著者による評価結果	9
4.4	類推法 1 の著者による評価結果 (続き)	10
4.5	被験者評価の結果	11
4.6	被験者評価の多数決の結果	11
4.7	被験者評価の多数決の結果	11
4.8	類推法 1 の被験者による評価結果と類似度	13
4.9	類推法 1 の被験者による評価結果と類似度 (続き)	14
4.10	3 種類の F 値	15
4.11	3 つの適合率	16
4.12	3 つの再現率	16
5.1	類推法 2 による実験結果の一部	17
5.2	著者による評価の結果	18
5.3	類推法 2 の著者による評価結果	19
5.4	類推法 2 の著者による評価結果 (続き)	20
5.5	被験者評価の結果	21
5.6	被験者評価の多数決の結果	21
5.7	被験者評価の多数決の結果	21
5.8	類推法 2 の実験結果の類似度	23
5.9	実験結果の (続き)	24

5.10 3種類のF値	25
5.11 3種類の適合率	25
5.12 3種類の再現率	26

第1章 はじめに

発想支援とは、既存のアイデアを発展させ新たなアイデアを出すことである。発想支援の手法の一つにチェックリスト法 [1] というものがある。チェックリスト法とはアレックス・F・オズボーン氏が作った発想法で拡大 (ものを大きくしてみたらどうか)、代用 (他のもので代用できないか) など 9 つの項目をテーマに当てて発想を行う手法である。(例: ネコを大きくするとトラになる)

これらを概念属性データベースから発想支援を行う。概念属性データベースとは、ある単語を表す概念を属性としたデータベースである。

本研究では、McRae のデータセット [2] を概念属性データベースとする。概念属性データベースから「ネコを大きくするとトラになる」のような類推を行えるようにする。また McRae のデータセットがどのくらい役立つかを確認する。

本研究の主な主張点を以下に整理する。

- 本研究の目的はチェックリスト法などの発想支援を概念属性データベースから行えるようにすることである。
- 本研究では 2 つの類推法から類推を行った。類推を行った結果から被験者 5 人に類推できる、大方できているまたは少し変だと思う、見かたによってはできている、類推できないの 4 段階の評価を行った。それぞれ類推できる、大方できているまたは少し変だと思うの評価を合わせて約 54%、約 24% の類推が行え、McRae のデータセットがある程度役に立つことが確認された。

本論文の構成は以下のとおりである。第 2 章では、本研究に関連する研究としてどのような研究が行われてきたか記述する。第 3 章では、本研究での 2 つの提案手法を記述する。第 4 章では、本研究の 1 つめの実験結果を述べる。第 5 章では、本研究の 2 つめの実験結果を記述する。第 6 章では、本研究の考察を記述する。第 6 章では、今後の課題を記述する。第 7 章では、まとめを行う。

第2章 先行手法

本章では，先行研究について記述する．2.1 節では McRae のデータセット [2] について記述する．2.2 節では村川 [3] らが行った発想支援のための作図システムについて記述し，2.3 節では村田 [4] らが行った単語を複数の属性で表現したことについて記述する．

2.1 McRae のデータセット

McRae のデータセット [2] は，基本レベルに属すると考えられる 541 種類の生存 (dog など) と非生存 (chair など) の英単語概念に対し，700 名以上の評定者が与えた総計 2,526 種類の `is_large`, `a_cat` のような意味属性データを収集したものである．McRae のデータセットの一部を表 2.1 に示す．

表 2.1: McRae のデータセットの例

英単語	意味属性
cat	an_animal has_fur a_pet has_a_tail is_domestic has_a_4_legs ⋮
tiger	an animal a cat is large has_fur has_a_tail has_a_4_legs ⋮

2.2 発想支援のための作図システムの構築

本研究の発想支援に関連した研究がある．村川 [3] らは，発想支援のための作図システムを多空間のデザイン思考を支援する M メソッドに焦点を当て，その空間のデザイン思考を考慮して Scalable Vector Graphics 画像による図を生成するシステムを試作した．

2.3 意味ソート msort-意味的並べ替え手法による辞書の構築例とタグ付きコーパスの作成例と情報提示システム-

本研究の概念属性と関連した研究がある．村田 [4] らは，単語に複数の属性を付与するといった形で単語の意味記述を行うという考えをした．IPAL 辞書から器を意味する様々な単語に対して表 8 のような属性を与えた．表中の ”- ”は属性の値は指定されていないことを示す．

