

## 論文誌目次

## 人工知能学会論文誌アブストラクト

## Vol. 35 全目次

## No.1

原著論文

論文特集「知的対話システム」

## No. 2

原著論文

## No. 3

原著論文

速報論文

## No. 4

原著論文

速報論文

## No. 5

原著論文

## No. 6

原著論文

原著論文

領域オントロジーと手続き的知識を併用した  
知識構築の実践と分析

楽器演奏領域における知識構築の実践

Practice and Analysis of Knowledge  
Construction using a Domain Ontology and  
Procedural KnowledgePractice of Knowledge Construction on  
Musical Instrument Performance飯野 なみ<sup>\*1, \*2, \*3</sup>, 西村 悟史<sup>\*1</sup>, 西村 拓一<sup>\*1</sup>,  
福田 賢一郎<sup>\*4</sup>, 武田 英明<sup>\*2, \*5</sup>

\*1 産業技術総合研究所人工知能研究センター

\*2 総合研究大学院大学

\*3 理化学研究所革新知能統合研究センター

\*4 産業技術総合研究所人間拡張研究センター

\*5 国立情報学研究所

2019年4月22日受理, 2019年10月7日採録

**Keywords:** knowledge construction, Guitar Rendition  
Ontology, procedural knowledge, domain experts.**Abstract:**

社会活動の多様化に伴い、活動の内容や種類に応じた適切な知識処理が求められている。高度な情報技術を活用した社会活動の支援には、知識を処理可能な形式で記述することが不可欠であり、理解と推論を容易にする知識表現の実現が重要な課題となっている。本稿では、専門分野における異なる二つの知識表現を併用した知識構築を実践し、その効果についての精密な分析と考察を行った。知識構築のプロセスの特徴は、次の3点である。(1) 一つ目の知識表現は手続き的知識である。手続き的知識は、さまざまな認知的活動を実行するための手順を記述した知識であり、知識に基づいてどのように処理を行ったかを客観的に理解することができる。分野の専門家が構築することで知識の拡張や理解を容易にする。(2) 二つ目の知識表現は領域オントロジーである。手続き的知識と同様の観点を持ち、オントロジーの専門家が構築することで知識処理を可能にする。(3) 構築された二つの知識はスパイラルの関係をもつ。併用しながら再構築を繰り返すことで、知識の拡張や暗黙知の獲得を可能にする。本研究では、楽器演奏領域としてクラシックギターを取り上げ、前述の知識構築プロセスに基づいて実際の知識構築を行った結果、次の効果を確認した。(1) 分野の専門家は、記述内容や形式を定義することで直感的に手続き的知識を構築できる。(2) オントロジーの専門家は、手続き知識に基づいて効率的に領域オントロジーを構築できる。(3) 分野の専門家は、領域オントロジーを併用することで知識の理解を深め、より整合性が高く知識処理可能な手続き知識を構築できる。

pp. A-J44\_1-12

原著論文

**極小 RDF 推論に基づく記述論理 *SROIQ* の概念生成****Concept Constructing in the Description Logic *SROIQ* based on Minimal RDF Reasoning**兼岩 憲\*<sup>1</sup>, 長井 拓馬\*<sup>2</sup>

\*1 電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻

\*2 岩手大学大学院工学研究科電気電子・情報システム工学専攻

2019年6月10日受理, 2019年10月7日採録

**Keywords:** RDF schema, description logic, minimal reasoning, closed world assumption.**Abstract:**

セマンティック Web 分野において, OWL2 に相当する表現力の高い記述論理 *SROIQ* はオントロジーのための高度な推論と学習のタスク (例えば, 推論エンジン, 質問応答システム, 概念学習) をもたらす. しかし, RDF グラフの単純なオントロジーとは異なり, ユーザが論理的かつ複雑な *SROIQ* 概念を用いてオントロジーを構築するのは容易ではない. 本論文では, (i) RDF グラフによる記述論理 *SROIQ* の極小モデル推論と (ii) RDF グラフのクラス, プロパティおよび個体による *SROIQ* 概念生成アルゴリズムを提案する. 閉世界仮説 (CWA) に基づく RDF グラフの極小モデルにおいて, 記述論理 *SROIQ* の最小モデル推論に対する完全性, 健全性および計算量を示す. さらに, 極小モデル推論に基づいて一意に決まる *SROIQ* 概念の解釈により, 決定可能な *SROIQ* 概念の生成方法を形式化する. このとき, クラス, プロパティ, 個体から無限に生成される *SROIQ* 概念を回避するために, 極小モデルで意味論的に同値な概念 ( $A \sqcap A$ ,  $A \sqcap A \sqcap A$  など) を削除する. この結果より, 概念生成アルゴリズムの決定可能性と計算量を示す. この概念生成アルゴリズムの応用として, RDF グラフのための *SROIQ* クエリシステム, および *SROIQ* 概念学習を形式的に定義する. RDF グラフのクエリシステムは, 概念変数による表現力の高い *SROIQ* クエリの答えを返す. また, 概念学習は知識ベースの正例と反例から *SROIQ* 概念を論理的に帰納できる.

pp. B-J62\_1-13

原著論文

**因果とは**

—オントロジー工学的解答

**What Is Causation?**

—A Solution from Ontology Engineering

溝口 理一郎

北陸先端科学技術大学院大学

2019年5月7日受理, 2019年10月9日採録

**Keywords:** causation, direct causation, ontology, ontology engineering, functional account.**Abstract:**

原因とは, 因果とは何かという問いは 2000 年間哲学者を悩ましてきた未解決の問題である. 哲学において議論される因果問題は, そもそも因果とは実世界に存在するのか, あるいは人間が現象を理解するために使う認知的方便に過ぎないのかという根本的な問いが主要な論点の一つになっている. しかし, 筆者らは自然科学ではこの世にある事象は因果に従っているという前提のうえで研究していることを考えて, 因果の存在は **Real** であることを前提として議論を進めてきた結果, オントロジー工学的な解答を得た.

筆者らは従来の常識をことごとく疑い, 新しい視点を導入して因果の問題の解明に取り組んできた. 独自のプロセス・イベント理論に基づいて, 状態の媒介がない直接因果と, 状態の媒介を必要とする間接因果の二つのタイプがあることを見抜いたことの意義は大きい. その結果, 従来から軽視されてきた状態が果たす役割の重要性に着目して状態主導の **approach** を徹底して, 従来は当然と思われていた「因果は出来事間の関係」であるという大前提に疑問を投げかけて, 出来事の一つであるイベントどうしには直接の因果はないという結論を導出した. 因果を機能語彙で語るができることを保証した後, 直接・間接と **Positive/Negative** の二つの軸を導入することによって, 因果が **Achieve, Prevent, Allow, Disallow** の四つの機能に分割されること, および **Achieve** 以外の三つは直接的かつ **Positive** である **Achieve** を用いて定義できることを示して, 因果の本質が **Achieve** にあることを示した. 最後に各 **Relata** ごとの分析を徹底することによって **Achieve** が何であるかを解明し, 因果の本質が「個々の生起物に内在する結果状態の発現による新しい状態の生成」であることを解明した. 実用的な貢献としては, 状態主導の方法論により導かれた **State-mediated causation** の概念を用いることによって **Negative causation** を含めてこれまでの議論で知られている正例と反例を説明する理論を構築することができた.

pp. C-J52\_1-13

原著論文

## 線形回帰による推薦の透明性を有したモデルベース協調フィルタリング

## Model-based Collaborative Filtering with Transparency using Linear Regression

藤井 流華, 岡本 一志

電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻

2019年6月6日受理, 2019年10月21日採録

**Keywords:** recommender system, collaborative filtering, transparency, linear regression.**Abstract:**

本研究では、予測スコアがどのように算出されたかをユーザに説明することを透明性とし、線形回帰モデルで得られる偏回帰係数を活用した協調フィルタリングの手法を提案する。提案する線形回帰モデルにおける偏回帰係数の推定法として正則化と次元圧縮の適用を検討し、5種類の協調フィルタリング用ベンチマークデータセットを用いて予測誤差と計算時間、得られる偏回帰係数を検証する。スコア予測実験の結果、提案するL2正則化を適用した線形回帰モデルは、検討する偏回帰係数の推定法の中で最も予測誤差が小さく、Factorization Machinesと同程度の予測誤差であることを確認している。また、提案する線形回帰モデルは、Factorization Machinesと比較して24.9～1584倍モデルの学習が高速になることを明らかにしている。偏回帰係数の分析では、正則化を適用しないモデルおよびL2正則化を適用したモデルの偏回帰係数は値にばらつきが出やすく、個別化された予測モデルになる可能性を示唆している。

pp. D-J61\_1-10

原著論文

## ソーシャルグラフによる居住地推定のためのユーザプロフィール分析

## Analysis of User Profile for Home Location Estimation from Online Social Graph

廣中 詩織, 吉田 光男, 梅村 恭司

豊橋技術科学大学情報・知能工学系

2019年7月3日受理, 2019年10月28日採録

**Keywords:** social graph, home location estimation, user profile, Twitter.**Abstract:**

ソーシャルメディアユーザの居住地などの属性は、ニュースの推薦やイベントの検出など、さまざまなアプリケーションで使われている。居住地などの現実世界に関わるユーザの属性は重要であるものの、直接提供されていないことが多い。そのため、ユーザ間の関係などを用いて、ユーザの属性を推定する研究が盛んに行われている。フォローなどのユーザ間の関係をもとに構築したソーシャルグラフは居住地を推定する際に手掛かりとなるものの、その収集コストは高く、すべてを集めるのは困難であるという問題を抱える。我々は、公式アカウントや有名人のアカウントなど、居住地を正しく推定しにくいユーザが存在することに着目する。そのようなユーザをソーシャルグラフの収集前に特定することで、居住地推定に必要なソーシャルグラフを効率的に収集することができる。と考える。

本論文では、ユーザのプロフィールをもとに居住地推定の対象を絞り込むことで、居住地を正しく推定しにくいユーザの特徴を調べた。その結果、アカウントの作成日が古いユーザほど居住地を正しく推定しにくいこと、名前や自己紹介文が長いユーザほど居住地を正しく推定しにくいことなどを明らかにした。また、居住地を誤って推定するユーザと居住地を推定する手掛かりがないユーザとでは、異なる特徴をもつことが明らかになった。本論文の調査で用いたユーザのプロフィールは、ソーシャルグラフを構築する前に取得することができるため、本論文で得られた結果を用いれば、居住地を正しく推定できる可能性が高いユーザだけに絞ってデータを収集することができる。

pp. E-J71\_1-10

原著論文

**媒介度に基づく道路ネットワークの  
コミュニティ抽出法****Community Extraction Method of Road  
Networks Based on Betweenness Contribution**伏見 卓恭\*<sup>1</sup>, 斉藤 和巳\*<sup>2, \*3</sup>, 池田 哲夫\*<sup>4</sup>,  
風間 一洋\*<sup>5</sup>

- \*1 東京工科大学
- \*2 神奈川大学
- \*3 理化学研究所革新知能統合研究センター
- \*4 静岡県立大学
- \*5 和歌山大学

2019年1月7日受理, 2019年11月6日採録

**Keywords:** road network, group centrality, betweenness contribution, community extraction.**Abstract:**

本研究では, 多くの住民が目的地への最短経路上で看板を閲覧するという設定のもとで, 看板の効果的な設置場所, および, 各看板の勢力圏を抽出する問題を扱う. 集合媒介中心性の概念に基づき, この問題を  $k$ -betweens 問題として新たに形式化し, 各看板の勢力圏を抽出する手法を道路ネットワークに対するコミュニティ抽出法として提案する. 既存の手法では, 住民が最も近い看板を見ると仮定し, 各看板の勢力圏はその設置場所に対するボロノイ分割によって抽出されていた. 提案手法では, 住民の出発地からさまざまな目的地までの最短経路で移動する際に看板を見ると仮定し, 各看板が最短経路上に出現する割合により各看板の勢力圏を抽出する. 人工および実道路ネットワークを使用した評価実験から, 高速道路の入口付近の交差点ノードのように多くの人の目に触れる効果的な看板設置場所, および, 最短経路となり得る幹線道路との位置関係に応じて勢力圏を抽出できることを確認した. さらに, 媒介寄与率のエントロピーを使用して勢力圏間の重複度合いを計算することにより, 同じ看板を設置する効果を定量化できることも確認した.

pp. F-wd12\_1-11

原著論文

**複数環境におけるエキスパート軌跡を用いた  
ベイジアン逆強化学習**

転移可能な報酬の推定に向けたアプローチ

**Bayesian Inverse Reinforcement Learning  
for Demonstrations of an Expert in Multiple  
Dynamics  
Toward Estimation of Transferable Reward**中田 勇介\*<sup>1</sup>, 荒井 幸代\*<sup>2</sup>

- \*1 千葉大学大学院融合理工学府都市環境システムコース
- \*2 千葉大学大学院工学研究院都市環境システムコース

2019年7月11日受理, 2019年11月11日採録

**Keywords:** inverse reinforcement learning, reinforcement learning, Bayesian inference, Markov decision processes.**Abstract:**

強化学習はマルコフ決定過程における報酬の獲得量を最大化する方策を学習する方法で, 実問題への適用が期待されている. しかし, 実問題においては, タスクの目的を適切に反映した報酬の設計が困難なことが多い. この報酬設計を回避する方法に逆強化学習がある. 逆強化学習は, あるタスクの解法を知るエージェントが生成した軌跡などの行動履歴データから「エキスパートが最適となる報酬」を推定する方法である. 本研究では, 実問題においては, しばしば状態遷移確率の異なる複数の環境 (例: ゲームの複数のステージ) におけるエキスパートの軌跡が得られることに着目する. そして, エクスパートが複数の環境で生成した軌跡から報酬を推定する方法を提案する. 提案法は代表的な逆強化学習の一つである Bayesian Inverse Reinforcement Learning (BIRL) に基づく. 複数の環境のエキスパートの軌跡から報酬の事後分布を推定するベイジアン逆強化学習問題を定式化し, 報酬の事後分布からのサンプリングを実現するマルコフ連鎖モンテカルロアルゴリズムを提案する. そして, 提案したアルゴリズムが報酬の事後分布の実現に要するステップ数が環境の数に依存しないことを示す. 実験では, 提案法の推定報酬が既存手法の推定報酬と比較してエキスパートの報酬に近く, ハイパーパラメータに対して頑健であることを確認した.

pp. G-J73\_1-10

原著論文

## ランダムフォレストを用いた法令用語の校正

## Japanese Legal Term Correction using Random Forest

山腰 貴大<sup>\*1</sup>, 小川 泰弘<sup>\*1, \*2</sup>, 駒水 孝裕<sup>\*1, \*2</sup>,  
外山 勝彦<sup>\*1, \*2</sup>

\*1 名古屋大学大学院情報学研究科

\*2 名古屋大学情報基盤センター

2019年5月8日受理, 2019年11月11日採録

**Keywords:** Japanese legal term, legal term correction,  
random forest.**Abstract:**

本論文では、誤用されていると考えられる法令用語を法令文から検出し、その校正案を出力することにより、法令文書の作成を支援する手法を提案する。本手法では、「者」、「物」、「もの」や「規定」、「規程」、「場合」、「とき」、「時」のように互いに類似している法令用語を校正の対象とする。このような法令用語は、長年にわたって培われた法制執務の慣習や規則によって使用法も含めて定義されており、厳密に書き分けられている。本論文では、はじめに、法令用語校正タスクの入出力を定義する。このとき、予測対象の法令用語を含む法令文を穴あき文、訂正候補の法令用語の集合を選択肢と考えることにより、本タスクを特殊な選択肢付き穴埋め問題とみなす。さらに、法制執務で定義されている法令用語を選択肢とする集合を使用することにより、選択肢を固定することができる。これにより、本タスクを分類問題として考えることができる。次に、法令用語校正タスクを分類問題として解決するための手法を述べる。提案手法は、ランダムフォレスト分類器を用いて最適な法令用語を予測する。その際、予測対象の法令用語に隣接している単語の系列を特徴量としてランダムフォレスト分類器に与える。また、法令用語集合ごとの一つのランダムフォレスト分類器を構築し、決定木の数、決定木の深さ、入力として与える単語の数を分類器ごとに最適化する。本手法の有効性を検証するために、法令用語予測実験を実施した。具体的には、3983件の現行法令から約4700万単語分の法令文を抽出し、これらの法令文に出現する法令用語を用いて予測モデルの構築と法令用語の予測を行った。予測対象の法令用語として、法制執務のマニュアルを参考に27組の法令用語集合を設定した。実験の結果、本手法は、CBOWやvLBLなどのニューラル言語モデルによる予測モデルと比べて高い予測性能を発揮することを明らかにした。また、構築したランダムフォレスト分類器のパラメータおよび素性重要度を調査し、それぞれの分類器が担当する法令用語集合の性質を適切に利用していることを示した。

pp. H-J53\_1-14

特集論文

## プレイヤー適応型混合主導によるNPCとの対話意欲の維持

## Adaptive Mixed-Initiative Maintains Players' Willingness to Talk with NPCs

高橋 ともみ, 田中 一晶, 岡 夏樹

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

2019年5月19日受理, 2019年9月6日採録

**Keywords:** mixed-initiative dialog, dialog agent, non-player character, role-playing game, reinforcement learning.**Abstract:**

既存のロールプレイングゲームにおけるノンプレイヤーキャラクター(NPC)とプレイヤーとの対話では、NPCがストーリーに沿って話題を展開していくのに対してプレイヤーはときどきNPCからの問いかけに簡単な返答をするだけというように、対話における主導権がNPCに偏っている場合が多い。このような一方的な対話は不自然でリアルさに欠けるため、プレイヤーのゲームへの没入感を低下させてしまう恐れがある。そこで、本研究では対話のリアリティを向上させるために、プレイヤーとNPCのどちらが主導的に話題を展開していくかについてのプレイヤーの好みを逐次的に学習し、学習結果を元に適応的に主導権を切り替えるというNPCの対話方策を提案する。提案手法の効果を検証するため、ゲーム中の対話場面を模したNPCとの対話実験を行った。実験では提案手法を実装した適応混合主導と、ランダムに主導権を入れ替えるランダム混合主導や、主にNPCが主導権をもつNPC主導と比較した。その結果、適応混合主導はNPC主導と比較して有意に一方的な印象を低下させることが明らかになった。さらに、ランダム混合主導やNPC主導では対話が進行するにつれて低下していたプレイヤーの対話意欲が、適応混合主導では維持される可能性が示された。

pp. DSI-A\_1-10

## 特集論文

## ユーザ情報を記憶する雑談対話システムの構築とその複数日にまたがる評価

**An Evaluation of a Chat-oriented Dialogue System that Remembers and Uses User Information over Multiple Days**

角森 唯子<sup>\*1</sup>, 東中 竜一郎<sup>\*2</sup>, 吉村 健<sup>\*1</sup>,  
磯田 佳徳<sup>\*1</sup>

