

旅行用英会話文における GA-ILMT の有効性について

越前谷 博† 荒木 健治†† 桃内 佳雄† 栃内 香次††

†北海道学園大学工学部電子情報工学科

††北海道大学大学院工学研究科電子情報工学専攻

E-mail echi@eli.hokkai-s-u.ac.jp

近年、インターネットの急速な普及に伴い、多くの商用機械翻訳システムが一般のユーザに使用されるようになってきた。しかし、その翻訳精度及び訳文品質は、ユーザが十分に満足するものには至っていない。特に、文脈処理を必要とし、意識が出現する会話文においては、高度な翻訳能力が要求され、翻訳精度及び訳文品質は低下する傾向にある。我々は、これまでに、学習機能を用いて翻訳を行う、遺伝的アルゴリズムを適用した帰納的学習による機械翻訳手法 (GA-ILMT) を提案してきた。本手法は、学習機能を有するため、特定の分野に依存することなく、適応的な翻訳が可能となる。そこで、我々は、そのことを確認するために実験データとして旅行用英会話文を用い、更に解析型機械翻訳手法に基づく商用機械翻訳システムとの比較実験を行った。その結果、会話文における GA-ILMT の有効性が性能評価実験より確認された。本稿では、更に大量のデータを用いて行った旅行用英会話文における GA-ILMT の性能評価実験の結果及び考察結果について述べる。

Effectiveness of GA-ILMT for Travel English

Hiroshi Echizen-ya† Kenji Araki†† Yoshio Momouchi† and Koji Tochintai††

†Dept. of Electronics and Information, Hokkai-Gakuen University

††Division of Electronics and Information, Hokkaido University

E-mail echi@eli.hokkai-s-u.ac.jp

Recently, many machine translation systems have been developed because Internet is becoming popular. However, in the conversation, the correct translation rates and the quality of translations are particularly low. The reason is that machine translation systems need to generate translation results which fit the context. We previously proposed a method of Machine Translation Using Inductive Learning with Genetic Algorithms (GA-ILMT), and evaluated it using travel conversation. As a result, we confirmed that GA-ILMT is effective for the conversation. In this paper, we describe the consideration for the experimental results using a large amount of data for GA-ILMT.

1 はじめに

近年、インターネットの急速な普及に伴い、膨大な情報が世界中で共有されるようになった。その結果、異言語で表現された情報を迅速かつ正確に処理する手段として、機械翻訳は重要な位置にある。そうした背景から、これまでに数多くの機械翻訳手法の研究が行われ、それに伴い一般のユーザが気軽に利用できる商用機械翻訳システムが普及してきた。しかし、既存の商用機械翻訳システムは、翻訳精度及び訳文品質の点において十分であるとはいえない。特に、文脈に依存し、意識が出現する会話文において、翻訳精度及び訳文品質は低いものとなる。

現在商用化されている機械翻訳システムは、その多くが文法規則を用いて翻訳を行う解析型機械翻訳手法 [1][2] に基づいて構築されている。しかし、解析型機械翻訳手法では、有限個の文法規則を用いるため多様な言語現象に対処することが困難となる。そして、そのことが会話文に対する翻訳を困難なものとする原因になっている。このような問題を解決する手法として、近年、実例を利用して翻訳を行う実例型機械翻訳手法 [3][4][5][6] の研究が盛んに行われている。しかし、実例型機械翻訳手法では、翻訳精度及び訳文品質を向上させるために膨大な量の実例が必要となり、そのことが実例型機械翻訳手法に基づく実用的な機械翻訳システムを構築する際の問題点となる。

このような機械翻訳における現状において、我々は人間の持つ言語及び知識獲得の工学的な実現という観点 [7][8] より、遺伝的アルゴリズムを適用した帰納的学習による機械翻訳手法 (Machine Translation Using Inductive Learning with Genetic Algorithms, 以下、GA-ILMT と記す。) を提案 [9][10] してきた。そして、GA-ILMT の会話文における有効性を確認するために、旅行用英会話文を用いた性能評価及び解析型機械翻訳手法に基づく商用機械翻訳システムとの比較実験を行った [11][12]。その結果、旅行用会話文における GA-ILMT の有効性及び解析型機械翻訳手法に対する GA-ILMT の有効性を確認することができた。GA-ILMT は学習機能を有するため、文脈に即した翻訳及び種々の分野に対する適応的な

