

## 統計的機械翻訳におけるフレーズ前編集

竹元 勇太, 山本 和英

長岡技術科学大学 電気系

E-mail:{takemoto,yamamoto}@jnlp.org

### 1 はじめに

入力文を翻訳しやすい文に言い換えることによって, 統計的機械翻訳の翻訳精度を向上させる前編集を行った. 前編集の利点は, 言語が持つ表現の多様性を翻訳する前に制限することで翻訳精度を向上できることである.

前編集では, 換言のための規則を構築する必要がある. 構築方法には大きく分けて規則に基づく手法と統計に基づく手法の 2 通りの方法がある. 規則に基づく手法は, 手で換言規則を構築する. 規則を適用した場合の翻訳精度が向上する信頼度は高いが, 構築にかかる負担が大きく, 適用範囲が狭いという欠点がある. それに対し, 統計的手法は換言元と換言先の文対を多く所持していれば, 自動的に換言対を獲得することができる. そのため, 構築にかかる負担が小さく, 適用範囲が広いという利点がある. しかし, 統計的手法では翻訳精度が向上した換言規則は全て正しいという前提がある. つまり, なぜ翻訳精度が向上したのかについては棚上げしている状態である. また, 原言語を言い換えただけでは自分の予想と異なる翻訳結果になることが多々ある.

そこで本研究では, 換言規則の信頼性を考慮した換言規則の構築及び目的言語へ直接言い換えるフレーズ前編集を提案する.

### 2 フレーズ前編集とは

翻訳精度が向上する換言は存在する. しかし, その換言規則が常に目当ての訳語を得られるとは限らない. その例を表 1 に示す.

表 1 の「過言 ||| 壮語 ||| exaggeration」は「過言」を「壮語」に言い換えると「exaggeration」に正しく翻訳され, 翻訳精度が向上した文から構築した換言規則である.「|||」は区切り記号である. それから, 表 1 の日本語文は入力文, またはそれを換言規則(過言 ||| 壮語 ||| exaggeration)を用いて換言した文である. そして, 英文はその翻訳結果である.

表 1 のように, 換言規則(過言 ||| 壮語 ||| exaggeration)を適用した場合, 「壮語」と言い換えても「exaggeration」に翻訳されるとは限らない. そこで, 「過言」を「exaggeration」へ直接言い換えることを考えた. これによって誤翻訳の可能性を無くすることができる. フレーズ前編集のもう一つの利点は異言語間の多様性を統一することで, 翻訳器への負担(曖昧性による組み合わせの増加)を減らせることである.

### 3 使用した言語資源及びツール

EDR<sup>(1)</sup>, Eijiro<sup>(2)</sup>, CREST<sup>(3)</sup>, 新聞記事アライメントデータ<sup>(4)</sup> から単語や文を含む日英対訳 3,253,546 対を用いた. 表 2 にその内訳を示す. 英語の言語モデル構築用データには, BNC<sup>(5)</sup> から 6,023,847 文を用いた. 換言文対獲得用の類似語対には日本

語 WordNet<sup>(6)</sup> を用いた.

形態素解析器として, 日本語は ChaSen<sup>(7,8)</sup> を用いた. ChaSen の解析結果から原形に置き換えられる語は原形にした. 英語は LDC から提供されているツールである tokeniser.sed<sup>(9)</sup> を用いて分かち書きを行った. 係り受け解析には CaboCha<sup>(10)</sup> を用いた. 単語翻訳確率及び単語対応付けには GIZA++<sup>(11)</sup> を用いた. 翻訳モデルの構築には Moses<sup>(12)</sup> を用いた. 句の抽出方法は grow-diag-final-and, reordering オプションには msd-bidirectional-fe を用いた. 言語モデルの構築には SRILM<sup>(13)</sup> を用いた. 言語モデルは単語 5gram 確率を用い, 補完モデルの構築方法は interpolate, スムージングには kndiscount を用いた. チューニングには MERT<sup>(14)</sup> を用いた. 評価については, 自動評価ツールの mteval-v11b.pl<sup>(15)</sup> を用いて BLEU 値を翻訳精度とした. BLEU 値は 0~1 の実数で示す.

### 4 翻訳精度が向上する換言文対の獲得

#### 4.1 関連研究

翻訳精度が向上する換言文対から換言規則を構築する. 換言文対を獲得する研究はいくつか行われている. これらの手法は以下に分別される.

- ・ 同一の訳文を持つ文対から獲得する手法
- ・ 同義語への置き換えを用いた手法
- ・ 再翻訳を用いた手法

同一の訳文を持つ文対を換言文対として用いる手法に Bannard and Callison-Burch[1], Barzilay and McKeown[2], Callison-Burch[3], 下村ら [9] の手法が挙げられる. 彼らは換言規則(パラフレーズ)を獲得するために, パラレルコーパス内の換言文対を用いている. 同義語への置き換えを用いた手法には Kanayama[5], Pang et al.[7], 藤田ら [12] の手法が挙げられる. Kanayama や Pang et al. は, 構文情報や共起情報を用いて同義語に言い換え, 評価用の正解翻訳例(以下, 参照訳と呼ぶ)を自動生成している. 藤田らは共起情報や語釈文を用いて同義語へ言い換える研究を行っている. 再翻訳を用いた手法には岡田ら [8] の研究がある. 岡田らは, 参照訳を原言語側へ一度翻訳し, それを再度目的言語へと翻訳する. そして, 一度だけ翻訳した結果よりも二度(再)翻訳した結果が良かった場合, 換言文対として獲得している.

言い換えた場合に翻訳精度が向上する換言規則が多く必要である. そのため, 最も効率の良い方法として類義語への置き換えを用いた手法を使用することにした. 類義語とした理由は, 本手法では翻訳精度が向上することが目的であるため, 換言後に意味が変化するかどうかは考慮しないからである.

表 1: フレーズ方式の利点

換言規則	過言     壮語     exaggeration
換言なし	~であると言っても <b>過言</b> ではない not that it was not a <b>slip of the tongue</b>
換言あり (原言語内)	~であると言っても <b>壮語</b> ではない not that it was not a <b>big talk</b>
換言あり (フレーズ)	~であると言っても <b>exaggeration</b> ではない it is no <b>exaggeration</b> to say that
参照訳	it may be no <b>exaggeration</b> to say that

表 2: 学習データの内訳

学習データ	データ量(文対)
翻訳モデル構築用	2,608,130
換言規則構築用	3,949
チューニング用	500
評価用	640,967

## 4.2 類義語を用いて原文を言い換える

類義語の換言対は日本語 WordNet から抽出した全 1,191,938 対の内, ChaSen の解析結果で 1 形態素の語だけで構成される 519,802 対を使用した。1 形態素だけに制限した理由は, 1 形態素の換言は実装しやすいためである。また, 1 形態素の換言だけでどの程度翻訳精度が向上可能かを知るためである。

WordNet では概念ごとに類義語が定義されている。しかし, 本手法では概念の違う同義語の換言対であっても, 翻訳精度が向上するものであれば良いと考える。そのため, 概念の違いを考慮に入れずに言い換えを行う。

類義語の換言 519,802 対を換言規則構築用の原文 3,949 文に適用した。その結果, 428,562 通りの換言文を構築できた。ちなみに, この換言規則構築用のデータは参照訳を 3 つ以上持つ対訳文対だけである。

## 4.3 翻訳精度が向上する組み合わせを抽出

次に, 428,562 通りの換言文を全て翻訳し, 換言前の原文と比較して翻訳精度が BLEU 値で 0.1 以上向上した文を換言先の文として獲得する。BLEU 値 0.1 以上とした理由は, より確実に翻訳精度が向上する換言規則を獲得するためである。これらの条件で抽出した結果, 翻訳精度が向上する 11,857 の換言文対を獲得することができた。

## 5 換言規則の構築

### 5.1 関連研究

換言規則の構築方法には, 大きく分けて人手による規則作成と統計的手法の 2 つがある。人手による規則作成の研究には Mitamura and Nyberg[6], 吉見ら [10], 白井ら [14] の研究がある。Mitamura and Nyberg は前編集は半自動化しているが, 換言規則の構築は人手である。吉見らは構文解析しにくい倒置や挿入などを含む文や翻訳間違いを起こしやすい名詞句などを対象に, 手作業で換言規則を構築している。白井らも同様に人手によって換言規則の構築を行っているが, 擬似的言語表現という目的言語へ直接対応するメタ言語を用いた換言を行っている。これら人手による規則作成の問題として, 換言規則を構築するためにかかる人手の負担が大きいことと, 適用範囲が狭いということがある。

統計的手法を用いた研究としては Callison-Burch et al.[4], 山口ら [11], 南條ら [13] の研究がある。Callison-Burch et al. の手法はパラレルコーパスから自動的に単語やフレーズの換言規則を獲得している。しかし, 翻訳器の学習データに含まれている単語やフレーズに対しては有効な成果を出せておらず, 未知語に対してのみ有効となっている。山口らは構文情報を用いた換言規則の自動構築を行っており, 言語としての換言精度は高い。しかし, 実際に機械翻訳のために換言を行った場合の翻訳精度の変化については考慮していない。南條らは統計的機械翻訳器を用いた自動前編集を提案している。南條らの手法では前編集を全て統計翻訳器に頼っているため, 換言精度が低いという問題がある。

人手の負担を小さくすることが統計的手法が研究される理由の 1 つである。そのため, 換言規則の信頼性をすべて翻訳精度の向上度合いで決めることがある。そこで本手法では, 換言規則の信

頼性を自動的に判定する換言規則の構築を行う。また, 人手による規則作成と統計的規則構築手法に共通する「言い換えた語が必ずしも予想した訳語に翻訳されない」という問題を解決するために, フライニング方式の換言規則を構築する。

### 5.2 目的言語へ直接言い換えるための規則の構築

原言語を直接目的言語へ言い換える規則を構築する。最初に, 4 節で獲得した換言文対から原言語の言い換えている部分を特定する。本手法では統計的機械翻訳器に Moses を使用しており, 翻訳に使用した訳をフレーズ単位で知ることができる。本手法ではこの翻訳情報を使用して, 換言規則を表 3 のように構築した。[] で囲まれている部分は翻訳で使用された範囲を表している。そして, | の右側が翻訳に用いられた訳である。表 3 の場合, 換言部分を含む「作った」が「made」に訳されている。そのため, 「作った」に対応する「した」を「made」へ言い換える規則を「した ||| 作った ||| made」のように構築する。

### 5.3 翻訳モデルの修正

フライニング方式によって言い換えられた語は, 翻訳モデルにとっては未知語である。そこで, 言い換えられた語が未知語にならなくするために, 翻訳モデル (phrase-table, reordering-table) に換言語の対訳情報を追加する。表 4 に換言語の対訳情報の構築例を示す。

phrase-table の様式は表 4 に示すように, 左から「原言語  $e$ 」「目的言語  $f$ 」「目的言語への単語対応」「原言語への単語対応」「各種パラメータ」である。パラメータは左から「翻訳確率  $p(f|e)$ 」「語彙重み  $lex(f|e)$ 」「翻訳確率  $p(e|f)$ 」「語彙重み  $lex(e|f)$ 」「ペナルティ(2.718)」である。reordering-table の様式は, 左から「原言語  $e$ 」「目的言語  $f$ 」「各種パラメータ」である。パラメータは「m:語順が単調な確率」「s:語順が交換される確率」「d:語順に一貫性がない確率」で構成されている。

表 4 に示すように, 「作った ||| made」の対訳情報を維持したまま「made」から「made」への対訳情報を構築する。それが表 4 の「フライニング方式用」である。そして, 構築した対訳情報を phrase-table 及び reordering-table へ追加する。これにより換言語が未知語となる問題は解決する。

### 5.4 参照訳と翻訳確率を用いた換言規則の選別

予備検討として, 前述の換言規則を適用させて翻訳させることで翻訳精度がどのように向上するかの調査を行った。その結果, 大きく分けて「換言部分が正しく翻訳される」場合と「換言部分が正しく翻訳されていないが, それ以外の部分が正しく翻訳される」場合の 2 通りあることがわかった。翻訳精度が向上するとっても, 後者のような換言規則では信頼性に欠ける。そこで本研究では, 前者のような換言規則だけを獲得するために, 参照訳を用いた換言規則の選別を行う。換言規則選別の条件として, 以下の 3 つを用いた。

