

平成 30 年 5 月 16 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26240036

研究課題名(和文) オントロジーとデータマイニングに基づくインテリジェントサービス開発基盤

研究課題名(英文) A Intelligent Service Development Platform Based on Ontologies and Data Mining

研究代表者

山口 高平 (Yamaguchi, Takahira)

慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授

研究者番号：20174617

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,300,000円

研究成果の概要(和文)：オントロジーとデータマイニングに基づくインテリジェントサービス開発基盤を設計、実装、評価するために、(1)ビッグデータからパターンライブラリをマイニングする系列DM/TMモジュール、(2)ローカルリンクトデータ生成器、(3)リンクトデータクラウド生成器、(4)オントロジーアライメントモジュール(+アプリケーションオントロジー生成器)、(5)AIタスク合成器を個別に設計し実装した後、それらの成果物をインテリジェントサービス開発基盤として統合する。さらに、行政支援、自動車運転支援、知能ロボットによる作業支援、教育支援サービス、スマートグラスによる作業支援を通して評価し、良好な結果を得た。

研究成果の概要(英文)：We develop "A Intelligent Service Development Platform Based on Ontologies and Data Mining" including the following research items: sequential data/text mining, local linked data generator, linked data crowd generator, ontology alignment, AI task composer. We also evaluate the platform with the following real cases: community support, work support by intelligent robots, teaching support by intelligent robots and work support by smart glasses.

研究分野：知能情報学

キーワード：オントロジー インテリジェントサービス テキストマイニング 知能ロボット/

1. 研究開始当初の背景

コンピュータの高速化、記憶装置の大容量化、ネットワークの広帯域化、ソフトウェアのオープン化に支えられ、オントロジーとデータマイニングを中心に AI 基礎研究が進展し、その進展が自然言語/画像/音声理解のような AI 応用システムを実用化させている。

ワトソン、SIRI、知識グラフは、オントロジー、Linked Data、言語理解、データマイニングなどの AI 基盤技術と他の AI 要素技術・IT を連携させたインテリジェントサービスが登場してきたが、個別事例に留まっており、汎用的なインテリジェントサービス開発基盤の整備が待たれている。

2. 研究の目的

本研究では、オントロジーとデータ/テキストマイニングの研究成果に基軸とし、ビッグデータからのマイニング結果であるパターンライブラリ、Web Page/API から構築されるリンクトデータクラウド、オントロジーアライメントから生成されたアプリケーションオントロジー、AI 基本タスクライブラリから合成される AI 複合タスクを統合するインテリジェントサービス開発基盤を設計・実装することを目的とする。また、本インテリジェント開発基盤により、自動車運転支援、地域活性化支援、人型ロボットを利用した教育支援、人型ロボットを利用した組立作業支援を実装し、本開発基盤を評価することも目的とする。

3. 研究の方法

オントロジーとデータマイニングに基づくインテリジェントサービス開発基盤を設計、実装、評価するために、(1)ビッグデータからパターンライブラリをマイニングする系列 DM/TM モジュール、(2)ローカルリンクトデータ生成器、(3)リンクトデータクラウド生成器、(4)オントロジーアライメントモジュール (+アプリケーションオントロジー生成器)、(5)AI タスク合成器を個別に設計し実装した後、それらの成果物をインテリジェントサービス開発基盤として統合する。

さらに、行政支援、自動車運転支援、知能ロボットによる作業支援、教育支援サービスを本インテリジェントサービス開発基盤により開発して評価し、最終的な知見をとりまとめる。

4. 研究成果

(1)については、系列 DM/TM モジュールの設計では、Twitter から発信者のソーシャルメディア上での活動と発話のテキストデータを同時に逐次的に取得し、ユーザの行動に繋がる特徴語句の抽出するプログラムを開発した。また、系列パターン評価指標を利用した数値時系列パターンとの時系列相関分析を感情極性という全く異質の評価値との関連性を示した。さらに、機械学習アルゴリ

ズムにより生成された学習モデルによるパラメータ値の予測、成否の判別、画像の識別などを実行するため、機械学習関連タスクを実行する ROS モジュールの設計、実装、評価を実施した。

