

言語理解とコミュニケーション研究会 パターンに基づく統計翻訳における人手対訳句の利用

安場 裕人[†] 村上 仁一[†]

[†] 鳥取大学大学院工学専攻, 鳥取県

E-mail: †{s132057,murakami}@ike.tottori-u.ac.jp

あらまし パターンに基づく統計翻訳を改良するため, 人手対訳句を用いた. 人手対訳句はカバー率が低いため, 工夫が必要である. そのため, 本研究では, 2種類の手法を提案した. 人手対訳句に自動作成した対訳単語を追加する手法と, 人手対訳句から新たな対訳句を作成する手法である. どちらの手法も対訳句の精度は向上したが, 翻訳精度は向上しなかった.

キーワード パターンに基づく統計翻訳, 人手対訳句

Pattern Based Statistical Machine Translation using Manually operated Bilingual phrase dictionary

Hiroto YASUBA[†] and Jinichi MURAKAMI[†]

[†] Faculty of Engineering, Tottori University, KoyamatyouMinami-1-101, Tottori city, Tottori Pref., 680-8550
Japan

E-mail: †{s132057,murakami}@ike.tottori-u.ac.jp

Abstract We used manually operated bilingual phrase dictionary to develop pattern based statistical machine translation. But the dictionary's coverage is poor. So it is need some idea to use this. We proposed two technique. One technique is that add automatically operated bilingual word dictionary to manually operated bilingual phrase dictionary. The another is that make new phrase dictionary from manually operated bilingual phrase dictionary. Each technique developed phrase dictionary's accuracy. But translation accuracy had not developed.

Key words Pattern based Statistical Machine Translation, manually operated bilingual phrase dictionary

1. はじめに

パターン翻訳では, 対訳句と句レベル文パターンを手で作成する. そのため, 開発コストが高くなる. そこで, 江木らは統計的手法を用いて, パターン翻訳する手法 [2] を考案した. この手法は翻訳に自動作成された対訳句を利用する. 対訳文と対訳単語確率を用いて対訳句を自動作成していた. そのため, 間違っただけの対訳句も多く作成される.

そこで, 本研究では人手で作成された対訳句 (以下, 人手対訳句) を使用する. 坂東は人手対訳句と文パターンを利用して翻訳する手法 [1] を考案した. しかし, 人手対訳句だけではカバー率が低いため, この手法は翻訳精度が低い.

本研究では, 2つの手法を提案する. 一つは, 人手対訳句に, 自動的に作成した対訳単語を追加する手法である. 対訳単語の追加により, カバー率を向上させ, 翻訳精度の向上を試みる.

もう一つは, 人手対訳句から新たな対訳句を作成する手法で

ある. 人手対訳句を初期モデルとして利用することで対訳句の精度を向上させる. 結果として, 翻訳精度の向上を試みる.

2. 従来手法: パターンに基づく統計翻訳 [2]

従来手法として, 江木の考案したパターンに基づく統計翻訳の手法がある. この手法は対訳文と対訳単語確率を用いて, 対訳句と句レベル文パターンを作成する. 以下に具体的な手順を示す. また, 従来手法の流れを図 1 に示す.

手順 1 対訳文と対訳単語確率 (IBMmodel [3]) を用いて対訳単語を作成する.

手順 2 対訳文と対訳単語確率を用いて, 単語レベル文パターンを作成する.

手順 3 対訳文と単語レベル文パターンを用いて, 対訳句を作成する.

手順 4 対訳文と対訳句を用いて, 句レベル文パターンを作成する.

手順5 手順3で作成した対訳句と手順4で作成した句レベル文パターンを用いて翻訳する。

この手法の問題点は、翻訳精度が低いことである。原因の一つとして、対訳句を自動的に作成するため、対訳句の精度が低いことが挙げられる。本研究ではこの問題点を解決するため、人手対訳句を利用する。

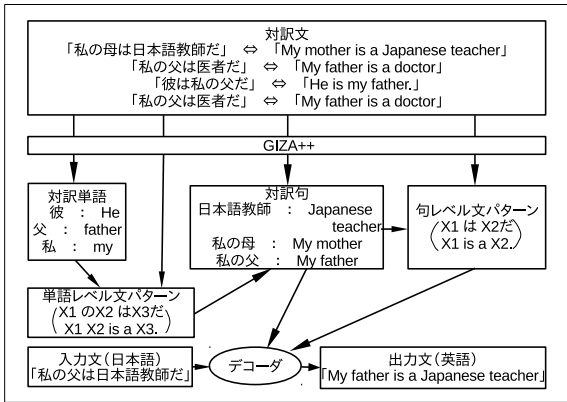


図1 従来手法の流れ図

3. 提案手法A (人手対訳句に対訳単語を追加)

