

推薦論文

類語提示機能を備えた翻訳リペアシステムにおける WebN グラムの活用

市村 哲^{1,a)} 大江 究¹ 松浦 純樹¹

受付日 2012年2月24日, 採録日 2012年9月10日

概要: 近年, 電子メールや掲示板, チャットなどにおいて, 母国語以外の他言語を用いてコミュニケーションをする機会が増加しており, インターネットユーザの間では, 母国語を他言語に機械翻訳するために翻訳サイトを利用することが一般化しつつある. しかしながら, 機械翻訳の翻訳精度には限界があるため, 1度で実用的な翻訳結果を得ることは難しいという問題がある. この問題に対して, 入力文章を別の言葉に変えて再翻訳する翻訳リペアが有効であることが知られているが, 翻訳リペアに使われる支援手法の1つに「折り返し翻訳」がある. 本研究では, オンライン翻訳結果と折り返し翻訳結果を表示する日本語入力システムを開発した. WebN グラムを利用し, オンライン類語辞書サービスから取得した類語の提示順序を最適化することで, 翻訳作業の効率化を可能とした.

キーワード: 翻訳リペア, WebN グラム, IME, 日本語入力システム

Using Web N-gram for Translation Repair System Suggesting Synonyms

SATOSHI ICHIMURA^{1,a)} KIWAMU OE¹ JYUNKI MATSUURA¹

Received: February 24, 2012, Accepted: September 10, 2012

Abstract: Recently, the opportunity of communications using non-native languages increases by the spread of the Internet service. A lot of systems such as the language dictionary and the machine translation on the Internet now exist. However, it is difficult to prevent inaccurate translation without translation repair. It is known that a “back translation” method can contribute to reduce translation repair costs. In our system, when Japanese is converted by using A Kanji conversion system, the undecided string is acquired, and then the translation sentences and the back translation sentences are displayed. By using Web N-gram, the system optimizes the sequence of presenting the thesaurus, and makes translation work more efficient.

Keywords: translation repair, Web N-gram, IME, Kanji Input System

1. はじめに

近年, 電子メールや掲示板, チャットなどにおいて, 母国語以外の他言語を用いてコミュニケーションをする機会が増加している. 例として, Twitter や Facebook などの SNS 利用時, YouTube などの動画共有サイトにおけるコメント書き込み時, Skype などのチャット機能利用時など

があげられる. このような状況において, インターネットユーザの間では, 母国語を他言語に機械翻訳するために翻訳サイトを利用することが一般化しつつある. 今後, インターネット利用者層の拡大が進むにともない, このような機械翻訳の利用者は増加すると考えられる.

しかしながら, 機械翻訳の翻訳精度には限界があるため, 1度で実用的な翻訳結果を得ることは難しいという問

¹ 東京工科大学コンピュータサイエンス学部
School of Computer Science, Tokyo University of Technology,
Hachioji, Tokyo 192-0982, Japan

a) ichimura@stf.teu.ac.jp

本論文の内容は 2011 年 7 月のマルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム 2011 にて報告され, グループウェアとネットワークサービス研究会主査により情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である.

題がある。そのため、入力文章を別の言葉に変えて再翻訳する「翻訳リペア」を行う必要があることが多い。翻訳リペア時に使われる支援手法の1つに「折り返し翻訳」がある。折り返し翻訳とは、入力した母国語文章を他言語に翻訳し、さらに母国語に翻訳し直して意味を確認する手法である [1]。入力した母国語文章と、折り返し翻訳によって得られた母国語文章を比較できることから、意味の違う文章や意味の分からない文章になってしまった際に、自分で確認しながら翻訳リペアをして翻訳の改善を行うことができる。

現在、独立行政法人情報通信機構 (NICT) の言語グリッド [2] を利用して、折り返し翻訳機能が利用できる翻訳サイト [3] を構築する研究が存在する。このような翻訳サイトを利用する場合には、Web ブラウザを開き、母国語を入力してから翻訳を行うという方法が一般的である。しかしながら、翻訳サイトにアクセスして母国語を再入力しなければならないという手間がかかる。または、ワープロ中の文章を Web ブラウザにコピーしたり、Web ブラウザに表示された文章をコピーしてワープロに貼り付けたりする必要があるため、作業効率が悪いという問題がある。

そこで著者らは過去の研究において、日本語入力時に折り返し翻訳を行うことができる IME 型翻訳システムを開発した [4] (以後、旧システムと呼ぶ)。たとえば、Windows に標準搭載されている MS-IME や、無償公開されている Google 日本語入力を利用して日本語入力を行う際、システムは変換途中の未確定文字列を取得し、Web 上にある翻訳サービスと連携して翻訳文章と折り返し翻訳文章を取得する。ユーザは、得られた折り返し翻訳文章を確認しながら、適切な翻訳結果を選ぶことができ、入力文字列を確定すると同時に翻訳結果をワープロなどに入力可能である。またシステムは、折り返し翻訳文章の意味が違ったり不適切であったりした場合に、オンライン類語辞書サービスから入力文章の類語を取得し、自動的に翻訳リペアを実行する機能を有している。

しかしながら旧システムでは、オンライン類語辞書サービスから取得した類語の提示順序について考慮されておらず、不適切な類語を用いて翻訳リペアを繰り返すという問題がしばしば観察された。また、文節のつながりを考慮せずに単語を類語に置換していたため、「綺麗な空」が「麗しいな空」に置換されるなど、不自然な文章に変換されたり、熟語や慣用句を途中で分断してしまう問題があった。不適切な類語を選択した場合、その後の翻訳作業、および、折り返し翻訳作業が無駄となり、余計な手間が多発するため、著者らはこの問題を解決することがきわめて重要であると考えた。

そこで本論文においては、WebN グラム [5] を利用し、オンライン類語辞書サービスから取得した類語の提示順序を最適化することで、翻訳リペア作業の効率化を行うことが

できる翻訳システム (以後、新システムと呼ぶ) を提案する。WebN グラムとは、Web に存在する大量の文章を解析し、各語句のつながりの出現頻度を集計した大規模統計データである。今回著者らは、Google が構築した日本語 WebN グラムおよび英語 WebN グラムを利用した。新システムでは、日本語 WebN グラムを利用して入力した日本語の類語とその類語の使用頻度を表示し、使用者がより適切な類語を選択できるほか、英語 WebN グラムを利用して英語翻訳結果に不自然な言語表現が含まれていないかどうかを確認可能となっている。

