

# パターンに基づく統計翻訳における，文パターン確率の考察

西尾聡一郎 \*1 村上仁一 \*2 徳久雅人 \*2

\*1 鳥取大学 工学部 知能情報工学科

\*2 鳥取大学 工学部研究科

\*1,\*2 {s122036, murakami, tokuhisa} @ ike.tottori-u.ac.jp

## 1 はじめに

パターンに基づく統計翻訳 [1](以下，Pattern Based SMT) は，統計的手法を用いて，対訳句と文パターン辞書を自動作成して翻訳を行う手法である．この翻訳手法は，対訳フレーズ対数確率，対訳文パターン対数確率，単語の  $N$ -gram を使用する．そして，対訳文パターン対数確率は，パターン内の単語における GIZA++[2] の値を利用して得ている．しかし，パターン内の単語における GIZA++ の値の中には，明らかに異常値を取っているものがある．そのため，対訳文パターン対数確率の値に信用性がないと考える．

しかし，一方で対訳フレーズ対数確率は，一般に GIZA++ において高い値が選ばれる傾向にある．そして，高い値は信頼性が高いと考える．そこで，本研究では，対訳文パターン対数確率の計算に，対訳フレーズ対数確率を利用して，翻訳精度の向上を試みる．

## 2 Pattern Based SMT

江木ら [1] によって提案された Pattern Based SMT は大きく分けて 5 つのステップで翻訳を行う．翻訳の手順を以下に示す．

### 2.1 対訳単語辞書の作成

対訳文と GIZA++ を用いて，対訳単語辞書を作成する．

### 2.2 単語に基づく対訳文パターンの作成

対訳文と対訳単語辞書を用いて，単語に基づく対訳文パターンを作成する．

### 2.3 対訳フレーズ辞書の作成

対訳フレーズ辞書は，対訳フレーズと対訳フレーズ対数確率で構成される．以下に，この作成方法を述べる．

#### 2.3.1 対訳フレーズ

対訳文と単語に基づく対訳文パターンを照合し，対訳フレーズを抽出する．対訳フレーズの作成の流れを図 1 に示す．

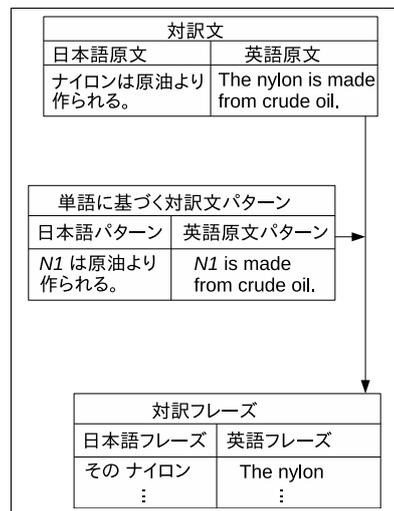


図 1 対訳フレーズの作成の流れ

#### 2.3.2 対訳フレーズ対数確率

抽出した対訳フレーズに GIZA++ の値を用いて，対訳フレーズ対数確率を付与する．対訳フレーズ対数確率は，以下の方法で行う．

$$P(J_0 \cdots J_{N-1} | E_0 \cdots E_{M-1}) = \sum_{n=0}^{N-1} \arg \max_{m=0}^{M-1} (\log_2(p(E_m | J_n)) + \log_2(p(J_n | E_m))) \quad (1)$$