表 2.2: 単語に複数の属性を付与した辞書の例

単語	属性				
	種類	対象物	形状	サイズ	材質
うつわ	-	-	-	-	-
碗	和	-	深	-	陶磁
椀	和	-	深	-	木
湯のみ	和	緑茶/白湯	深	-	陶磁
皿	-	-	浅	-	-

第3章 提案手法

本章では、提案手法の説明を記述する。3.1節では、概念属性データベースについて記述している。3.2節では類推法1について記述している。3.3節では、類推法2についてを記述している。

3.1 概念属性データベース

本研究ではMcRaeのデータセットを概念属性データベースとして用いて類推を行う。McRaeのデータセットの意味属性データを概念属性とする。概念属性データベースの一部を表3.1に示す。

表 3.1: 概念属性データベースの例

単語	概念属性
cat	an_animal has_4leg a_pet has_fur ...
tiger	a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
gun	a_weapon made_of_metal is_dangerous ...
pistol	a_gun a_weapon made_of_metal is_small ...
rifle	a_gun a_weapon made_of_metal is_long ...

3.2 類推法1

表3.1のような概念属性データベースから類推を行う。以下に手順を示す。

手順1 a_単語 (a_cat など) の属性を持っている単語を取り出す。

- ここでの a_単語 (a_cat など) は単語の種類を表す。

手順2 取り出した単語に加えたい属性 (is_large など) を探す。

手順3 1の属性と2で加えた属性と同じものがある単語を取り出す。

例えばネコ (cat) を大きくしたいならネコ (cat) の属性に is_large という属性を加える。そして加えた属性を持つ項目を取り出す。そしてトラなどを抽出されることを期待する。例を以下に示す。

———— a_cat を持つものを取り出す ————

```
tiger : a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
lion : a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
cheetah a_cat an_animal has_4leg has_fur is_fast ...
```

———— a_cat と is_large の両方持つものを取り出す ————

```
tiger : a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
lion : a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
```

3.3 類推法 2

3.2 節では a_単語 (a_cat など) を属性に持つもので類推を行う。3.3 節では a_単語 (a_cat など) を属性に持たないものも類推できるようにする。手順を以下に示す。

手順 1 すべての単語に加えたい属性 (is_large など) を足す。

手順 2 元の単語と属性を加えた単語のコサイン類似度を求める。

手順 3 コサイン類似度が高いもの上位 10 個を類推できたことにする。

すべての単語に加えたい属性 (is_large など) を加え、その後コサイン類似度の高い順に並べ替える。例を以下に示す。

———— すべての単語に加えたい属性 (is_large など) を加える ————

```
cat : an_animal has_4leg a_pet ... + is_large
gun : a_weapon made_of_metal is_dangerous ... + is_large
```

———— コサイン類似度を求める ————

```
tiger :a_cat an_animal has_4leg has_fur is_large ...
cat + is_large :an_animal has_4leg a_pet ... + is_large
コサイン類似度:0.700
```

—— 属性を加えたものをコサイン類似度が高い順にする ——

tiger cat + is_large 0.700

lion cat + is_large 0.600

rifle gun + is_large 0.500

第4章 類推法1の実験

本章では、本研究で行った3.2節の実験について記述する。4.1節では実験結果を記述する。4.2節では実験の評価について記述する。4.3節では被験者実験について記述する。4.4節では実験結果から求めたコサイン類似度について記述する。

4.1 実験結果

実験から623個の類推を行えた。実験結果の一部を表4.1に示す。ネコ (cat) を大きく (is_large) したらトラ (tiger) になるなど正しく類推が行えるものもあったが、銃 (gun) を速く (is_fast) したら弾丸 (bullet) になるなど正しく類推が行えないものもあった。

表 4.1: 類推法1の実験結果の一部

もとの単語	追加する単語	類推した結果	類推の例
cat	is_large	tiger	ネコを大きくしたらトラ
gun	is_large	bazooka	銃を大きくしたらバズーカ
jacket	is_large	parka	ジャケットを大きくしたらパーカー
pillow	is_small	cushion	枕を小さくしたらクッション
gun	is_small	bullet	銃を小さくしたら弾丸
rock	is_small	stone	岩を小さくしたら石
gun	is_fast	bullet	銃を早くしたら弾丸
cat	is_fast	cheetah	ネコを早くしたらチーター
van	is_fast	ambulance	バンを早くしたら救急車
toy	made_of_wood	kite	おもちゃを木材で作ったら凧
toy	made_of_wood	slingshot	おもちゃを木材で作ったらパチンコ
aex	made_of_wood	wagon	おもちゃを木材で作ったらワゴン