本論文では、今回開発した新システムについて提案し、旧システムおよび他の従来システムと比較を行い評価する。

2. 研究の背景

通常日本語文字入力には日本語入力システム (IME) が用いられる。日本語用の IME としては、Microsoft 社の MS-IME [6] や、ジャストシステムの ATOK [7] などが有名である。加えて最近では、インターネット上から自動的に辞書を生成することにより、専門用語や話題の人名を入力できるようにした Google 日本語入力 [8] や、Social IME [9] が公開されている。たとえば Social IME では、不特定多数の人が辞書に単語を登録することができるため、他の誰かが登録した単語を他の人も利用することができる。ただし、これらのシステムには母国語を他言語に翻訳する機能は備わっていない。

翻訳機能を搭載した日本語入力システムとしては、ATOK がある。ATOK2012 には、日本語を外国語に変換する機能が備わっている。しかし、単語を変換する機能が備わっているのみであり、かつ、折り返し翻訳の機能を有していない。このため、母国語での確認ができず、翻訳精度が低い場合にユーザによる翻訳精度向上が難しいという問題がある。

たとえば、ユーザが入力した文章が「子牛くらいもある大きな犬がいた」であり、機械翻訳結果が「There was a big dog around the calf」となったとする。これは明らかに誤訳であるが、折り返し翻訳機能がない場合には、英語知識が乏しいユーザにとってその誤訳を発見することは困難であり、翻訳結果が正しいかどうかの確信を持ってない。一方、折り返し翻訳が使えるシステムの場合には、母国語に再翻訳した「子牛のまわりに大きい犬がいた」といった表示を見ることができ、英語知識が乏しいユーザであっても、入力した文章が違う意味の英語に変換されてしまった可能性が高いことに気付くことができる。そこで、ユーザは入力文章を「子牛ほどの大きな犬がいた」などと入力し直し (翻訳リペア)、再度翻訳して翻訳結果「There was a big dog like a calf」、折り返し翻訳結果「子牛のような大きい犬がいた」を得た場合には、最終的に「There was a big dog like a calf」が正しい翻訳結果であることを確信で

きる。

翻訳リペアにより翻訳精度が改善できることが和歌山大学の研究文献 [1], [10] で確認されている。また、言語グリッドプロジェクトの一環として実施され折り返し翻訳の妥当性についての検証に関する論文 [11] では「母国語で表示される折り返し翻訳文の精度が高ければ翻訳した結果の精度も高い」という正の相関があるということが述べられている。

著者らは過去の研究において、日本語入力時に折り返し翻訳を行うことができ、この折り返し翻訳作業の途中でオンライン類語辞書サービスから入力文章の類語を取得して翻訳リペアを行える IME 型翻訳システム (旧システム) を開発した [4]。システムは、Windows に備わっている TSF (Microsoft Windows Text Services Framework) [12] の仕組みにより日本語変換中の未確定文字列を取得し、必要に応じて変換候補文字列の類語をオンライン類語辞書サービスから取得する。そして得られた文字列を言語グリッドに送信して、入力文字列の翻訳結果と折り返し翻訳結果を取得する。ただし、取得した類語の提示順序について考慮されておらず、不適切な類語を用いて翻訳リペアを繰り返す問題がしばしば発生することが問題となっていた。また、文節のつながりを考慮せずに単語を類語に置換していたため、不自然な文章に変換されたり、熟語や慣用句を途中で分断してしまったりするという問題があることが分かっていた。

類語を差し替えて翻訳リペア作業を繰り返す回数が減少すれば、全体的な翻訳作業の効率化が可能である。よって、類語提示機能を備えたオンライン翻訳リペアシステムにおいて、翻訳リペア作業の繰返しを減少させることを本研究の目的と定めた。

3. 提案

本論文においては、WebN グラムを利用し、オンライン類語辞書サービスから取得した類語の提示順序を最適化することで、翻訳リペア作業の効率化を行うことができる翻訳システムを提案する [13]。

WebN グラムとは、Web に存在する大量の文章を解析し、各語句のつながりの出現頻度を集計した大規模統計データである。以下に、日本語 Web3 グラム (3 語句のつながり) の例を示す。

登録文	出現頻度
生育 できる ので	106
生育 できる よう	596
生育 できる 作物	40

また、以下に英語の 3 グラムの例を示す。

登録文	出現頻度
condition of nation	199
condition of national	1,034,596
condition of nationality	92

日本語 WebN グラムの場合は、Web に 20 回以上登場する語句のつながりが出現頻度とともに収録されており、総単語数 2,550 億、総文数 200 億という膨大なデータが DVD-R6 枚に収録されている。また、英語 WebN グラムについては、Web に 40 回以上登場する語句のつながりが収録されており、総単語数 1 兆 250 億、総文数 950 億の語句のつながりが DVD-R6 枚に収録されている。日本語 WebN グラム、英語 WebN グラムともに、Google 株式会社によって構築されたものを、米国 Linguistic Data Consortium から入手した。特に本システムにおいては、DVD-R に収録されているデータのうち、日本語 WebN グラムの 3 グラムと 1 グラムデータ、および、英語 WebN グラムの 3 グラムと 1 グラムデータを MySQL データベースに複製し、検索速度を向上させるためのインデックスを付けて管理し、ネットワーク経由で高速検索ができるようにした。

なお、旧システムがかかえる問題を解決するためには、検索エンジンを利用して、入力した文章が世の中で使用頻度の高い言語表現かどうかをチェックする方法も考えられる。たとえば、Yahoo!ウェブ検索 API [14] を利用すれば、入力した文字列のヒット件数を取得することができ、それによって単語のつながりの自然さを推測することができる。しかしながら、インターネット経由でアクセスしなければならず、多くの類語候補のヒット件数を即座に調べたいという要求を満たせないという問題や、Yahoo!ウェブ検索 API は単位時間あたりのリクエスト回数が制限されているという問題があった。近年 Google 社が構築した WebN グラムが安価かつ容易に入手できるようになり [5]、この WebN グラムを活用した様々な研究事例 [9], [15] が登場するようになったことから、新システムの実装において Google 社の WebN グラムを利用することとした。

以下の各節において、本論文で提案する新システムの機能である「日本語 Web1 グラムおよび日本語 Web3 グラムを利用した最適類語候補の取得」、「英語 Web3 グラムを利用した変換結果の評価」、および、「英語 Web1 グラムを利用した変換結果の再評価」について述べる。