\*1 (株)NTT ドコモ

\*2 NTT メディアインテリジェンス研究所

2019年5月19日受理, 2019年9月12日採録

**Keywords:** chat-oriented dialogue system, dialogue system, user evaluation.

**Abstract:**

ユーザに関する情報を記憶し、対話中にその情報を使用することができれば、よりユーザに好まれる雑談対話システムを構築できる可能性が高い。本稿では、対話中に獲得したユーザ情報を使用した雑談対話システムを構築し、複数日にまたがる利用において、ユーザ情報を覚えて使うことの有効性を検証する。連続した5日間にわたるユーザ主観評価において、複数日にまたがって対話から獲得したユーザ情報をシステム発話に使用できるシステム（提案システム）、対話当日に獲得したユーザ情報のみ使用できるシステム、ユーザ情報を全く使用しないシステムを比較した。ユーザ主観評価の結果、1日目はシステム間で差はほとんど見られなかったが、日が経過するにつれて、提案システムの親しみやすさが向上することがわかった。

pp. DSI-B\_1-10

## 特集論文

**Dialog Management of Healthcare Consulting System by Utilizing Deceptive Information**

The Tung Nguyen<sup>\*1</sup>, Koichiro Yoshino<sup>\*1, \*2</sup>,  
Sakriani Sakti<sup>\*1, \*3</sup>, Satoshi Nakamura<sup>\*1, \*3</sup>

\*1 Nara Institute of Science and Technology, Japan

\*2 PRESTO, Japan Science and Technology Agency, Japan

\*3 RIKEN, Center for Advanced Intelligence Project AIP, Japan

2019年5月18日受理, 2019年9月26日採録

**Keywords:** dialog system, reinforcement learning, Q-learning, POMDP, multimodal, deception.

**Abstract:**

近年、交渉対話に関する研究が増加している。これらの研究は主に、対話参与者それぞれの要求を満たすような合意を形成する、協調的な状況を対象としてきた。しかし、実際の交渉においてはいつもこうした状況が起こるわけではなく、参与者が敵対的な役割をもつ場合が存在する。こうした場合、交渉での利得を得るため嘘が用いられる場合がある。本研究では、交渉対話において対話相手の嘘を検出し、これに応じた対話戦略の変更を行うような交渉対話システムを提案する。特に、システムがユーザに生活習慣に関するアドバイスを行うような対話シナリオを想定してシステム構築を行った。具体的には、部分観測マルコフ決定過程 (POMDP) を用い、強化学習によってシステムの対話戦略の学習を行った。実際の対話データを用いた実験により、対話相手の嘘を考慮したモデルが嘘を考慮しないモデルよりもより最適な行動選択を行うことができることが示された。また、生活習慣改善ドメインにおいて交渉の成功率を向上できることが示された。

pp. DSI-C\_1-12

特集論文

## 論証対話システムにおける情報探索対話戦略の最適化

### Optimization of Information-Seeking Dialogue Strategy for Argumentation-Based Dialogue System

勝見 久央<sup>\*1</sup>, 吉野 幸一郎<sup>\*1, \*2</sup>, 平岡 拓也<sup>\*3</sup>,  
秋元 康佑<sup>\*3</sup>, 山本 風人<sup>\*3</sup>, 本浦 庄太<sup>\*3</sup>,  
定政 邦彦<sup>\*3</sup>, 中村 哲<sup>\*1</sup>

- \*1 奈良先端科学技術大学院大学
- \*2 科学技術振興機構
- \*3 日本電気株式会社

2019年5月19日受理, 2019年10月4日採録

**Keywords:** dialogue system, argumentation-based dialogue, information-seeking dialogue, reinforcement learning.

#### Abstract:

対話を通じて事実に基づく論証や事実のやり取りを行うことができるシステムを論証対話システムと呼び、広く研究が行われている。こうしたシステムでは、システムの主張を論理的に行うために十分な証拠となる情報を保持していることが必要となる。しかし、こうした十分な情報をシステムが事前に保持しているというのは、現実的な設定ではない。こうした情報の不足を補う方法として、対話相手から情報を取得する情報探索対話があげられる。既存の情報探索対話システムは、人手で作成したあらゆる不足事実の問い合わせを行う対話戦略を用いていた。しかし、こうした戦略は論証を構築するうえでは非効率である。また、システムが扱う論証の複雑さに応じて、システムからの情報問い合わせ候補が爆発的に増加してしまう。そこで本研究では、情報探索対話をマルコフ決定過程(MDPs)を用いて定式化し、深層強化学習(DRL)を適用して最適対話戦略の学習を行った。深層強化学習の利用により、提案手法は情報探索対話における問い合わせ回数の削減と、合理的な論証の構築という二つの目的関数に最適化された対話戦略を学習することができる。また、本論文では知識の偏りに基づいて問い合わせ対象の情報を選択する手法についても提案した。この手法では、混合ベルヌーイ分布によって対話相手の知識の偏りをモデル化する。実験では2種類の論証対話ドメインを用い、提案法が既存手法である人手で作成した問い合わせ戦略よりも有効であることを示した。

pp. DSI-D\_1-12

特集論文

## 雑談対話における言外の情報の収集と類型化

### Collection and Analysis of Perceived Information in Chat-oriented Dialogue

光田 航, 東中 竜一郎, 富田 準二

日本電信電話株式会社 NTT メディアインテリジェンス研究所

2019年5月19日受理, 2019年10月17日採録

**Keywords:** chat-oriented dialogue, perceived information, data collection, taxonomy.

#### Abstract:

雑談対話システムがユーザ発話からさまざまな情報を理解することは重要である。しかしながら、システムが理解すべき情報の種類を明らかにしようとする試みは、我々の知る限り見られない。本稿では、雑談対話において、人間が発話から理解可能な情報を言外の情報と定義し、その収集と類型化を行った結果について報告する。作成した類型の妥当性を評価するため、人手で言外の情報に対してアノテーションを行い、Fleissの $\kappa$ 値で0.69と高い一致率でアノテーションが可能であることを確認した。本研究は我々の知る限り、雑談対話システムが理解すべき言外の情報の類型化を試みた最初の研究である。

pp. DSI-E\_1-10

特集論文

## 人狼ゲームにおける対話システムのための 中間表現および自然言語から中間表現へ の変換

Middle Expression and Its Converter from  
Natural Language for Conversation Game  
“Mafia”

箕輪 峻, 狩野 芳伸

静岡大学

2019年5月19日受理, 2019年11月15日採録

**Keywords:** dialog system, game player agent, inter-  
language, AI werewolf.

### Abstract:

近年の対話システムの実装には end-to-end な学習が頻繁に使用されているが, 既存のシステムでは複雑な対話の扱いに苦戦している. 本論文では, 複雑な議論に対して一貫した発話を必要とする会話ゲームである人狼ゲームを対象として, 独自の中間表現および, 自然言語の入力から中間表現への変換を行う手法を提案する. 我々は提案手法を実装したシステムにより人狼をプレイする日本語対話システムを構築した. 実践として, この対話システムを用いたエージェントにより, 人狼知能プロジェクトが開催する人狼知能大会自然言語部門に参加した. 自然言語部門に参加した多くのチームが, 別の人工的な言語であるプロトコルを用いたエージェントを前提に, 入出力プロトコルを自然言語に変換するシステムを用いている. しかしそれらのプロトコルはゲーム内で行われ得る対話のうちごく限られた内容しか表現できない. より複雑な議論を行うシステムの実現にはより複雑な対話を表現可能な中間表現が必要となる. 本研究では多人数による複雑な議論が行われる対話として人狼ゲームを対象とし, より幅広い対話に対応した中間表現の設計および自然言語 (日本語) から中間表現への変換を提案する. 我々はこれを用いた対話システムにより人狼知能大会へ参加し日本語人狼知能エージェントとして動作することを確認した. また中間表現の変換について評価を行い, 提案手法により従来よりも多くの文が変換できることを確認した.

pp. DSI-F\_1-13

特集論文

## 対話破綻検出チャレンジ 3 における対話破綻 検出の評価尺度の選定

Selection of Evaluation Metrics for Dialogue  
Breakdown Detection in Dialogue Breakdown  
Detection Challenge 3

角森 唯子<sup>\*1</sup>, 東中 竜一郎<sup>\*2</sup>, 高橋 哲朗<sup>\*3</sup>,  
稲葉 通将<sup>\*4</sup>

\*1 (株) NTT ドコモ

\*2 NTT メディアインテリジェンス研究所

\*3 (株) 富士通研究所

\*4 電気通信大学

2019年5月19日受理, 2019年11月15日採録

**Keywords:** chat-oriented dialogue system, dialogue  
breakdown detection, evaluation metrics.

### Abstract:

人間と対話システムとの間で生じる対話破綻を検出することを目的としたタスクは, 近年活発に研究されてきた. しかしながら, どの尺度が対話破綻検出器の評価に適しているかは明確ではなかったため, 最良の検出器を決めることや, 検出器のチューニングが困難であるという課題があった. 本稿では, 対話破綻検出チャレンジ 3 (DBDC3) において, 対話破綻検出器を評価するための適切な評価尺度を見つけることを提案する. このアプローチでは, 最初に使用可能な評価尺度を列挙し, 順位安定性とシステム弁別性に基づき, 評価尺度をランキングすることで, 最適な評価尺度を実験的に決定する. DBDC3 に提出された run (参加者の破綻検出器の結果) を使用して実験を行った結果, 英語と日本語の両言語において共通の尺度で評価する場合は, RSNOD (NB, PB, B) が DBDC3 の破綻検出器の評価に最も適していることがわかった. ただ, 英語と日本語で最も適した尺度に違いも見られ, 英語では NMD (NB, PB, B), 日本語では MSE (NB, PB, B) が最も良い尺度であることがわかった.