4.2 著者による実験評価

4.2.1 評価方法

評価方法を以下に示す．

- ○：類推できる
- △：大方できる，少し変だと思う
- □：見かたによってはできている
- ×：類推できない

以上の4段階評価で評価を行った．

4.2.2 評価結果

4.1節の結果の評価を属性の頻度が高いものから57個行った．評価した結果を表4.2に示す．

表 4.2: 著者による類推法1の評価の結果

			×
25	10	10	12

表4.2から ○ と △ を正解とすると61%の正解率となった．

また，評価の結果を表4.3，表4.4に示す．

表 4.3: 類推法 1 の著者による評価結果

もとの単語	追加する単語	類推した結果	評価
cat	is_large	tiger	
gun	is_large	bazooka	
jacket	is_large	parka	
desk	is_large	bureau	
cat	is_large	bureau	
car	is_large	limousine	
cup	is_large	mug	
jacket	is_large	parka	
boat	is_large	sailboat	
turtle	is_large	tortoise	
boat	is_large	yacht	
pillow	is_small	cushion	
gun	is_small	bullet	×
rock	is_small	stone	
knife	is_small	dagger	
deer	is_small	fawn	
axe	is_small	hatchet	
building	is_small	inn	
gun	is_small	pistol	
horse	is_small	pony	
frog	is_small	toad	
bike	is_small	tricycle	
axe	made_of_metal	hatchet	×
toy	made_of_metal	wagon	×
gun	is_long	rifle	
boat	is_long	canoe	
car	is_long	limousine	
knife	is_long	machete	
gun	is_fast	bullet	×
cat	is_fast	cheetah	
van	is_fast	ambulance	
cat	is_fast	cougar	
rabbit	is_fast	hare	
oven	is_fast	microwave	
cat	is_fast	panther	
pillow	is_round	cushion	
toy	is_round	rattle	
rock	is_round	stone	
stick	is_round	wand	×

表 4.4: 類推法 1 の著者による評価結果 (続き)

もとの単語	追加する単語	類推した結果	評価
toy	made_of_wood	kite	×
toy	made_of_wood	slingshot	
axe	made_of_wood	tomahawk	×
toy	made_of_wood	wagon	×
van	is_white	ambulance	
rabbit	is_white	hare	
car	is_white	limousine	
dish	is_white	plate	
chicken	is_white	rooster	
horse	is_white	zebra	
coat	is_black	cloak	×
car	is_black	limousine	
cat	is_black	panther	
shovel	is_black	spade	×
cat	is_black	tiger	
stick	is_black	wand	×
horse	is_black	zebra	

4.3 被験者実験

類推できた結果が正しくできているかどうかを確認するため、4.2節のような評価実験を5人の被験者に対して行う。

4.3.1 評価方法

4.2節と同様の基準で評価を行う。

4.3.2 評価結果

4.2.2節と同様に57の評価を行った。評価結果を表4.5に示す。また被験者の結果を多数決で求めた結果を表4.6に示す(ただし、結果が、 \cdot 、 \cdot 、 \cdot 、 \times のような場合はとを0.5とする)。評価の結果からのみ、と、ととを正解とした場合を表4.7に示す。

表 4.5: 被験者評価の結果

被験者				\times
1	19	11	11	16
2	25	14	8	10
3	17	8	5	27
4	12	15	13	17
5	13	8	16	20

表 4.6: 被験者評価の多数決の結果

			\times
21	9.5	7	19.5

表 4.7: 被験者評価の多数決の結果

のみ	と	とと
37%	54%	66%

4.4 類推結果の類似度

4.1 節の結果から単語の属性をベクトル化しコサイン類似度を求める．求めた値が低いものは取り出さないようにすることを試みた．

4.4.1 コサイン類似度

コサイン類似度とは，ベクトル空間モデルにおいて，文書同士を比較する際に用いられる．コサイン類似度を式 (4.1) に示す．

$$\cos(\vec{a}, \vec{b}) = \frac{\vec{a}\vec{b}}{|\vec{a}||\vec{b}|} \quad (4.1)$$