$J_n$ ; 対訳フレーズ中の日本語の単語

$E_m$ ; 対訳フレーズ中の英語の単語

$p()$ ; GIZA++ の値

$N$ ; 日本語の単語数

$M$ ; 英語の単語数

対訳フレーズ対数確率の計算例を図 2 に示す．

#### 2.4 句に基づく対訳文パターン辞書の作成

句に基づく対訳文パターン辞書は，対訳パターンと対訳文パターン対数確率で構成されている．以下に，この作成方法を示す．

##### 2.4.1 句に基づく対訳文パターン

句に基づく対訳文パターンの作成の手順を以下に示す．



図2 対訳フレーズ対数確率の付与の例

1. 対訳文と対訳フレーズの照合を行う。
2. 対訳フレーズが適合した対訳文のフレーズを変数化して句に基づく対訳文パターンを作成する。

句に基づく対訳文パターンの作成方法と例を図3に示す。

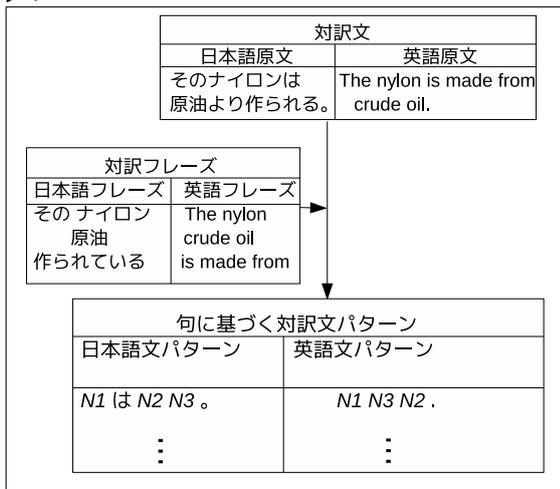


図3 句に基づく対訳文パターンの作成の流れ

### 2.4.2 対訳文パターン対数確率

対訳文パターン対数確率は、GIZA++ を用いて、以下の式で行う。

$$P(J_0 \cdots J_{N-1} | E_0 \cdots E_{M-1}) = \sum_{n=0}^{N-1} \arg \max_{m=0}^{M-1} (\log_2(p(E_m | J_n)) + \log_2(p(J_n | E_m))) \quad (2)$$

$J_n$ ; 対訳パターン中の日本語の単語

$E_m$ ; 対訳パターン中の英語の単語

$p()$ ; GIZA++ の値

$N$ ; 日本語の単語数

$M$ ; 英語の単語数

対訳文パターン対数確率の付与を図4に示す。

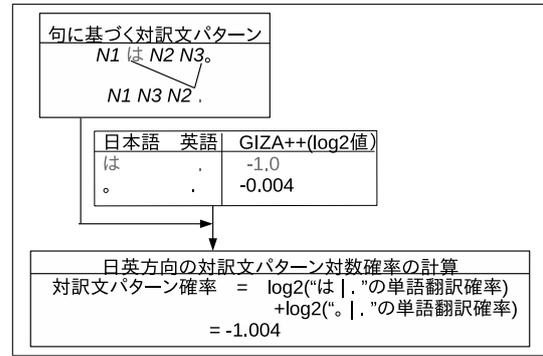


図4 対訳文パターン対数確率の付与

## 2.5 出力文の生成

対訳文パターン対数確率と出力候補文の作成に用いた対訳フレーズ対数確率と単語の  $N$ -gram を用いて、出力候補文の翻訳対数確率を計算する。そして、作成した出力候補文から出力文を選択する。

## 3 従来手法の問題点

従来手法の対訳文パターン対数確率は、パターン内の単語における GIZA++ の値を利用している。しかし、パターン内の単語における GIZA++ の値の中には、明らかに異常値を取っているものがある。そのため、対訳文パターン対数確率の値に信用性がないと考える。

### 3.1 従来手法における例

図4において、 $P(\text{は | .})$  の GIZA++ の値は異常値である。対訳文パターン確率の計算は、GIZA++ の値を利用しているため、GIZA++ に異常値がみられると翻訳結果に信頼が得られないと考える。

## 4 提案手法

GIZA++ の値が低い場合は、信頼がおけないと考えられる。一方で対訳フレーズ対数確率は GIZA++ において高い値が選ばれる傾向にある。そこで、本研究では、対訳フレーズ対数確率を利用する。具体的には、1文パターン全体における対訳フレーズ対数確率の対数の総和を求め、その対訳パターンの翻訳確率とする。

### 4.1 句に基づく文パターン辞書の作成

対訳フレーズ対数確率の計算方法を示す。

$$P(JX_0 \cdots JX_{N-1} | EX_0 \cdots EX_{N-1}) = \sum_{n=0}^{N-1} (\log_2(p(JX_n | EX_n))) \quad (3)$$