従来手法では、単語レベル文パターンから自動で作成した対訳句と句レベル文パターンを利用して、翻訳を行っていた。提案手法Aは、人手対訳句に自動で作成した対訳単語を追加したものを対訳句とする。この対訳句とこの対訳句から作られた句レベル文パターンを利用して、翻訳を行う。以下に具体的な手順を示す。また、提案手法Aの流れを図2に示す。

- 手順1 対訳文と対訳単語確率 (IBMmodel [3]) を用いて対訳単語を作成する。
- 手順2 人手対訳句に対訳単語を追加し、対訳句を作成する。
- 手順3 手順2で作成した対訳句と対訳文から句レベル文パターンを作成する。
- 手順4 手順2で作成した対訳句と手順3で作成した句レベル文パターンを用いて翻訳する。

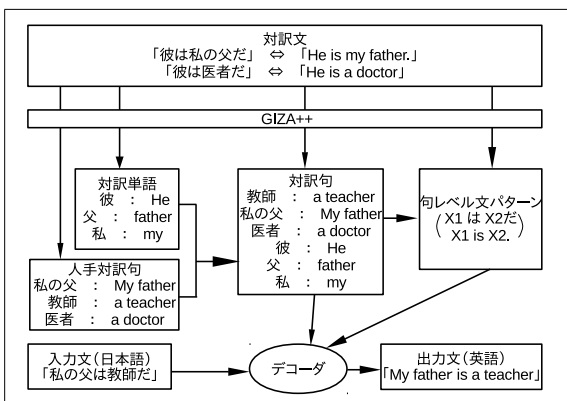


図2 提案手法Aの流れ図

4. 提案手法B (人手対訳句から新たな対訳句を作成する手法)

従来手法では、学習文から自動で作成した対訳単語から、単語レベル文パターンを作成し、この単語レベル文パターンから自動的に対訳句を作成する。この対訳句と句レベル文パターンを利用して、翻訳を行う。提案手法Bは、人手対訳句から句レベルの文パターンを作成し、この句レベル文パターンから自動的に新たな対訳句を作成する。この新たな対訳句と新たな対訳句から作られた新たな句レベル文パターンを利用して、翻訳を行う。以下に具体的な手順を示す、また、提案手法Bの流れを図3に示す。

- 手順1 対訳文と人手対訳句から句レベル文パターンを作成する。
- 手順2 対訳文と句レベル文パターンから新たな対訳句を作成する。
- 手順3 対訳文と手順2で作成した新たな対訳句から新たな句レベル文パターンを作成する。
- 手順4 手順2で作成した新たな対訳句と手順3で作成した新たな句レベル文パターンを用いて翻訳する。

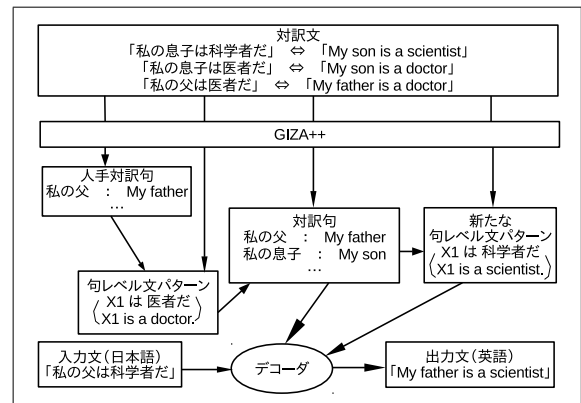


図3 提案手法Bの流れ図

5. 実験環境

5.1 実験データ

5.1.1 単文コーパス

実験には電子辞書などの例文より抽出した単文コーパス [5] を用いる。使用するデータの内訳を表1に示す。

表1 実験データ

対訳文	100,000 文
テストデータ (自動評価)	1,000 文
テストデータ (人手評価)	200 文

5.1.2 人手対訳句

本実験では、人手対訳句として、鳥バンク [4] を用いる。鳥バンクの人手対訳句は約 33 万句あるが、今回の実験では対訳文と一致するものを抽出して利用する。表2に抽出した人手対訳句の総数を示す。