コサイン類似度が 1 に近ければ類似しており，0 に近ければ類似していないことになる．

4.4.2 類似度を求めた結果

4.3 節の評価で用いた 57 個の結果のコサイン類似度を求めた．結果を表 4.8, 表 4.9 に示す．表 4.8, 表 4.9 の被験者評価の列の などは多数決で同票だったものを示す．

表 4.8: 類推法 1 の被験者による評価結果と類似度

もとの単語	追加する単語	類推した結果	被験者評価	コサイン類似度
cat	is_large	tiger		0.3046
gun	is_large	bazooka		0.6339
cat	is_large	lion		0.4601
desk	is_large	bureau	×	0.4082
cat	is_large	cougar		0.4000
car	is_large	limousine		0.3244
cup	is_large	mug	×	0.2860
jacket	is_large	parka	×	0.4458
boat	is_large	sailboat		0.4601
turtle	is_large	tortoise		0.6172
boat	is_large	yacht		0.3046
pillow	is_small	cushion		0.6454
gun	is_small	bullet	×	0.3149
rock	is_small	stone		0.7252
knife	is_small	dagger		0.6131
deer	is_small	fawn		0.6271
axe	is_small	hatchet		0.5833
building	is_small	inn		0.2300
gun	is_small	pistol		0.7570
horse	is_small	pony		0.4200
frog	is_small	toad	×	0.6880
bike	is_small	tricycle		0.4653
axe	made_of_metal	hatchet	×	0.5833
toy	made_of_metal	wagon	×	0.2535
gun	is_long	rifle		0.3402
boat	is_long	canoe		0.3244
car	is_long	limousine		0.6488
knife	is_long	machete		0.7222
toy	made_of_wood	kite	×	0.3380
toy	made_of_wood	slingshot	×	0.2449
aex	made_of_wood	tomahawk	×	0.2535
toy	made_of_wood	wagon	×	0.5039
pillow	is_round	cushion		0.6454
toy	is_round	rattle	×	0.1054
rock	is_round	stone		0.2223
stick	is_round	wand	×	0.2631

表 4.9: 類推法 1 の被験者による評価結果と類似度 (続き)

もとの単語	追加する単語	類推した結果	被験者評価	コサイン類似度
gun	is_fast	bullet	×	0.3149
cat	is_fast	cheetah		0.2956
van	is_fast	ambulance		0.3338
cat	is_fast	cougar		0.4001
rabbit	is_fast	hare		0.4714
oven	is_fast	microwave		0.3125
cat	is_fast	panther		0.2956
van	is_white	ambulance		0.3338
rabbit	is_white	hare	×	0.5303
car	is_white	limousine	×	0.3244
dish	is_white	plate	×	0.7100
chicken	is_white	rooster	×	0.5025
horse	is_white	zebra	×	0.3818
coat	is_black	cloak		0.4629
car	is_black	limousine	×	0.3244
cat	is_black	panther		0.2956
shovel	is_black	spade	×	0.5500
cat	is_black	tiger		0.0566
stick	is_black	wand	×	0.2631
horse	is_black	zebra	×	0.3818

4.4.3 被験者実験の結果の F 値

被験者の結果をもとに F 値を求めた。F 値の式を式 4.2，式 4.3，式 4.4 に示す。コサイン類似度が 0.0 以上から 0.7 以上までの間で のみを正解とした場合の F 値， ， までを正解とした場合の F 値， ， ， までを正解とした場合の F 値の 3 通りを求めた。結果を表 4.10 に示す。表 4.10 からコサイン類似度が 0.0 以上のとき一番高い値となったので類似度が高なくても F 値が高いことがわかった。

$$F = \frac{2 \times \text{適合率} \times \text{再現率}}{\text{適合率} + \text{再現率}} \quad (4.2)$$

$$\text{再現率} = \frac{\text{任意のコサイン類似度以上の正解}}{\text{正解の類推の個数}} \quad (4.3)$$

$$\text{適合率} = \frac{\text{任意のコサイン類似度以上の正解}}{\text{システムの出力の類推の個数}} \quad (4.4)$$

表 4.10: 3 種類の F 値

	のみ	， まで	， ， まで
0.0	0.59	0.72	0.82
0.1	0.59	0.72	0.82
0.2	0.59	0.72	0.82
0.3	0.57	0.68	0.54
0.4	0.54	0.51	0.63
0.5	0.46	0.48	0.54
0.6	0.44	0.46	0.50
0.7	0.08	0.19	0.17

