

令和元年6月10日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2013～2018

課題番号：25280084

研究課題名（和文）実用的な日本語格解析のための確率的日本語主辞駆動句構造文法に関する研究

研究課題名（英文）A Study on Probabilistic Japanese Head-Driven Phrase Structure Grammars for Practical Japanese Case Analysis

研究代表者

二宮 崇 (Ninomiya, Takashi)

愛媛大学・理工学研究科（工学系）・教授

研究者番号：20444094

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 9,700,000円

研究成果の概要（和文）：日本語の構文解析は機械翻訳や知識獲得に用いられ、その有用性が示されつつあるが、日本語には省略や助詞の曖昧性の問題があり、統語解析だけでは、文法的意味役割を十分に推定することが出来ない。本研究は、日本語HPSG文法を帰納的推論により獲得し、ニューラルネットワークを識別器として用いる決定性構文解析を提案する。HPSGは精緻に構築された語彙化文法の理論であり、グラフ構造に対する制約により構文解析が行われる。統語解析と格解析が与えられたコーパスを制約として用いることで日本語HPSGツリーバンクを開発し、得られたツリーバンクから、統語解析と格解析を同時に与える日本語HPSG文法を獲得する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、日本語格解析のための日本語HPSG文法とそのツリーバンクおよび解析器の実現を目標としている。日本語では、「太郎は蕎麦を頼んだ」でも「蕎麦は太郎が頼んだ」でも同じ意味となるが、統語解析だけではこの違いを認識することは難しい。開発された文法と構文解析器を用いることで、「は」係助詞のように曖昧な助詞に対しても、その文法的意味役割を解析する。格解析を応用することで、より精度の高い機械翻訳や、知識獲得、質問応答が実現されることが期待される。

研究成果の概要（英文）：Parsing for Japanese is known to be useful for machine translation or knowledge acquisition, but there are several problems in analyzing grammatical semantic roles because Japanese often involves omission and has ambiguous case markers. This study proposes a method for developing a Japanese Head-Driven Phrase Structure grammars (HPSG) and its treebank, and also proposes a deterministic parsing method for Japanese HPSG grammars by using neural network classifiers. We firstly obtain a Japanese HPSG treebank by using annotated corpora with syntactic analysis and case analysis, and then we obtain a Japanese HPSG grammar which provides both syntactic and case analyses by using the developed treebank.

研究分野：総合領域 - 情報学・知能情報学 - 自然言語処理

キーワード：自然言語処理 構文解析 HPSG 言語学 深層学習

1. 研究開始当初の背景

自然言語処理の技術分野においては、機械翻訳や質問応答に代表される言語に関する高度な知的処理を実現するために、コンピュータに人間の言葉を理解させることを目的とした様々な言語処理技術の研究と開発が行われている。特に、形態素解析、構文解析、格解析の技術は文の意味を理解する上で最も基礎的な技術として自然言語処理の黎明期から現在まで盛んに研究されており、90年代に、品詞、構文木などの構文構造付大規模テキストデータが開発されたこと、また、00年代にはコンピュータの性能が大きく向上したこと、ウェブテキストに代表される大規模言語資源が多く利用可能となったことから、統計的手法や機械学習による手法を適用することが可能となり、実用に供せられる高い精度および効率の解析が実現されるようになった。機械翻訳、情報抽出、質問応答などの応用においても、形態素解析や構文解析を前提とする技術の研究が多く、形態素解析および構文解析の技術の重要性が増してきている。