$JX_n$ ; 対訳パターン中の日本語の対訳フレーズ

$EX_n$ ; 対訳パターン中の英語の対訳フレーズ

$\log_2 p()$ ; 対訳フレーズ対数確率

$N$ ; 対訳フレーズの数

## 4.2 提案手法の具体例

図 5 は、提案手法の計算例を示す。なお、対訳文パターンは、2.4 節の表 3 と同じである。

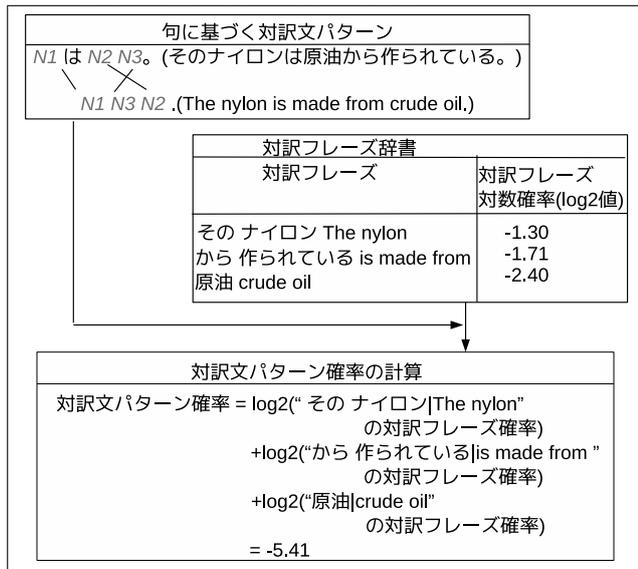


図 5 提案手法の具体例

## 5 実験環境

### 5.1 日英対訳文

本研究では、対訳文として、単文コーパス [4] を用いる。統計翻訳の前処理として、日本語文に対して、MeCab[5] を用いて形態素解析を行う。また、英語文に対して tokenizer.sed [6] を用いて分かち書きを行う。前処理を行った単文コーパスの例を表 1 に示す。

表 1 単文コーパスの例

私は映画を見に行く。
I go to see a movie .

### 5.2 実験データ

本研究では、対訳文として単文コーパスを表 2 の内訳で用いる。

表 2 日英対訳文数

対訳文	100,000 文対
テストデータ	100 文

## 6 実験

本研究では、従来手法と提案手法より 100 文ずつ翻訳結果を出力し、対比較実験を行う。

## 7 実験結果

### 7.1 対比較実験

提案手法と従来手法で得られた翻訳結果 100 文に対して、対比較実験を行う。表 3 に提案手法と従来手法の対比較実験の結果を示す。表 3 中の表記方法について説明

する。

- “提案手法”：提案手法の翻訳精度が従来手法の翻訳精度より優れている文
- “従来手法”：従来手法の翻訳精度が提案手法の翻訳精度より優れている文
- “差なし”：2 種類の翻訳精度が同程度である文
- “同一出力”：2 種類の翻訳文が完全に同一な文

表 3 100 文での対比較実験

提案手法	従来手法	同一出力	差なし
10	8	62	20

#### 7.1.1 従来手法が提案手法より優れている例

表 3 における従来手法が提案手法より優れている例を表 4 に示す。

表 4 従来手法が提案手法より優れている例

日本語入力文	私は都会に出た。
正解文	I arrived in the city .
英語翻訳文 (提案)	I was in the city .
日本語文パターン (提案)	<i>N00</i> は <i>01</i> に出た。
英語文パターン (提案)	<i>N00</i> was in the <i>N01</i> .
英語翻訳文 (従来)	I went to the city .
日本語文パターン (従来)	私は <i>N00</i> に <i>N01</i> た。
英語文パターン (従来)	I <i>N01</i> to the <i>N00</i> .

#### 7.1.2 提案手法が従来手法より優れている例

表 3 における提案手法が従来手法より優れている例を表 5 に示す。

表 5 提案手法が従来手法より優れている例

日本語入力文	組合はストライキに参加する。
正解文	The union will join in the strike .
英語翻訳文 (提案)	The union is joined to strike .
日本語文パターン (提案)	<i>N00</i> は <i>N01</i> に <i>N02</i> する。
英語文パターン (提案)	<i>N00</i> is <i>N02</i> to <i>N01</i> .
英語翻訳文 (従来)	Each part of the strike .
日本語文パターン (従来)	<i>N02</i> はストライキに <i>N01</i> <i>N00</i> 。
英語文パターン (従来)	<i>N02</i> <i>N01</i> <i>N00</i> strike .