4.4.4 被験者実験の結果の適合率

被験者の結果を元に 4.4.3 節と同様に適合率を求めた。結果を表 4.11 に示す。

表 4.11: 3つの適合率

	のみ	, まで	, , まで	
0.0	0.42(20/48)	0.56(27/48)	0.67(32/48)	/48
0.1	0.42(20/48)	0.56(27/48)	0.67(32/48)	/48
0.2	0.42(20/48)	0.56(27/48)	0.67(32/48)	/48
0.3	0.45(17/48)	0.58(22/38)	0.76(29/38)	/38
0.4	0.46(13/28)	0.50(14/28)	0.69(19/28)	/28
0.5	0.47(9/19)	0.58(11/19)	0.74(14/19)	/19
0.6	0.58(7/12)	0.75(9/12)	0.91(11/12)	/12
0.7	0.25(1/4)	0.75(3/4)	0.75(3/4)	/4

4.4.5 被験者実験の結果の再現率

被験者の結果を元に 4.4.3 節と同様に再現率を求めた．結果を表 4.12 に示す．表からコサイン類似度が 0.0 以上のとき一番高い値となったので類似度が高くなくても再現率が高いことがわかった．

表 4.12: 3つの再現率

	のみ	, まで	, , まで
0.0	1.00	1.0	1.00
0.1	1.00	1.0	1.00
0.2	1.00	1.0	1.00
0.3	0.80	0.81	0.91
0.4	0.65	0.52	0.59
0.5	0.45	0.40	0.52
0.6	0.35	0.33	0.41
0.7	0.05	0.11	0.09

第5章 類推法2の実験

本章では、本研究で行った3.3節の実験について記述する。5.1節では、実験結果を記述する。5.2節では、実験の評価について記述する。5.3節では被験者実験について記述する。5.4節では求めたコサイン類似度について記述する。

5.1 実験結果

実験結果の一部を表5.1に示す。表5.1からオレンジ (orange) を小さく (is_small) したらみかん (tangerine) になるなど正しく類推が行えるものもあったが、イカ (squid) を大きく (is_large) したらタコ (octopus) になるなど、正しく類推が行えないものもあった。

表 5.1: 類推法 2 による実験結果の一部

もとの単語	追加する単語	類推した結果	類推の例
deer	is_large	moose	シカを大きくしたらヘラジカ
squid	is_large	octopus	イカを大きくしたらタコ
pheasant	is_large	raven	キジを大きくしたらカラス
orange	is_small	tangerine	オレンジを小さくしたらみかん
blackbird	is_small	sparrow	クロウタドリを小さくしたらスズメ
trout	is_small	perch	マスを小さくしたらスズキ
moose	is_fast	caribou	ヘラジカを早くしたらカリブー
tricycle	is_fast	scooter	三輪車を早くしたらスクーター
van	is_fast	car	バンを早くしたら車
broccoli	is_white	cauliflower	ブロッコリーを白くしたらカリフラワー
duck	is_white	goose	アヒルを白くしたらガチョウ
spinach	is_white	cabbage	ほうれん草を白くしたらキャベツ