pp. DSI-G\_1-10



特集論文

知識グラフに基づく質問応答機能を備えた  
三者対話チュータリングシステムの開発Development of Interactive Tutoring System  
with Question Answering Function based on  
Knowledge Graph小嶋 拓海<sup>\*1</sup>, 飯田 琢矢<sup>\*2</sup>, 寺西 帝乃<sup>\*2</sup>,  
荒木 雅弘<sup>\*1</sup>\*1 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学  
専攻

\*2 京都工芸繊維大学工芸科学部情報工学課程

2019 年 5 月 19 日受理, 2019 年 12 月 6 日採録

**Keywords:** tutoring system, dialogue system, knowledge  
graph, question answering.**Abstract:**

知的チュータリングシステムは、機械学習などさまざまなトピックで自己学習に貢献することが期待されている。本研究では、複数の仮想エージェントを用いて、三者対話形式で講義を行うチュータリングシステムの開発を行った。アンケートにより、1対1での対話と比較して三者対話形式は学習者の心理的負担を軽減することが示せた。また、このシステムをさまざまなレベルのユーザに適応させるには、質問応答機能が不可欠である。本システムにおいて、教科書から自動的に構築された知識グラフを用いて質問に対する回答を生成する手法を実現した。

pp. DSI-H\_1-9

原著論文

対話行為情報を表現可能な DNN 音声合成と  
発語内行為自然性に関する評価DNN-based Speech Synthesis using Dialogue-Act  
Information and Its Evaluation with Respect to  
Illocutionary Act Naturalness北条 伸克<sup>\*1</sup>, 井島 勇祐<sup>\*2</sup>, 杉山 弘晃<sup>\*1</sup>,  
宮崎 昇<sup>\*1</sup>, 川西 隆仁<sup>\*1</sup>, 柏野 邦夫<sup>\*1</sup>

\*1 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

\*2 NTT メディアインテリジェンス研究所

2019 年 8 月 5 日受理, 2019 年 11 月 29 日採録

**Keywords:** text-to-speech, spoken dialogue system, dialogue-  
act, illocutionary act naturalness.**Abstract:**

本稿では、音声対話システムで使用される音声合成技術に関して、「システムの発話意図がいかにも自然に感じられるか」という尺度に基づき、合成音声の品質を改善する。本稿では、この尺度を「発語内行為自然性」と呼ぶ。発語内行為自然性を改善するため、本稿では、対話行為 (dialogue act : DA) を補助情報として使用する DNN 音声合成を提案する。まず、対話行為タグ付きの音声データベースを構築する。次に、構築されたデータベースに基づき、提案法の DNN 音声合成システムを構築する。続いて、従来の二つの HMM 音声合成手法 (スタイル混合モデルおよびスタイル適応) と提案法を比較する。客観評価結果により、提案法は、スタイル混合モデルに比べ、大域的な韻律的特徴の再現性を改善することを示す。また、提案法は、スタイル適応に比べ、文末音調の再現性を改善することを示す。最後に、主観評価実験により、二つの従来法に比べ、提案法は発語内行為自然性を改善することを示す。

pp. A-J81\_1-17

原著論文

## 大規模デジタルゲームにおける人工知能の 一般的体系と実装

— FINAL FANTASY XV の実例を基に —

### Game AI General Theory and its Implementation in AAA Digital Game

— A Case Study of AI System in FINAL  
FANTASY XV —

三宅 陽一郎

(株) スクウェア・エニックス

2019年6月12日受理, 2019年12月27日採録

**Keywords:** game AI, behavior tree, state machine,  
navigation AI, meta-AI, character AI, decision-  
making, AI Graph.

#### Abstract:

デジタルゲーム AI の一般的な理論は世界中のゲーム産業で研究され発展してきた。本稿では、デジタルゲームにおける三つの AI による新しい一般的な理論を提示する。大規模デジタルゲームにおいて、ゲーム AI システムは三つの種類の AI からなる。すなわち、メタ AI、キャラクタ AI、ナビゲーション AI である。メタ AI はプレーヤの行動を観察しつつ、ゲーム全体を俯瞰的な視点からコントロールする AI である。キャラクタ AI は仲間キャラクタ、モンスター、村人などゲームキャラクタのリアルタイムに意思決定する頭脳である。ナビゲーション AI は環境を認識しパスや移動先を動的に発見する。特にキャラクタ AI は、ゲーム開発における研究の主題であり、複数の研究フィールドを内包する。多層構造、キャラクタアニメーション、エージェントアーキテクチャ、意思決定モジュールなどである。ビヘイビアツリーとステートマシンを組み合わせた新しい意思決定の手法「AI Graph」を提案する。またゲーム AI の一般的な理論を、アクション RPG ゲーム「FINAL FANTASY XV」に適用した。その結果を本論文で紹介する。「FINAL FANTASY XV」におけるすべてのキャラクタは AI Graph に基づいており、マウスと簡単なテキストインプットの付いた「AI Graph Editor」上で作成される。「AI Graph Editor」の詳細を説明することで、この新しい手法の仕組みを説明する。

pp. B-J64\_1-16

原著論文

## A Non-image-based Subcharacter-level Method to Encode the Shape of Chinese Characters

Yuanzhi Ke, Masafumi Hagiwara

Keio University

2019年7月26日受理, 2019年12月13日採録

**Keywords:** subcharacter language modeling, natural  
language processing, text classification, convolutional  
neural networks, deep learning.

#### Abstract:

中国語と日本語のほとんどの文字は、サブキャラクタ要素、すなわち部首と偏旁で構成される複合文字である。その特徴に着目し、サブキャラクタ要素をトークンの行列もしくは画像として処理するサブキャラクタモデルの研究が行われている。しかしながら、トークンベースのモデルは平面内の位置情報を扱うことができない。画像ベースのモデルは、類似した形状を有するが異なる意味をもつ文字に対しては弱い。本論文では、文字の平面構造情報を学習するための非画像ベースの方法を提案する。提案モデルは、従来のサブキャラクタの埋込みと位置の埋込みを構造に対応する埋込みと組み合わせ、畳込みエンコーダに入力する。これによって、構造の情報と、要素の位置情報を学習することが可能になる。評価実験では、商品レビューコーパスを利用したテキスト分類タスクを行った。実験では、埋込みを CNN エンコーダによってエンコードし、次に LSTM 分類器に入力してレビューをポジティブまたはネガティブに分類し、サブキャラクタの埋込みだけを利用する従来手法との比較を行った。その結果、構造埋込みを追加することにより、より代表的な素性が抽出され、深く学習できることが示された。例えば、ランダムで抽出したテストデータセットにおいて、想起率、F スコアと正確率がそれぞれ 1.8%, 0.63%, 0.55% 向上したことを確認した。

pp. C-J74\_1-11

原著論文

## マルチエージェントシミュレータを用いたリアルタイム人流予測

## People Flow Prediction by Multi-Agent Simulator

佐藤 大祐, 松林 達史, 足立 貴行, 大井 伸哉,  
田中 悠介, 長野 翔一, 六藤 雄一, 塩原 寿子,  
宮本 勝, 戸田 浩之日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション  
研究所

2018年11月30日受理, 2020年1月20日採録

**Keywords:** people flow prediction, multi-agent simulator,  
data assimilation.**Abstract:**

大規模なイベントでの入退場のように, 大多数の人々が一斉に移動を行う状況では混雑が発生しやすく, 雑踏事故などを未然に防ぐことが重要である. そのためには事前に混雑を予測し, 早期に対処することが求められている. このような群衆行動の予測は, マルチエージェントシミュレータに適切なパラメータを設定することで可能であり, パラメータは過去に行われた類似のイベントでの情報から推定することができる. しかし, 新たに建設される会場など, 過去の情報を利用できない場合にはパラメータを推定することは困難である. そこで本研究では, イベント当日に測定したデータをパラメータの推定に利用することで, シミュレーションの精度を向上させる手法を提案する. さらに, 提案手法により精度を高めたシミュレーション結果から, 混雑の発生を事前に把握するための人流予測システムを開発した. 本稿では, 実際のコンサートイベントにおいて計測した人流データを用い, 開発したシステムの適用実験を行った事例を紹介する.

pp. D-wd05\_1-10

原著論文

## サンプリング生成に基づく複数逆翻訳を用いたニューラル機械翻訳

## Neural Machine Translation Using Multiple Back-translation Generated by Sampling

今村 賢治, 藤田 篤, 隅田 英一郎

国立研究開発法人情報通信研究機構

2019年10月25日受理, 2020年2月13日採録

**Keywords:** neural machine translation, multiple back-  
translation, sampling-based sequence generation,  
diversity.**Abstract:**

エンコーダ・デコーダ方式のニューラル機械翻訳の訓練には, 大規模な対訳コーパスが必要である. 目的言語の単言語コーパスを原言語に逆翻訳して生成した擬似対訳文を訓練に用いる逆翻訳法は, デコーダの精度向上には有効であるが, エンコーダを強化するかは不明である.

本稿では, 逆翻訳時にサンプリングによって複数の文を生成して訓練に用いることで, デコーダだけでなくエンコーダも強化する方法を提案する. このように生成した擬似原文を使うことで, 原文の多様性を向上させ, エンコーダを頑健にする.