翻訳が可能となる。したがって、GA-ILMT は会話文に対し、対象を限定することにより有効な手法になると考えられる。

GA-ILMT では、遺伝的アルゴリズムを適用することにより、システム自身が多様な翻訳例を生成する。そして、翻訳例の生成は、文法規則にとられることなく、それまでに与えられた翻訳例のみを用いて行われる。そのため、文の生成処理に対する多様性が著しく向上し、様々な翻訳例の生成が可能となる。このような状況は、人間の幼児が現在備わっている知識を最大限に駆使して、様々な文の生成を試みる過程、即ち、人間の行う試行錯誤の作業過程に類似していると考えられる。遺伝的アルゴリズムの持つ多様性が導入されたことにより、GA-ILMT が人間の言語獲得過程を模倣し、より高い学習機能を有する機械翻訳システムに近付いたと考えられる。そこで、本稿では、さらに大量のデータを用いて行った旅行用英会話文における性能評価実験の結果とその考察結果について述べる。

2 GA-ILMT の概要

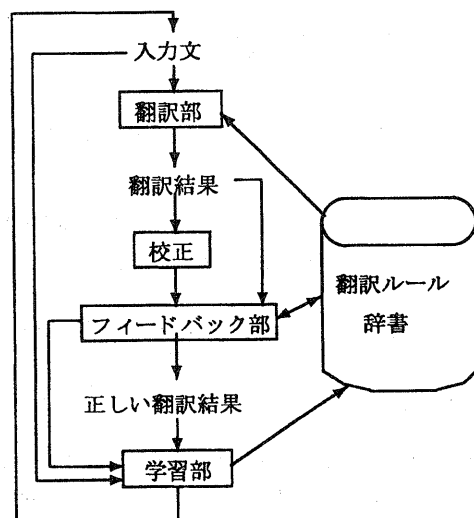


図 1: GA-ILMT の処理過程

GA-ILMT に基づき構築した英日機械翻訳シ

システムの処理過程を図1に示す。初めに入力文として英文を入力する。すると、翻訳部において、それまでに抽出された翻訳ルールを用いて翻訳結果を生成する。生成された翻訳結果に誤りが含まれている場合には、人手による校正を行う。次いで、フィードバック部において、翻訳部で用いられた翻訳ルールに対する適応度を決定し、その値に基づき淘汰処理を行う。そして、学習部において、与えられた入力文と正しい翻訳結果からなる翻訳例を用いて交叉と突然変異を行い、多様な翻訳例を生成する[9][10]。なお、交叉手法として、一点交叉[9][10]と二点交叉[13]を用いている。更に、与えられた翻訳例と生成された翻訳例に対して帰納的学習を行うことにより、翻訳ルールを抽出する。このような処理を繰り返すことにより、対象分野に応じた翻訳ルールを獲得し、適応的な翻訳システムへと進化していく。

3 性能評価実験

3.1 実験方法

性能評価実験には、旅行用英会話文に関する文献[14][15][16][17][18][19][20][21][22][23]に掲載されている「機内、空港、チェックイン、電話」の4つの場面における会話文を用いた。本稿では、この4つの場面をそれぞれ場面1、場面2、場面3、場面4と呼ぶ。表1に各場面の実験データ数と翻訳の対象となる英文の平均構成単語数を示す。

表1: 場面毎の実験データ数と平均構成単語数

	場面1	場面2	場面3	場面4
データ数	345	607	456	296
平均単語数	5.3	5.6	5.8	5.7

実験は、図1の処理過程に従い、場面毎に1文ずつ翻訳と学習を繰り返して行った。なお、辞書の初期状態は全ての場面で空の状態から始めた。また、本稿では、解析型機械翻訳手法に対する

GA-ILMTの有効性についても確認するために、同様の実験データを用いて解析型機械翻訳手法に基づく商用機械翻訳システムとの比較実験を行った。その際には、解析型機械翻訳手法に基づく2社の商用機械翻訳システムを使用した。本稿では、2社の商用機械翻訳システムをそれぞれシステムA、システムBと呼ぶ。

また、GA-ILMTは学習機能に基づく機械翻訳システムであることから、同じデータを用いた場合でも、学習させるデータの順序が変わると翻訳精度もその影響を受けて変動することが考えられる。そこで、学習させるデータの順序の違いが翻訳精度に影響を及ぼすのかどうかを確認するために、データの順序を変えて実験を行った。第1番目として、文献[14]、[15]、[16]、[17]、[18]、[19]、[20]、[21]、[22]、[23]の順で、第2番目として、文献[23]、[22]、[21]、[20]、[19]、[18]、[17]、[16]、[15]、[14]の順で、そして、第3番目として、文献[14]、[23]、[15]、[22]、[16]、[21]、[17]、[20]、[18]、[19]の順で行った。この3通りの実験を本稿では、それぞれ実験 α 、実験 β 、実験 γ と呼ぶ。