構文解析は大きくわけて句構造解析と係り受け解析にわけられるが、構文解析の主たる研究対象となっている英語では句構造解析の研究が多く、日本語では係り受け解析の研究が多い。英語は他の言語と比較して、語順が自由でない、必須格を省略できない、主格や目的格などの表層的な格の構造が統語構造や語彙構造と強い構造的関係をもつ、といった特徴を持つことから、言語学的な制約や構造、特徴による句構造解析が主な研究対象となっている。特に、文脈自由文法(CFG)だけではなく、主辞駆動句構造文法(HPSG)、組合せ範疇文法(CCG)、語彙機能文法(LFG)など言語学において厳密に規定される句構造文法による構文解析の研究が盛んに行われている。一方、日本語は語順がかなり自由であり、主語の省略など必須格の省略があるため、句構造による解析よりも単語と単語の係り受けにより表現される係り受け構造の解析が主に行われてきた。このような係り受け解析の結果は、用例に基づく機械翻訳や構文トランスフォーマー方式の機械翻訳、知識獲得、質問応答などのタスクに用いられ、その有用性が示されつつあるが、質の高い応用を実現するには係り受け解析だけでは不十分である。例えば、「太郎は蕎麦を頼んだ」という文を解析して「太郎」が「は」の係助詞で「頼んだ」に係っていることがわかるだけでは、「太郎」が主格に相当することが直接的にはわからない。例えば、上の文は同じ意味を表現する文として「蕎麦は太郎が頼んだ」とも言える。受動態や関係節では助詞と格の関係が変化し、文法理論による統語解析と格の解析は密接な関係を持つ。さらに「太郎はみかんが好きだ」という文に対しては「みかんは太郎が好きだ」と言い換えることもでき、この文では「太郎」と「みかん」を入れ替えて成り立つため、統語構造からだけではその文法的意味役割を推定できず、意味的構造や統計的推論が必要ということもわかる。このように格解析は統語構造や語彙意味、統計的推論が絡む非常に難しい問題であるが、表層格で表現される文法的役割がわからないと、情報抽出や機械翻訳などの応用において本質的に質の高い処理を実現することは難しい。英語においては、統語的に決定される格が文中での位置において動詞の格フレームに従って厳格に決まっているため、十分精度の高い統語解析結果が得られれば、応用に十分に供することが可能である。しかし、日本語においては、その役割を果たす助詞が、表層格と対応しないため、係り受け解析だけでは不十分であり、係り受けの表層格を推定する必要がある。

日本語の格解析の研究開発については、まず、90年代後半以降に人手により設計開発された単一化文法があり、ドイツDFKIの日本語HPSG(JACY)や富士ゼロックスの日本語LFGが有名である。これらの文法は人手による精緻な文法設計となっており、統語構造と格構造を同時に与えるが、文法の被覆率や解析精度の問題、複雑な設計のため開発者以外の人間による拡張が難しいという問題点がある。00年代半ば以降には京都大学のKNP、NAISTのSynChaが格解析を実現し、表層格と係り受けが人手で付与された京都大学テキストコーパスやNAISTテキストコーパスが開発され、精度の評価や機械学習による解析器の自動学習が実現されるようになった。これらの手法は係り受け解析の技術を基本とするが、係り受け解析は単語と単語の依存関係を解析するため、格解析のように一つの動詞に対して複数の格の関係を同時に扱うには不適切である。また、京都大学テキストコーパスは約5千文、NAISTテキストコーパスは約4万文に対し表層格がつけられているが、上述の例にあるように表層格は語彙意味によって決定される要素が大きいため、これらのデータだけでは不十分であり、格解析の精度も80%程度と実用に供するにはまだ不十分である。実用的な格解析の研究はまだ始まったばかりで、今後データの開発や経験的に得られる知見、理論的研究の進展により、発展の余地を大きく残している。

2. 研究の目的

本研究は、格解析と統語解析を同時に実現する日本語HPSG文法を開発し、高い精度の構文解析を実現することを目標とする。HPSGは言語学的な考察により精緻に構築された語彙化文法であり、グラフ構造に対する単一化により構文解析が行われ、情報数学的にもよく定義されている非常に精巧な文法枠組である。言語学的に精密に定義された統語構造から表層格のフレームを与えることにより、より精度の高い構文解析が実現されることが期待される。日本語HPSG文法の開発には、コーパス指向文法開発の手法を用いる。コーパス指向文法開発はルールと制約による帰納推論の一種であり、従来の文法設計に比べ、開発期間の短縮、高い文法の被覆性、モデル学習と精度評価が可能になることから、実用的な文法の開発が可能となる。コーパス指向文法開発の手法は半自動的な文法開発となっており、将来格解析の技術の進展に応じて柔軟に対処できる。

また、構文解析に関わる研究として、述語項構造に対する意味表現獲得、現実世界の情報を用いる固有名解析のためのシンボルグラウンディングに関する研究、構文解析アルゴリズムに基づくニューラルネットワークの研究およびその機械翻訳への応用について研究を行う。

3. 研究の方法

(1) 日本語 HPSG 文法とツリーバンクの開発

本研究は、コーパス指向文法開発手法(帰納的文法獲得手法)に従って、日本語 HPSG 文法とそのツリーバンク(正解構文木の集合)の開発を同時に行った。まず、文法の核となる少数の文法規則を開発した。次に、構文木の統語情報を決定するルールを開発し、係り受け解析付きテキストから日本語 HPSG ツリーバンクを半自動的に開発した。得られた日本語 HPSG ツリーバンクから HPSG の語彙項目を自動的に獲得することで、開発した文法規則と合わせて日本語 HPSG 文法を実現する。

(2) 日本語 HPSG システムの開発

本研究では、(1)で開発した日本語 HPSG 文法とツリーバンクを用いて、深層学習技術を基にした決定性シフトリデュース構文解析のための識別器の学習と、日本語 HPSG 文法のための決定性シフトリデュースパーサーの開発と実験を行った。識別器は、単語埋め込み層、品詞埋め込み層、素性構造埋め込み層、隠れ層 1 層から成るニューラルネットワークで構成されており、スタックとキューの内部状態から語彙項目選択と文法規則適用の識別を行う。

(3) 述語項構造のための意味表現獲得

意味表現の獲得について、述語項構造のための分散表現獲得について研究を行った。近年、ニューラルネットワークを用いた単語に対する意味表現獲得の研究が盛んに行われており、低次元の密な実ベクトルによる意味表現は分散表現と呼ばれている。本研究では、格解析における述語項構造のための分散表現を獲得する手法を提案する。述語項構造の分散表現を得るために、述語項構造を解析できる英語パーザ enju を用いて、構文構造の解析を行い、単語分散表現獲得の際に、述語と目的語の分散表現を得るための改良を加えることで、述語項構造に対する分散表現を得る。

(4) 固有名解析のためのシンボルグラウンディング

深層学習により現実世界の情報と記号の意味を結びつけるシンボルグラウンディングの学習を行い、固有名解析に適用する研究を行った。京都大学で開発されたゲーム解説コーパスは、将棋解説文を集めたコーパスであり、解説文における固有名情報と、解説文に対応する盤面情報が付与されている(図 1)。本研究は、将棋盤面情報と解説文を受け取り、固有名タグを解析するニューラルネットワークモデルを提案することで現実世界の情報(将棋盤面情報)を結びつけた固有名解析を実現する。



図 1 ゲーム解説コーパス: 固有名タグ付き将棋解説文(左)と将棋盤面(右)

(5) 構文解析アルゴリズムに基づくニューラル機械翻訳

本研究では、深層学習技術と構文解析技術の融合を目指して、構文解析技術をニューラル機械翻訳に導入する研究を行った。本研究は、構文解析技術である CKY アルゴリズムの計算順序に従った計算を行う畳み込みニューラルネットワークを構成することで、句構造を考慮した機械翻訳モデルを実現する。

4. 研究成果

(1) 日本語 HPSG 文法とツリーバンクの開発

日本語 HPSG 文法のコーパス指向文法開発における中心的な課題は、文法規則の開発と、ツリーバンクの開発である。文法規則については、格フレームと修飾句を扱う基本的な 6 つの規則を作成した(図 2)。

日本語 HPSG ツリーバンクの作成には、京都大学テキストコーパス 4.0 と NAIST テキストコーパス 1.5 を用いた。まず、京都大学テキストコーパスの文節に基づく係り受け解析の結果を句構造解析の結果に変換することで、単純な句構造木の集合を得た。続いて、格解析と固有名解析が与えられた NAIST テキストコーパスを用い、固有名情報を用いて、句構造の詳細化を行った。文節構造と固有名の構造には一貫性が無いが、固有名の構造を保った句構造に変換する手法を開発した。これらの手続きにより、日本語 HPSG ツリーバンクの基になるスケルトンツ

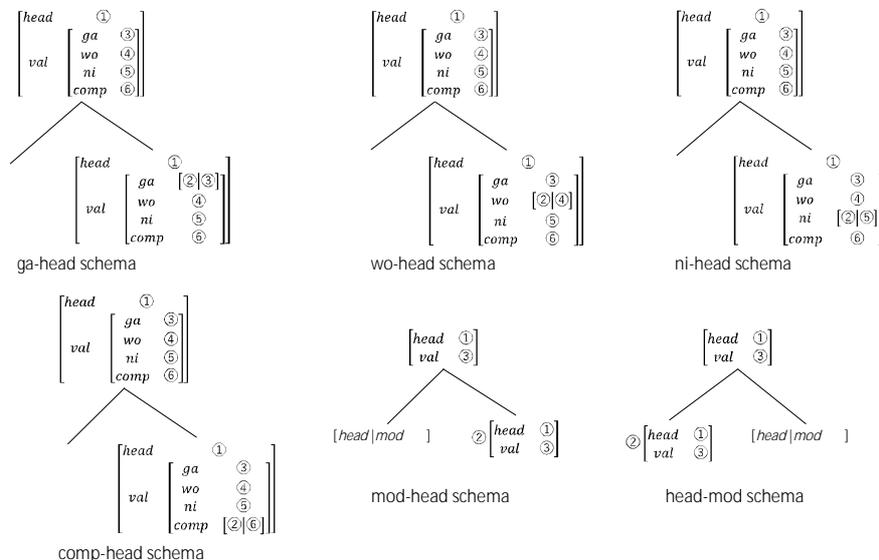


図 2 日本語 HPSG の文法規則

リーバンク(CFG 相当のツリーバンク)が得られた。

次に、制約を与えることで、スケルトンツリーバンクから日本語 HPSG ツリーバンクを獲得する。構文木の統語情報を決定する規則を開発し、それらを適用することで、主辞やカテゴリ情報などの句構造に関する部分的な情報を与えたツリーバンクを作成した。特に、どの文法規則を適用するか決定するために、NAIST テキストコーパスに記述されている格解析情報を用いた。述語の格フレームが消費されるべき構文木の枝分かれにおいて、対応する文法規則を適用し(図 3)、それ以外の場合は修飾とすることで、下位範疇化と修飾の区別を与えた。

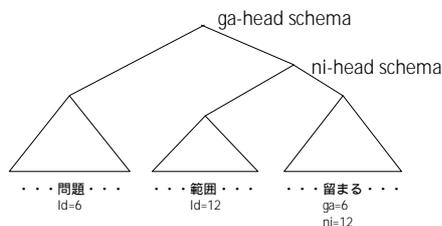


図 3 適用すべき文法規則の決定

得られた部分的なツリーバンクに対し、先に開発した文法規則を適用することで、完全な形の日本語 HPSG 構文木が得られた。日本語 HPSG ツリーバンクの各構文木の葉ノードを集めることで、日本語 HPSG 文法の辞書項目が得られる。素性構造と文法制約を与えるために、NLTK と呼ばれる Python プログラミング言語上で稼働する自然言語処理ツールを用いた。

(2) 日本語 HPSG システムの開発

識別器と決定性シフトリデュースパーサーの開発には、Python プログラミング言語上で稼働する自然言語処理ツール NLTK と、深層学習ツール Chainer を用いた。日本語 HPSG ツリーバンクは、38,400 文に対して構文木が付与されており、34,000 文を訓練データ、2,200 文を開発データ、2,200 文をテストデータとして用いた。スタックの上から 1 番目と 2 番目の単語、品詞、カテゴリ情報およびキューの先頭の単語、品詞を素性とした。ニューラルネットワークは単語埋込み層、品詞埋込み層、カテゴリ埋込み層、中間層、出力層から成る。テストデータに対して実験を行い、ブラケット正解率(句境界一致に対する F スコア)は 55.41%、文法規則をラベルとみなしたラベル付き正解率(句境界一致と文法規則一致に対する F スコア)は、55.06%であった。

(3) 述語項構造のための意味表現獲得

述語項構造の分散表現を得るために、述語項構造を解析できる英語 HPSG パーザー enju を用いて、構文構造の解析を行い、単語分散表現獲得の際に、述語と目的語の分散表現を加算する手法(ベースライン)、述語と目的語を近くに配置する手法(提案手法 1)、述語と目的語を文字列として結合する手法(提案手法 2)、述語と目的語を同時にニューラルネットワークに入力する手法(提案手法 3)を試みた。