(2)については、構造情報を利用して HTML から必要なデータを抽出するスクレイパーを作成し、Linked Data を構築し、じゃらん観光ガイド Web サイトなどから観光スポット情報を抽出する実験を実施し、良好な結果を得た。また、行政オープンデータを利用した地域活性化支援サービスの開発においても、スクレイパーにより各種データから Linked Data を構築し、高速道路上で社会実証実験を実施し、良好な結果を得た。

(3)においては、日本語 Wikipedia オントロジー (JWO) が持つ、多くのプロパティと Linked Open Vocabulary に存在する語彙の対応付けを行うことで、半自動的に日本語 Linked Data のためのプロパティを発見し、リンクトデータクラウド基盤を開発できた。

(4)については、日本語 WordNet (JWN) と JWO のアライメントについて、1. クラス-インスタンス関係の抽出、2. クラス-インスタンス関係の洗練とアライメント対象クラスの同定、3. JWO クラスと JWN の Synset のアライメント、4. 領域オントロジー構築支援環境 DODDLE-OWL を用いた JWO と JWN の統合を実施した。

(5)については、(1)～(4)を連携させ、研究目的に記載した、(a)自動車エコ運転支援サービス、(b)行政オープンデータを利用した地域活性化サービス、(c)人型ロボットによる教育支援サービス、(d)人型ロボットによる組み立て作業支援サービスの実装と評価に (e) スマートグラスによる機器故障診断を追加し、5 種類の事例を通して、インテリジェントサービス開発基盤を評価した。

(a)については、人間生活工学研究センター等の運転行動データや道路交通データに対象に構築した運転行動分析手法に基づき、様々な道路環境や交通状況における高齢者、若年者、教習所指導員の運転操作・車両挙動等の特徴を抽出して、教習所指導員の運転行動を規範とした不安全行動の抽出や燃料消費の推定等を実施した。

(b)については、行政オープンデータを利用した地域活性化支援サービスについては、高速道路からの地域立寄り支援を目標にして、高速道路休憩施設、給油、駐車、天気などのデータを Linked Data 化してインテリジェントサービスを開発し、愛知県東部から静岡県中西部の休憩施設で 1 か月間、実証実験を実施し、515 ユーザがこのサービスを利用し、そのうち 222 ユーザが詳細情報を閲覧し、26 ユーザが実際に立ち寄りを行った。

(c)については、人型ロボットによる教育支援サービスについては、小学校 5 年生社会科単元「地球温暖化」を対象にし、オントロジーによる知識教示、身振り手振りの動作に

よる生徒の興味関心の向上を目的にして、教諭と人型ロボット NAO の連携システムを開発し、横須賀市立鶴久保小学校 5 年生 113 名を対象にした実証実験を実施し、90%以上の生徒はこの授業に関心を持ち、授業をより深く学びたい意向を示した。

(d)については、人型ロボットによる製品組立作業支援サービスについては、ロボットが製品組立作業を自律的に改善することを目指し、作業レイアウトや組立順序まで改善し、深層強化学習により自律的に部品を把持する基礎研究も目標とし、前者は IE 理論の改善により対処し、後者は、深層強化学習を実装し、基礎的な考察は行った。

(e)については、スマートグラスによる機器故障診断サービスについては、オントロジーに基づく QA 機能をスマートグラスに実装し評価することを目標とし、オントロジー以外に、ワークフロー、業務ルール、業務ルールの根拠も知識として与え、これら 4 種類の知識を統合し、ユーザ(作業員)の質問に総合的に回答する機能を実装し、ケーススタディを通して、高い評価が得られた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 山口高平、森田武史、南部竜太郎、Integrating Smart Glasses with Question-Answering Module in Assistant Work Environment、The Review of Socionetwork Strategies、査読あり、11 (1) 巻、2017、1-16
- ② 山口高平、森田武史、榎本善太郎、大河原渉、飯島千絵、Implementing Mobility Service with Japanese Linked Data、Special Issue on Data Science for Big Data、International Journal of Computational Intelligence Studies、査読あり、5 巻、2017、267-288
- ③ 山口高平、森田武史、下村道夫、並河大地、南裕也、田中改、多川勇介、Linked Data とルールベースの統合に基づく食事療法支援サービスの開発と評価、人工知能学会論文誌、査読あり、Vol. 31、No1、2016、16-28
- ④ 山口高平、森田武史、阿部秀尚、菅原優、松本修一、Identifying Behavior Objective from Traffic Behavior Log Data by Using Facility Ontology、Special Issue on Data Mining and Service Science for Innovation、International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms、査読あり、2016
- ⑤ 山口高平、森田武史、榎本善太郎、大河原渉、飯島千絵、Implementing Mobility Service with Japanese Linked Data、Special Issue on Data Science for Big Data、