3.2 評価基準

翻訳結果に対する正誤は、文献[14]~[23]に掲載されている日本語訳文と完全に一致している場合か、表現が極めて近い場合のみを正しい翻訳結果とした。この評価基準は非常に厳しく、表現は異なるが意味的には合っているものを正しい翻訳結果とする場合に比べ、翻訳精度は著しく低下すると考えられる。しかし、このような評価基準の適用は、文脈に即した自然な表現を持った訳文が求められる会話文の評価においては、非常に重要であると考えられる。

3.3 実験結果

表2に4つの場面毎のGA-ILMTの実験 α 、実験 β 、実験 γ の結果及びシステムA、システムBの正翻訳率を示す。また、図2、3、4、5には、GA-ILMTの実験 α の正翻訳率の推移とシステムA、Bの正翻訳率の推移を示す。

表 2: 正翻訳率

システム	場面 1	場面 2	場面 3	場面 4
GA-ILMT (実験 α)	22.3%	25.4%	17.8%	18.9%
GA-ILMT (実験 β)	22.0%	24.2%	18.0%	20.3%
GA-ILMT (実験 γ)	22.6%	26.0%	18.4%	18.9%
A	6.7%	16.8%	10.7%	16.9%
B	22.0%	20.1%	18.6%	19.6%

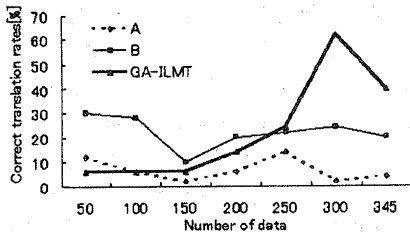


図 2: 実験 α における場面 1 の正翻訳率の推移

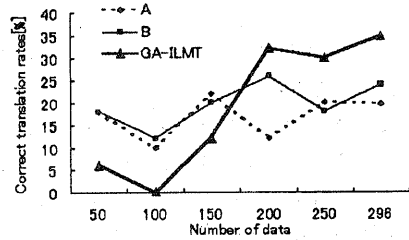


図 5: 実験 α における場面 4 の正翻訳率の推移

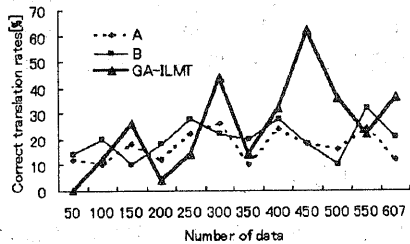


図 3: 実験 α における場面 2 の正翻訳率の推移

3.4 考察

3.4.1 正翻訳率について

表 2 より GA-ILMT の正翻訳率は、システム A より高いが、システム B と比べると、ほぼ

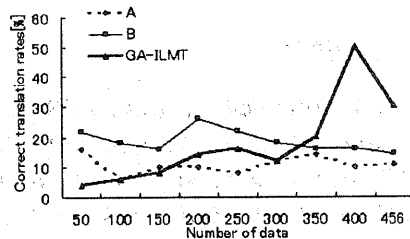


図 4: 実験 α における場面 3 の正翻訳率の推移

同じ値となった。しかし、図 2, 3, 4, 5 の正翻訳率の推移を見ると大きくその流れは異なる。GA-ILMT は学習機能を有する学習型機械翻訳手法であるため、学習データが非常に少ない場合には、正翻訳率は低くなる。しかし、学習の進行に伴い学習の効果が現れ、正翻訳率は増加していくと考えられる。そこで、GA-ILMT とシステム A, B の正翻訳率をデータの前半と後半に分けてそれぞれ求めた。表 3 に正翻訳率の内訳を示す。表 3 より、GA-ILMT の後半の正翻訳率はシステム B に比べ、高い値を示していることが確認できる。これは、GA-ILMT においてデータの前半に学習された翻訳ルールが、後半に活用されるようになり、学習の効果が現れたためと考えられる。