表 2 人手対訳句の数

人手対訳句	59,216 句
-------	----------

5.2 評価方法

本研究では、以下の4項目において従来手法と提案手法Aと提案手法Bを比較評価する。

- 対訳句の数
- 対訳句の精度
- 翻訳精度（自動評価）
- 翻訳精度（人手評価）

6. 実験結果

以降、表中の“従来”は従来手法，“提案A”は提案手法A，“提案B”は提案手法Bを示す。

6.1 対訳句の数

対訳句の数の調査を行った。調査結果を表3に示す。

表 3 対訳句の数

従来	45,311 句
提案A	117,786 句
提案B	41,627 句

表3より、提案手法Aは従来手法の2倍程度の対訳句が作成された。提案手法Bは従来手法とほぼ同じ数の対訳句が作成された。

6.2 対訳句の精度

対訳句の精度の調査を行った。従来手法と提案手法Aと提案手法Bの対訳句よりランダムに100句を抜き出し、人手評価を行った。調査結果を表4に示す。評価例を表5に示す。表中における、は日本語句と英語句で正しい対応をしているものである。は日本語か英語どちらかに余分な単語を含むものを意味する。×は日本語句と英語句で間違っただけの対応をしているものである。

表 4 対訳句の精度

手法			×
従来	59	26	15
提案A	68	5	27
提案B	70	21	9

表 5 対訳句の例

手法	日	英	評価
提案A	「タイムズ」紙	The Time	
提案B	並の人	the average person	
従来	切ってしまった	cut his hand on	
提案B	を見捨て	deserted his wife	
従来	その当時	marvel	×
提案A	兵役	four-year	×

表4より、提案手法Aと提案手法Bともに従来手法よりも、対訳句の精度は向上した。

6.3 翻訳精度（自動評価）

従来手法と提案手法Aと提案手法Bにおいて、翻訳実験を行う。自動評価には、BLEU [6] と RIBES [7] と TER を用いる。調査結果を表6に示す。

表 6 翻訳精度の自動評価結果

手法	BLEU	RIBES	TER
従来	0.1072	0.7035	0.6772
提案A	0.1093	0.7155	0.6792
提案B	0.0952	0.6951	0.6959

表6より、3つの手法において、自動評価結果はほぼ変わらなかった。

6.4 翻訳精度（人手評価-対比較試験）

従来手法と提案手法Aと提案手法Bにおいて、翻訳実験を行う。そして、翻訳結果に対して、人手による対比較試験の評価を行う。“従来手法 VS 提案手法A”と“従来手法 VS 提案手法B”の2回行った。評価結果を表7と表9に示す。以下に評価基準を示す。今回の実験では、構文と単語の意味の過不足で優劣をつける。

- 従来：従来手法の出力の方が優れているもの
- 提案：提案手法の出力の方が優れているもの
- 差なし：同一出力以外で優劣を付けられないもの
- 同一出力：両手法の文が完全一致するもの

なお、翻訳できなかった語（以下、未知語）を、対比較する文のどちらか一方で含む文は評価対象外とする。

6.4.1 従来手法 VS 提案手法Aの比較

従来手法と提案手法Aの翻訳実験を行う。人手評価結果を表7に示す。評価例を表8に示す。

表 7 従来手法 VS 提案手法Aの人手評価結果

従来	提案A	差なし	同一出力
20	18	60	23

表 8 従来手法 VS 提案手法Aの評価例

日本語	赤帽にチップをやってください。
提案A	Please tipped the porter.
従来	porter Please doing a tip.
日本語	彼の財布は小銭で膨らんでいた。
従来	His wallet was swelled with coins.
提案A	His wallet was bud with coins.

表7より、提案手法Aと従来手法で翻訳精度に大きな差はなかった。なお、未知語を含む文は提案手法Aにおいて77文、従来手法において67文であった。

6.4.2 従来手法 VS 提案手法Bの比較

従来手法と提案手法Bの翻訳実験を行う。人手評価結果を表9に示す。評価例を表10に示す。

表9より、従来手法よりも提案手法Bは翻訳精度が低かった。なお、未知語を含む文は提案手法Bにおいて98文、従来手法において68文であった。

表 9 従来手法 VS 提案手法 B の人手評価結果

従来	提案 B	差なし	同一出力
29	18	33	18

表 10 従来手法 VS 提案手法 B の評価例

日本語	彼女はピンの蓋をねじって開けた。
提案 B	She opened Screw lid on the top .
従来	She He opened lid Screw the bottle .
日本語	彼は私よりも先に着いた
提案 B	He arrived at stone's to me.
従来	He arrived at the tip than me.