International Journal of Computational Intelligence Studies、査読あり、2016

⑥ 山口高平、森田武史、洪潤基、斎藤忍、飯島正、SCOR オントロジーに基づく生産管理プロセスモデリング支援ツールの実装、情報システム学会誌、査読あり、11、1 巻、2015、13-47

⑦ 森田武史、川村隆浩、福田直樹、Linked Data とセマンティック技術の海外動向、人工知能学会誌、査読あり、30、5 巻、2015、580-589

⑧ 阿部秀尚、Analyzing User Behaviors Based on Temporal Patterns of Sequential Pattern Evaluation Indices on Twitter、Lecture Notes in Computer Science (LNCS)、査読あり、9441 巻、2015、177-188

⑨ 山口高平、森田武史、玉川奨、関本有佳、Building up a class hierarchy with properties by refining and integrating Japanese Wikipedia Ontology and Japanese WordNet、Web Intelligence and Agent Systems: An International Journal、査読あり、Volume 12, Number 2 巻、2014、211-233

⑩ 山口高平、森田武史、玉川奨、香川宏介、大規模 Linked Open Data のための日本語語彙の構築、人工知能学会論文誌、査読あり、29(4)巻、2014、386-395

[学会発表] (計 30 件)

- ① 稲田周平、渡邊敬次郎、過去の学習結果を利用した製品組立順序の自動探索、2018 年度精密工学会春季大会、2018-03-15
- ② 山口高平、森田武史、阿部秀尚、ROS モジュールにおけるメタ学習による機械学習アルゴリズム選定の実現と評価、第 190 回情報処理学会知能システム研究会、2018-03-02
- ③ 山口高平、森田武史、川上時生、Building Wikipedia Ontology with More Semi-Structured Information Resources、Semantic Technology - 7th Joint International Conference、2017-11-08
- ④ 山口高平、森田武史、中村高大、A User-Centric Platform PRINTEPS to Develop Integrated Intelligent Applications and Application to Robot Teahouse、Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: the 21st International Conference、2017-09-01
- ⑤ 山口高平、森田武史、阿部秀尚、ROS 環境上での機械学習実行モジュールの設計と実装、情報処理学会 第 79 回全国大会、2017-03-17
- ⑥ 山口高平、森田武史、阿部秀尚、ROS 環境上における機械学習タスク実行モジュールの実装と評価、人工知能学会 第 110 回知識ベースシステム研究会、2017-03-02
- ⑦ 山口高平、森田武史、浅野泰史、ドメインオントロジーと日本語 Wikipedia オントロジー

一の統合に基づく質問応答ロボットの開発と評価、第 12 回 情報システム学会 全国大会・研究発表大会、2016-11-12

⑧阿部秀尚、人工知能利用対人サービスと業務プロセスモデリングに関する一考察、第 12 回 情報システム学会 全国大会・研究発表大会、2016-11-12

⑨稲田周平、柳生大輔、櫻庭彬生、モーションセンサを利用した作業分析システムの提案、(公社)日本経営工学会 2016 年度秋季研究大会、2016-10-28

⑩稲田周平、市来寄治、榎本龍之介、多要因の不確実性を考慮した製造・販売活動の安全性分析、(公社)日本経営工学会 2016 年度秋季研究大会、2016-10-28

⑪山口高平、森田武史、浅野泰史、Development and Evaluation of an Operational Service Robot Using Wikipedia-based and Domain Ontologies、2016 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence、2016-10-15

⑫山口高平、森田武史、浅野泰史、A Question Answering System with Wikipedia-based and Domain Ontologies、1st International Workshop on Platforms and Applications for Social problem Solving and Collective Reasoning、2016-10-13

⑬山口高平、稲田周平、湊澤雅志、荒井恭佑、A FUNDAMENTAL ROBOT WORK SYSTEM EQUIPPED WITH THE SELF-IMPROVEMENT MECHANISM、The 18th International Conference on Industrial Engineering、2016-10-10