3.1 日本語 Web1 グラムおよび日本語 Web3 グラムを利用した最適類語候補の取得

図 1 に、システムの動作画面を示す。テキスト入力時に本システムを利用することができ、ユーザは、ワード、メモ帳、Web ブラウザ、メッセージなどの使用時に本システムの翻訳機能を利用することができる。

日本語変換中に変換候補ウィンドウが表示されたタイミ

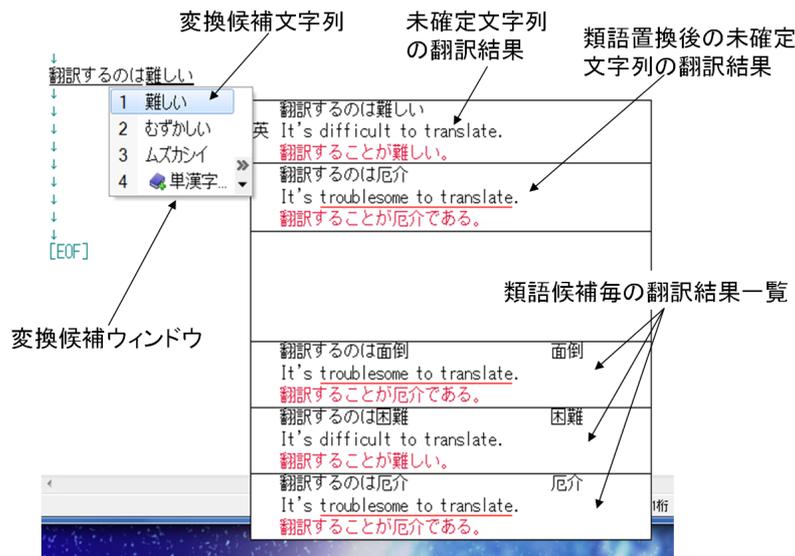


図 1 新システムの動作画面 (メモ帳使用時)

Fig. 1 Screen shot of the new system (using Memo pad).

ングにおいて、オンライン類語辞書サービスから変換候補文字列に対する複数の類語を取得し、日本語 Web1 グラムを利用して各類語の Web 上での出現頻度を求め、その出現頻度の多いもの順に並べ替えるようになっている。

図 1 の例では、「難しい」という変換候補文字列に対し、Web 上で出現頻度の多い「面倒」「困難」「厄介」という 3 つの最適類語が取得されたことを示している (デフォルトでは最適類語として 3 つが取得される)。そして、各類語について、類語に置き換えた日本語入力文章 (例: 翻訳するのは厄介)、翻訳結果の英語文章 (例: It's troublesome to translate.), 折り返し翻訳結果の日本語文章 (例: 翻訳することが厄介である) がポップアップウィンドウに一覧表示される。

ただし、文節のつながりを考慮せずに単語を類語に置換すると、不自然な文章に変換されたり、熟語や慣用句を途中で分断してしまったりするという問題がある。そこで、日本語 Web1 グラムを利用して取得された最適類語に置き換えた日本語入力文章を、日本語 Web3 グラムによって再評価し、その評価の結果がきわめて低くなった場合 (デフォルトでは Web 上の出現頻度が 20 回未満の場合) には、その最適類語の使用が不適切であると判断し、次点の類語候補を最適類語候補の 1 つとして採用するようにした。

なお、不自然な日本語文章かどうかを判定する際のグラム数については、WebN グラムを活用した研究事例 (文献 [16] など) が 3 グラムを用いていることを参考にして 3 グラムを利用することとした。しかしながら、他の文献 [15] には言い換え候補が多い場合と少ない場合とでグラム数を動的に切り替えることが望ましいという報告もあり、今後検討が必要であると考えている。

3.2 英語 Web3 グラムを利用した翻訳結果の評価

機械翻訳して得られた英語文字列の Web 上での出現頻度を取得するとともに、出現頻度が低い場合にその問題部分の文字列に赤色下線を引く機能を有している。機械翻訳して得られた英語文字列を頭から 1 単語ずつずらしながら 3 単語を抜き出して、英語 Web3 グラムを用いて出現頻度を求めている。図 1 の例では、変換候補文字列の最適類語 3 つをそれぞれ利用した、3 つの英文が表示されている。この例では、difficult to translate は Web 上に頻出するが (赤色下線なし)、troublesome to translate はあまり出現しない (赤色下線あり) 表現であることが分かる。デフォルトでは Web 上の出現頻度が 40 回未満の場合に赤色下線を引くようになっている。

さらに、本機能は、翻訳と折り返し翻訳の両方が誤った場合に、偶然、折り返し翻訳結果が入力日本語文に近くなるという問題の防止策ともなっている。たとえば、Google 翻訳サービス [17] に「頭にきた!」という日本語入力文を入力して英語変換すると、「Came to the head!」という英語表現という誤った翻訳結果が得られる。しかし、この「Came to the head!」を再度 Google 翻訳サービスに入力して日本語変換をすると、「頭に来た!」という入力日本語文に近い翻訳結果が出力されてしまうため、英語知識の乏しいユーザは「Came to the head!」が正しい英語表現であると誤解するおそれがある。英語 WebN グラムを利用した翻訳結果の評価機能を利用すれば、「Came to the head!」の使用頻度が低いということを示す赤色下線が引かれるため、ユーザは不自然な英語表現が出力されたことに気づくことができる。

なお、不自然な英語文章かどうかを判定する際のグラム数については、今回の実装では、日本語文章の場合と同じ 3 グラムを利用したが、日本語と英語では最適なグラム数

が違う可能性があるため、今後検討が必要であると考えている。また赤色下線を引く以外に、出現頻度をあわせて表示することも今後考えたい。

3.3 英語 Web1 グラムを利用した翻訳結果の再評価

固有名詞については、Web上に存在する数がきわめて少ないものが多い。前述の英語 Web3 グラムを利用した変換結果の評価において、そのような固有名詞を含む文章が評価された場合、赤色下線が引かれてしまうと予測されるが、翻訳結果としては正しいことが多い。たとえば、「Hi, I am Junki.」が翻訳結果であるとする、固有名詞 Junki を含む 3 グラム「I am Junki」に赤色下線が引かれてしまうと予測されるが、この翻訳文に問題はなく赤線は引かれるべきでない。

