

同時通訳システムの実現に向けた漸進的翻訳処理*

美馬 秀樹 古瀬 蔵 飯田 仁†

ATR 音声翻訳通信研究所††

E-mail: {mima, furuse, iida}@itl.atr.co.jp

4 B - 6

1. まえがき

翻訳を交えた対話においては、話者同士の発話間の結束性を壊さないために、発話と同時に翻訳が進行することが望ましい。しかし、従来の文単位の翻訳処理では発話が終了するまで処理を開始することができず、発話が長くなった場合等に対話としての自然さを著しく損ねる可能性がある。

この問題に対し、同時通訳に見られるような、発声の途中段階でも確定する句や節の訳を出力する翻訳処理は一つの解決策になると考えられ、従来より、漸進的文生成⁽¹⁾⁽⁴⁾、同時通訳機構⁽²⁾の実現等を目的に研究が行われている。しかしながら、従来の手法においては、翻訳システムの規模が大きくなると解析のあいまい性増大により句や節の段階の訳を十分確定仕切れなくなるため、結果として一文単位の逐次翻訳と同等の遅延を生じる等、円滑な対話の実現機構としては不十分であった。

我々は、頑健かつ効率的な話し言葉翻訳手法として変換主導翻訳機構(Transfer-Driven Machine Translation; 以下、TDMT)を提案し、TDMTにおける、意味的まとまりを単位とした文解析と、原言語表現に対する訳し分けの鍵となる対訳用例の活用により、効率的で決定的な翻訳処理を実現している⁽³⁾。

本稿では、TDMTを用いた漸進的翻訳処理の概要について述べる。漸進的翻訳の実現のためには、発声と同時に音声認識ならびに翻訳処理が開始され、発話の途中段階でも句や節の訳を確定し出力できる処理技術が必要となるが、本稿では、正確に情報伝達が行える発話の情報単位について考察し、用例および統計モデルを活用した決定的な部分構造の確定処理と、それに基づく漸進的な翻訳手法について提案を行う。

2. 漸進的翻訳処理の概要

2.1. 漸進的翻訳の例

従来の文単位の逐次翻訳処理では、翻訳処理は入力となる発話が終了するまで開始されず、たとえ翻訳処理に要する時間が限りなくゼロに近づいたとしても、翻訳結果提示の遅延により、対話の進行が円滑に行われるとは言い難い。それに対し、漸進的翻訳処理では、例えば、"Could I have your telephone number where I can contact you?"を翻訳する場合、図1に示すように、"where"が入力された段階で、翻訳結果「電話番号を教えてください」を出力開始することで発話内容の伝達の遅延時間を短縮し、対話をスムーズにすることができる。

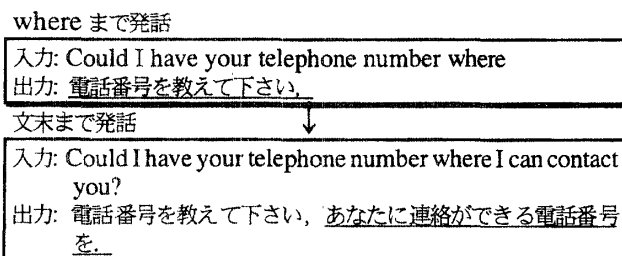


図1. 漸進的翻訳の例

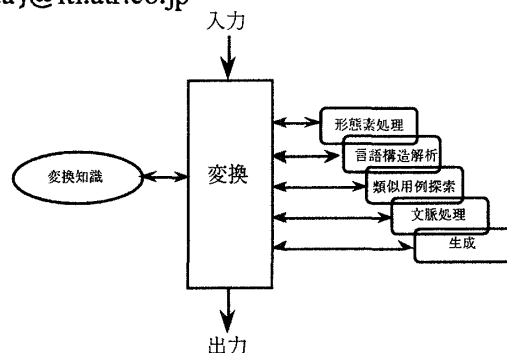


図2. TDMTの構成

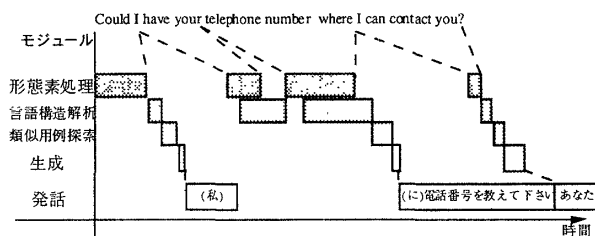


図3. 漸進的翻訳における各モジュールの処理タイミング例

2.2. システム構成

図2に漸進的翻訳処理におけるTDMTのシステム構成、図3に翻訳の際の各モジュールの処理タイミングを示す。

形態素処理の進行と共に漸進的に変換処理が進行し、原言語パターンにおける発話生成の鍵となる情報を元に生成、発話処理が起動され、さらに後続発話の変換処理へと翻訳がシンクロナスに進行する。TDMTによる漸進的翻訳処理の流れは次の通りである。

- (a) 入力と同時に形態素処理を開始し、変換知識により、形態素の連結、形態素間の連結に応じた constituent boundary マーカ⁽³⁾の挿入を行う。
- (b) (a)の進行と共に言語構造解析を進行させる。
- (c) (b)における部分構造に対し、類似用例の適用により最尤の目的部分構造を決定する。
- (d) 接続詞等の発話の鍵となる情報をトリガーに(c)の目的部分構造に対し、漸進的生成処理⁽⁴⁾により翻訳文を出力する。

並列計算機を用いて各モジュールをパイプライン的に実行させることにより、モジュール内のポーズを削減できるため、さらに高効率な翻訳処理の実現が期待できる。

3. 漸進的翻訳における部分構造の情報単位

漸進的翻訳処理においては、一般に発話の単位となる部分構造を大きくとればとるほど正確な内容を得る可能性が高くなるが、逆に円滑な対話の実現という面では不利になる。したがって、どの程度の情報単位(意味的まとまり)をもって翻訳処理および発話を行うか、という発話のタイミングが重要な問題となる。

TDMTにおいては、(「I would like to ~」→「~したいのですが」)のような比較的長単位でかつ終端記号を含んだ形での言語パターン対とその用例を変換知識として用意することで、意味的まとまりを単位とした効率的な翻訳処理を可能としている。また、多言語翻訳を対象とした場合、述語位置等の言語的構造の差により、例えば、英日翻訳に

*Incremental Translation Towards Simultaneous Interpretation Systems

†Hideki Mima, Osamu Furuse and Hitoshi Iida

†† ATR Interpreting Telecommunications Research Labs.

表1. 日英翻訳における言語パターン対の例

パタンの種類	英文パターン	日本語パターン
文頭	by the way / X	ところで / X'
	no / X	いいえ / X'
並列節	X but / Y	X' / しかし Y'
従属節	X if / Y	X' / もし Y'
関係節	X / where Y	X' / Y' [連体]

における情報単位と、韓日翻訳における情報単位は各々設定するのが理想であるが、TDMTでは各言語対毎に変換処理に適した原言語パターン対が用意されているため、漸進的翻訳処理においても、それぞれの言語対、及び原言語パターンに対して適切な発話のタイミングを設定できる。表1に、英日翻訳における言語パターン対の例を示す。尚、表中のパターンにおける「/」は発話の情報単位(部分構造)の区切り(発話マーカと呼ぶ)を示している。現状では、このような発話マーカは特定のパターンにあらかじめ設定する必要があるが、今後、同時通訳コーパス等の整備により自動的に抽出可能となると思われる。

4. 漸進的翻訳処理

4.1. 漸進的形態素処理

本システムで採用する形態素処理は、単語と品詞の混合 n-gram を用いた形態素解析⁶⁾を基に、漸進的処理への改良を行ったものであり、

- (I) 辞書引きによる形態素仮説の生成
- (II) (I)に対し、混合 n-gram による最尤候補の決定
- (III) 形態素の連結
- (IV) 形態素間への constituent boundary マーカの挿入を行う。解析途中において、最尤候補が逆転した場合には (III)(IV) について最右の未処理部分までフィードバックする。

4.2. 漸進的言語構造解析と決定的処理

形態素処理の進行と共に漸進的に言語構造解析が進み、

- (i) 原言語パターンとのマッチング
- (ii) (i)に対する最尤の類似用例の検索と目的言語構造の生成
- (iii) 発話マーカの検出と目的言語構造に対する生成処理の起動により翻訳処理が行われる。

従属節等の下位の構造においても、ヘッドワード¹⁾が確定されれば上位の構造において優先的に(ii)の処理が起動され、効率的に部分構造を決定しながら処理が進行する。

4.3. 生成処理における表現の選好

赤峯ら⁴⁾による漸進的日本語生成法に基づき、既に確定された句や節及びその時点での入力全体の生成結果をモニターすることで、目的となる部分構造を文へと変換する。最尤の構造が未決定で、複数の部分構造の候補が存在する場合には、目的言語構造に対する類似用例の適用によるスコア付け、混合 n-gram モデルによる生成表現のスコア付け等により最尤候補の決定を行う。

