
人工知能・IoT 研究部門

2018 年度活動サマリー・研究成果・業績リスト

人工知能・IoT 研究部門 (2019.3.31 現在)

(部門長)		(部門研究員)
山田哲靖 教授	⋮	山田哲靖 教授
(副部門長)	⋮	水野秀之 教授
土屋 健 准教授	⋮	橋本幸二郎 助教
	⋮	土屋 健 准教授
	⋮	広瀬啓雄 教授

人工知能・IoT 研究部門 活動サマリー

1. 基本方針

- ① 人工知能・IoT 技術をシーズとし、地域を中心とした企業や自治体の抱える課題への応用的適用の研究を進める。研究については、研究部門内で協力して進めるとともに、他の研究部門・研究室との協力を図る。
- ② AI 研究に関する人的・物的リソースを確保する。
 - ・AI 研究会にて、学内教員の相互研鑽を進めるとともに、外部講師を招いての講演会や、対外的な講演会を企画する。
 - ・AI ラボとして、部屋と設備を用意し、学内および外部企業との研究に活用する。
 - ・AI クラウドとして、AI 計算リソースを保有し、学内外に提供する。
 - ・学生、特に AI サークルのメンバを指導するとともに、学生アルバイトとして部門の運営の一部を手伝わせることで、学生の教育と研究部門の要員確保を兼ねる。
- ③ 広報的なアピールとして、テレビ・新聞取材、見学、講演、講義ライブ等への対応を行う。

2. 当初計画（2018 年度初）

以下のステップで進める。なお、進捗を踏まえて計画を随時見直す。

- ① 環境・体制整備、AI ラボ構築、AI クラウド構築・試験運用（2018 年度）
- ② AI クラウド学内運用、一部研究内容の授業への反映（2019 年度）
- ③ AI クラウド外部提供、研究内容の学生実験への反映、AI 社会人向けコース準備（2020 年度）

3. 修正計画（2018 年度末）

2021 年度から実施予定であった AI 社会人向けコースを、2019 年度から一部前倒しで実施する。

- ・カリキュラムの検討と講師の選定、予算の確保を行った。
- ・2019 年度より、教材の開発（授業配信）、講義の環境（人工知能・IoT の実技実施環境）の構築を行う。
- ・講義の一部分を 2019 年度から開講する。

4. 重点項目の状況

(1) AI 研究会

- ・AI 社会人向けコースの講師等の形で活動。

(2) AI ラボ

- ・急な来客対応や、デモの質を上げるため、AI ラボに常設デモ環境を整備する。2019 年度夏までにデモ環境を構築する。

- ・2号館3階の部屋を確保したので、ネットワーク設備や機材を配置中。
- ・デモ用機材を搬入。
- ・企業より贈呈された65インチモニタを設置（2019年4月3日に贈呈式を開催）

(3) AI クラウド

- ・2号館2階サーバー室に200V電源3系統を整備
- ・GPUサーバ2台（8GPU、4GPU）とジョブディスパッチ用サーバ2台を設置
- ・ジョブスケジューラによる動的GPU割当とジョブ管理を実現
- ・使用状況表示システムを開発（AIサークルメンバによる）

(4) AI サークル

現在のサークルメンバーは13名（4～2年生）。2018年度の活動内容は以下の通り。

- ・国公立大 by AERA 取材対応
- ・GTC2018 参加（1名）
- ・AIクラウドの使用状況表示システムを開発（1名）
- ・サイエンス・インカレ（2019年3月）にAIサークルの学生3名によるAIクラウド構築について応募した。
- ・サイエンス・インカレの発表会を聴講（2名）

5. 研究開発成果（概要）

(1) Deep Neural Network に基づくドライバの運転行動モデリングとその可視化に基づく ドライバの認知機能評価技術の開発

- ・目的：高齢ドライバの事故防止技術を開発する。
- ・研究成果：DNN と生成過程モデルを組み合わせることで、操作情報から認知対象を抽出する事が可能である。

(2) ディープラーニングによる受注予測技術の開発

- ・目的：自動車生産・販売データ等を利用し、自動車部品受注数を高精度に予測する。
- ・研究成果：リカレントニューラルネットワークの一種であるESNを適用することにより、カオス的な複雑な事象に対しても予測が可能となった。

(3) 製品保守に関する自然言語記述文章データ解析と活用技術

- ・目的：過去の自由記述の保守データを元に、製品保守を支援する。
- ・研究成果：パラグラフベクターによる文章分類器により、自由記述の文章中の文を70%の精度で分類する事が可能となった。