このような問題に対応するために、翻訳結果の英文に対して、固有名詞などの出現頻度がきわめて低い単語（デフォルトでは Web 上の出現頻度が 40 回未満の単語）が含まれているかどうかを検査し、そのような単語が含まれていた場合には、赤色下線の代わりに青色下線を引くようにした。青色下線は、赤色下線より危険度が低い警告メッセージという位置づけである。この機能の実装に際しては、英単語（固有名詞）1つ1つの Web 上での出現頻度を取得する必要があったため、英語 Web1 グラムを用いることとした。

3.4 関連研究

本論文の提案内容と関連する研究について述べる。近年、Web に存在する大量の文章を解析して作成された大規模統計データである WebN グラムを活用した様々な研究事例が登場している。

研究の背景に前述した Social IME [9] は、ローマ字入力または平仮名入力された文字列を適切に漢字変換するための日本語入力システムであるが、実装の中で Google が構築した日本語 WebN グラムを利用している。日本語入力においては、同音異義語が複数ある場合や、単語の境界が曖昧な場合に変換が困難となるが、WebN グラムを活用すれば世の中で使用頻度の高い言語表現を調べることができるため、より自然な同音異義語を選択したり、より適切な単語境界を推測したりすることが可能である。ただし、Social IME には母国語を他言語に翻訳したり、他言語を母国語に再翻訳したりする機能は備わっていない。

外国語作文支援システムに WebN グラムを用いる例が存在する。母国語以外で作文をする際、不自然な文章を作成してしまうことが多いという問題があるが、古川ら [18] は、入力した文章が世の中で使用頻度の高い言語表現かどうかを検索エンジンを利用してチェックするシステムを提案している。入力された文章の中の部分的な単語のつながりを N グラムとし、Yahoo!ウェブ検索 API [14] を利用して当該 N グラムが何件ヒットするか取得している。ヒット

数が少ない N グラムは、単語のつながりが不自然であると判断し、推敲が必要な部分としてシステムがユーザに通知する。ただし、古川らの外国語作文支援システムには母国語を他言語に翻訳したり、他言語を母国語に再翻訳したりする機能は備わっていない。

折り返し翻訳機能を搭載した翻訳システムとして和歌山大学が開発したものがあり、実装の中で日本語 WebN グラムを利用している [15], [16]。翻訳リペア作業を支援するために Yahoo!辞書から類語を取得し、Google が構築した日本語 Web3 グラムを使用して不適切な類語候補を除外するように試みている [16]。翻訳リペアのために WebN グラムを使用している点で、本論文で提案する新システムと共通しているが、和歌山大学のシステムが日本語 WebN グラムのみを使用するのに対し、新システムは日本語 WebN グラムと英語 WebN グラムを併用するという違いがある。

具体的には、和歌山大学のシステムが、言い換えが必要と判定された入力文箇所を Yahoo!辞書から取得した類語によって置き換えた後に日本語 WebN グラムを使用して不適切な類語かどうか判断しているのに対し、著者らの新システムは、日本語 WebN グラムを使用して不適切な類語かどうかを判断しつつ、さらに、類語候補のそれぞれによって置き換えた入力文を英語翻訳し、英語翻訳結果を英語 WebN グラムで評価して不適切な訳が行われていないかどうか検証している。

日本語 WebN グラムのみを利用したシステムでは、前述したような、「頭に来た!」→「Came to the head!」→「頭に来た!」と折り返し翻訳結果が偶然入力日本語文に近くなるという現象の発生に対応できないという問題があるほか、英語 WebN グラムを使用しない場合には、生成される英語翻訳結果が不自然な英語文になる可能性が高いことが懸念される。また、和歌山大学のシステムは日本語入力システムではないため、翻訳システムから翻訳結果を手動でコピーしてワープロなどに貼り付けなければならないという違いがある。

4. 実装

4.1 新システムの実装

システムの実装について述べる。本システムの処理の流れを図 2 を参照しながら述べる。

- 1 TSF [12] の仕組みにより、ワープロソフトなどで入力された漢字変換中の日本語未確定文字列を取得する。変換未確定時とは図 1 のように変換文字列がまだアプリケーションに入力されていない編集途中状態のことである。変換候補の文字列が未確定ならば文字列の修正は可能である。
- 2 取得した文字列を言語グリッド [2] に送り、翻訳結果の英語文章と折り返し翻訳結果の日本語文章を取得して

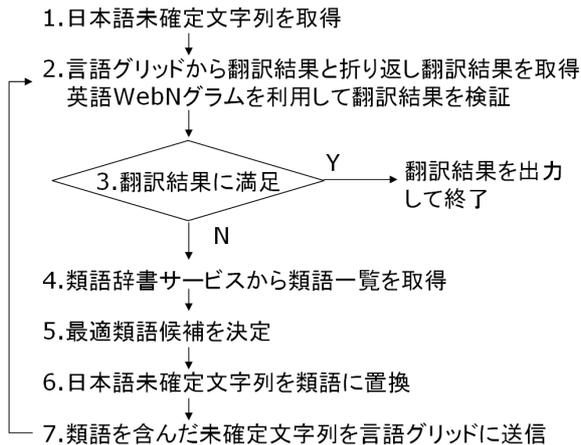


図 2 フローチャート
Fig. 2 Flowchart.

Rank	Word	Frequency
1	怖そう	
2	こわそう	
3	恐そう	
4	壊そう	
5	毀そう	
6	強そう	
7	ゴロそう	
8	乞わそう	
9	恐わそう	

図 3 出現頻度表示例
Fig. 3 Word occurrence rate.

表示する。英語 Web3 グラムを利用して翻訳結果の品質を確認するとともに、英語 Web1 グラムを利用して固有名詞が含まれるかどうかを判定する。

- 翻訳結果に満足した場合は、翻訳結果の英語文章を出力して終了するが、満足せずに変換候補ウィンドウを開いた場合は 4 に進む。
- 変換文字列を形態素解析し、品詞を識別する。品詞が名詞の場合にはそのままオンライン類語辞書サービス（本実装では Yahoo!類語辞書 [19]）に送信して類語リストを取得する。一方、品詞が「形容詞・形容動詞」、「副詞」、「動詞」の場合には、その語の基本形を茶筌を利用して取得し、その基本形をオンライン類語辞書サービスに送信して類語リストを取得する。
- 取得した類語リストから、日本語 Web1 グラムおよび日本語 Web3 グラムを利用して最適類語候補 3 つ（ユーザ設定により変更可）を決定する。必要であれば、所定のキー操作を行うことにより、図 3 のような出現頻度一覧を表示させることが可能である。
- 各最適類語候補について、類語に置き換えた日本語入力文章を作成する。
- 6 で作成した日本語入力文章を言語グリッドに送り、2 に進んで、翻訳結果の英語文章と折り返し翻訳結果の日本語文章を取得して表示する。

なお、2 の翻訳文章と折り返し翻訳文章の取得の際は、



図 4 旧システム画面
Fig. 4 Screen shot of the old system.

SOAP 通信により言語グリッドの翻訳サーバにアクセスしている。SOAP はネットワーク経由でオブジェクト間の通信を行う XML ベースの通信プロトコルである。本システムから XML 形式の SOAP リクエストを言語グリッドサーバに POST することで翻訳の結果を得ている。本実装では、言語グリッドで提供されている翻訳エンジンの中から Jサーバ [2], [3] を使用するようにした。Jサーバでは通信・言語・翻訳の総合サービスを提供している。

4.2 旧システムの実装概要

本論文で提案する新システムの実装のベースとなった旧システムの概要について述べる。新システムは、旧システムの実装、および、実装に用いた要素技術を拡張して実装されている。新システムと旧システムとは、所定のキー操作で即座に切り替えることができるようになっている。図 4 に、旧システムのスクリーンショットを示す。

旧システムにおいても、日本語変換中の文字列を取得し、翻訳したい未確定文字列を言語グリッドに送ることで、入力文字列の翻訳結果・折り返し翻訳結果を取得して表示している。

図 4 の例では、ユーザは「綺麗な空」と入力しており、右側のポップアップウィンドウの上段に入力した文章「綺麗な空」、翻訳文章「The clean sky」、折り返し翻訳文章「クリーンな空」が表示されている。翻訳文章の表示は Ctrl キーと Alt キーと Enter キーを押すことで更新できる。また、Ctrl キーと Alt キーと H キーを押すことで、英語、中国語、韓国語の言語選択ができる。図 4 では英語が選択されているためポップアップウィンドウ上に「英」と表示されている。

旧システムの実装においても、オンライン類語辞書サービスとして Yahoo!類語辞書を用いている。変換中の文字列を取得し、形態素解析ツールである茶筌を用いて形態素へ分割して基本形を取得した後、Yahoo!類語辞書から類語

を取得している。Yahoo!類語辞書で取得した類語は選択が可能な状態で表示される。

図4では「綺麗」の類語がポップアップウィンドウの下部に表示されている。類語はCtrlキーとAltキーとJキーまたはKキーを押すことで選択できる。このとき選択した類語を現在入力中の文章の該当する部分と置き換えて翻訳が実行される。例では「美麗」が選択されている。通常の翻訳結果と類語置換した翻訳結果はCtrlキーとAltキーとIキーを押すことで選択することができ、選択項目は青く表示される。選択した翻訳結果を貼り付けることができる。

ただし、前述のとおり、取得した類語の提示順序については考慮されておらず、不適切な類語が使用されたり、熟語や慣用句を途中で分断してしまったりするという問題が生じていた。

5. 評価実験

評価実験について述べる。

5.1 Web 翻訳と新システムの比較

最初に、従来のWeb翻訳と比較して、新システムの機械翻訳の品質が向上するかどうかを確認する実験を行った。エキサイト翻訳[20]のように折り返し翻訳機能を提供しているWeb翻訳が稀に存在するが、本論文においては便宜上、折り返し翻訳機能を搭載しないWeb翻訳サービスを「Web翻訳」と呼ぶこととする。

NTTが作成した機械翻訳テスト資料検査例文集(全3,718文)[21]から日本語文章100文をランダムに選び、Web翻訳(Language Grid Playground[3])と新システムを用いて翻訳を行い翻訳結果を比較した。Language Grid Playgroundは、新システムと同様に翻訳エンジンとしてJサーバを利用するWeb翻訳サービスである。折り返し翻訳機能は有していない。

ランダムに選んだ検査例文の例を以下に示す。検査例文集には、和文(例文)と英文(翻訳見本)が対になって収録されている。無作為に抽出した和文100文の文字数の分布は、平均15.8文字、標準偏差5.4文字であった。選ばれた100文を付録に記す。

和文：お湯で洗いますと綺麗になります。
英文：When it is washed with hot water,
it becomes beautiful.

和文：北海道では、一足早く冬が訪れる。
英文：In Hokkaido, winter arrives one step earlier.

翻訳の成否判断については、文献[15]でも採用されているWalkerらの評価基準を参考にし、得られた翻訳結果と英文翻訳見本とを比較して「まったく同じ意味」または「文法などに多少問題があるが、大体同じ意味」である場合

に、翻訳が成功したと判断するようにした。評価は、英語圏で1年半以上生活したことのある日本人成人男性2名が行い、翻訳の成否の判断も行った。この2名の評価者のうち1名はTOEICスコア[22]が900点以上であり、TOEICスコア基準のガイドラインにおいて「専門外の分野の話題に対しても十分な理解とふさわしい表現ができる。Native Speakerの域には一步隔たりがあるとはいえ、語彙・文法・構文のいずれをも正確に把握し、流暢に駆使する力を持っている」と判定された人物である。

新システムは、デフォルトで最適類語候補3つが表示されるようになっているため、本実験においては、最適類語候補として表示された3つの類語のうちいずれかを用いて翻訳リペアが成功した場合に、新システムで正しく翻訳されたと判定するようにした。また、入力文1つの中に、類語差し替え箇所が複数存在する場合には、すべての箇所を差し替える作業を行い、その各箇所、最適類語候補として表示された3つの類語のうちいずれかを用いて翻訳リペアが成功した場合に、新システムで正しく翻訳されたと判定した。なお、最適類語候補として表示された3つの類語を用いても翻訳が成功しなかった場合には、最大翻訳リペア回数以内で翻訳が成功しなかったと判断し、その時点で翻訳リペア作業を中止するようにした。

実験結果について述べる。

Web翻訳で正しく翻訳されず、新システムで正しく翻訳された文章(付録において「新」または「旧」が付与された文)は、100文中30文あった。以下に例を示す。

例文：彼は私に友達を引合わせた。
Web翻訳：He checked a friend with me.
彼は私と友人をチェックしました(訳)
新システム：He made a friend meet me.
彼は友人を私と会わせました(訳)