5.2 類推法2の著者による実験評価

5.2.1 評価方法

4.2節と同様の基準で評価を行う。

5.2.2 評価結果

5.1節の結果の評価を属性の頻度が多いものから70個行った。評価した結果を表5.2に示す。

表 5.2: 著者による評価の結果

			×
36	17	7	12

表5.2から と を正解とすると76%の正解率となった。また、評価の結果を表5.3, 表5.4に示す。

表 5.3: 類推法 2 の著者による評価結果

もとの単語	追加する属性	類推した結果	評価
wasp	is_large	hornet	
blackbird	is_large	raven	
pheasant	is_large	goose	
deer	is_large	moose	
squid	is_large	octopus	×
sofa	is_large	couch	×
oriole	is_large	raven	
pheasant	is_large	raven	
partridge	is_large	goose	
chickadee	is_large	raven	
nightingale	is_small	starling	
trout	is_small	perch	
blackbird	is_small	sparrow	
nightingale	is_small	finch	
mackerel	is_small	perch	×
blackbird	is_small	bluejay	
orange	is_small	tangerine	
blackbird	is_small	chickadee	
salmon	is_small	perch	
nightingale	is_small	bluejay	×
spinach	is_long	asparagus	
crossbow	is_long	bow_(weapon)	
trousers	is_long	pants	
dagger	is_long	machete	
gun	is_long	rifle	
pistle	is_long	rifle	
colander	is_long	tongs	
trumpet	is_long	trombone	
tuba	is_long	trombone	
sweater	is_long	coat	
colander	is_round	strainer	
spinach	is_round	cabbage	
rock	is_round	stone	
banjo	is_round	harpsichord	×
asparagus	is_round	turnip	

表 5.4: 類推法 2 の著者による評価結果 (続き)

もとの単語	追加する属性	類推した結果	評価
eggplant	is_round	turnip	×
pear	is_round	banana	×
raspberry	is_round	blueberry	
cauliflower	is_round	turnip	
pillow	is_round	cushion	
moose	is_fast	caribou	
moose	is_fast	deer	
buffalo	is_fast	elk	
squirrel	is_fast	chipmunk	
bison	is_fast	elk	
skunk	is_fast	hare	
tricycle	is_fast	scooter	
fawn	is_fast	deer	
van	is_fast	car	×
ox	is_fast	elk	
broccoli	is_white	cauliflower	
pheasant	is_white	goose	
spinach	is_white	cabbage	
nightingale	is_white	dove	
partridge	is_white	goose	
oriole	is_white	dove	
pheasant	is_white	dove	
raven	is_white	goose	
duck	is_white	goose	×
squirrel	is_white	chipmunk	
finch	is_black	starling	
sparrow	is_black	blackbird	
bluejay	is_black	blackbird	
finch	is_black	blackbird	
nightingale	is_black	starling	
nightingale	is_black	blackbird	
sparrow	is_black	chickadee	×
nightingale	is_black	oriole	×
robin	is_black	starling	
flute	is_black	clarinet	

5.3 被験者実験

類推した結果が正しいかどうかを確認するため、4.3節のような評価実験を5人の被験者に対して行う。

5.3.1 評価方法

4.2節と同様の基準で行う。

5.3.2 評価結果

5.2.2節と同様に70個の評価を行った。評価結果を表5.5に示す。また被験者の結果を多数決で求めた結果を表5.6に示す(ただし、結果が、 \times のような場合はとを0.5とする)。評価の結果からのみ、と、ととを正解とした場合を表5.7に示す。

表 5.5: 被験者評価の結果

			\times
4	4	37	25
3	12	33	21
31	14	3	22
7	7	24	32
24	11	16	19

表 5.6: 被験者評価の多数決の結果

			\times
10.5	6.5	27.5	25.5

表 5.7: 被験者評価の多数決の結果

のみ	と	とと
15%	24%	64%

5.4 類似度を求めた結果

5.2 節の評価で行った 70 個の結果のコサイン類似度を求めた。結果を表 5.8, 表 5.9 に示す .. 表 5.8, 表 5.9 の被験者評価の列の などは多数決で同票だったものを示す。

表 5.8: 類推法 2 の実験結果の類似度

もとの単語	追加する属性	類推した結果	被験者評価	コサイン類似度
wasp	is_large	hornet		0.7701
blackbird	is_large	raven		0.7692
pheasant	is_large	goose	×	0.7348
deer	is_large	moose		0.7324
squid	is_large	octopus	×	0.7205
sofa	is_large	couch		0.7181
oriole	is_large	raven		0.7016
pheasant	is_large	raven	×	0.7016
partridge	is_large	goose		0.7006
chickadee	is_large	raven		0.6933
nightingale	is_small	starling		0.8807
trout	is_small	perch		0.8666
blackbird	is_small	sparrow		0.8461
nightingale	is_small	finch		0.8366
mackerel	is_small	perch	×	0.8164
blackbird	is_small	bluejay	×	0.8006
orange	is_small	tangerine		0.7882
blackbird	is_small	chickadee		0.7877
salmon	is_small	perch		0.7784
nightingale	is_small	bluejay	×	0.7637
spinach	is_long	asparagus		0.7698
crossbow	is_long	bow_(weapon)	×	0.7396
trousers	is_long	pants	×	0.7319
dagger	is_long	machete		0.7302
gun	is_long	rifle		0.6859
pistle	is_long	rifle		0.6851
colander	is_long	tongs	×	0.6681
trumpet	is_long	trombone		0.6671
tuba	is_long	trombone		0.6671
sweater	is_long	coat		0.66226
colander	is_round	strainer	×	0.7337
spinach	is_round	cabbage	×	0.7216
rock	is_round	stone		0.6689
banjo	is_round	harpsichord	×	0.6546
asparagus	is_round	turnip	×	0.6324