(4) ディープニューラルネットワークによる空調制御の高度化技術

- ・目的：空調制御に学習機能を組み込み、運用しながら最適化を図る。
- ・研究成果：空調システムを一次遅れ+むだ時間系で表現し、一次遅れパラメータを推定。それを用いてPID制御におけるPIDゲインを最適化できる目処が立った。

以上

【研究成果】

歩行動作からの情報取得に関する研究

1. 背景・目的

人の日常的な歩行動作には、様々な情報が含まれている。歩行動作から正確に変位が取得できれば GPS のような付加情報を用いず自律的に現在位置を取得でき、また歩行動作そのものも個人によって異なることから個人認証に用いることも可能である。さらには、疲労度によって歩行動作が異なることから疲労度の測定も可能になると考えられる。本研究では、特殊な機器ではなく一般的なカメラやスマートフォンに搭載されたセンサーなど日常的な機材を用いて歩行動作から様々な情報を抽出することで、ナビゲーションや個人認証等の様々な日常活動を支援するサービスの実現を目指す。

2. 今年度の研究成果

下記の研究を行った。

(1) 歩行動画からの姿勢情報に基づく個人識別

一般的なカメラを用いて撮影した動画像からの Deep Learning を用いた歩容による個人識別を検討した。具体的には通常のビデオカメラで撮影した歩行時の動画像から公開技術である OpenPose を活用して歩行者の間接を抽出し、RNN を用いて識別する。学習時には、識別対象者の動画像から OpenPose を用いてフレーム単位で関節座標を取得し、時系列データとして RNN を学習する。実験結果は表 1 のとおりであり 100%に近い精度での識別が可能であることが確認できた。

表 1 被験者ごとの正解率

被験者	1	2	3	4	5
正解率	0.998	0.993	0.994	0.993	0.997
被験者	6	7	8	9	10
正解率	0.998	0.995	0.996	0.998	0.999

(2) 多様な歩行動作時の本人認証

歩行動作に基づいて個人を認証する場合、日常生活における多様な歩き方（ジョギング、早歩きなど）に対応した本人認証が必要となる。しかしある人の普通の歩き方が別の人の早歩きでの歩き方と同様になることは容易に考えられ、また予備検討でもそうした現象が確認できた。そこで Deep Learning と従来の機械学習法を組み合わせた本人認証を検討した。具体的には時系列の加速度データから特徴量を抽出した後、決定木を用いて歩き方の種別 [通常

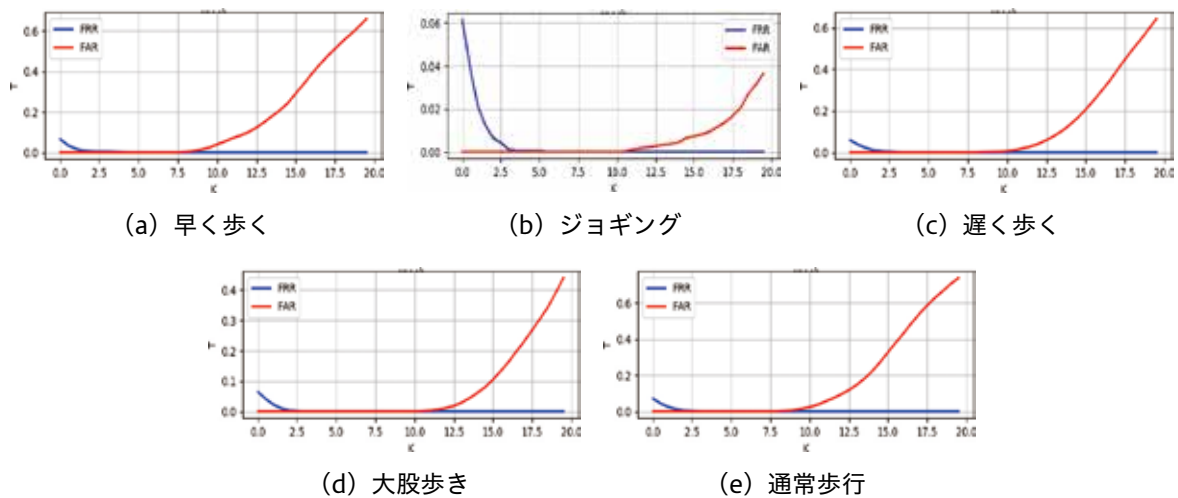


図 1 ある被験者の 5 種類の歩き方の FAR-FRR 曲線

歩行、早く歩く、遅く歩く、大股歩き、ジョギング] を分類し、歩き方ごとにオートエンコーダを用いて本人認証を行う。学習時には、歩き方の分類のため決定木と、オートエンコーダの学習は独立で行いオートエンコーダの学習には認証対象者の歩行データのみ用いる。実験の結果の 1 例を図 1 に示す。適切に閾値を設定することで、被験者は 10 名と小数であるが FAR (他人受入率) を 0% とした時に、FRR (本人拒否率) を 0.06% にすることが可能であることが確認できた。

(3) 歩行動作からの疲労度推定

ストレスや疲労が蓄積していくと歩行姿勢やリズムに変化が現れることが報告されている。そのため、歩行動作から疲労度が推定可能か検討を行った。

まず、肉体的および精神的疲労状態における歩行時の加速度から抽出した特徴量の分散分析を行い、疲労状態による特徴量への影響について検定を行った。肉体的疲労、精神的疲労のいずれも複数の特徴量で有意差が確認され、また肉体的疲労状態と精神的疲労状態では有意差がある特徴量が異なるという知見が得られた。ここから肉体的疲労時と精神的疲労時では歩行動作が異なる可能性が高いということがわかる。次に有意差がある特徴量のみを用いて、アンサンブル学習法の一つであるランダムフォレストを用いて疲労度の推定を試みた。実験結果を表 2 に示す。被験者数、疲労のバリエーションともに少ないものの高い精度が得られた。

表 2 疲労状態毎の推定精度

肉体的疲労度	平常時	疲労度 1	疲労度 2	疲労度 3	疲労度 4	疲労度 5
精度 (%)	100	100	100	100	96	96
精神的疲労度	平常時	疲労度 1	疲労度 2			
精度 (%)	100	100	100			

(4) 多様な歩き方における歩幅推定の研究

屋内での位置推定方式の一つとして歩行者自律航法（PDR）があるが必ずしも十分な精度を得られていない。原因の一つとして移動距離の推定に必要な歩幅の誤差が挙げられる。そこで PDR による屋内位置推定の実用化を目的として多様な歩き方に対応した歩幅推定について検討した。具体的には畳み込みニューラルネットワーク（CNN）と RNN を組み合わせた歩幅推定を行った。スマートフォンから得られた時系列の加速度データをそのまま 1 次元の CNN に入力し、CNN の出力を RNN に入力して歩幅を推定させる。学習時についても同様である。

実験では RNN のみを用いた方式とも比較を行った。実験結果を表 3 に示す。結果より、提案方式が最も高精度であり、平均誤差は 0.26%、最大誤差も 5.08 cm と平均的な歩幅の 6% 程度に抑えることが可能であることが確認できた。

表 3 方式毎の推定誤差

	RNN	CNN+RNN
最大誤差 (cm)	11.33	5.08
平均誤差 (cm)	0.31	0.21
平均誤差 (%)	0.37	0.26

4. 今後の計画

2019 年度	より多くのデータを用いた予測精度の検証
2020 年度	システムへの実装

Deep Neural Network に基づくドライバの運転行動モデリングとその可視化に基づくドライバの認知機能評価技術の開発

1. 背景・目的

高齢化に伴う高齢ドライバの事故を問題視し、その事故防止技術を開発する。具体的には、事故要因である認知能力の低下を早期に検出する技術を開発する。ドライバの認知とは、走行中に出現する様々な対象の中から操作に影響を与える対象を判断することであり、操作ミスや遅れはこの認知が誤った場合に起こるものである。それ故、状況に応じた認知対象の特定、その対象に対する操作の適切さを評価することにより、ドライバの認知能力を評価することが可能となる。本研究では、認知能力を評価するために大きく 2 つの技術の開発を行う。

- ・走行中に出現する様々な対象の中から操作に影響を与える対象を抽出する技術

状況に応じた認知対象を特定する技術である。走行環境、状況は様々であり、予め状況

に対応した認知対象を定義することが難しい。それ故、大量の運転行動データを収集し、それをモデル化することにより、ドライバが何を認知し、どんな操作を実行するかのルールを抽出する。

・認知した対象に対して実行された操作の適切さに基づく認知能力評価技術

上記で構築された運転行動モデルを用いて、ドライバが実行する操作とモデルが推定する操作との違いからドライバの認知能力を評価する。

以上の技術を開発し、システムへの実装と評価を経て、ドライバ認知機能評価システムの実用化を目指す。

2. 今年度の研究成果

下記の検討を行った。

- ・方法論の確立を目指し、ドライビングシミュレータを用いて認知対象を抽出する方法の検討を行った。
- ・Deep Neural Network と生成過程モデルを組み合わせることにより、可読性の高いドライバ運転行動モデルを構築した。このモデルでは、走行映像を入力として、操作情報を出力とするが、出力である操作情報から、その要因となる認知対象を入力である走行映像中から抽出することが可能である。

3. 今後の計画

2019 年度	実車両を用いた提案手法の検証
2020 年度	認知機能評価手法の検証

ディープラーニングによる受注予測技術の開発

1. 背景・目的

部品製造業において、将来的な製品の受注数の正確な予測は、効率的な材料調達、生産計画、生産ラインの運用の点から重要である。例えば、自動車部品の受注数は、自動車の生産・販売数と相関があるのだが、実情は以下のようなことから、単純な話ではない。

- ・どの部品がどの車種で使われているか知らされないケースがある。
- ・部品が複数の車種で共用化されているケースがある。
- ・発注が複数の企業を経由して来る場合（自動車メーカーから直接受注を受けるのが Tier1、Tier1 から受注を受けるのが Tier2、…）には、各社に在庫がある場合に、受注との関係がわかりにくくなる。

そこで、

- ・複雑な関係に対応したモデルを、ディープニューラルネットワークにより構築し、受注数の予測精度を上げる。

という技術を開発し、受注予測システムの実用化を目指す。

2. 今年度の研究成果

諏訪市の株式会社共進の依頼・協力を得て、下記の検討を行った。

- ・ディープニューラルネットワークの一種で、時系列予測が可能なりカレントニューラルネットワークによる予測モデル構築。
- ・6年間分の受注データ、および、自動車の車種ごとの生産・販売データから、上記予測モデルを使ってどの程度の精度が出るかの評価を実施。

この結果、以下の知見を得た。

- ・リカレントニューラルネットワークとして時系列予測に一般的に使われている LSTM (Long Short Term Memory) では、全く予測精度が上がらなかった。これは、受注数が現実の複雑なモデルにより決まることから、カオス的な挙動を示すことによると推測される。
- ・リカレントニューラルネットワークの別種であるリザーバーコンピューティングのうち、ESN (Echo State Networks) を適用したところ、LSTM より高い精度が出せることが分かった。ESN はニューロンのランダム結合を許す構造であるため、カオス的なデータにも対応ができるためであると考えられる。

3. 今後の計画

2019 年度	経済データ（株価、ニュース）などを加えた精度向上
---------	--------------------------

製品保守に関する自然言語記述文章データ解析と活用技術

1. 背景・目的

機器開発メーカー、特に顧客ごとにカスタマイズした製品を開発しているメーカーにおいて、製品保守は製品のバリエーションの点からも難しくコストがかかるという課題がある。そこで、過去の製品保守データ（問い合わせと対応の履歴）を利用して、保守対応の効率化をすることを目標とする。

しかし、過去の製品保守データは、自動処理をすることを前提にしておらず、自然言語で自由な形式の文章として記録されている。AI により、文脈も踏まえた文章解析を行わせることで、適当な類似事例を判別できるようにすることを考えた。

2. 今年度の研究成果

諏訪市のアスリート FA 株式会社の依頼・協力を得て、下記の検討を行った。

- ・製品保守データとして、自然言語記述の文章を使用し、保守問い合わせに対する回答提示システムを開発する。

- ・問い合わせに対して、過去の事例を検索する検索器を構築する。
- ・過去の事例のうち、対応策である文章を抜き出し提示する分類器を構築する。
この結果、以下の知見を得た。
- ・文章の分類精度は約 70%と比較的良好であった。
- ・試行運用の結果、適当な事例を導き出す確率はまだ十数%にとどまる。

3. 今後の計画

今後はアスリート FA 株式会社にて改良を進めてゆく。

人工知能・IoT 研究部門 研究業績リスト

査読付き論文

- [1] 土屋健、三代沢 正、山田哲靖、広瀬啓雄、澤野弘明、小柳恵一、“多様な Web 情報を活用した地域観光情報基盤の高度化の検討”、情報社会学会論文誌 Vol.13 No.2、pp.5-17