- ・ 換言前の変化部の訳が参照訳に含まれない
- ・ 換言後の変化部の訳が参照訳に含まれる
- ・ 換言後の変化部の訳が換言前の訳文に含まれていない

表 3: 換言規則の構築例 ( | の右側は翻訳に用いられた訳)

換言前	[彼は   he] [迷惑 そう な   an annoyed] [顔 を した   faced]
換言後	[彼は   he] [迷惑 そう な   an annoyed] [顔 を   a face] [作った   made]
参照訳	he <b>made</b> a miserable face / he <b>made</b> a sour face / he gave a sour look
換言規則	した     作った     made

表 4: 換言語 (made) の対訳情報の構築例

換言規則	した     作った     made
phrase-table	作った     made     (0) (0)     (0,1)     0.051 0.001 0.6 0.014 2.718
phrase-table (フライング方式用)	made     made     (0) (0)     (0,1)     0.051 0.001 0.6 0.014 2.718
reordering-table	作った     made     0.272 0.393 0.333 0.212 0.697 0.091
reordering-table (フライング方式用)	made     made     0.272 0.393 0.333 0.212 0.697 0.091

表 5: 原言語内前編集とフライング前編集を用いた場合の翻訳精度の変化

前編集	BLEU 値	平均向上値	平均低下値	向上数	低下数	無変化数
無	0.0630	...	...	...	...	...
有 (原言語内)	0.0705	0.0713	0.0494	324	405	159
有 (フライング)	0.0734	0.0824	0.0494	348	433	107

4 節で獲得した換言 11,857 文対からこの条件を満たす換言規則を抽出したところ 1,531 対の換言規則を獲得した。

次に、この条件だけでは「を 作る ||| を 行う ||| a」のように誤った換言規則が残ってしまう。これは「a」のような語は参照訳に含まれやすいため起こる。そこで、このような規則を除くために翻訳確率に閾値を定めた。これは翻訳確率がある程度高い規則は正しいと考えるためである。ここで注意することは、「を 作る ||| a」の翻訳確率を用いるのではなく、「を 行う ||| a」の翻訳確率を用いることである。なぜなら、目的の語 (例:exaggeration) へと翻訳される確率が低い語 (例:過言) の代わりに、翻訳される確率が高くなる語 (例:壮語) を用いることで翻訳精度が向上できる場合が存在するためである。

翻訳確率には  $p(f|e)$  と  $p(e|f)$  の 2 通りがある。この翻訳確率は片方の翻訳確率が低くても平均することで高くなることもある。そのため、低い方の翻訳確率だけを用いた。そして、今回の実験では翻訳確率の閾値を 0.01 以上とヒューリスティックに設定した。その結果、1,531 対の内 657 対の換言規則が条件に適合した。

### 5.5 換言規則の適用条件

換言規則が適用できる文でも、言い換えていい場合とそうでない場合がある。例えば、「した ||| made」という換言規則は「した」を含む文の中でも、「～な 顔を した」という文の場合のみ言い換えるべきである。そこで本研究では、このような換言規則の適用条件として係り受けの組 (構文片) を用いた。使用する構文片は、換言元文の換言部分に係る最も近い構文片と、換言部分の係り先の構文片の 2 つである。

表 3 の「した ||| made」という換言規則で使用する構文片は、「顔を⇒した」と「した⇒</s>」となる。「</s>」は文末表現である。この 2 つの構文片を含む文だけに換言規則を適用する。しかし、換言文対の換言部分に係る構文片が存在しない場合は、換言規則適用時に係り先の構文片を含んでささいに言い換えることにした。

### 5.6 換言規則の適用順序

入力文に適用可能な換言規則が複数存在する場合、適用する順番によっては換言結果が異なってくる。そこで、翻訳精度が向上する見込みの高い順番に換言規則を適用することにした。翻訳精度が向上する指標として、BLEU の向上値と翻訳確率を用いた。BLEU の向上値が高い順に並び替え、向上値が同じ場合は翻訳確率の高い順に並び替えた。