我々の実験では, 1文当たりの擬似原文数を増やすに従い, 翻訳品質は向上した. 人手逆翻訳(通常の対訳文)を追加した場合の翻訳品質に届かないものの, 人手逆翻訳による BLEU スコアの向上分のうちの 50%以上を単言語コーパスで達成できることを確認した. また擬似原文の生成方法は, サンプリングを使用したほうが N ベスト翻訳より, 最終的な順翻訳の品質は良かった. これらの結果は, 逆翻訳の翻訳品質だけでなく擬似原文の多様性も重要であることを示している.

pp. A-JA9\_1-9

原著論文

## 発話特徴を用いた自閉スペクトラム症の重症度推測システム

## Autism Spectrum Disorder's Severity Prediction System Using Utterance Features

崎下 雅仁\*<sup>1</sup>, 小川 ちひろ\*<sup>1</sup>, 土屋 賢治\*<sup>2</sup>,  
岩淵 俊樹\*<sup>2</sup>, 岸本 泰士郎\*<sup>3</sup>, 狩野 芳伸\*<sup>1</sup>

- \*1 静岡大学
- \*2 浜松医科大学
- \*3 慶應義塾大学

2019年4月23日受理, 2020年2月27日採録

**Keywords:** autism spectrum disorder (ASD), autism diagnostic observation schedule (ADOS), diagnosis, severity, dialog corpus.

**Abstract:**

近年, 自閉スペクトラム症 (ASD) 者の人口は爆発的に増加している。ASD は診察者や診察時の環境の違い, 患者の状態などにより, 診断に揺れが出る可能性がある。ASD が疑われる被験者の症状評価の標準的な指標の一つに自閉症診断観察スケジュール (ADOS) があり, これは ASD の重症度を数値で定量的に表すことができる。本稿では ADOS の音声記録をもとにアノテーション付きで文字に書き起こしたコーパスを作成した。我々のコーパスは, ASD 被験者の音声を書き起こしたもとの世界最大規模であり, 日本語で利用できる同様の発話者コーパスは他に存在しない。この ADOS コーパスを使用して ADOS スコア (重症度) をサポートベクタ回帰 (SVR) で自動推測するシステムを実装し, どの発話特徴量が重症度推測に有効かを分析した。我々のシステムは, ADOS 専門資格に求められる誤差水準に迫る精度での評価性能を達成した。また ADOS 得点と発話特徴量との間の相関係数を計算し, ADOS 評価に影響を与える発話特徴量を示した。さらに ADOS コーパス中の「パズルの組立て」, 「絵本のストーリー説明」, 「絵の叙述」パートのうち, どのパートが重症度予測に適しているかを比較し, その違いを分析した。我々の研究は, 言語聴覚士による言語リハビリテーションや, ASD の可能性があるのかチェックをするスクリーニングをサポートする基礎となる可能性があることを示唆している。

pp. B-J45\_1-11

原著論文

## 層の削除と再学習による ResNet のモデル圧縮

## Model Compression for ResNet via Layer Erasure and Re-training

井田 安俊\*<sup>1</sup>, 藤原 靖宏\*<sup>2</sup>

- \*1 日本電信電話株式会社 NTT ソフトウェアイノベーションセンタ
- \*2 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所

2019年10月8日受理, 2020年3月11日採録

**Keywords:** deep learning, model compression, residual networks, deep neural networks.

**Abstract:**

深層学習は AI における基盤的な技術の一つである。その深層学習において Convolutional Neural Network (CNN) は広く用いられてきたモデルである。CNN は多層構造をもったモデルであり, 層を積み重ねることでさまざまなタスクの精度を改善してきた。例えば CNN の中でも主流となった Residual Networks は現在では 100 以上の層を用いる場合がある。しかし, その推論計算のコストは層を積み重ねることにより増加している。少ない計算リソースで推論を行う機会が増える IoT 時代において, この推論計算コストの削減は事業化の観点で大きな注目を浴びている課題である。本課題を解決するため, Residual Networks から精度を劣化させずに層を削除する Network Implosion という手法を提案する。提案手法は層の重要度を表す学習可能な変数を各層に追加することにより, 重要でない層を特定して削除する。その後, 再学習を行うことで精度の回復を行う。この際, 大きな学習率で再学習を行うことが本手法のポイントの一つである。CIFAR10/100 と ImageNet を用いた画像分類の実験では, 提案手法が精度を劣化させることなく 24.00 ~ 42.86% の層数を削除することができた。これにより, 推論の計算時間は 60.23 ~ 76.69%, モデルのパラメータ数は 69.82 ~ 93.15% まで削減されることを確認した。

pp. C-JA3\_1-10

速報論文

## 新型コロナウイルス (COVID-19) における感染予防策の推定

**Estimating Effectiveness of Preventing Measures for 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19)**

倉橋 節也

筑波大学ビジネス科学研究群

2020年2月28日受理, 2020年3月17日採録

**Keywords:** 2019 novel coronavirus diseases, COVID-19, infectious disease, agent-based model, preventing measures.

### Abstract:

本論文では、2019年の新型コロナウイルス (COVID-19) の感染プロセスをエージェントベースモデルで実装し、複数の感染防止対策の有効性を比較します。モデルでは、1120人の仮想居住者エージェントが二つの町に住んでおり、オフィスや学校に通勤通学したり、店舗を訪れたりします。モデルは、新型コロナウイルスの感染リスクにさらされた状況をシミュレートします。実験結果から、個々の感染防止策 (通勤、テレワーク、学校閉鎖、接触率低減、発熱後の自宅待機) を単独または部分的に組み合わせても、有意な効果をもたらさないことを示しました。一方、総合的な対策を講じた場合、1日当たりの死亡数、感染率、重度入院患者数は、それぞれ中央値と最大値で大幅に減少することが確認されました。

pp. D-K28\_1-8

原著論文

## 音声対話システムにおける音声合成のための対話行為情報を利用した文末音調ラベル推定

**Estimating Sentence Final Tone Labels using Dialogue-Act Information for Text-to-Speech Synthesis within a Spoken Dialogue System**

北条 伸克\*<sup>1</sup>, 井島 勇祐\*<sup>2</sup>, 杉山 弘晃\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup> NTT コミュニケーション科学基礎研究所\*<sup>2</sup> NTT メディアインテリジェンス研究所

2019年10月15日受理, 2020年4月3日採録

**Keywords:** sentence final tone labels, dialogue-act, speech synthesis, spoken dialogue systems.

### Abstract:

本稿では、音声対話システムで使用される音声合成技術に関して、対話行為 (dialogue act: DA) を用いた文末音調ラベルの推定手法を提案する。適切な文末音調ラベルの推定は、システムの発話意図をユーザへ正確に伝達するために重要であると考えられる。

提案法では、文末音調ラベル推定のため、発話文章の形態素情報に加え、対話行為を使用する。本稿の検討では、我々がこれまでに構築した対話行為タグ付き音声データベースを使用する。このデータベースに文末音調ラベルを追加することで、発話文章、対話行為および文末音調ラベルが同時に付与されたデータベースとして使用することができる。この音声データベースを使用し、提案法の文末音調ラベル推定器を構築する。評価実験では、従来法と提案法の推定精度を比較し、提案法の推定精度が改善されることを示した。また、推定結果から、提案法の効果と課題の分析を行った。

pp. A-JA5\_1-11

原著論文

**「いいね」「シェア」をした投稿のテキスト情報を利用した SNS ユーザの性格推定****Incorporating Textual Information on User Behavior for Personality Prediction**

山田 康輔, 笹野 遼平, 武田 浩一

名古屋大学大学院情報学研究科

2020年2月5日受理, 2020年4月30日採録

**Keywords:** personality prediction, liking and reblogging, social networking service.**Abstract:**

一般的に人の性格はその人の言葉や行動に反映されやすいことが知られている。このため、ソーシャルネットワーキングサービス (SNS) ユーザの性格を推定する最近の研究ではユーザが投稿したテキスト情報やどのような投稿に対し「いいね」および「シェア」を行ったかという情報に着目し、これらの情報が性格推定に有用であると報告されている。しかし、ユーザが「いいね」「シェア」をした投稿のテキスト情報はこれまでにあまり注目されてこなかった。そこで本論文では、ユーザが「いいね」「シェア」をした投稿のテキスト情報が性格推定にどれほど有用であるか検証を行う。本研究では、性格診断 Web サイトに着目し、Twitter 上にその性格診断結果を投稿したユーザを対象として、SNS ユーザとそのユーザの性格情報を含む大規模なデータセットを作成する。このデータセットを用いて、複数の性格指標に関する二値分類タスクとして性格推定を行った。Twitter ユーザの性格推定に関する実験では、ユーザが「いいね」「シェア」をした投稿のテキスト情報のほうがユーザと「いいね」「シェア」の共起情報よりも有用であり、性格推定精度は性格推定に利用した「いいね」「シェア」の投稿数に強く影響されることを確認した。また、投稿数の少ないユーザの性格を推定するためには、ユーザが「いいね」「シェア」をした投稿のテキスト情報が特に重要であることを明らかにした。

pp. B-K22\_1-12

原著論文

**英語版ウィキペディアオントロジーの構築と YAGO および DBpedia との比較評価****Building up Ontologies from the English Wikipedia and Comparing with YAGO and DBpedia**川上 時生\*<sup>1</sup>, 森田 武史\*<sup>2</sup>, 山口 高平\*<sup>2</sup>