⑭山口高平、森田武史、木本達也、南部竜太郎、Integrating Smart Glasses with Question-Answering Module in Assistant Work Environment、Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 20th Annual Conference、KES-2016、2016-09-05

⑮山口高平、人工知能 (AI) がもたらす新しい社会、情報システム学会第 9 回シンポジウム、2016-05-14

⑯阿部秀尚、系列パターン評価指標を用いた感情極性推定手法の開発、情報処理学会 第 182 回知能システム研究会、2016-03-03

⑰山口高平、稲田周平、湊澤雅志、荒井恭佑、画像情報を用いたロボット動作の認識一ロボットによる自律的改善に向けて一、日本経営工学会 2015 年秋季研究大会、2015-11-28

⑱大門樹、織田利彦、笛木和人、Fundamental Study on Wide Area Road Traffic Information of VICS based on Driver Workload、22th World Congress on Intelligent Transport Systems、2015-10-07

⑲山口高平、森田武史、菅陽哉、Primary School Teacher-Robot Collaboration with Multiple Information Sources、Workshop on Bridging user needs to deployed applications of service robots、IEEE/RSJ International Conference on Intelligent

Robots and Systems 2015、2015-09-28

⑳山口高平、森田武史、石井誉仁、木本達也、菅陽哉、菅原優、別府高志、Integrating Heterogeneous Data Sources for Planning Road Reconstruction、Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference、2015-09-08

㉑山口高平、森田武史、筒井瑛斗志、Extending DBpedia with List Structures in Wikipedia Articles、第 36 回セマンティックウェブとオントロジー研究会-DBpedia シンポジウム、人工知能学会、2015-07-09

㉒阿部秀尚、Analyzing User Behaviors Based on Temporal Patterns of Sequential Pattern Evaluation Indices on Twitter、The fourth Quality issues, measures of interestingness and evaluation of data mining models workshop (QIMIE'15)、2015-05-19

㉓山口高平、稲田周平、湊澤雅志、石井誉仁、産業用ロボットの活用に向けた作業改善の自動化一サーブリックを利用した基礎研究一、2014 年秋季大会、日本経営工学会、2014-11-09

㉔山口高平、別府高志、丸毛伸仁、A Knowledge Transfer System Integrating Workflow, a Rule Base and a Goal Tree Based On Domain Ontologies、International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM2014)、2014-10-17

㉕山口高平、A Knowledge Transfer System Based on the Integration of Workflow and Rule Base and Ontologies、Faculty of Computer Science, the University of Vienna、2014-10-14

㉖山口高平、森田武史、阿部秀尚、菅原優、松本修一、Identifying Types of Staying Facilities from Traffic Behavior Log Data、18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems、2014-09-15

㉗大門樹、織田利彦、中村敏樹、Fundamental Study of In-Vehicle Information Provision Based on Cognitive Workload of Elderly Driver Wh、21th World Congress on Intelligent Transport Systems、2014-09-09

㉘山口高平、稲田周平、湊澤雅志、石井誉仁、双腕型ロボットによる作業改善に向けたサーブリックの活用、日本生産管理学会第 40 回全国大会、2014-09-07

㉙山口高平、稲田周平、湊澤雅志、石井誉仁、サーブリック分析を用いた双腕ロボットによる作業改善、2014 年度人工知能学会全国大会 (第 28 回)、2014-05-24

㉚阿部秀尚、TETDM におけるテキストマイニング関連オブジェクトの整理と実装、2014 年度人工知能学会全国大会 (第 28 回)、2014-05-12

〔図書〕(計1件)

①山口高平、松尾豊、中島秀之、西田豊明、溝口理一郎、長尾真、堀浩一、浅田稔、松原仁、武田英明、池上高志、山川宏、栗原聡、人工知能とは、近代科学社、2016、264

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 高平 (YAMAGUCHI, Takahira)

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：20174617

(2) 研究分担者

大門 樹 (DAIMON, Tatsuru)

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：80306878

稲田 周平 (INADA, Shuhei)

慶應義塾大学・理工学部・准教授

研究者番号：60327715

森田 武史 (MORITA, Takeshi)

慶應義塾大学・理工学部・講師

研究者番号：50590171

阿部 秀尚 (ABE, Hidenao)

文教大学・情報学分・准教授

研究者番号：00397853

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし