

# パターンを使用した重文複文の日英翻訳の精度

前田春奈 村上仁一 徳久雅人 池原悟

鳥取大学工学部知能情報工学科

{hmaeta,murakami,tokuhisa,ikehara}@ike.tottori-u.ac.jp

## 1 はじめに

日英機械翻訳において、トランスファー方式、用例翻訳、確率翻訳などが提案されている。これらの翻訳方式は単文に対しては有効であるが、重複文に対しては、翻訳精度が低下する傾向がある。

ところで、提案されている翻訳方式の1つに、パターン翻訳がある。パターン翻訳は、日英対訳パターンを用いて翻訳を行う翻訳方式である。しかし、パターン作成における変数化の問題などがあり、意味的に独立したパターンを大量に作成する事が困難であった。これに対して参照文献 [?] で提案した方法により、大量のパターンを作る事が可能になった。現在、日本語の重複文 12 万文に対してパターンが作成されている。

そこで本研究では、12 万パターンを使用して重複文の日英翻訳を試みる。まず、文型パターンパーサを利用して候補の日本語パターンを抽出する。次に人手で最適な日本語パターンを候補から選択し、対応する英語パターンの変数へ適切な英単語を手で適合させ、出力英文を作成する。この様に得られた英文に対し、人手と機械で評価する。

## 2 パターンを利用した翻訳実験

### 2.1 利用するデータベースとパターンとプログラム

実験に利用する日英対訳データベース、評価用試験文、文型パターンデータベース、プログラムを以下に示す。

#### 2.1.1 日英対訳データベース

日英機械翻訳の研究は以前より行われている。しかし、この研究において必須と考えられている大量の対訳データベースを一般で入手するのは困難であった。しかし、最近では電子辞書が出版され、これらから対訳を抽出出来るようになった。本研究では、電子辞書の対訳から重複文 12 万文を収集した日英対訳データベース [?] を使用する。

#### 2.1.2 評価用試験文

評価用試験文は、日英対訳データベースよりランダムに選択した 100 文 (平均単語数:12) を使用する。例文を以下に示す。

- 試験文例 = 彼にはその任務を果たせるだけの能力がなかった。

- 模範訳 = He was not equal to the task.

#### 2.1.3 文型パターンデータベース

文型パターンは、日英言語の表現対において、線形要素を変数記号に書き換えたパターンである [?]。文型パターンは日英対訳データベースから作られている。本研究は文型パターン辞書に収録された単語レベルの文型パターン (12 万対) を使用する。この辞書には、単語レベルの他、句レベル、節レベルが収録されており、その中の単語レベルは表現に含まれる名詞、動詞、形容詞、副詞などの自立語の線形な要素を変数化している。文型パターンの例を以下に示す。

- 原文 (日) = 母は赤ん坊をあやして笑わせた
- 原文 (英) = Mother played with the baby and got him to smile.
- 日本語パターン =  $N1$  は/ $N2$  を/ $V3$  て/笑わせた。
- 英語パターン =  $N1$   $V3$ .past  $N2$  and got  $N2$ .pron.obj to smile.

$N$  は名詞、 $V$  は動詞を表している。英語パターンは日本語パターンを元に、原文 (英) を変数化して作成されている。

#### 2.1.4 文型パターンパーサ [?]

文型パターンパーサは、入力文 (日本語の形態素解析結果) と 12 万の日本語パターンを ATN を用いて照合し、入力文に適合する日本語パターンとパターン適合率を出力するプログラムである [?]。

パターン適合率

パターン適合率とは、入力文と適合したパターンの文字単位での一致率である。一般的にパターン適合率が高い日本語パターンを選択した方が、品質の高い出力英文を作れる可能性が高い。例を以下に示す。

- 入力文 = 私は子どもの将来を思うと切ない。

(a) パターン適合率 100% の例

- パターン適合率 100% の日本語パターン =  $N1$  は/ $N2$  の/ $TIME3$  を/ $V4$  と/切ない。

(b) パターン適合率 56% 以外の例

- パターン適合率 56% の日本語パターン =  $N1$  は/ $V2$  と/ $AJ3$ 。

## 3 実験方法

入力文 100 文に対して、日英対訳パターン (12 万対) を使用した翻訳精度実験を行う。翻訳方法と評価方法を以下に示す。

### 3.1 重複文の翻訳精度実験

本研究で用いた翻訳の手順を例を使用して以下に示す。

#### 1. 入力文と模範訳

入力文と模範訳を用意する。以下に例を示す

- 入力文 = 道路を横断するときは車に注意しなさい。
- 模範訳 = Watch out for the traffic when you cross the street.