Web翻訳では「彼は私と友人をチェックしました」のような意味になってしまっているが、このような場合に折り返し翻訳がある新システムを用いれば、入力文章を変更して翻訳しなくてはならないことに気づくことができる。この例では新システム利用時に「引合わせた」を翻訳リペアしている。

なお、評価実験に用いたWeb翻訳と新システムは同じ翻訳エンジンを利用しているため、翻訳リペアを1回も行わない段階では、新システムとWeb翻訳とはまったく同じ翻訳結果が出力される。Web翻訳で翻訳が成功した文(付録において「○」が付与された文)は、100文中、57文であった。すなわち、57文については、翻訳リペアを行う必要がなかった。また、Web翻訳で正しく翻訳されて、新システムで正しく翻訳されないという現象は生じなかった。

一方で、Web翻訳と新システムの両方で翻訳が成功しなかった文(付録において「×」が付与された文)は100文

中 13 文存在した。翻訳エンジンによって、この結果は変化すると予測される。実際、Web 翻訳として Language Grid Playground の代わりに Yahoo!ウェブ翻訳 [23] を用い（以後、Yahoo 翻訳）、他の条件は同一にして本実験と同じ実験を行った結果、Yahoo 翻訳で正しく翻訳されて、新システムで正しく翻訳されなかった文章は 100 文中 4 文存在した。以下に例を示す。

例文： 北海道では、一足早く冬が訪れる。

Yahoo 翻訳： In Hokkaido, winter comes a little early.
北海道では、冬は早く、少し来ます（訳）

旧システム： A pair early of winter comes in Hokkaido.
早いペアは北海道に冬で入ります（訳）

新システム： A pair early of winter comes in Hokkaido.
早いペアは北海道に冬で入ります（訳）

新システムにおいて、「一足早く」を「少し早く」のように翻訳リペアしてもこのケースでは良い翻訳文を得ることができなかった。Jサーバが得意な文例であったと思われる。なお、実験中においては、Yahoo 翻訳の結果は、日本語文章に冠詞がついていない場合に the を付与する傾向があったが、Jサーバを用いた翻訳結果には a を付与することが多かった。このようなことが翻訳結果の成否を分ける原因になったと推測される。

5.2 旧システムと新システムの比較

前述の実験結果から、100 文中 30 文において、Web 翻訳より新システムの方が改善されたことが分かったが、旧システムでも提供している折り返し翻訳機能の効果によるものか、新システムが提案している WebN グラム活用の効果によるものか判別を行う必要がある。

そこで次に、Web 翻訳で正しく翻訳されず新システムで正しく翻訳された前記 30 文について、旧システムによる結果と、新システムによる結果を比較する実験を行った。

翻訳の成否判断方法及び評価者、および、新システムで正しく翻訳されると判断する条件に関しては、前述の Web 翻訳と新システムの比較実験と同一とした。

また、旧システムで正しく翻訳されると判断する条件に関しては、新システムと極力公平な比較を行うために、1 番目から 3 番目までに表示された類語のうちいずれかを用いて翻訳リペアが成功した場合に、旧システムで正しく翻訳されたと判定するようにした。また、入力文 1 つの中に、類語差し替え箇所が複数存在する場合には、すべての箇所を差し替える作業を行い、その各箇所、1 番目から 3 番目までに表示された 3 つの類語のうちいずれかを用いて翻訳リペアが成功した場合に、旧システムで正しく翻訳されたと判定した。そして、1 番目から 3 番目までに表示された類語を用いても翻訳が成功しなかった場合には、最大翻訳リペア回数以内で翻訳が成功しなかったと判断し、その

時点で翻訳リペア作業を中止するようにした。

実験結果について述べる。

実験の結果、旧システムで正しく翻訳されず、新システムで正しく翻訳された文（付録において「新」が付与された文）は 30 文中 25 文存在した。以下に例を示す。

例文： 道は長く、みんな疲れていた。

Web 翻訳： Lengthily, everyone got tired with the way.
長く、誰もが、道によって疲れました（訳）

旧システム： Lengthily, everyone got tired with the way.
長く、誰もが、道によって疲れました（訳）

新システム： The way was long, and everyone was tired.
道は長く、誰もが疲れていました（訳）

この例では、旧システムでは「Lengthily, everyone」のように使われることの少ない表現が提案されているのに対し、新システムではよく使われる一般的な言い回しが提案されていることが分かる。この例では新旧システム利用時に「道は長く、」を翻訳リペアしている。

一方この実験において、旧システムと新システムの両方で正しく翻訳された文（付録において「旧」が付与された文）は 5 文のみであった。言い換えると、新システムでは、30 文すべてが実験条件で定められた最大翻訳リペア回数以内で翻訳が成功したのに対し、旧システムでは、30 文中 5 文しか最大翻訳リペア回数以内で翻訳が成功しなかったといえる。また、本実験において、旧システムで正しく翻訳されて、新システムで正しく翻訳されなかった文章はなかった。

次に、翻訳が成功するまでに行われた翻訳リペアの回数について述べる。

前記 30 文について、新システムにおいては、翻訳が成功するまでに必要な翻訳リペア回数は、類語差し替え箇所 1 カ所あたり平均 1.56 回（標準偏差 0.70 回）であった。

一方旧システムにおいては、旧システムと新システムの両方で正しく翻訳された 5 文に関する翻訳リペア回数は、類語差し替え箇所 1 カ所あたり平均 2.20 回（標準偏差 0.75 回）であった。旧システムで正しく翻訳されず新システムで正しく翻訳された 25 文については、3 回を上限に翻訳リペア作業を中止したことから類語差し替え箇所 1 カ所あたり平均 3 回以上の翻訳リペアが必要であったといえる。よって当該 30 文について、旧システムにおいては、類語差し替え箇所 1 カ所あたり少なくとも平均 2.87 回 $((2.20 \times 5 + 3 \times 25) / 30 = 2.87$ より算出) 以上の翻訳リペアが必要であったといえる。

以上のことから、旧システムと比較して、新システムの必要翻訳リペア回数が減少していることが確認できたため、本研究の目的が達成されたと判断した。

5.3 システムの使用感に関する調査

システムの使用感に関するアンケート調査の結果について述べる。

被験者大学生 10 名に、新システムを使用させ、主観的な使用感についてアンケートを行った。アンケートには 5 段階 (5 あてはまる, 4 ややあてはまる, 3 どちらともいえない, 2 ややあてはまらない, 1 あてはまらない) で回答させた。

質問 1: 操作はしやすい

質問 2: 表示は見やすい

質問 3: 速度は速い

質問 1 については、平均 3.0 (中央値 3.5, 最小値 1, 最大値 4) であった。被験者の自由意見として、「キー同時押しが必要な部分があり、慣れるまでに時間が必要そう」との意見があった。マウスを使わずにキーだけで操作できるように設計したためにやや複雑な同時複数キー操作を強いてしまった。キー操作については改善の余地があると考えられる。

質問 2 については、平均 3.3 (中央値 3, 最小値 2, 最大値 5) であった。表示方法についてはさらに改善が必要と考えられるが、被験者の行動として、赤色下線が引かれたときに気付いて入力文章を書き直す人が多く、翻訳文修正の指針になっていることは観察できた。なお、前述した Web 翻訳と新システムの比較実験においては 100 文中の 12 文において赤色下線が表示された。

質問 3 の速度については、平均 2.0 (中央値 2, 最小値 1, 最大値 3) と満足する人が少ない結果となった。特に類語の取得に時間がかかっており、実行環境にもよるが、遅いときには 5 秒以上待たされることがあった。

そこでこの類語取得に時間がかかる問題に対処するために、1 度取得した類語リストはローカル PC のデータベース (SQLite [24]) にキャッシュする機能を追加実装した。これにより、同じ単語について何回もオンライン類語辞書サービスに接続する必要がなくなり、本システムを継続的に使用した場合には速度の向上が期待できる。

以上の調査結果に基づき、今後の改良に向けた課題をさらに抽出してゆきたい。

6. まとめ

評価の結果、従来の Web 翻訳や旧システムと比較して新システムでは翻訳リペア回数が減少することが確認できた。これによって本研究の目的が達成されたと判断した。

本システムによる別の効果として、WebN グラムから取得した頻度を確認することで、通常使われている正しい文章表現を用いることができる可能性がある。また、表示された複数類語を手軽に選択して試すことができるため、よ

り良い文章表現が可能になることが期待できる。

また本論文では対象言語を英語に限定して述べたが、今後の改良によっては他の言語に変換することも可能と思われる。たとえば著者らが現在までに確認した範囲では、J サーバは日本語から英語に翻訳するときよりも日本語から韓国語に翻訳するときのほうがより正確な翻訳が行えることが分かっている。よって韓国語対応を含めた多言語化について今後考慮する余地があると考えている。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 23501175 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 宮部真衣, 吉野 孝, 重信智宏: 折り返し翻訳を用いた翻訳リペアの効果, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.12, pp.3141-3150 (2007).
- [2] 言語グリッド, NICT, 入手先 (<http://langrid.nict.go.jp/jp/>) (2011).
- [3] Language Grid Playground (J-Server エンジンが利用可能な Web 翻訳), 入手先 (<http://langrid.org/playground/translation.html>) (2012).
- [4] 松浦純樹, 北澤宏文, 小林孝典, 市村 哲: 表現の幅を広げる文章作成支援システム, 情報処理学会研究報告, 2009-GN-72, pp.1-6 (2009).
- [5] WebNGram, LDC - Linguistic Data Consortium, available from (<http://www ldc.upenn.edu/>) (2011).
- [6] Microsoft Office IME 2010 available from (<http://www.microsoft.com/japan/office/2010/ime/default.aspx>) (2010).
- [7] ATOK2011, ジャストシステム, 入手先 (<http://www.atok.com/>) (2011).
- [8] Google 日本語入力, 入手先 (<http://www.google.com/intl/ja/ime/>) (2011).
- [9] 奥野 陽, 萩原将文: インターネットを用いた日本語入力システム, 情報処理学会研究報告, 2009-NL-190, pp.1-6 (2009).
- [10] 宮部真衣, 吉野 孝: 折り返し翻訳を用いた翻訳リペアのチャットコミュニケーションへの影響, 情報処理学会研究報告, 2009-GN-70, pp.109-114 (2009).
- [11] 宮部真衣, 吉野 孝: 機械翻訳を介したコミュニケーションのための折り返し翻訳の妥当性の検証, 信学技報, Vol.109, No.424, AI2009-41, pp.65-70, 電子情報通信学会 (2010).
- [12] Text Service Framework, 入手先 ([http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms629032\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms629032(VS.85).aspx)) (2012).
- [13] 市村 哲, 松浦純樹: WebN グラムを用いたオンライン翻訳リペア手法の提案, 情報処理学会 DICOMO 2011, 5C-2, pp.844-851 (2011).
- [14] Yahoo!辞書, 入手先 (<http://developer.yahoo.co.jp/webapi/search/websearch/v2/websearch.html>) (2012).
- [15] 宮部真衣, 吉野 孝: 翻訳リペア支援のための言い換え文自動生成手法の実装と評価, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2010, pp.87-91 (2010).
- [16] 宮部真衣, 吉野 孝: 翻訳リペア支援のための Web 日本語 N グラムを用いた類義語フィルタリング, 情報処理学会研究報告, 2008-DD-69, pp.85-90 (2008).
- [17] グーグル翻訳, 入手先 (<http://translate.google.co.jp/>) (2012).
- [18] 古川陽平, 網嶋祐一, 岡田壮史, 安藤一秋: 検索エンジン

を利用した9ヶ国語作文支援ツール, 信学技報, Vol.108, No.470, ET2008-96, pp.17-22 (2009).

- [19] Yahoo!辞書, 入手先 (http://dic.yahoo.co.jp/) (2012).
- [20] エキサイト翻訳 (折り返し翻訳が可能な Web 翻訳), 入手先 (http://www.excite.co.jp/world/) (2012).
- [21] 検査用例文集, 入手先 (http://www.kecl.ntt.co.jp/icl/mtg/resources/mt-test-set-1.txt) (2012).
- [22] TOEIC (Test of English for International Communication), available from (http://www.toeic.or.jp/) (2012).
- [23] Yahoo!ウェブ翻訳, 入手先 (http://dic.yahoo.co.jp/) (2012).
- [24] SQLite (軽量データベース), (http://www.sqlite.org/) (2012).

付 録

表 A.1 評価実験に用いた 100 文 (1~50)

Table A.1 100 sentences used in experiment (1~50).