7. 考 察

7.1 人手対訳句の精度調査

表 11 に 5.1.2 節の人手対訳句の人手評価結果を示す。なお評価基準は 6.2 節と同じである。人手対訳句の精度は、提案手法 A と提案手法 B の対訳句の精度よりも非常に高い。

表 11 人手対訳句の精度

		×
97	2	1

7.2 新たに作成された対訳句について

提案手法 B では人手対訳句から新たな対訳句を作成する。表 12 に人手対訳句と新たな対訳句及び 2 つの対訳句に共通する対訳句の数をまとめる。表 13 に共通する対訳句の例を示す。

表 12 より、新たな対訳句の約 16.3 % しか共通していないことがわかった。よって、ほとんどの対訳句が手順 2 において新たに作成されたと考える。以上のことから、この方法は精度の高い対訳句を作る手法として有効であると考えられる。また、共通する対訳句には、間違っただ対応をしている対訳句がほとんど存在しなかった。

表 12 提案手法 B の対訳句の数

対訳句	数
人手対訳句	59,216 句
新たな対訳句	41,627 句
共通する対訳句	6,748 句

表 13 共通する対訳句の例

日	英	評価
がまんでき	put up with	
お知らせ下さい	Please let me know	
午後	this afternoon	

7.3 文パターンの分析

7.3.1 翻訳に使われる文パターンの精度

各手法で翻訳実験を行った。その際、翻訳に利用された文パターンは、正しいのかを調査した。そこで、正しい文パターンを、誤った文パターンを × として、人手評価を行った。

なお、テスト文は 50 文とした。また、翻訳文で未知語の多

い文は評価から除外した。評価結果を表 14 に示す。また、正しい文パターンの例を表 15 に示す。間違っただ文パターンを表 16 に示す。

表 14 文パターンの人手評価結果

手法		×	の割合
従来手法	24	17	59%
提案手法 A	38	0	100%
提案手法 B	24	10	70%

表 15 正しい文パターン

日パターン	X00 X02 は X01 に合わない。
英パターン	X00 X02 does not suit X01.
原日本語文	この服は私に合わない。
原英語文	This dress does not suit me.

表 16 間違っただ文パターン

日パターン	X04 な X02 X01 X03 X00。
英パターン	He X00 X03 X01 X04 X02.
原日本語文	彼は派手なシャツを着ている。
原英語文	He is wearing a flashy shirt.

表 14 より、提案手法 A、提案手法 B を使うことによって、正しい文パターンが多く翻訳に使われた。これは、文パターンを作成する、対訳句において、正しい対応をしている対訳句が増加したためと考えられる。また、提案手法 A では正しい文パターンがかなり高い確率で選択されている。しかし、6. 節を参照すると、提案手法 A、提案手法 B とともに、翻訳精度にはあまり影響はなかったと考えられる。

7.3.2 翻訳に使われる文パターンの入力文に対する精度

各手法で翻訳実験をおこなった。その際に、翻訳に利用された文パターンは、入力文に対して適切な文パターンが選ばれているのかを分析した。入力文に対して、適切な文パターンが選ばれている場合は、不適切な文パターンが選ばれている場合は × として、人手評価を行った。

なお、テスト文は 50 文とした。また、未知語の多い文は評価から除外した。評価結果を表 17 に示す。適切な文パターン選択の例を表 23 に、不適切な文パターン選択の例を表 24 に示す。

表 17 文パターンが入力文に対し適切かどうかの人手評価結果

手法		×	の割合
従来手法	19	22	46%
提案手法 A	17	20	46%
提案手法 B	14	20	39%

表 17 では、従来手法と提案手法 A では、ほぼ同じ値をとった。また、従来手法と提案手法 B では、従来手法の方が の割合が多かった。この結果より、今回の実験で翻訳精度 (6. 節) の差を分けたのは、適切な文パターンが選ばれるのかどうかに関係していると考えられる。

7.4 誤り解析

6. 節では、提案手法Bが従来手法よりも人手評価において、翻訳精度が低下した。その原因を追求するため、6.4.2 節で翻訳精度に差のついた文を調査した。

7.4.1 文パターンの調査:従来 の文

6.4.2 節で従来手法の方が翻訳が良かった 29 文において、文パターンの調査を行った。文パターンの精度と、文パターンの入力文に対する精度を調査した。表 18 に結果を示す。なお評価基準は 7.3 と同様である。