\*1 慶應義塾大学大学院理工学研究科

\*2 慶應義塾大学理工学部

2019年3月29日受理, 2020年4月1日採録

**Keywords:** semantics, ontology learning, wikipedia.**Abstract:**

大規模なオントロジーの構築は情報検索やデータ統合、質問応答といったさまざまな分野でその有用性が注目されている。大規模なオントロジーの手動構築には構築コストがかかり、また保守や更新が困難という問題があるため、近年はウィキペディアのような半構造化情報資源に着目し、オントロジーを自動構築する、オントロジー学習の研究が盛んに行われている。特にウィキペディアは語彙網羅性や即時更新性に優れているため、構築されるオントロジーの保守や更新が容易になるという利点がある。こうしたウィキペディアからのオントロジーの(半)自動構築を目的とした研究の例としては、YAGO と DBpedia が有名である。

YAGO は WordNet の末端のクラスとウィキペディアのカテゴリを対応付けることで Is-a 関係を抽出し、そのカテゴリを利用して記事をインスタンスとすることでクラスインスタンス関係を抽出している。この手法により、カテゴリを利用して記事はすべてインスタンスになり得るが、本文中の情報を利用していないため、カテゴリに反映されていない情報がウィキペディア本文中に記載されている場合、これをインスタンスとして抽出できないという問題がある。また YAGO はクラス階層やクラスインスタンス関係の抽出を主に行っており、プロパティタイプなどの抽出は行っていない。

DBpedia についても、そのクラス階層は手作業で構築しており、中間概念や下位概念の不足が見受けられる。また DBpedia は Infobox からトリプルを抽出するために、Infobox の項目とオントロジーのマッピングを手作業で行っており、構築コストがかかっている。DBpedia は YAGO と異なり、プロパティ定義域、プロパティ値域、一部のプロパティタイプは存在するが、それらも手作業で記述されており、構築コストや保守・更新の面で問題となる。

本論文では、こうした YAGO や DBpedia の問題点を踏まえ、英語版ウィキペディアの本文情報(一覧記事、定義文、見出しなど)を利用し、クラス階層、インスタンス、トリプルを含んだ大規模な汎用オントロジー構築の自動構築を目指す。最後に構築したオントロジーを YAGO や DBpedia などと定量的に比較し、これらのオントロジーには含まれていない概念および概念間の関係について考察することで、本論文が提案する手法の有用性を確認する。

pp. C-J32\_1-14

原著論文

## 英語版ウィキペディアからプロパティ公理を備えたオントロジーの構築と評価

### Building up Ontologies with Property Axioms from English Wikipedia

川上 時生<sup>\*1</sup>, 森田 武史<sup>\*2</sup>, 山口 高平<sup>\*2</sup>

\*1 慶應義塾大学大学院理工学研究科

\*2 慶應義塾大学理工学部

2019年3月29日受理, 2020年5月6日採録

**Keywords:** semantics, ontology learning, wikipedia, property axiom.

#### Abstract:

大規模なオントロジーの構築は情報検索やデータ統合、質問応答といったさまざまな分野でその有用性が注目されている。近年はこうしたオントロジーの構築コストを削減するために、YAGOやDBpediaのようにウィキペディアなどの半構造体情報資源に着目し、オントロジーを自動構築する、オントロジー学習の研究が盛んに行われている。

我々はこれまでに英語版ウィキペディアにおけるさまざまな半構造体情報資源(カテゴリーツリー、一覧記事、Infobox、Infoboxテンプレート、定義文、目次見出し)から、Is-a (rdfs:subClassOf) 関係やクラスインスタンス (rdf:type) 関係、トリプルといった概念および概念間の関係を自動的に抽出することにより、大規模な汎用オントロジーである英語版ウィキペディアオントロジー(以下、EWOと呼ぶ)を構築する手法を提案してきた。EWOはYAGOやDBpediaとは異なる手法を用いて自動抽出しているため、これらのオントロジーでは抽出できない関係を多く抽出することに成功している。

一方でW3Cが定義するOWLと比較した際、プロパティ定義域・値域、プロパティ上位下位関係、プロパティタイプといったプロパティ公理や、同義語の定義が不足しているという問題が残っていた。これらの関係は推論を行うためには必要不可欠である。

本論文では、これまで構築してきたEWOに対し、新たにプロパティ公理および同義語を(半)自動抽出する手法を提案する。抽出するプロパティ公理はプロパティ定義域・値域、プロパティ上位下位関係、プロパティタイプ、プロパティ反対関係である。プロパティタイプとしては対称型、推移型、関数型、逆関数型、反射型、非反射型、非対称型を抽出する。また同義語を抽出するために同値関係の抽出を行う。

pp. D-J33\_1-14

原著論文

## Japanese Mistakable Legal Term Correction using Infrequency-aware BERT Classifier

Takahiro Yamakoshi<sup>\*1</sup>, Takahiro Komamizu<sup>\*2</sup>,  
Yasuhiro Ogawa<sup>\*2</sup>, Katsuhiko Toyama<sup>\*2</sup>

\*1 Graduate School of Informatics, Nagoya University

\*2 Information Technology Center / Graduate School of Informatics, Nagoya University

2020年2月14日受理, 2020年5月22日採録

**Keywords:** legal term, term correction, Japanese, BERT.

#### Abstract:

本論文では、誤用と思われる法令用語を法令文から検出し、その修正案を出力することにより、法令文書の作成を支援する手法を提案する。本手法は、「者」、「物」、「もの」、「規定」、「規程」、「場合」、「とき」、「時」などのように互いに類似している法令用語からなる集合を対象とする。このような法令用語は、我が国において長年にわたって培われた法制執務の慣習や規則によって、使用法とともに定義されており、厳密に書き分けられる。

本論文では、先行研究にならない、法令用語校正を分類問題として捉える。そのうえで、BERT分類器を用いた手法を提案する。大量のテキストで事前学習されたBERTモデルは、豊富な言語知識をもっており、法令用語校正にも転用できると考えられる。

次に、本論文では、法令用語校正において、法令用語レベル、法令用語集合レベルの2段階の低頻度問題が存在し、それぞれ性能低下を引き起こすことを指摘する。そのうえで、これらの問題を解決するために、(1)法令文の事前学習、(2)ソフトかつ反復的なアンダサンプリング、(3)統一した分類器の使用、の三つの工夫を提案手法に導入する。(1)では、分類器の学習の前に、BERTの事前学習の要領で法令文をBERTモデルに学習させる。これにより、全体的な予測性能の向上を目指す。(2)では、少数派の法令用語の事例数に合わせて、多数派の法令用語の事例数をアダプティブに調整する。これにより、少数派の法令用語に対する予測性能の向上と多数派の法令用語に対する予測性能の保持を目指す。さらに、先行研究では法令用語集合ごとに分類器を構築していたが、(3)では、これを一つの分類器ですべての法令用語を取り扱うように変更する。これにより、法令用語校正の知識が法令用語集合間で共有され、少数派の法令用語集合に対する予測性能の向上につながると期待できる。

実験により、提案手法が従来手法と比べて高い予測性能をもち、特に、少数派の法令用語に対する予測性能が大きく改善したことを確認した。また、低頻度問題を解決するために導入した三つの工夫が有効であったことを示した。

pp. E-K25\_1-17

## 速報論文

## ソーシャルメディアを用いた新型コロナ禍における感情変化の分析

## Social Emotions Under the Spread of COVID-19 Using Social Media

鳥海 不二夫\*<sup>1</sup>, 榎 剛史\*<sup>1, \*2</sup>, 吉田 光男\*<sup>3</sup>

- \*1 東京大学
- \*2 (株) ホットリンク
- \*3 豊橋技術科学大学

2020年4月17日受理, 2020年6月3日採録

**Keywords:** information diffusion, social emotions, SNS analysis, COVID-19.**Abstract:**

2019年に中国の武漢市付近で発生が確認された新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の拡大は、2020年4月現在進行形で全世界に多大な社会的・経済的な影響を及ぼしている。新型コロナウイルス感染症が招いた危機的状況下、いわゆる新型コロナ禍において、ソーシャルメディア上で拡散する新型コロナウイルスに関する情報は経済的な損失や社会的な意思決定へ大きな影響を与えている。

本研究では、日本において、新型コロナウイルスがどのように社会的な話題になり、議論されているのかを分析した。具体的には、Twitterの日本語データを用い、新型コロナウイルスに関する大きなイベントの発生と、ユーザの投稿に現れる感情との関係を明らかにした。

まず、新型コロナウイルスに関係するツイートを行ったユーザの偏りを分析した。その結果、新型コロナウイルスが日本に上陸し北海道で緊急事態宣言がなされた2020年2月28日以降は、関係するツイートを行ったユーザの偏りがほぼなくなり、新型コロナウイルスが一般的な話題となったことが明らかとなった。また、感情の変化を感情成分のトレンドから分析する手法を用いて、Twitterユーザの感情に大きな影響を与えたイベントを類推した。さらに、以上の分析から3月の三連休に存在したといわれる「気の緩み」の存在を示唆する集合現象が観測された。複数の分析から同等の結果が得られたということから、本来定量的には評価できない「気の緩み」の存在がソーシャルメディアから推定できる可能性があることが示唆された。