#### 2. 文型照合プログラムによる日本語パターン候補の抽出

文型照合プログラムに入力文を代入し、日本語パターンの候補を抽出する。この時複数の候補が出力される。以下に例を示す。

##### (a) 候補の日本語パターン 1

<N1は>/N2を/V3/ときは/N4に/V5.meirei.  
N2:‘道路’, V3:‘横断する’, N4:‘車’,  
V5:‘注意する’

##### (b) 候補の日本語パターン 2

N1 を/V2/ときは/注意しなさい。  
N1:‘道路’, V2:‘横断する’

##### (c) 候補の日本語パターン 3

N1 を/V2 て/V3.meirei.  
N1:‘道路’, V2:‘横断する’, V3:‘注意する’

#### 3. 人手による最適パターンの選択

抽出した日本語パターンの候補から人手で最適な日本語パターンを選択する。以下に最適な日本語パターンを示す。

##### (a) 最適な日本語パターン

<N1は>/N2を/V3/ときは/N4に/V5.meirei.  
N2:‘道路’, V3:‘横断する’, N4:‘車’,  
V5:‘注意する’

#### 4. 変数における辞書引き

(a) のパターンの変数部分に対応する英単語を人手で検索する。英単語を検索する際、研究社新英和・和英中辞典を英単語辞書として使用する。該当する英単語が複数あった場合、人手で最適な英単語を選択する。以下に代入する英単語を示す。

- 代入する英単語: V5 = pay attention, N4 = the traffic, V3 = cross, N2 = the street

#### 5. 英語パターンを使った出力英文の作成

英語パターンの変数部分に、英単語を代入し、出力英文を作成する。以下に英語パターンと出力英文を示す。

- 英語パターン = V5 to N4 when (N1 or you) V3 N2.
- 出力文 = Pay attention to the traffic when you cross the street.

#### 6. 出力英文の評価

出力英文の評価を行い(3.2 節参照)、入力文に対する翻訳精度を調査する。

### 3.2 評価方法

評価方法は、人手による評価と機械による評価で行う。

#### 3.2.1 人手による評価

出力英文を人手によって評価する。日英機械翻訳において、翻訳精度を検証する評価方法は様々あるが、本研究では文献 [?] を参考にし、評価基準を以下の 4 段階とする。

- A...意味的に正しくそのまま英文として使用出来る
- B...重要でない情報が欠落しているか、文法的に正しくない所があるが簡単に理解出来る
- C...失敗だが、努力すれば理解出来る
- D...重要な情報が間違っ て訳されている

#### 3.2.2 機械による評価

機械による評価は最近盛んになってきている。本研究では以下の 2 つの評価方法で行う。

##### a) BLEU による評価

BLEU [?] は米国 IBM が提案した方法である。基本的には出力英文と模範訳を 4-gram で評価する。BLEU によるスコアの範囲は 0 から 1 である。本研究では、BLEU スコアを出すために NIST MT evaluation kit version 9 を使用する [?]。BLEU スコアを出す際、一般的に模範訳を複数用意するが、本研究では模範訳を 1 文とする。

##### b) NIST による評価

NIST [?] は米国 NIST が提案した方法である。基本的には出力英文とそれに対する模範訳を 5-gram で評価するプログラムである。NIST スコアを出すためのプログラムは BLEU スコアを出すプログラムと同一である。また、BLEU と同様に模範訳を 1 文とする。

## 4 実験結果

入力文 100 文 (平均単語数:12) と文型パターンデータベース (12 万パターン) を照合した所、48 文が日本語パターンの候補を 1 つ以上抽出出来た。また、48 文の平均候補抽出数は 16 パターンであった。入力文は文型パターンデータベースには含まれていない。したがって、本実験はオープンテストとなる。

人手による評価は評価者 2 人によって行い、平均値を実験結果とした。4.1 節から 4.4 節で A から D の各評価の例を、4.5 節で翻訳実験の結果をそれぞれ示す。

#### 4.1 評価 A の例

入力文と模範訳を以下に示す。

- 入力文 = 警官が来て騒ぎを鎮めた。
- 模範訳 = The policemen came and got the things under control.

入力文を文型パターンパーサに代入し、日本語パターン候補を抽出する。次に、得られた候補から最適な日本語パターンを人手で選択する。得られた最適な日本語パターンを以下に示す。

- 最適な日本語パターン = #1[REN2]/N3 が/V4  
て/N5 を/V6.kako.

最適な日本語パターンを選択後、日本語パターンの変数部分に対応する英単語を辞書を使って検索する。代入する英単語を以下に示す。

- 代入英単語: N3 = the policemen, V4 = came, V6 = suppressed, N5 = the disturbance  
最後に、英語パターンに英単語を代入し、出力英文を作成する。英語パターンと出力英文を以下に示す。

- 英語パターン = #1[REN2] N3 V4.past and V6.past N5.
- 出力英文 = The policemen came and suppressed the disturbance.