通常の換言処理では、換言規則が再帰的に適用可能になることがあるため、換言処理の終了条件を考える必要がある。しかし、

本研究のフライング方式では、換言後は他言語になるため換言処理の終了条件を考える必要はない。

## 6 評価実験

表 2 の評価用対訳データ 640,967 文対から換言規則 (657 対) およびその適用条件に合う文を抽出したところ、889 文が適合した。この文を前編集しない場合とする場合で翻訳結果の比較を行う。それから、前編集する場合でも通常の原言語内換言とフライング方式の 2 通りの比較を行う。その結果を表 5 に示す。表 5 の平均 (向上 | 低下) 値は翻訳精度が (向上 | 低下) した文の BLEU の (向上 | 低下) 値の相加平均である。

表 5 から、フライング方式の前編集は通常の前編集方法と比べても BLEU 値が向上している。また、両手法の向上数と低下数の変化率はさほど差がない。そのため、フライング方式は 1 文あたりの平均向上値の高さが翻訳精度向上の理由だとわかる。

## 7 考察

翻訳器の学習データにあまり含まれていない (頻度情報が乏しい) 語は誤訳しやすい。そのような問題に前編集は有効である。しかし、通常の原言語内換言では必ず目的の語へ訳されるとは限らないという問題を持っている。その点、フライング方式は必ず目的の語へ訳するという利点を持つ。しかしその反面、換言規則の選定を確実にに行わなければ必ず間違った訳になるという難点もある。

実験を行った結果、フライング方式を用いたとしても換言規則の選定と適用条件の構築無しに翻訳精度の向上はないことがわかった。そのため、統計的手法を用いた換言規則構築において今まで必要だと考えられていた適用条件だけでは、翻訳精度が向上しにくいことがわかる。また、翻訳確率による選定も必要であるが、現在は 0.01 以上と経験則で定めている。そのため、翻訳モデルが異なっても最適な閾値を自動で推定する方法を考える必要がある。

翻訳結果を観察してみると、換言無しまたは通常の原言語内換言で翻訳精度が低くても翻訳結果としては正解ということも含まれていた。また逆に、フライング方式で言い換えた結果が参照訳に含まれず翻訳精度が低下した例も見られた。このように、参照訳の数が少ないため正確な翻訳精度が出せていないという懸念はある。そのため、参照訳の数を増やすか人手での評価を行うことを今後の課題とする。

換言規則が適用できる数も問題である。現在 640,967 文中 889 文にしか前編集を適用することができていない。そのため、換言規則の適用条件に汎用性を持たせることや換言規則構築用の対訳コーパスを増やし、換言規則の数を増やす必要がある。

## 8 まとめ

統計的機械翻訳のための前編集において、換言後の訳が予想と異なる語になるという問題を解決するために、フレーズ方式の換言を提案した。フレーズ方式のもう一つの利点は異言語間の多様性を統一することで翻訳器への負荷(曖昧性による組み合わせの増加)を減らせることである。フレーズ前編集を用いた結果、換言無しの場合だけでなく、原言語内換言有りとは比べても翻訳精度を向上させることができた。また、換言規則の選定を行っていない場合以外、条件を変えて実験を行ってもフレーズ方式の換言は通常の前編集の換言に比べて高い翻訳精度を得た。