提案手法の有効性を検証するために実験を行った。English Gigaword 4th edition, COCA, COHA を学習コーパス(計 2 億語)として用いた。17 種類の軽動詞に対して、その意味を表す基本動詞を正解として、mean reciprocal rank (MRR)を評価した。表 1 はその結果を示す。この結果より、提案手法 2 が最も良い精度を達成したことがわかる。

この研究成果は国際会議 PACLIC2015 で発表した。

表 1 述語項構造のための意味表現獲得手法の評価 (MRR)

ベースライン	提案手法 1	提案手法 2	提案手法 3
0.27	0.35	0.37	0.31

(4) 固有名解析のためのシンボルグラウンディング

本研究は、現実世界の情報(将棋盤面情報)を結びつけた固有名解析を実現するために、将棋盤面情報と解説文を受け取り、固有名タグを解析するニューラルネットワークモデルを提案した。提案モデルは、盤面情報を受け取る5層からなるニューラルネットワークと、テキスト情報と盤面情報を受け取る合成層から成るニューラルネットワークである。ネットワーク全体は、固有名の BIO タグを出力する。

実験は、京都大学で開発されたゲーム解説コーパスを用い、系列解析で精度が高いことで知られる条件付き確率場 (CRF) と、盤面情報を用いない深層学習モデル (DNN) と、盤面情報を用いた深層学習モデル (提案手法; DNN+盤面情報) の比較実験を行った。学習コーパスは、1,576 文と 391 盤面から成り、事前学習のために 213,195 盤面の盤面情報も用いた。表 2 は実験結果を表す。表より、盤面情報を用いることにより、固有名解析の精度が 0.6 ポイント上昇したことがわかる。

この研究成果は、自然言語処理のトップカンファレンスである ACL 2016 と、言語処理学会論文誌である自然言語処理において発表した。

表 2 ゲーム解説コーパスの固有名解析の F 値 (%)

CRF	DNN	DNN+盤面情報(提案手法)
83.17%	84.10%	84.74%

(5) 構文解析アルゴリズムに基づくニューラル機械翻訳

本研究は、構文解析技術である CKY アルゴリズムの計算順序に従った計算を行う畳み込みニューラルネットワークを提案する。各単語に対する LSTM エンコーダーの出力をこのネットワークが受け取ることで、句構造を表す内部状態を計算する (図 4 左)。図 4 左の h_1, \dots, h_T は入力文を解析するエンコーダー-LSTM の出力を表し、その上方に描かれる 2 次元テーブルは句構造に対応する内部状態を表す。 s_1, \dots, s_j は翻訳文を出力するデコーダー-LSTM の出力を表し、 y_j は出力単語、 c_j, c'_j はアテンションスコアを加算したコンテキストベクトルを表す。図 4 右は、2次元テーブルの計算方法を表す。DU は 2 つの句を表す内部状態から、その親の内部状態を返すユニットであり、句構造規則に対応する。CKY アルゴリズムに従って、2 つの句の組み合わせから親の内部状態を計算し、最もスコアの高い内部状態を選択することで、親の内部状態が確定する。ニューラル機械翻訳における従来手法である LSTM の内部状態に対するアテンションに加え、句構造を表す 2 次元テーブルに格納された内部状態にアテンションを適用することで、句と訳語とのアラインメントを実現しており、アテンションを通して、句構造を表す畳み込みニューラルネットワークの学習が行われる。

Asian Scientific Paper Excerpt Corpus (ASPEC) の英日コーパスを用いて実験を行った。モデルの学習には 10,000 文 (< 50 語)、テストには 1,812 文を使用した。単語ベクトルと隠れ層のベクトルの次元数は 256 とした。BLEU による翻訳精度を評価し、ベースライン 26.09% に対し、提案手法は 26.75% であった。ベースラインと提案手法の違いはアテンション構造である。この結果から、提案手法により BLEU が 0.66% ポイント向上することが示された。また、アテンションの可視化を行い、句に対するアラインメントが実現されることを示した。

この研究成果は、国際会議 IJCNLP 2017、言語処理学会論文誌の自然言語処理で発表した。

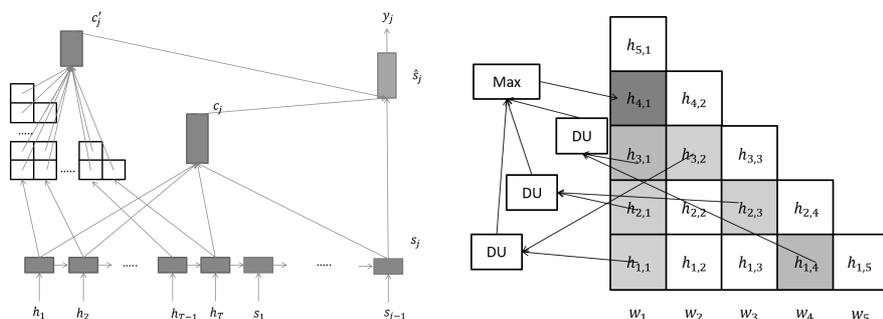


図 4 提案手法の全体図(左)と CKY アルゴリズムによる計算例(右)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 10 件)

1. Hiroki Takushima, Akihiro Tamura, Takashi Ninomiya, Hideki Nakayama. (2019). **Multimodal Neural Machine Translation Using CNN and Transformer Encoder**. Proceedings of the 20th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Text Processing (CICLing).
2. 渡邊大貴, 田村晃裕, 二宮 崇, Teguh Bharata Adji. (2019). **CKY に基づく畳み込みアテンション構造を用いたニューラル機械翻訳**. 自然言語処理, Vol. 26, No. 1, pp. 207-230.
3. Arata Ugawa, Akihiro Tamura, Takashi Ninomiya, Hiroya Takamura and Manabu Okumura. (2018). **Neural Machine Translation Incorporating Named Entity**. In Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2018), pp. 3240-3250, Santa Fe, New Mexico, USA.

4. Taiki Watanabe, Akihiro Tamura and Takashi Ninomiya. (2017). **CKY-based Convolutional Attention for Neural Machine Translation**. In Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 2: Short Papers) (IJCNLP 2017 short), pp. 1-6, Taipei, Taiwan.
5. 友利 涼, 二宮 崇, 森 信介. (2017). **実世界参照による分野特有の固有表現認識の精度向上**. 自然言語処理, vol. 24, no. 5, pp. 655-668.
6. 友利 涼, 亀甲 博貴, 二宮 崇, 森 信介, 鶴岡 慶雅. (2017). **シンボルグラウンディングによる分野特有の単語分割の精度向上**. 自然言語処理, Vol. 24, No. 3, pp. 447-461.
7. Suzushi Tomori, Takashi Ninomiya and Shinsuke Mori. (2016). **Domain Specific Named Entity Recognition Referring to the Real World by Deep Neural Networks**. In Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers) (ACL 2016 short), pp. 236-242, Berlin, Germany.
8. Keisuke Noguchi and Takashi Ninomiya. (2015). **Resampling Approach for Instance-based Domain Adaptation from Patent Domain to Newspaper Domain in Statistical Machine Translation**. In Proceedings of the 6th Workshop on Patent and Scientific Literature Translation (PSLT6), pp. 81-88, Miami, US.
9. Miki Iwai, Takashi Ninomiya and Kyo Kageura. (2015). **Acquiring distributed representations for verb-object pairs by using word2vec**. In Proceedings of the 29th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 2015): Posters, pp. 328-336, Shanghai, China.
10. Kazuhei Katoh and Takashi Ninomiya. (2015). **Deep Learning for Large-Scale Sentiment Analysis Using Distributed Representations**. In Proceedings of the 9th International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAPRO 2015), pp. 92-96, Nice, France.

[学会発表] (計 20 件)