次いで、GA-ILMT における学習の効果を確認するために、獲得された翻訳ルールの組合せにより正翻訳結果が得られた数をデータの前半と後半に分けて調査した。表 4 に、GA-ILMT における各場面毎の翻訳ルールの組合せにより得られた正翻訳数の内訳を示す。ここで、表 4 は表 3 において後半の正翻訳率が最も高く、学習機能が有効に働いたと考えられる実験 α の結果である。以後、GA-ILMT に対する性能評価の結果は実験 α

表 3: 正翻訳率の内訳

システム	場面 1		場面 2		場面 3		場面 4	
	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半
GA-ILMT (実験 α)	6.0%	34.9%	16.7%	33.9%	8.5%	25.0%	6.0%	32.2%
GA-ILMT (実験 β)	14.7%	27.7%	19.7%	28.7%	16.5%	19.1%	16.0%	24.7%
GA-ILMT (実験 γ)	14.0%	29.2%	20.6%	31.3%	12.5%	23.0%	8.0%	30.1%
A	7.3%	6.2%	15.3%	18.2%	12.5%	9.4%	16.0%	17.8%
B	26.7%	18.5%	15.7%	24.4%	18.0%	19.1%	18.0%	21.2%

表 4: 生成された正翻訳数の内訳

	場面 1		場面 2		場面 3		場面 4	
	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半
正翻訳数	0	9	10	21	2	9	5	9

より得られたものとする。表 4 より、GA-ILMT の学習機能が有効に働き、後半に翻訳ルール of 組合せによる正翻訳が増加していることが確認できた。このような GA-ILMT における学習の効果は、実験 β と実験 γ においても同様に現れていた。

3.4.2 訳文品質について

表 5 にそれぞれのシステムが生成した翻訳結果の例を示す。実験の結果、GA-ILMT が解析型機械翻訳手法に基づく商用機械翻訳システムと比べ、文脈に即した自然な訳文を生成できることが確認できた。例えば、表 5 の No.7 ではシステム A, B は、“Hello.” を “こんにちは。” と訳している。1 文のみの訳文としてはシステム A, B の翻訳結果は正しい訳である。しかし、電話の対応で最初に発する言葉としては、GA-ILMT の “もしもし。” が文脈を捉えた正しい訳となる。これは、GA-ILMT が 1 文だけではなく、場面レベルで適切な翻訳を実現していることを示している。このような翻訳は、既に与えられた翻訳例から、獲得された翻訳ルールを使用することにより生成される。図 6 に、この翻訳が行われた処理過程を示す。図 6 に示すように、翻訳例①と②から一点交叉により新たな翻訳例③が生成され、その結

果、翻訳ルール④が獲得された。この翻訳ルールは、場面 “電話” に出現した翻訳例より獲得された翻訳ルールであるため、文脈に即した翻訳結果の生成に有効となった。そして、翻訳ルール④が原文と一致したため正しい訳が得られた。

また、GA-ILMT では、1 文内においても文脈を捉えた翻訳が行われていることを確認できた。例えば、表 5 の No.6 は、動詞 “have” に対する訳が 3 つのシステムにおいて異なっている。GA-ILMT では “入れてあります”，システム A では “ある”，システム B では “持っています” であった。単語 “have” を単独に訳した場合、システム A, B の訳が一般的といえる。しかし、この場合、動詞 “have” の目的語である “reservation” が目に見えない物体であることを考えると GA-ILMT が訳した “入れてあります” が最も適した訳であるといえる。このような訳文の生成は、GA-ILMT が文中においても、文脈を捉えた適切な翻訳を行っていることを示している。この例に見られるように、1 文内における適切な訳は、表 5 の No.7 と同様に、既に存在している翻訳例を最大限に利用することにより実現可能となる。この翻訳が行われた処理過程を図 7 に示す。図 7 では、翻訳例①と②の間で二点交叉が行われたことにより

表 5: 翻訳結果の例

場面	No.	システム	原文	訳文
1	1	A B GA-ILMT	Our seats are separated.	我々のいすは分けられる。 我々の席は切り離されます。 私たちの座席が離れてしまいました。
	2	A B GA-ILMT	Is this seat taken?	このいすはとられるか？ この席はとられますか？ この席は誰か座っていますか？
2	3	A B GA-ILMT	Keep the change.	変化を保ちなさい。 変更を保持しなさい。 おつりは結構です。
	4	A B GA-ILMT	May I have a city map?	わたしには都会の地図があるかもしれないか？ 私は都市地図を持っているかも知れないですか？ 市街地図をいただけますか？
3	5	A B GA-ILMT	Do you accept credit cards?	あなたはクレジットカードを受けるか？ あなたはクレジットカードを受け入れますか？ クレジットカードは使えますか？
	6	A B GA-ILMT	I have a reservation.	わたしには予約がある。 私は予約を持っています。 予約を入れてあります。
4	7	A B GA-ILMT	Hello.	こんにちは。 こんにちは。 もしもし。
	8	A B GA-ILMT	The line is busy.	ラインは忙しい。 線は忙しい。 話中です。