### 参考文献

- [1] Colin Bannard and Chris Callison-Burch. Paraphrasing with bilingual parallel corpora. In *Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL'05)*, pp. 597–604, Ann Arbor, Michigan, June 2005. Association for Computational Linguistics.
- [2] Regina Barzilay and Kathleen R. McKeown. Extracting paraphrases from a parallel corpus. In *Proceedings of 39th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 50–57, Toulouse, France, July 2001. Association for Computational Linguistics.
- [3] Chris Callison-Burch. Syntactic constraints on paraphrases extracted from parallel corpora. In *Proceedings of the 2008 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 196–205, Honolulu, Hawaii, October 2008. Association for Computational Linguistics.
- [4] Chris Callison-Burch, Philipp Koehn, and Miles Osborne. Improved statistical machine translation using paraphrases. In *Proceedings of the Human Language Technology Conference of the NAACL, Main Conference*, pp. 17–24, New York City, USA, June 2006. Association for Computational Linguistics.
- [5] Hiroshi Kanayama. Paraphrasing rules for automatic evaluation of translation into Japanese. In *Proceedings of the Second International Workshop on Paraphrasing*, pp. 88–93, Sapporo, Japan, July 2003. Association for Computational Linguistics.
- [6] Teruo Mitamura and Eric Nyberg. Automatic rewriting for controlled language translation. In *Proceedings of the 6th Natural Language Processing Pacific Rim Symposium (NLPRS) Workshop on Automatic Paraphrasing: Theories and Applications*, pp. 1–12, 2001.
- [7] Bo Pang, Kevin Knight, and Daniel Marcu. Syntax-based alignment of multiple translations: Extracting paraphrases and generating new sentences. In *Proceedings of the 2003 Human Language Technology Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (HLT-NAACL)*, pp. 102–109, 2003.
- [8] 岡田真也, 南條浩輝, 吉見毅彦. 機械翻訳における前編集規則の自動獲得. 言語処理学会第15回年次大会発表論文集, pp. 232–235, 2009.
- [9] 下畑光夫, 隅田英一郎. パラレルコーパスからの語彙的パラフレーズ獲得. 情報科学技術フォーラム (FIT), pp. 183–184, 2002.
- [10] 吉見毅彦, 佐田いち子, 福持陽士. 頑健な英日機械翻訳システム実現のための原文自動前編集. 情報処理学会論文誌, Vol. 7, No. 4, pp. 99–117, 2000.
- [11] 山口昌也, 乾伸雄, 小谷善行, 西村恕彦. 前編集結果を利用した前編集自動化規則の獲得. 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 1, pp. 17–28, 1998.
- [12] 藤田篤, 乾健太郎. 語釈文を利用した普通名詞の同概念語への言い換え. 言語処理学会第7回年次大会発表論文集, pp. 331–334, 2001.
- [13] 南條浩輝, 吉見毅彦, 岡田真也. 機械翻訳のための統計的手法に基づく前編集. 情報処理学会研究報告, NL191-1, pp. 1–6, 2009.
- [14] 白井諭, 池原悟, 河岡司. 日英機械翻訳における原文自動書き替え型翻訳方式とその効果. 情報処理学会研究報告, NL95-12, pp. 89–96, 1993.

### 使用した言語資源及びツール

- (1) EDR(概念辞書), 情報通信研究機構 (NICT). <http://www2.nict.go.jp/r/r312/EDR>
- (2) 英辞郎 (日英対訳辞書), Ver.54.
- (3) CREST(日英対訳コーパス), 「セマンティックタイポロジーによる言語の等価交換と生成技術」プロジェクト.
- (4) 内山将夫, 高橋真弓. (2003) 日英対訳文対応付けデータ. <http://www2.nict.go.jp/x/x161/members/mutiyama/align/index.html>
- (5) British National Corpus (BNC). <http://www.natcorp.ox.ac.uk/>
- (6) 日本語 WordNet, Francis Bond, Hitoshi Isahara, Sanae Fujita, Kiyotaka Uchimoto, Takayuki Kuribayashi and Kyoko Kanzaki (2009) Enhancing the Japanese WordNet in *The 7th Workshop on Asian Language Resources, in conjunction with ACL-IJCNLP 2009*, Singapore.
- (7) 形態素解析器「ChaSen」, Ver.2.3.3, 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室, <http://chasen.naist.jp/hiki/ChaSen/>
- (8) 茶釜用日本語辞書「IPADIC」, Ver.2.7.0, 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室, <http://chasen.naist.jp/stable/ipadic/>
- (9) tokenizer.sed, <http://www.cis.upenn.edu/treebank/tokenizer.sed>
- (10) 係り受け解析器「CaboCha」, Ver.0.52, 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室, <http://chasen.org/~taku/software/cabocha/>
- (11) GIZA++, Franz Josef Och and Hermann Ney, Ver.1.0.2, <http://www.fjoch.com/GIZA++.html>
- (12) Moses, Philipp Koehn, 2009-04-13 <http://www.statmt.org/moses/index.php?n=Main.HomePage/>
- (13) A. Stolcke (2002), SRILM – An Extensible Language Modeling Toolkit. *Proc. Intl. Conf. on Spoken Language Processing*, vol.2, pp.901-904, Denver. <http://www.speech.sri.com/projects/srilm/>
- (14) Franz Josef Och, 2003. Minimum error rate training for statistical machine translation. In *Proceedings of ACL*.
- (15) mteval-v11b.pl, Ver.11b, National Institute of Standards and Technology. <http://www.itl.nist.gov/iad/mig/tools/>