### 7.2 実験結果のまとめ

表 3 の結果より、提案手法は従来手法の計算と同等な精度が得られた。

## 8 考察

### 8.1 Moses と提案手法における対比較実験

本研究では、対訳文パターン対数確率の計算に対訳フレーズ対数確率を利用することで、従来手法と同等の精度が得られることがわかった。ここで、moses[3] と提案手法における 100 文の対比較実験の結果を示す\*1。

#### 8.1.1 Moses での対比較実験

表 6 に提案手法と Moses で得られた翻訳結果 100 文での対比較実験の結果を示す。

表 6 Moses での対比較実験

提案手法	Moses	同一出力	差なし
18	2	0	80

#### 8.1.2 Moses が提案手法より優れている例

表 6 における Moses が提案手法より優れている例を表 7 に示す。

表 7 Moses が提案手法より優れている例の例

日本語入力文	関税は完全に撤廃された。
正解文	Tariffs have been eliminated altogether.
英語翻訳文 (提案)	関税 It was in full.
英語翻訳文 (Moses)	Tariffs are entirely to be rescinded.

#### 8.1.3 提案手法が Moses より優れている例

表 6 における提案手法が Moses より優れている例を表 8 に示す。

表 8 提案手法が Moses より優れている例

日本語入力文	彼は健康を損なった。
正解文	He ruined his health.
英語翻訳文 (提案)	He ruined his health.
英語翻訳文 (Moses)	His health 損なっ.

表 3 の結果より、提案手法が Moses より優れているという結果になった。

## 8.2 対訳文パターンの新しい計算方法

本研究では、対訳文パターン対数確率の計算に対訳フレーズ対数確率を利用し、翻訳精度の調査を行った。対比較実験の結果から、提案手法の計算方法は、従来手法の計算方法と同等の精度が得られた。しかし、翻訳精度の向上は見られなかった。その理由として、以上の原因が挙げられる。日本語パターンを  $J_1, JX_1, J_2$ 、英語パターンを  $E_1, EX_1, E_2$  とした場合、従来手法は、以下の式で行う。

$$P(J_1 JX_1 J_2) / (E_1 EX_1 E_2)$$

$$= \arg \max(P(J_1/E_1), P(J_1/E_2)) \times$$

$$\arg \max(P(J_2/E_1), P(J_2/E_2))$$

つまり、 $P(J_1/E_1 EX_1 E_2)$  の値として  $P(J_1/E_1)$ 、 $P(J_1/E_2)$  の最大値を選択している。しかし、 $P(J_1/E_1)$ 、 $P(J_1/E_2)$  が大きな値を持つ場合がある。この場合、加算の方が妥当性があると思われる。つまり、以下の式を用いる。

$$(P(J_1/E_1) + P(J_1/E_2)) \times (P(J_2/E_1) + P(J_2/E_2))$$

この方法を試みたい。

## 9 おわりに

本研究では、対訳文パターン対数確率の計算に変数部を利用し、翻訳精度の調査を行った。実験結果より、提案手法は、従来手法と同等な精度が得られた。提案手法と Moses での対比較実験の結果より、提案手法の方が優れていた、以上より、提案手法は従来手法と同等の精度の計算方法であると言える。今後は、新しい計算方法を試みたい。

## 参考文献

- [1] 江木孝史：“句に基づく文パターンを用いた英日翻訳”，2014 年修論
- [2] Franz Josef Och, Hermann Ney: “A Systematic Comparison of Various Statistical Alignment Models”，Computational Linguistics, pp.19-51, 2003.
- [3] Moses: “Open Source Toolkit for Statistical Machine Translation”，Proceedings of the ACL 2007 Demo and Poster Sessions, pp.177-180. 2007.
- [4] 村上仁一，藤波進 “日本語と英語の対訳文対の収集と著作権の考察”，第一回コーパス日本語学ワークショップ, pp.119-130. 2012.
- [5] MeCab <http://mecab.sourceforge.net/>
- [6] tokenizer.sed <http://www.cis.upenn.edu/treebank/tokenizer.sed>

\*1 ただし、実験条件が提案手法と完全に同一ではない