新たな翻訳例③が得られた。その際、交叉位置の1つは共通部分“reservation；予約”であるため、この“reservation；予約”に即した対訳を持つ翻訳例が生成され、適切な翻訳結果が得られた。

3.4.3 GA-ILMT の有効性について

GA-ILMT の大きな特徴として、遺伝的アルゴリズムの適用により、翻訳例の生成における多様性が向上したことが挙げられる。例えば、場面2の“機内”における“Chicken, please.”に対する訳文は、システムAでは“どうか臆病である。”、システムBでは“チキンをお願いします。”であった。これらに対してGA-ILMTでは2つの翻訳

入力文：Hello.

(1) 翻訳例

①(Hello, is this Mr-Okada.

; もしもし, 岡田さん ですか.)

②(Yes, I'll wait. ; はい, かまいませんよ.)

(2) 翻訳例①と②の間の一点交叉により生成された翻訳例

③(Hello, I'll wait.

; もしもし, かまいませんよ.)

(3) 翻訳例②と生成された翻訳例③より獲得された翻訳ルール

④(Hello ; もしもし)

(4) 翻訳結果：もしもし。

図 6: 場面“チェックイン”における翻訳処理の例

ルール“@0, please. ; をください”と“Chicken ; 鳥料理”の組み合わせにより、“鳥料理をください”が得られた。“機内”における会話である

入力文 : I have a reservation.

(1) 翻訳例

① (I made a reservation . ; 予約してあります.)

② (I am Tanaka and I have a reservation for 3 nights .
; 今日から3泊の予約を入れている田中です.)

(2) 翻訳例①と②の間の二点交叉による "made ; し" と "have
; を入れ" の置き換え

③ (I have a reservation . ; 予約を入れてあります.)

(3) 翻訳結果 : 予約を入れてあります.

図 7: 場面 "チェックイン" における翻訳処理の例

ことを考えると GA-ILMT の翻訳結果が文脈に即した訳文となる。GA-ILMT では翻訳ルール "Chicken ; 鳥料理" が得られたために文脈に即した翻訳結果が生成された。図 8 にこの翻訳ルールが獲得された過程を示す。図 8 に示すように, "Chicken ; 鳥料理" は新たに生成された翻訳例⑤より抽出された。この生成された翻訳例⑤は, 英文とその日本語訳文において対応関係が成立しない誤った翻訳例である。しかし, "Chicken ; 鳥料理" の対応関係が継承された交叉が行われたため, 正翻訳に有効な翻訳ルールとして獲得された。このように GA-ILMT では, 遺伝的アルゴリズムの持つ多様性が導入されたことにより, 完全に正しい翻訳例の生成のみが行われなくても有効な翻訳ルールを獲得することが可能となった。

(1) 翻訳例

① (Coffee or tea ?

; コーヒーにしますか 紅茶にしますか ?)

② (Chicken or Beef ?

; 鳥料理にしますか, 牛肉料理にしますか ?)

③ (Do you have juice or something ? ; なにかほかに
ジュースのようなものはありますか ?)

(2) 翻訳例①と③の間の一点交叉により生成された翻訳ルール
(Coffee or something ? ; コーヒーにしますか ?)

(3) 翻訳例②と③の間の一点交叉により生成された翻訳ルール
④ (Chicken or something ? ; 鳥料理にしますか ?)

(4) 生成された翻訳例④と⑤により獲得された翻訳ルール

⑤ (Chicken ; 鳥料理)

図 8: GA-ILMT の有効性の具体例

4 おわりに

本稿では, GA-ILMT の実用面での有効性を示すために, 翻訳が困難とされている会話をを用い

てその性能評価を行った。実験の結果, GA-ILMT が解析型機械翻訳手法に基づく商用機械翻訳システムに比べ, 文脈を捉えた翻訳を実現できることが明らかとなった。GA-ILMT では, 与えられた翻訳例のみを最大限に利用して, 多くの翻訳例を生成する。その際には, 文法規則等の解析的な知識にとらわれることなく, 翻訳例の生成が行われる。したがって, 対象を限定することにより, 解析型機械翻訳手法では生成することが困難であると考えられる文脈に即した翻訳結果を生成することが可能となった。これは, GA-ILMT が遺伝的アルゴリズムの持つ多様性を取り入れた手法となっているためである。その結果, GA-ILMT は人間の持つ言語獲得過程を模倣し, より高い学習機能を有する学習型機械翻訳システムに近付いたと考えられる。