査読付きプロシーディングス

- [1] SAWANO Hiroaki, KOYANAGI Keiichi, “Research on Improvement of Information Platform for Local Tourism by Paragraph Vector”, Computational Intelligence and Mathematics for Tackling Complex Problems, Springer International Publishing (ISBN 978-3-030-16024-1, DOI 10.1007/978-3-030-16024-1), Jun. 2019 (printing), Proc. of 10th European Symposium on Computational Intelligence and Mathematics, Riga Latvia, Oct., 2018
- [2] TSUCHIYA Takeshi, HIROSE Hiroo, MIYOSAWA Tadashi, YAMADA Tetsuyasu, SAWANO Hiroaki, KOYANAGI Keiichi, “Analysis of Diverse Tourist Information Distributed Across the Internet”, Future Data and Security Engineering, pp.412-422, Springer International Publishing (ISBN 978-3-030-03192-3, DOI 10.1007/978-3-030-03192-3), Proc. of 5th Int'l Conf.of FDSE 2018, Ho chi minh, Nov. 2018
- [3] Kohjiro Hashimoto, Tetsuyasu Yamada, Takeshi Tsuchiya, “Study on a Selection Method of Objects contribute to Driver Operation based on a Statistical Driving Behavior Model”, in Proc. of IEEE ICIT2019, 2019/02/13-15
- [4] Mitsuhiro Ogihara, Hideyuki Mizuno, “Robust Gait Authentication using Auto Encoder and Decision Tree”, ICANN 2019 (投稿中)

学会口頭発表

- [1] 望月、土屋、広瀬、澤野、小柳、“フォグコンピューティングにおけるユーザ指向動的データ管理手法の検討”、平成 30 年度電気関係連合大会学会東海支部大会 L2-1、2018 年 9 月

講演・講義・実習

- [1] 2018/07/14 夢ナビライブ 東京 講演
- [2] 2018/07/28 夢ナビ TALK 名古屋 講演
- [3] 2018/07/28 夢ナビライブ 名古屋 講演
- [4] 2018/08/02 八十二経済研究会講演
- [5] 2018/08/08 信州総文祭研究室見学時の講義
- [6] 2018/0907 スワコンバレー講演
- [7] 2018/10/12 桐生高校でプロフェッサー・ビジット講演
- [8] 2018/11/07 台湾高尾医学大学訪問時の講義

- [9] 2018/11/12 産総研 AI・IoT 関連企業見学会時の講義
- [10] 2018/11/13 長野高校 AI 講義
- [11] 2018/11/21 地域連携コーディネータ研修会
- [12] 2018/12/18 「茅野 IoT・AI 研究会」第五回研究会 講演（2名）
- [13] 2019/02/15 IT 経営カンファレンス 2018 in NAGANO 講演
- [14] 2019/03/09 サイエンス体験プログラム in SUWA で講義・実習

報道（新聞・TV）

- [1] 2018/05/09 LCV のテレビ番組で研究内容紹介
- [2] 2018/07/15 朝日新聞 国公立大学進学のおすすめ（広告）掲載
- [3] 2018/10/21 読売新聞に記事掲載
- [4] 2018/10/29 国公立大学 by AERA 2019（雑誌）掲載
- [5] 2018/11/15 朝日新聞（群馬県版）プロフェッサー・ビジットの記事掲載
- [6] 2018/01/09 朝日新聞（全国版）プロフェッサー・ビジットの記事掲載
- [7] 2019/04/04 長野日報および茅野市民新聞に、贈呈式の記事が掲載

展示会出展

- [1] 2019/02/01 全国ものづくり高大連携発表会 出展
- [2] 2019/02/01-02 おかやものづくりフェア出展
- [3] 2019/02/02 岡谷ものづくりフェアで事例発表
- [4] 2018/07/19 マイナビ進学フェスタ 体験型コーナー出展
- [5] 2018/10/18-20 諏訪圏工業メッセ展示

企業連携

- [1] テクロック：IoT 計測器の計測データの活用
- [2] 共進：受注数予測（中小企業白書に研究内容掲載）
- [3] ビップシステムズ：スマートロボットのビジネスへの活用
- [4] NTT：高齢者向け音声合成方式の共同研究
- [5] 共進：八十二銀行私募債に係る機器贈呈式での AI ラボ公開

その他

- [1] 2018/08/29-31 ワイオミング大学訪問・技術交流
- [2] 2018/11/28-30 ホーチミン工科大学訪問・技術討論・国際会議共同作業