雨がやんだところで、これから出発はできない。	新
食堂はあるもののいつも混み合っている。	○
彼は若いながらしっかりした男だ。	○
練習は苦しいながらも楽しかった。	新
部屋は暗く、静かだった。	○
道は長く、みんな疲れていた。	新
小僧も満足し、自分も満足しているはずだ。	○
山には桜があり、麓には梅がある。	×
その知らせを聞いて私は大変うれい。	○
私は冷たい水を手に掬って飲んだ。	○
秋はもう深まって紅葉が美しい。	○
私は帽子を取って頭を下げた。	○
我々は風景を眺めつつ山を下る。	○
ボタンを選択することにより、好みのジュースが出てくる。	○
花子さんは年が若いだけに肌がきれいだ。	旧
彼は足が速いので私は追いつけない。	○
私は寒くたって平気です。	旧
お湯で洗いますと綺麗になります。	○
風が吹けば補屋が儲かる。	○
もっと買えば買う。	○
夜空は降るような星でいっぱいだった。	新
どうやってもだめだ。	○
子供を若い親が育てる。	○
親切だったり冷たかったり日本人にもいろいろある。	○
その必要はまったくない。	新
私は道立別路水産試験場を訪れた。	×
1匹の犬は黒で残りは全部白である。	○
最後の二つの質問は難しかった。	○
緑が多いためか空気が良い。	○
この中から2人が発言した。	×
北海道では、一足早く冬が訪れる。	×
彼は今すぐ足を洗うべきだ。	○
見て分かるように、彼は面白い。	○
全体として結果は満足できるものです。	新
彼が無事と聞いてひとまず安心した。	○
大野さんもぜひ参加してください。	○
彼の顔は見る見る青くなってきた。	×
ようやく絵が完成した。	○
この林檎はややすっぱい。	○
部屋をそのままにしてきた。	新
病気はだんだんと進んでいった。	○
好きな時に来なさい。	×
夕焼けの空を何か丸い物が飛んで行った。	○
彼は仕事に身を入れた。	旧
彼女は風を部屋の中に入れた。	○
流行はすぐに変わる。	○
良い考えが頭に浮かんだ。	○
私の仕事は頭を使う仕事だ。	新
彼は頭がよいか、私は頭が悪い。	○
鎌金がはげると。	旧

新: Web 翻訳失敗, 旧システム失敗, 新システム成功
 旧: Web 翻訳失敗, 旧システム成功, 新システム成功
 ○: Web 翻訳成功, 旧システム成功, 新システム成功
 ×: Web 翻訳失敗, 旧システム失敗, 新システム失敗

表 A.2 評価実験に用いた 100 文 (51~100)

Table A.2 100 sentences used in experiment (51~100).

その話のご利益が大きい。	新
普通は子供が学校へ行く時間だ。	×
私は申込みを行った。	○
彼は私に友達を引合させた。	新
彼の会社は定休日が変わった。	新
隣家が台所から火事を出した。	○
この車はスピードが200キロ出る。	新
徹夜で、頬の肉が落ちた。	○
彼は新しい考えを述べた。	○
蝗の群れが稲に群がっていた。	○
私は身をいれて勉強した。	新
春には野菜の種を蒔く。	○
親と子の絆は固い。	○
コレはIBM製の計算機です。	○
院長は病院をよりよいものにするよう努力している。	×
積荷は、日本政府がサウジアラビア政府に供給する救急車ということです。	○
私は歩くのは苦手だ。	○
彼らは寒いのを我慢する。	○
この列車はブルートレインという。	○
従来は、心臓が止まるまで死しなかった。	新
ゴルバチョフ大統領の一回の訪問で全ての領土問題は解決されないだろう。	○
外務省ではつぎのような声明を発表した。	○
あんな人は死ねばいい。	○
私はマラソンには自信があります。	○
父はアメリカから帰国する。	○
もう妥協よしかなたがあるまい。	新
犬も歩けば糞に当たる。	×
私ばかりがご馳走になりました。	○
彼らは隣の間でゲームをしていた。	旧
キリストの像が掛けてあった。	○
五郎が犯人である可能性は消えつつある。	新
彼はまるで死んだみたいだ。	○
本人はあれでも一人前の学者であるつもりらしい。	×
この技術はソフトウェアの生産効率を6倍に向上させることができる。	○
妹たちに見つかるといけないから早く片づけよう。	×
東京都では今後、各種水道事業に導入していく計画。	新
刑事は現場に行ってみた。	○
首相は大統領を見送りに羽田に行った。	○
私の実家は鳥取にある。	○
金属は自由電子群で充満した正イオン列からなる。	×
彼はスキーが上手だが、テニスが下手だ。	○
私は二年ぶりにヴェネスを訪れた。	新
標高五千メートル以上の高地では酸素の濃度が、平地の二分の一となる。	○
今年度の売上高は予測より10%多い4000億円となった。	×
大風呂敷を広げる。	新
温度が氷点下に下がった。	○
宇宙事業の企業化が進む。	○
生活環境が良くなった。	○
これはパソコンシリーズ対応型の装置です。	○
英語を話すのは難しい。	○

新: Web 翻訳失敗, 旧システム失敗, 新システム成功
 旧: Web 翻訳失敗, 旧システム成功, 新システム成功
 ○: Web 翻訳成功, 旧システム成功, 新システム成功
 ×: Web 翻訳失敗, 旧システム失敗, 新システム失敗

推薦文

日本語変換時に翻訳の適正な提示を行うために、WebN グラムを用いた翻訳結果の評価手法を提案し、有用性の高いシステムを開発している。さらに、システムの丁寧な評価も行っており、推薦論文に値する。

(グループウェアとネットワークサービス研究会主査

小林 稔)



市村 哲 (正会員)

1989年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1994年同大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年富士ゼロックス(株)入社。1997~1999年富士ゼロックスパロアルト研究所(FXPAL)駐在。2002年東京工科大学助教授。2011年より同大学教授。グループウェア、ネットワークサービス、生体情報活用等の研究に従事。『IT TEXT 基礎 Web 技術』、『IT TEXT 応用 Web 技術』(オーム社)。DICOMO 2011 最優秀論文賞受賞。ACM, 電子情報通信学会各会員。



大江 究

2011年東京工科大学コンピュータサイエンス学部卒業。現在、キャノンシステムアンドサポート株式会社。機械翻訳、日本語入力システム等の研究に従事。



松浦 純樹

2009年東京工科大学コンピュータサイエンス学部卒業。2011年同大学大学院バイオ・情報メディア研究科コンピュータサイエンス専攻修了。機械翻訳、日本語入力システム等の研究に従事。