表 5.9: 実験結果の (続き)

もとの単語	追加する属性	類推した結果	被験者評価	コサイン類似度
eggplant	is_round	turnip	×	0.6324
pear	is_round	banana	×	0.6172
raspberry	is_round	blueberry	×	0.6172
cauliflower	is_round	turnip	×	0.6024
pillow	is_round	cushion		0.6013
moose	is_fast	caribou		0.7660
moose	is_fast	deer		0.7267
buffalo	is_fast	elk	×	0.6875
squirrel	is_fast	chipmunk	×	0.6415
bison	is_fast	elk	×	0.6030
skunk	is_fast	hare	×	0.5883
tricycle	is_fast	scooter		0.5883
fawn	is_fast	deer		0.5813
van	is_fast	car		0.5809
ox	is_fast	elk		0.5773
broccoli	is_white	cauliflower		0.7412
pheasant	is_white	goose		0.7348
spinach	is_white	cabbage	×	0.7216
nightingale	is_white	dove		0.7171
partridge	is_white	goose		0.7006
oriole	is_white	dove		0.7000
pheasant	is_white	dove	×	0.7000
raven	is_white	goose		0.6901
duck	is_white	goose	×	0.6761
squirrel	is_white	chipmunk	×	0.6744
finch	is_black	starling		0.8703
sparrow	is_black	blackbird		0.8486
bluejay	is_black	blackbird		0.8006
finch	is_black	blackbird		0.7715
nightingale	is_black	starling		0.7637
nightingale	is_black	blackbird		0.7637
sparrow	is_black	chickadee	×	0.7590
nightingale	is_black	oriole	×	0.7559
robin	is_black	starling		0.7484
flute	is_black	clarinet		0.7412

5.4.3 被験者実験の結果の再現率

表 5.8 の結果を元に 4.4.3 節と同様に再現率を求めた．結果を表 5.12 に示す．表よりコサイン類似度が 0.5 以上のとき一番高い値になったので，類似度が高くなくても適合率が高くないことがわかった．

表 5.12: 3 種類の再現率

	のみ	, まで	, , まで
0.50	1.00	1.00	1.00
0.55	1.00	1.00	1.00
0.60	0.75	0.77	0.89
0.65	0.75	0.77	0.86
0.70	0.63	0.54	0.68
0.75	0.25	0.15	0.30
0.80	0.00	0.00	0.03
0.85	0.00	0.00	0.00

第6章 考察

本章では、考察を記述する。6.1 節では、3.2 節についての考察を記述する。6.2 節では、3.3 節についての考察を記述する。

6.1 類推法 1 の実験に対する考察

表 4.6 より と を合わせた場合約 54 % の正解率となり、ある程度役に立つことがわかった。しかし、×となったものは 34 % あった。原因としては以下のように考えられる。

- 概念属性データベースに適していない属性の存在
単語に適していない概念属性があることが挙げられる。例えば、bullet の概念属性に a_gun がある。これは銃に関係するものとして属性に入っているが、銃そのものではないのでここでは概念属性に適していない。これらのような属性があるので、銃 (gun) を小さく (is_small) すると弾丸 (bullet) になるといった正しくない類推となってしまうことが考えられる。
- 連想できない類推
連想できないような類推があった。例えば、おもちゃ (toy) を木製 (made_of_wood) にすると wagon (ワゴン) になるや棒 (stick) を黒く (is_black) すると杖 (wand) になるといった誤った類推が行われた。このような toy から wagon、stick から wand といった連想をできない被験者が多かった。
- 変化がない類推
変化がない類推があった。カエル (frog) を小さく (is_small) するとヒキガエル (toad) になるや皿 (dish) を白く (is_white) するとプレート (plate) になるといった誤った類推が行われた。これらは、類推前のものと類推後のもの両方共小さい、白いと判断されたため × となった。