pp. F-K45\_1-7

## 原著論文

## 日本語学習者向けの文法誤り検出機能付き作文用例検索システム

## Example Retrieval System using Grammatical Error Detection for Japanese as a Second Language Learners

新井 美桜, 金子 正弘, 小町 守

東京都立大学

2020年2月6日受理, 2020年6月6日採録

**Keywords:** grammatical error detection, example sentence retrieval system.**Abstract:**

本研究では、作文支援システムとして、用例検索システムの構築に取り組む。用例検索システムは、多数の用例を収録したコーパスから、文や語句などのユーザの検索クエリに応じて用例を提示するシステムである。言語学習者が作文時に書きたい内容を思いついていても、部分的な単語や表現などのみで適切な表現が思いつけない場合にこのシステムが役立つ。一般的な用例検索システムにはいくつかの問題点がある。一つは、正しいクエリを入力しなければ適切な用例を提示できないという点である。学習者が誤用のクエリを入力することは十分に考えられることであり、その場合は適切に検索することができない。この問題はシステムが十分な量の誤用例をもつことで解決できる。もう一つの問題は誤用例を検索できる場合のもので、学習者は提示された誤用例中の誤りの部分やその修正方法がわからないという点である。これは誤用例とともに正用例を提示することによって解決できる。さらにもう一つ、誤用例と正用例を併せて提示可能な場合の問題点として、学習者自身が誤りを認識していない場合、どの部分を直すべきかわからず、混乱を招く可能性があることがあげられる。この問題は学習者に誤り箇所を知らせることで払拭できる。そこで、本研究では、誤用例を提示することの有用性に着目し、第二言語学習者のための文法誤り検出機能付き大規模誤用例文検索システムを構築した。提案システムは、文法誤り検出機能により入力文の誤りを自動で検出することで学習者に誤りを気付かせることができ、かつ、正用例付き誤用例を提示することで学習者自身がどのように自分の作文を訂正するかを判断できる検索システムとなっている。

pp. A-K23\_1-9



原著論文

## 一般化蒸留を用いた少量時系列データの長期予測

### Long-Term Prediction of Small Time-Series Data Using Generalized Distillation

林 勝悟<sup>\*1</sup>, 谷本 啓<sup>\*2, \*3</sup>, 鹿島 久嗣<sup>\*1, \*3</sup>

- \*1 京都大学
- \*2 NEC データサイエンス研究所
- \*3 理化学研究所革新知能統合研究センター

2020年3月18日受理, 2020年6月15日採録

**Keywords:** time-series data, small data, generalized distillation.

#### Abstract:

近年の急速で著しい情報通信技術の発展により, 大量のデータの活用を可能にする機械学習やデータマイニング技術がビジネスや科学にわたるさまざまな分野で大きな影響を与えている。一方で, データ取得コストや現象の希少さといった理由により, 大量のデータが得られない状況も依然として存在する。少量なデータからはわずかな情報しか得られないため, 高精度な予測能力をもつ機械学習モデルを訓練することが困難となる。特に, 本研究で扱う時系列データの長期予測では, データを長期的に収集する必要があるためデータが少量となりやすい, 不確実な長期を予測する困難さに加え, そのようなデータ数の制限により, 時系列データの長期予測がより難しい問題となる。

本研究では, 一般化蒸留の枠組みに基づいて少量時系列データの長期予測手法を提案する。主な着想は, テスト時には利用不可であるが訓練時には利用可能な現時刻と予測時刻の間のデータの特権情報と捉えて学習に活用することである。人工データやPM2.5データを用いた実験により提案手法の有効性を検証する。実験結果として提案手法は高次元な場合など問題が難しい場合により効果を期待できることを報告する。

pp. B-K33\_1-9

原著論文

## プログラミング学習における再利用性を指向した知識組織化のための知的支援 機能・振舞い・構造の観点に基づく問題解決過程のモデル

### Intelligent Learning Support for Reusability Oriented Knowledge Organization in Programming Learning A Model of Problem-Solving Process Based on Function-Behavior-Structure Aspects

古池 謙人<sup>\*1</sup>, 東本 崇仁<sup>\*2</sup>, 堀口 知也<sup>\*3</sup>, 平嶋 宗<sup>\*4</sup>

- \*1 東京工芸大学大学院工学研究科
- \*2 東京工芸大学工学部
- \*3 神戸大学大学院海事科学研究科
- \*4 広島大学大学院工学研究科

2019年8月26日受理, 2020年6月16日採録

**Keywords:** programming education, knowledge organization, problem-solving process, intelligent tutoring system.

#### Abstract:

近年, 世界的にプログラミング教育の需要が高まっており, 同時にプログラミング教育におけるITS(Intelligent Tutoring System)を高度化する重要性も増している。このような学びをコンピュータが知的に支援するためには, コンピュータが個々の学びに適応できる必要がある。ITSに関する研究では, (A)対象領域の特徴に基づいたインデクシングによって質問や問題の特徴を制御したり, (B)説明可能な問題解決モデルに基づいて問題解決過程を把握し, フィードバックなどによって適切に介入することで, 学習効果の向上が支援されてきた。

一方で, プログラミングにおいては, 問題解決を通じて得た知識を再利用することが重要である。知識を再利用するためには, まず知識間の違いを理解したうえで, それらを体系化することが有効である。よって本研究では, 機能要求の達成をプログラミングにおける問題解決と捉えることで, このプロセスに関連する知識を整理することを目的としている。

問題解決が解決に必要な知識の獲得に向けられていると仮定すると, プログラミングの知識そのものの記述が問題のインデクシングにつながる。先行研究では, 機能を発揮する実体を部品と呼び, 機能(function)-振舞い(behavior)-構造(structure)の観点から整理することで, 部品の知識を記述可能にしている。著者らは, プログラミングにおける問題解決プロセスもこれらの観点によって説明できると考えた。そこで, 機能-振舞い-構造の観点に基づく部品のモデルを提案し, さらに, 部品を用いた問題解決過程のモデルを提案した。

また, 提案モデルによるフィードバックの有効性を検証するために, 従来システムによるフィードバックと比較する評価実験を行った。実験の結果, 提案モデルは, システムで実現可能なフィードバックを, より適切に提供できることが示唆され, 提案モデルに基づいて部品を学習することで効果的な支援を実現できることが示唆された。

pp. C-J82\_1-17

原著論文

**掘り下げ質問を行う就職面接対話システムの自律型アンドロイドでの実装と評価****A Job Interview Dialogue System That Asks Follow-up Questions: Implementation and Evaluation with an Autonomous Android**井上 昂治<sup>\*1</sup>, 原 康平<sup>\*1</sup>, ララ ディベッシュ<sup>\*1</sup>, 山本 賢太<sup>\*1</sup>, 中村 静<sup>\*1</sup>, 高梨 克也<sup>\*2</sup>, 河原 達也<sup>\*1</sup>

\*1 京都大学大学院情報学研究科

\*2 滋賀県立大学人間文化学部

2020年4月15日受理, 2020年7月24日採録

**Keywords:** spoken dialogue system, autonomous android, job interview, follow-up question.**Abstract:**

就職面接において面接官役を担う音声対話システムについて述べる。提案システムは就職面接の練習相手になることを想定している。従来の面接対話システムでは、事前に用意された質問のみが投げかけられるため、人間が面接官役を務めた場合と比べて無難で単調な面接になってしまう。本研究では、面接志願者の回答の充足度と回答中のキーワードに基づいて掘り下げ質問を生成する手法を提案する。提案する面接対話システムを自律型アンドロイド ERICA に実装し、被験者実験を実施した。比較システムは、事前に用意された質問のみを順番に行うものである。その結果、面接自体に対する印象、質問の質、面接官の存在感に関して、掘り下げ質問を行う提案システムは有意に高い評価を得た。

pp. D-K43\_1-10

原著論文

**能動的変化点検知****Active Change-Point Detection**林 勝悟<sup>\*1</sup>, 河原 吉伸<sup>\*2, \*3</sup>, 鹿島 久嗣<sup>\*1, \*3</sup>

\*1 京都大学

\*2 九州大学

\*3 理化学研究所革新知能統合研究センター

2019年10月28日受理, 2020年7月27日採録

**Keywords:** change-point detection, Bayesian optimization.**Abstract:**

変化点検知はデータから変化を検知する問題であり、データは受動的に与えられることが想定されている。データ取得コストが無視できないくらい大きい場合、変化点検知に有効なデータを能動的に取得することでコストを抑えることが望ましい。本論文では、取得コストが大きいデータの効率的な変化点検知のための枠組みである能動的変化点検知を提案する。能動的変化点検知では、過去の観測に基づいて次に取得するデータを適応的に決定して、できるだけ少ない取得回数で変化点を検知することが目的である。本論文では、さまざまな種類のデータや変化点に対して適用可能なメタ手法を提案する。提案手法は既存の変化点検知手法を用いて変化スコアを計算し、変化スコアに対してベイズ最適化手法を適用することで次の取得データを決定する。人工データと、材料科学データや海底深度データなどの実データを用いて、異なるデータや変化点の設定における提案手法の有効性を実験的に検証する。

pp. E-JA10\_1-10

原著論文

### 協調フィルタリングにおけるメタラーニングの適用による疎なデータからの学習と不確実性の推論

#### Meta Learning Approach to Collaborative Filtering for Tackling Learning from Sparse Data and Handling Uncertainty

福馬 智生<sup>\*1, \*2</sup>, 鳥海 不二夫<sup>\*2</sup>

\*1 (株) TDAI Lab

\*2 東京大学大学院工学系研究科

2019 年 12 月 18 日受理, 2020 年 7 月 27 日採録

**Keywords:** machine learning, recommendation system, meta-learning.

#### Abstract:

本研究ではメタラーニングに基づいた発想より, 協調フィルタリングの手法を拡張し, 疎なデータからの学習を効率化し, モデルの出力における不確実性を考慮するモデルの提案を行った. 提案手法では NP の枠組みを推薦タスクに適応させた MetaCF を提唱した. 提案手法は, 従来のコードに数行追加することで実装が行え従来の深層学習ベースの協調フィルタリングモデルのネットワーク機構を変えることなく実装可能である. 本論文では, 提案手法を事前学習, ネットワーク構造などといった観点から性能を評価し, また既存の state-of-the-art の手法と比較して, より疎なデータにおいて Top-N 推薦タスクで大きな性能の向上を確認した. また提案手法が履歴の少ないユーザやアイテムに対し不確実性を高く出力しており, それらに対する推論において性能の向上を示していることを確認した.

pp. F-JC3\_1-9

原著論文

### 発話権取引を用いた会議の音声認識精度向上 コミュニケーション場のメカニズムにおける 制約活用による人工知能活用

#### Improving Speech Recognition in Meeting Using Dealing Rights to Speak Making Use of Constraints Given by Communication-field Mechanism for Further AI Application

中林 一貴, 益井 博史, 谷口 忠大

立命館大学情報理工学部

2020 年 3 月 2 日受理, 2020 年 7 月 28 日採録

**Keywords:** communication-field mechanism design, speech recognition, communication, meeting support systems, speaker diarization.