5. 同時通訳システムの実現に向けて

日本語と英語のように言語的距離の大きい言語では、語順や構造が大きく異なるため、入力のシーケンスに従って、単純に訳語を出力するだけでは原言語表現に忠実な訳語表現を生成できるとは限らない。例えば、日英翻訳では、一般に述語表現は文末まで決定できない場合が多い。したがって、受動変形のような、受動態から能動態へ、また能動態から受動態へ訳し変えの他、長い疑問文の付加疑問文への変形、話題化変形(topicalization transformation)のような

同時通訳におけるノウハウ、専門的知識、文脈やドメインからの推定等のヒューリスティクスを適用できる枠組みが必要となる。また、同時通訳システムのように出力を音声とした場合、既発話の内容は物理的に消去、上書きすることは不可能なため、既発話の内容が誤りであった場合等には言い直しなどにより速やかに自己修復する枠組みも必要となる。

このように、同時通訳システムにおける漸進的翻訳処理においては、1) 各言語対に最適な翻訳の情報単位の設定、2) 同時通訳におけるノウハウの知識の適用処理、3) 文脈による次発話内容等の強力な推論処理、4) 誤りに対する言い直し等の自己修復処理、の実現が重要な要素となる。

6. 予備実験

現在、TDMTによる翻訳システムは、日英間、日韓間、日独間の旅行会話を翻訳対象とし、模擬会話データベースを基に変換知識を構築している。英日翻訳では2200文の翻訳訓練により変換知識を構築し、語彙数は1万語規模、言語構造解析における変換知識は1100のパターンよりなる。英日翻訳に対し、79会話、述べ1300文、異なり1000文以上の文でオープンテストを行った実験では、約70%の文の原言語構造解析が正解となり、その内の約90%の解析において、解析途中の段階での句や節に対する部分構造が、類似用例の適用により決定的に確定された。さらに、残りの約半数に対しては、生成処理における統計的情報の利用により尤もらしい訳語表現が選好された。訓練量の不足により、翻訳結果にはいくらかの問題があったものの、TDMTが漸進的翻訳処理に対する有効な処理機構の一つとなり得ることが確認できた。

7. まとめ

TDMTを用いた漸進的翻訳処理について述べた。現状では、発話の途中段階における句や節を確定できる音声認識技術が確立されていないため、音声を入力とする同時通訳システムの実現には及ばないが、このような漸進的翻訳処理技術は以下をはじめとするアプリケーションの実現やシステムの頑健性向上を目的として利用されることが期待できる。

- リアルタイム翻訳 FEP: 日本語入力 FEP との融合等により入力した日本語に対し、翻訳経過をリアルタイムでモニターしながら目的言語に翻訳しワープロ等に直接入力を行う機構
- 言語構造解析のエラー回復: 翻訳ルール不足による解析エラーのリカバリとしての漸進的部分翻訳
- 音声認識結果の修復: 音声認識結果の誤りを用いてリアルタイムに修復し、音声入力を漸進的に補足する形で動作する翻訳機構

今後は、言い直し、態の変形等の通訳者におけるノウハウ的処理の枠組み、文脈による先読みを用いたさらなる決定性、漸進性の向上等について研究を進める予定である。

参考文献

- (1) W. Finkler and A. Schauder. Effects of Incremental Output on Incremental Natural Language Generation. In *10th European Conference on Artificial Intelligence*, pages 505--507, Vienna, Austria (1992).
- (2) H. Kitano. The Φ DMDIALOG System. In *Speech-To-Speech Translation*, H. Kitano, Kluwer Academic Publishers, pages 47--113 (1994).
- (3) Osamu Furuse and Hitoshi Iida. Incremental Translation Utilizing Constituent Boundary Patterns. In *Proceedings of Coling '96*, pages 412--417 (1996).
- (4) 赤峯 亨, 古瀬 蔵. 英日対話文翻訳における漸進的な日本語生成法. 言語処理学会第1回年次大会, pp. 281-284 (1995).
- (5) 山本 和英, 河井 淳, 隅田 英一郎, 古瀬 蔵. 単語と品詞の混合 n-gram を用いた形態素解析. 情報処理学会第54回全国大会, IC-02 (1997).

¹⁾ 用例の適用において、各言語パタンの主部となる情報、ヘッドワード情報は各言語パターン毎に終端語となる語彙の位置情報により設定されている。