今後は, 獲得された翻訳ルールを構造化し, 効率良く翻訳ルールを使用するための手法を取り入れることにより, 翻訳精度及び訳文品質の向上を進める予定である。

謝辞

本研究の一部は, 文部省科学研究費補助金 (第 10680367 号, 第 09878070 号) 及び北海学園大学ハイテク・リサーチ・センター研究費による補助のもとに行われた。

参考文献

- [1] 長尾真: 機械翻訳サミット, オーム社 (1989).
- [2] 野村浩郷 (編): 言語処理と機械翻訳, 講談社 (1991).
- [3] 佐藤理史: MB T 2 : 実例に基づく翻訳における複数翻訳例の組合せ利用, 人工知能学会誌, Vol. 6, No. 6, pp. 861-871 (1991).
- [4] 古瀬蔵, 隅田英一郎, 飯田仁: 経験的知識を活用する変換主導型機械翻訳, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 3, pp. 414-425 (1994).

- [5] 野美山浩:事例の一般化による機械翻訳, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 5, pp. 905-912 (1993).
- [6] 北村美穂子, 松本裕治: 対訳コーパスを利用した翻訳規則の自動獲得, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 6, pp. 1030-1040 (1996).
- [7] 荒木健治, 栃内香次: 帰納的学習による語の獲得および確実性を用いた語の認識, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J75-D-II, No. 7, pp. 1213-1221 (1992).
- [8] 荒木健治, 高橋祐治, 桃内佳雄, 栃内香次: 帰納的学習によるべた書き文のかな漢字変換手法の適応能力の評価, 電子情報通信学会信学技報, NLC 94-3, pp. 17-24 (1994).
- [9] 越前谷博, 荒木健治, 桃内佳雄, 栃内香次: 実例に基づく帰納的学習による機械翻訳手法における遺伝的アルゴリズムの適用とその有効性, 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 8, pp. 1565-1579 (1996).
- [10] Echizen-ya, H., Araki, K., Momouchi, Y. and Tochinnai, K. Machine Translation Method Using Inductive Learning with Genetic Algorithms. In *Proceedings of the Coling'96*, Copenhagen, Denmark, pp.1020-1023(1996).
- [11] 荒木健治, 越前谷博, 栃内香次, GA-ILMTの旅行用英会話文を用いた適応性能の評価, 信学技報, NLC96-63, pp.53-60(1997).
- [12] K. Araki, H. Echizen-ya and K. Tochinnai, Performance Evaluation in Travel English for GA-ILMT, Proc. IASTED International Conference, Banff, Canada, pp.117-120(1997).
- [13] 越前谷博, 荒木健治, 宮永喜一, 栃内香次, 遺伝的アルゴリズムを用いた帰納的学習による機械翻訳手法の性能向上のための改良, 1996 信学ソ大, No. D-54, pp.54(1996).
- [14] 荒木庸子, Joanna C.Lee, 旅行英会話ポケットブック, 日本文芸社, 東京 (1995).
- [15] 旅行会話研究会, 海外旅行英会話, 実業之日本社, 東京 (1980).
- [16] Kent s. Gilbert, ケントのトラベル英会話, 実業之日本, 東京 (1980).
- [17] 石川洋一, トラベル・コミュニケーション研究会, ひとり旅これで十分英会話, 実業之日本社, 東京 (1995).
- [18] 前川裕, アメリカを自由に歩く旅の米会話, 池田書店, 東京 (1994).
- [19] William Reed, 困った時のトラベル英会話入門, 日本文芸社, 東京 (1994).
- [20] ブックメーカー, 海外旅行かんたん英会話ハンドブック, 池田書店, 東京 (1996).
- [21] 甲斐順子, ひとり歩きの英語自由自在, 日本交通公社出版事業局, 東京 (1996).
- [22] 地球の歩き方編集室, 旅の会話集 2 米語/英語, ダイアモンド社, 東京 (1993).
- [23] 斎藤晃雄, 六カ国語会話 1 ヨーロッパ・アメリカ編, 日本交通公社出版事業局, 東京 (1960).