1. 出口 祥之, 田村 晃裕, 二宮 崇. (2019). 係り受け構造に基づく Attention の制約を用いた NMT. 言語処理学会 第 25 回年次大会.
2. 表 悠太郎, 田村 晃裕, 二宮 崇. (2019). 係り受け構造に対する相対位置表現を考慮した NMT. 言語処理学会 第 25 回年次大会.
3. 鶴川 新, 田村 晃裕, 二宮 崇, 高村 大也, 奥村 学. (2018). **固有表現情報を用いたニューラル機械翻訳**. 言語処理学会 第 24 回年次大会.
4. 白井 圭佑, 江里口 瑛子, 橋本 和真, 森 信介, 二宮 崇. (2018). **Gumbel Sampling を用いた敵対性ニューラル機械翻訳**. 言語処理学会 第 24 回年次大会.
5. 小林 尚輝, 田村 晃裕, 二宮 崇, 高村 大也, 奥村 学. (2018). **双方向翻訳のための中間表現制約を用いたニューラル機械翻訳**. 言語処理学会 第 24 回年次大会.
6. 野口 敬輔, 二宮 崇, 田村 晃裕. (2018). **画像物体間の構造情報を用いた深層学習によるキャプション生成**. 言語処理学会 第 24 回年次大会.
7. 中本 裕大, 田村 晃裕, 二宮 崇. (2018). **単語の多義性を考慮した対訳単語対の抽出**. 言語処理学会 第 24 回年次大会.
8. 野口 敬輔, 小川 達也, 安保 良佑, 高原 圭太, 河野 靖, 木下 浩二, 二宮 崇, 田村 晃裕, 高橋 寛, 王 森レイ, 樋上 善信, 藤田 欣裕, 二宮 宏. (2017). **深層学習による柑橘類果実の個数推定**. 平成 29 年度 電気関係学会四国支部連合大会.
9. 中浦 大貴, 渡邊 大貴, 増成 紳介, 矢野 良典, 河野 靖, 木下 浩二, 二宮 崇, 田村 晃裕, 高橋 寛, 王 森レイ, 樋上 喜信, 藤田 欣裕, 二宮 宏. (2017). **画像処理と深層学習による微小害虫の検出**. 平成 29 年度 電気関係学会四国支部連合大会.
10. 白井 圭佑, 二宮 崇, 森 信介. (2017). **敵対性学習を用いたニューラル機械翻訳**. 言語処理学会 第 23 回年次大会.
11. 友利 涼, 二宮 崇, 森 信介. (2016). **深層学習を用いた実世界参照による分野特有の固有表現の認識**. 言語処理学会 第 22 回年次大会.
12. 野口 敬輔, 二宮 崇. (2016). **統計的機械翻訳のための確率比を用いたリサンプリングによるドメイン適応**. 言語処理学会 第 22 回年次大会.
13. 住田 恭平, 二宮 崇. (2016). **言語概念ベクトルを用いた文書間類似度に基づく複数文書自動要約**. 言語処理学会 第 22 回年次大会.
14. 加藤 和平, 大島 孝範, 二宮 崇. (2015). **word2vec と深層学習を用いた大規模評判分析**. 言語処理学会 第 21 回年次大会.
15. 岩井 美樹, 二宮 崇. (2015). **word2vec に基づく述語項構造の分布表現獲得**. 言語処理学会 第 21 回年次大会.
16. 佐伯 卓哉, 二宮 崇. (2014). **英語学習者コーパスとウェブ N グラムを用いた文法誤り検出**. 平成 26 年度 電気関係学会四国支部連合大会.
17. 田中 駿, 矢野 裕一郎, 二宮 崇, 高村 大也. (2014). **BBS 要約における整数線形計画法の適用**. 2014 年度人工知能学会全国大会(第 28 回).
18. 田中 駿, 矢野 裕一郎, 二宮 崇, 高村 大也. (2014). **最大被覆モデルを用いた電子掲示板の自動要約**. 言語処理学会 第 20 回年次大会.
19. 田中 飛馬, 二宮 崇. (2013). **格解析を用いた助詞の表層格変換による統計機械翻訳の高精度化**. 平成 25 年度 電気関係学会四国支部連合大会.
20. Yuji Takesue and Takashi Ninomiya. (2013). **EHIME Textual Entailment System Using Markov Logic in NTCIR-10 RITE-2**. In Proceedings of the 10th NTCIR Conference, pp. 507-511.

[図書] (計 1 件)

1. 二宮 崇. (2013). 34 編 2 章自然言語処理. 電気工学ハンドブック (第 7 版), pp. 1758-1766, オーム社.

[その他]

1. 二宮 崇. (2017). **シンボルグラウンディングと自然言語処理「all-words WSD システムの構築及び分類語彙表と岩波国語辞典の対応表作成への利用」** 研究発表会 招待講演, 茨城大学.