## 4.2 評価 B の例

4.1 節と同様の手順で出力英文を作成する。入力文、模範訳、最適な日本語パターン、代入英単語、英語パターン、出力英文をそれぞれ以下に示す。

- 入力文 = 他人の成功をうらやむのは一般の通弊である。
- 模範訳 = People are too apt to envy the success of others.
- 最適な日本語パターン = #1[N2]/V3/のは/#4[REN5]/N6.da.
- 代入英単語: N6 = a common evil, V3 = envy, N2 = others
- 英語パターン = It is #4[A.J5] N6 to V3 #1[N2].
- 出力英文 = It is a common evil to envy others.

## 4.3 評価 C の例

4.1 節と同様の手順で出力英文を作成する。入力文、模範訳、最適な日本語パターン、代入英単語、英語パターン、出力英文をそれぞれ以下に示す。

- 入力文 = 枕に顔を押し当てて泣いた。
- 模範訳 = He sobbed into the pillow.
- 最適な日本語パターン = <N1 は>/N2 に/N3 を/#4[NUM5]/V6て/<N1は>/#7[NUM8]/V9.kako.
- 代入英単語: V9 = cried, V6 = pressed, N3 = the face, N2 = pillow
- 英語パターン = (N1orI) V9.past #7[of NUM8] when (N1orI).pron V6.past #4[NUM5] N3 to (N1orI).pron.poss N2.
- 出力英文 = I cried when I pressed the face to my pillow.

## 4.4 評価 D の例

4.1 節と同様の手順で出力英文を作成する。入力文、模範訳、最適な日本語パターン、英語パターン、代入英単語、出力英文をそれぞれ以下に示す。

- 入力文 = 今夜は家にいると思います。
- 模範訳 = We will very likely stay home this evening.

- 最適な日本語パターン = <N1 は>/N2 は/#3[TIME4]/V5 と/V6.teinei.

- 代入英単語: V6 = expect, N2 = this evening, V5 = stay

- 英語パターン = (N1orI) V6 that N2 will V5 #3[TIME4].

- 出力英文 = I expect that this evening will stay.

## 4.5 翻訳実験の結果

入力文 100 文に対して、48 文がパターン候補を選択出来た。翻訳実験の結果を表??、表??にまとめる。表中の () 内は文数を表している。

表 1: 実験結果 (人手による評価)

調査数 (文)	A	B	C	D
48	32% (16)	10% (5)	15% (7)	43% (21)

表 2: 実験結果 (機械による評価)

調査数 (文)	BLEU	NIST
48	0.19	3.3

表??より、48 文中 A と判定された文は 32%、B と判定された文は 10%、C と判定された文は 15%、D と判定された文は 43%であった。2 人の評価は、C 判定の数に若干の差が出た。本研究では評価 A と評価 B を品質の高い英文としている。よって、本研究では品質の高い英文が 42%(A+B) 作成出来る事が示された。また、表??より、BLEU スコアは 0.19、NIST スコアは 3.3 であった。

## 5 考察

### 5.1 実験結果の考察

品質の高い英文は 48 文中の 42%作成出来たが、全体 (100 文) では 21%となり、BLEU、NIST スコアの結果も併せて考えると、まだ翻訳精度は低い。翻訳精度を向上するためには、以下の問題を解決する必要があると考えられる。

### 5.2 パターンの問題

品質の高い出力英文を出せない原因として、日英対訳パターンの作り方に問題があることが分かった。問題点を以下に示す。

#### 5.2.1 被覆率の問題

翻訳精度を下げる原因の 1 つに被覆率の問題がある。被覆率とは、入力文に対してパターン候補を抽出出来た文数を表す。本研究では、入力文 100 文に対して、文型パターンパーサを使ってパターン候補を抽出出来なかった文が 52 文あった。被覆率を下げる原因の 1 つとして 0 型代名詞の問題がある。以下に 0 型代名詞を持つ文の例を示す。0 型代名詞を持つ文

(a) 口車に乗せられて承諾した。

(a) の文に関して文型パターンデータベースを調べた所、意味的に一致している日本語パターンがあるに

もかわらず、文型パターンパーサで抽出されていない事が分かった。意味的に一致している日本語パターンと日本語パターンの原文(日)以下に示す。

(1) 意味的に一致している日本語パターン

$N1$  は/口車に/乗せられて/承諾した。

(b) 意味的に一致している日本語パターンの原文(日)  
私は口車に乗せられて承諾した。

上記の(a)と(b)の文を比べると、意味的には同じである。しかし、変数  $N1$  の部分が必須格であるため

(1) の日本語パターンが文型パターンパーサで抽出出来ない。解決策として、 $N1$  を任意格に変更を行えば

(1) の日本語パターンに対応出来る。変更後の日本語パターンを以下に示す。

変更後の日本語パターン

(2) < $N1$  は>/口車に/乗せられて/承諾した。

### 5.2.2 前置詞の問題

英語パターンに前置詞が明示してある場合の問題点を以下に示す。

(a) 前置詞が名詞に依存する場合

入力文、模範訳、英語パターン及び出力文を以下に示す。

- 入力文 = 村外れに古びた社がある。
- 模範訳 = There is an old Shinto shrine at the outskirts of the village.
- 英語パターン = There is #2[AJ3]  $N4$  in  $N1$ .
- 出力英文 = There is a Shinto shrine in the outskirts of the village.

上記の例では、出力英文に必ず 'in' が出る。しかし、 $N1$  が場所を表す名詞の場合、前置詞は名詞によって決まる。したがって、この例では at が適切となる。よって、英語パターンに前置詞があると出力英文の品質が低下する可能性がある。この問題を解決するために、前置詞を決定する名詞の意味属性を利用して、名詞によって前置詞を変化させるパターンを作る事が考えられる。

(b) 前置詞が動詞に依存する場合

英語パターンを以下に示す。

- ( $N1$ orI)  $V5$ .past  $N4$  to  $V3$  up  $N2$ .

上記の例では、出力英文に必ず前置詞 'up' が出る。前置詞が動詞によって決定される場合、前置詞は動詞に対応してさまざまな前置詞に変化する問題がある。解決策として、前置詞を決定する動詞の意味属性を利用して、前置詞を変化させるパターンを作る必要がある。

### 5.3 パターン適合率

本研究では、100文中48文に対して日本語パターンの抽出が出来た。このパターン適合率の平均は77%であった。また、A判定のパターン適合率の平均は98%、B判定では83%、C判定では75%、D判定では60%であった。

よって、パターン適合率が高いほど品質の高い英文を作成出来る傾向にある。

### 5.4 句レベル、節レベルの利用

文型パターンには単語レベルの他に句レベル、節レベルがある。句レベルおよび節レベルの文型パターンは、原文(日)を元に句、節の線形要素を変数に置き換えて作成されている。例を以下に示す。

- 原文(日) = 私の祖母は私に女は人前に入るものではないと教えた。
- 単語レベルの日本語パターン = #1[ $N2$  の]/ $N3$  は/ $N4$  に/ $N5$  は/ $N6$  に/出るものではないと/ $V7$ .kako.
- 句レベルの日本語パターン =  $NP1$  は/ $N2$  に/ $N3$  は/ $N4$  に/出るものではないと/ $V5$ .kako.
- 節レベルの日本語パターン =  $NP1$  は/ $N2$  に/ $CL3$  と/ $V4$ .kako.

句レベルの日本語パターン中の  $NP1$  は名詞句を、節レベルの日本語パターンの  $CL3$  は名詞節を表している。単語レベルの文型パターンに比べ、句レベル、節レベルの文型パターンは句や節を変数化している。

本研究では、単語レベルの文型パターンを用いた実験において、100文中48しか日本語パターン候補を抽出出来なかった。今後、句レベル、節レベルの文型パターンを用いる事で被覆率は上昇すると考えている。

## 6 おわりに

本研究では、重複文に対して、12万対の文型パターンを使用した翻訳精度について検証した。この結果、人手による評価は、48文中でAと判定された文が32%、Bと判定された文が10%、Cと判定された文15%、Dと判定された文が43%であった。また、機械による評価は、BLEUスコアが0.19、NISTスコアが3.3であった。しかし、単語レベルでのパターン翻訳は、重複文の翻訳において質の高い翻訳は21%(21/100)に留まっている。今後は、さらに翻訳精度を向上させる方法を考えていく。また、単語レベルだけでなく、句レベル、節レベルの文型パターンを使った翻訳精度の検証を行う予定である。

## 参考文献

- [1] 池原悟:非線形な言語表現と文型パターンによる意味の記述, 情報処理学会, 自然言語処理研究会, 2004-NL-159, pp.139-146, 2004-1
- [2] 村上ほか:日本語英語の文対応の対訳データベース, 「言語・認識・表現」, 第7回年次研究会, 2002-12
- [3] 徳久ほか:文型パターンパーサの試作, 言語処理学会第10回年次大会, 2004(発表予定)
- [4] E.Sumita:Example-based machine translation using DP-matching between word sequences, DDMT workshop of 39th ACL, 2001
- [5] K.Papineni, et al:BLEU:a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation, IBM Research Report, September17, 2001
- [6] NIST:Automatic Evaluation of Machine Translation Quality Using N-gram Co-Occurrence Statistics, <http://www.nist.gov/speech/tests/mt/mt2001/resource/>, 2002