#### Abstract:

コミュニケーション場のメカニズムデザインはルール(制約)やインセンティブ(誘因構造)などによって定義されるメカニズムを設計することで, 間接的にディスカッションやディベート, ミーティング, コンサルテーションといったコミュニケーション場をコントロールしようとするアプローチである. コミュニケーション場のメカニズムは実際のコミュニケーション場に制約を与えることによりコミュニケーション場を改善するが, 本稿ではこの制約が人工知能技術の性能向上を果たすためにも副次的にも活用可能ではないかと考えた. 本稿ではこの「コミュニケーション場のメカニズムの制約活用による人工知能技術の活用促進」というシナリオの PoC (Proof of Concept: 概念実証) を行うために, 音声認識技術と発話権取引を例として取り上げ, その妥当性を実証的に検証した. 実験では被験者にフリーディスカッション条件と発話権取引条件で対面での話し合いを行ってもらい, それを全周囲録音およびピンマイク録音した音声データを音声認識し, 人手による書き起こし文と比較した. 実験結果より発話権取引の単純な導入により音声認識の精度が向上することが示された. これにより「コミュニケーション場のメカニズムの制約活用による人工知能技術の活用促進」というシナリオが事例に基づき支持され, コミュニケーション場のメカニズムと人工知能技術の共進化的関係を考慮に入れつつ研究開発を進めることの意義が示唆された.

pp. G-K31\_1-10

原著論文

**ソーシャルメディアにおける影響関係から  
金融市場に対する作用のモデル化と分析****Modeling and Analysis of Effects on Financial  
Markets from Influence Relationships in Social  
Media**

田村 浩一郎, 松尾 豊

東京大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻

2020年6月1日受理, 2020年8月17日採録

**Keywords:** social media, deep learning, social sensor, social actuator, financial market.**Abstract:**

金融市場の観測や予測をする際、ソーシャルメディアを世界の射影と捉え、観測・予測に有用な情報源として用いる手法が提案されている。一方で、近年、ソーシャルメディア内での相互作用が、投資家の心理状態の変化を引き起こし、金融市場の価格変動の決定要因の一つになっている可能性がある。暗号資産のような需要と供給がより投資家心理に左右されやすい金融資産の登場に伴い、ソーシャルメディア内の相互作用と心理状態の変化が金融市場に作用する事象をモデル化し、分析する重要性は高まっている。本研究では、暗号資産をはじめとする金融資産の価格変動をより精緻にかつ安定して予測することを目的に、ソーシャルメディアにおける影響関係から金融市場に対する作用をモデル化し、モデルを用いた解析によって、ソーシャルメディアにおける影響関係から金融市場に対する作用の分析を行う。ソーシャルメディアにおけるユーザの影響関係とその金融市場に対する作用は、直接観測することができず、時間を通して相互に複雑に関連しているため、モデル化し分析することは困難であった。そこで本研究は、ソーシャルメディアにおける影響関係から金融市場に対する作用を定式化し、end-to-endのニューラルネットワークである **Recurrent Neural Network** を用いてモデル化する手法を提案する。実験を通して、ソーシャルメディアの影響関係から金融市場への作用をモデル化する手法を提案し、既存の価格決定要因では説明することが難しい暗号資産の価格変動をより精緻にかつ安定して予測可能であることを示した。また、提案手法のモデルによって、ソーシャルメディアの影響関係から金融市場への作用の分析可能性を高め、ソーシャルメディア内のネットワークが直接接続されていなくとも、時間を通して影響を与える関係になることや、金融資産の性質によってソーシャルメディアから金融市場への影響の強さが異なることを示唆した。

pp. A-K61\_1-11

原著論文

**ニューラル要約モデルのための原文書と  
要約対の差分に基づく語彙構築方法****A Vocabulary Costruction Method based on  
Difference between Source Document and  
Summary for Neural Summarization Model**

牧野 拓哉, 岩倉 友哉

(株) 富士通研究所

2020年4月17日受理, 2020年8月18日採録

**Keywords:** text summarization, neural network, vocabulary construction.**Abstract:**

ニューラル要約モデルにおいて高い要約精度が報告されている **pointer-generator** は、出力用語彙からの単語生成に加えて、原文書からの単語のコピーに基づいて要約を生成する。従来の出力用語彙の構築手法は、学習データにおける参照要約の高頻度語から語彙を構築する。しかしながら、参照要約における高頻度語は、入力 of 原文書にも高頻度で出現することが少なくない。そのため、従来の語彙構築手法で構築された語彙は、原文書からの単語のコピーが可能な **pointer-generator** にとっては冗長といえる。本論文は、原文書と参照要約の対を利用して、原文書には出現せず、参照要約のみ to 出現する単語から語彙を構築する語彙構築手法を提案する。CNN/Daily Mail および NEWSROOM での実験によって、提案手法は **pointer-generator** の ROUGE 値を改善させつつ、原文書に出現しない単語の生成が増加することを示す。

pp. B-K46\_1-8

原著論文

## 高速かつ省メモリなドライバ姿勢推定

## Fast and Compact Driver Pose Estimation

西行 健太<sup>\*1</sup>, 日向 匡史<sup>\*1</sup>, 田崎 博<sup>\*1</sup>,  
木下 航一<sup>\*1</sup>, 長谷川 友紀<sup>\*1</sup>, 山下 隆義<sup>\*2</sup>,  
藤吉 弘亘<sup>\*3</sup>

\*1 オムロン株式会社技術・知財本部研究開発センタ  
画像センシング研究室

\*2 中部大学工学部情報工学科

\*3 中部大学工学部ロボット理工学科

2020年5月12日受理, 2020年8月24日採録

**Keywords:** driver monitoring, autonomous driving, fast  
and compact pose estimation, embedded system, deep  
learning.

**Abstract:**

ドライバ姿勢推定はドライバモニタリングシステム(DMS)に不可欠な技術であり, ドライバの異常検出に役立つ. 従来の人物姿勢推定に比べて, ドライバ姿勢推定は組込機器に搭載するため, 高速かつ省メモリであることが要求される. 本論文では ShuffleNet V2 と Integral Regression を組み合わせた高速かつ省メモリなドライバ姿勢推定を提案する. ShuffleNet V2 は演算量を削減することができ, Integral Regression はヒートマップの量子化誤差を減らすことができる. また, ドライバが急病になった際, 頭部が画角外に移動するため, DMS ではドライバの関節点が画像中に映っているかどうか(関節点有無)を判定することも重要となる. 本論文ではドライバの関節点座標だけでなく, 関節点有無も同時に推定するネットワークモデルを提案する. 夜間でも撮影可能な近赤外カメラを用いて, ドライバ姿勢推定用のデータセットを構築し, それらのデータセットを用いて, 提案手法の評価を行った. 消費リソースが制限された条件において, 提案手法は既存の人物姿勢推定手法よりも高い精度を達成した. また, 提案手法を構成する三つの要素(ShuffleNet V2, Integral Regression, 関節点有無の推定)を除いた Ablation Study を行い, 各要素が消費リソース制限時の精度低下抑制にどの程度寄与しているかを示す. 最後にドライバの行動パターンごとの評価を行い, 行動パターンの傾向を示す.

pp. C-K53\_1-10

原著論文

## Computational Thinking を育成する組み立て式ベン図・Yes/No チャート学習システムの設計・開発および評価

## Development and Experimental Use of Assembling Venn Diagram and Yes/No Chart Exercise System Cultivating Computational Thinking

福井 昌則<sup>\*1, \*2, †1</sup>, 佐々木 雄司<sup>\*3</sup>, 萩倉 丈<sup>\*4</sup>,  
林 雄介<sup>\*1</sup>, 平嶋 宗<sup>\*1</sup>

\*1 広島大学

\*2 日本学術振興会特別研究員(DC1)

\*3 慶應義塾大学

\*4 関西学院大学

2019年10月18日受理, 2020年9月2日採録

**Keywords:** algorithmic thinking, classification task,  
computational thinking, experimental learning,  
programming thinking.

**Abstract:**

本論文は, Computational Thinking を育成するベン図・Yes/No チャート学習システムの設計・開発とその評価について報告することを目的としている. Computational Thinking を育成するために, 図形の分類課題を題材とするベン図, Yes/No チャート学習システムを Web アプリケーションとして開発した. このシステムは HTML5 と vis.js を用いて開発した.

本システムの有効性を評価するために, 大学生 20 名, 高校生 4 名を対象に, 経験学習を用いた実践を行った. その結果, 18 名の学生が本システムを用いることで, 図形の分類についてより適切に説明できるようになった. また, システム利用後の Computational Thinking の得点の中央値は, システム利用前の Computational Thinking の得点の中央値よりも有意に高い値を示した. このことから, 本システムは経験学習を用いた Computational Thinking の育成に効果的であることが確認された.

pp. D-JA7\_1-13

†1 所属は本論文投稿時.