表 18 従来手法 の文での文パターンの調査

手法	文パターンの精度	文パターンの入力文に対する精度
従来	21	21
提案B	21	9

表 18 で、従来手法の方が提案手法Bよりも適切な文パターンを選択する確率が高いことを示している。

7.4.2 文パターンの調査:提案B の文

6.4.2 節で提案手法Bの方が翻訳が良かった 18 文において、文パターンの調査を行った。文パターンの精度と、文パターンの入力文に対する精度を調査した。表 19 に結果を示す。なお評価基準は 7.3 と同様である。

表 19 提案手法B の文での文パターンの調査

手法	正しい文パターン	適切な文パターン
従来	12	12
提案B	16	12

表 19 で、従来手法と提案手法Bでは正しい文パターンが使われる確率、適切な文パターンを選択する確率はほぼ同じである。対訳句の精度や、文パターンの中の字面の数によって、評価がわかれた。

7.4.3 適切な文パターンが選ばれない原因

従来手法では適切な文パターンが選ばれていたが、提案手法で不適切な文パターンが選ばれてしまった原因について、考察を行った。表 20 に従来手法と提案手法の出力文を示す。また、表 21 にこの時、選ばれた文パターンを示す。

入力文は“身分証明書を提示してください。”である。

表 20 翻訳例:出力

手法	出力文
従来手法	Please offered idetification card.
提案手法B	Please a identification card neighbouring.

表 21 翻訳例:パターン

手法	パターン
従来手法	X00 を X01 てください。
	Please X01 X00.
提案手法B	X01 を X00 X02 てください。
	Please X02 X01 X00

従来手法の文パターンを利用すると、正しい翻訳文を作るこ

とができる。しかし、提案手法Bの文パターンでは、正しい翻訳文を作ることはできない。

表 21 にある二つの文パターンは、従来手法と提案手法Bの両手法でどちらも作成される。しかし、従来手法の文パターンを利用するために必要になる表 22 のような対訳句が従来手法では存在するが、提案手法Bでは存在しない。そのため、従来手法と同じ文パターンを選択すると未知語が出力されてしまう。未知語を出力すると、文全体の翻訳確率が低下するため、他の文パターンを選択したと考えられる。

表 22 パターンを使うのに必要な対訳句

対訳句 (日)	対訳句 (英)
提示し	offered

このような現象が起こり、提案手法Bでは、従来手法よりも、適切な文パターンが選ばれる翻訳が少なかったと考察した。

7.4.4 選択される文パターンの特徴

適切な文パターンが選択される場合、入力文と、選択された文パターンの原文とは似ていることが見受けられた。逆に、不適切な文パターンが選択される場合、入力文と選択された文パターンの原文とは、全く異なった文であることが、見受けられた。

似ている文は構文も似ていることが多い。そのため、適切な文パターンを選択するには、似ている文から作られた文パターンを選択すればよいと考えられる。

表 23 に適切な文パターン選択の例を、表 24 に不適切な文パターン選択の例を挙げる。表中の類似度は入力文の単語の総数を分母、入力文と原日本語文で一致している単語数を分子にした値である。

表 23 適切な文パターンを選択した場合

入力文	ある考えが私の心に浮かんだ。
日パターン	X00 X01 が私の心に浮かんだ。
英パターン	X00 X01 rose before my mind.
原日本語文	その情景が私の心に浮かんだ。
原英語文	The scene rose before my mind.
類似度	7 / 9

表 24 不適切な文パターンを選択した場合

入力文	その火山は煙と灰を吐き出した。
日パターン	X03 は X01 X00 灰を X02 た。
英パターン	X03 X02 X00 ashes in the X01.
原日本語文	彼は火鉢の灰を掻きならした。
原英語文	He raked the ashes in the hibachi.
類似度	1 / 7

7.4.5 誤り解析のまとめ

誤り解析の結果、翻訳精度の高い文は適切な文パターンが使われることがわかった。また、適切な文パターンを選択する場合と、不適切な文パターンを選択する場合では、入力文とパターンの原文との類似度の値が大きく異なることがわかった。この

ため、翻訳精度を向上させるための新たな考え方として、この類似度を用いて、文パターンを選択することが考えられる。

7.5 間違った翻訳の原因について

従来手法と提案手法Aと提案手法Bに共通して起こる間違った翻訳の原因について考察する。

7.5.1 変数のみの文パターンの作成

従来手法と提案手法Aと提案手法Bでは変数のみのパターンが大量に出力される。このような文パターンは入力文に対してのカバー率を向上させるが、翻訳精度を低下させていると考えられる。表25に変数のみの文パターンを用いた翻訳例を示す。この文パターンは文パターンの英語文が変数のみとなっている。

表 25 変数のみの文パターンを用いた翻訳例

入力文	このライトモチーフが絶えず繰り返される。
正解文	This leitmotif constantly recurs.
出力文	repeated this ライトモチーフ be continually.
文パターン (日)	X04 X02 が X03 X00 X01。
文パターン (英)	X00 X04 X02 X01 X03.