6.2 類推法2の実験に対する考察

3.3節の提案手法では、すべての単語に加えたい属性を加え、コサイン類似度が高いものを出力として類推を行った。3.2節の提案手法よりコサイン類似度は高くなったが、とを合わせた正解率が21%となった。原因として以下のように考えられる。

- 変化の差が小さい

3.3節の提案手法で行われた多くの類推に鳥に関する類推が多く出た。例えばサヨナキドリ (nightingale) を小さく (is_small) するとムクドリ (starling) なるという誤った類推が行われた。これはサヨナキドリとムクドリでは体長はムクドリのほうが小さいがあまり変わらないとして類推できないと判断されることがあった。このように変化が小さい類推の場合は または×の評価となってしまう、正解率が下がってしまったと考えられる。

- 逆の類推

サバ (mackerel) を小さく (is_large) するとスズキ (perch) になるといった誤った類推が行われた。これはサバとスズキではサバのほうが小さいため×となった。

- 連想できない類推

6.1節と同様にイカ (squid) を大きく (is_large) するとタコ (octopus) などの連想できない類推があった。

第7章 今後の課題

本研究では、McRae のデータセットから概念属性データベースを作成し類推を行ったが、いくつかの問題が残っている。

- 類推の仕方の変更

本論文の実験では、属性を追加することしか行っていないので、属性を追加だけでなく削除や変更を行い、新たな類推を行えるようにする。

- 概念属性データベースの作成

本研究では、McRae のデータセットを使いどこまで類推できるかを試した。McRae のデータセットは 541 種類の英単語しかないので類推に限界がある。そこで新たに概念属性データベースを作成することを検討する。大量のテキストデータから共起語を用いて概念属性データベースを自動または半自動で作成する。例えば、ネコの共起語にネコ科や動物などがある。それらの共起語を概念属性として自動で取り出す。取り出した概念属性から概念属性データベースを作成する。作成した概念属性データベースから今回の実験のような手順で類推を行う。

以上の 2 点が主に考えられる今後の課題である。

第8章 おわりに

本研究では、概念属性データベースからの発想支援を行った。概念属性データベースに McRae のデータセットを用いて2つの類推法から類推を行った。類推法1、類推法2の実験の結果から5人の被験者に類推できる、大方できているまたは少し変だと思う、見かたによってはできている、類推できないの4段階の評価を行った。類推法1では類推できると大方類推できるまたは少し変だと思うを正解とすると約54%の正しい類推ができた。また類推法2の実験では約24%の正しい類推ができた。類推法1では約54%、類推法2では約24%の正解率だが、類推できると大方類推できるまたは少し変だと思うと見かたによっては類推できるを正解とすると類推法1では約66%、類推法2では約64%の正解率となる。よって McRae のデータセットはある程度役に立つと考えられる。しかし、McRae のデータセットでは541種類の単語しかなく類推には限界がある。また、正解率が低いという問題がある。今後の課題としてはより多くの類推が行えるように大量のテキストデータなどから新たな概念属性データベースの作成し、より多くの類推をできることにすることと正解率を向上させる必要がある。

第9章 謝辞

また, 研究の進め方や本論文の書き方など, 細部にわたる御指導を頂きました, 鳥取大学工学部知能情報工学科自然言語処理研究室の村田真樹教授に心から御礼申し上げます. また, 本研究を進めるにあたり, 御指導, 御助言を頂きました, 村上仁一准教授に心から御礼申し上げます. その他様々な場面で御助言を頂いた自然言語処理研究室の皆様に感謝の意を表します.

参考文献

- [1] 永田豊志. あらゆる問題を解決できるフレームワーク図鑑. 2015.
- [2] Ken McRae, George S Cree, Mark S Seidenberg, and Chris McNorgan. Semanticfeature production norms for a large set of living and nonliving things. *BehaviorResearch Methods*, 2005.
- [3] 村川猛彦, 牧野茂一. 発想支援のための作図システムの構築. 情報知識学会誌 24 巻 (2014)2 号, pp. 133–138, 2014.
- [4] 村田真樹, 神崎享子, 内元清貴, 馬青, 井佐原均. 意味ソート msort-意味的並べ替え手法による辞書の構築例とタグ付きコーパスの作成例と情報提示システム-. 自然言語処理 7(1), pp. 51–66, 2000.