7.5.2 時間を表す句の配置

日本語、英語ともに、“一週間”など時間を表す句は文頭、文末、文中など様々な配置をとるため、正しく翻訳できない場合が多い。表26にその例を示す。

表 26 時間を表す句の誤り例

入力文	一週間、パンと水だけで通した。
正解文	I lived only bread and water for a week.
出力文	one through on only bread and water for weeks the.
文パターン (日)	X03 X00 X02 パンと水だけで X01 た。
文パターン (英)	X03X01 on only bread and water for X00 X02.
原日本語文	彼らは 20 日間パンと水だけで生きた。
原英語文	They lived only bread and water for 20 days.

表26では、日付を表す句と主語となる句の位置がずれているため、正しい翻訳にならない。入力文では時間を表す“一週間”が文頭に配置されている。一方、原日本語文では、時間を表す句である“20 日間”が主語の次に配置されている。そのため、“一週間”の中の“一”が主語として翻訳されてしまい間違った翻訳となっている。

7.5.3 学習データ不足

学習データが不足しているため、入力文の構文を表す文パターンや対訳句が存在しない場合、パターンに基づく統計翻訳では正しく翻訳できない。表27にそのような例を示す。

表27は“しかできない”を含む入力文である。この場合、“can only”とし“だけできる”という構文で翻訳しなければならないが、“cannot”と翻訳し、“できない”という出力文になっている。これは学習文に“しかできない”の構文が存在しない、または存在するが、翻訳確率が低くなってしまい、選ばれないためにこのような出力文になっていると考察できる。

表 27 データ不足による誤り例

入力文	ささやかなおもてなししかできません。
正解文	I can only offer modest amenities.
出力文	He don't made only modest hospitality.
文パターン (日)	X04 な X02X01X03X00。
文パターン (英)	He X00 X03 X01 X04 X02.
原日本語文	彼は派手なシャツを着ている。
原英語文	He is wearing a flashy shirt.

7.6 今後の研究について

今回の研究で、適切な文パターンを選択できるかどうか、翻訳精度に影響をしていると予測された。そこで、今後の研究として、文パターン選択の新たな手法を検討する。

今回の研究では、文パターン選択は字面の一致度と文パターンの翻訳確率のみで行なっている [2]。入力文と文パターンのもととなった対訳文 (以降、パターン原文) が構文的に異なっている場合、入力文に対し文パターンは不適切である。

そこで、7.4の結果を踏まえて、新たなパラメータとして、パターン原文と入力文との類似度を利用することを考えている。入力文とパターン原文との類似度が高ければ、構文的にも似た文パターンを選択できると考えられる。このような方法で、適切な文パターンが選択される確率を向上させることによって、翻訳精度の向上を目指す。

8. おわりに

本研究では人手対訳句を利用した2つの手法を提案した。人手対訳句に対訳単語を追加した対訳句を利用する手法と、人手で作成された対訳句から新たな対訳句を作成する手法である。

提案手法はどちらも、対訳句の精度は従来手法よりも向上した。人手対訳句に対訳単語を追加する手法は従来手法と同等の翻訳精度であった。しかし、人手で作成された対訳句から新たな対訳句を作成する手法は従来手法よりも翻訳精度は低かった。従って、対訳句改善による翻訳精度の向上は限界であると考えている。

文 献

- [1] 坂東 俊樹：“人手による対訳句を用いたパターンに基づく統計翻訳”、卒業論文、2015。
- [2] 江木 孝史：“句に基づく文パターンを用いた英日翻訳”、修士論文、2013。
- [3] Moses：http://www.statmt.org/moses/。
- [4] 鳥バンク http://unicorn.ike.tottori-u.ac.jp/toribank/
- [5] 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。
- [6] BLEU: “a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation”, Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL), pp.311-318. 2002.
- [7] Hideki Isozaki, “Automatic Evaluation of Translation Quality for Distant Language Pairs”, Proceedings of the 2010 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pp.944-952. 2010.