

令和元年度

卒業研究要旨集

高知大学理学部応用理学科

情報科学コース

再帰型ニューラルネットワークを利用した人体動作に基づく個人の識別

戸塚 亮太郎

AI を利用した画像認識技術は、顔認証や医療画像診断、工場での不良品判別など様々な分野で活用されるようになった。人間が他人を識別する際、相手の顔を見て識別することが一般的であるが、相手の顔を確認できないような状況でも、その人影の所作などからおおよそ誰かを推定できる場合もしばしば存在する。本研究では、個別に動画撮影された数人の動作の特徴から個人を識別することを試みた。人体動作の特徴を抽出するために姿勢推定ライブラリ OpenPose を、時系列データである人体動作を識別するために再帰型ニューラルネットワークをそれぞれ使用した。

深度マップと 2 次元画像を併用した画像認識率の向上に関する研究

松本 尚

近年、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に代表される画像認識技術は向上し、自動車の完全自動運転や無人宅配ロボットなどへの応用が期待されている。また、被写体の奥行き情報を取得できる深度センサを備えたカメラを比較的低コストに入手できるようになった。本研究では、2次元の RGB 情報(赤緑青各色の配列)から構成される従来の画像データに加え、奥行き情報を含む深度マップも併用することで CNN による画像認識率の向上を試みた。識別対象となる被写体は手指の状態に限定し、深度マップ情報を含む RGB-D 画像データセットを取得するために Intel 社の RealSense カメラを利用した。

RGB-D カメラから得られる深度情報を利用した物体認識手法の研究

弓場 景介

一般的なカメラで撮影した 2次元 RGB 画像データを対象とした画像認識技術は、深層学習を用いた手法によりその認識精度が向上した。また、被写体の奥行き(深度)情報も取得可能な RGB-D カメラは携帯機器等にも搭載されるようになった。RGB-D カメラから得られる深度情報は、カメラ側を向いている面の凹凸であり、被写体の 3次元情報の一部しか含まれない。本研究では、RGB-D カメラから得られる深度情報から、被写体の点群(Point Cloud)モデル等を構成し、3次元情報として認識させる手法について検討した。

三次篩法による素因数分解 — 二次篩法との比較実験 —

村上 郁哉

RSA 暗号は素因数分解問題の困難さに安全性の根拠を置く公開鍵暗号方式である。RSA 暗号の安全性を保障するためには素因数分解法の研究が欠かせない。優秀な素因数分解法のひとつとして、多項式 $x^2 - n$ を利用した二次篩法が知られている。本研究では、多項式を $x^3 - n$ に取り換えた三次篩法を提案する。二次篩法が平方剰余や $\text{mod } 2$ の行列処理に基づくのに対し、三次篩法は三乗剰余および $\text{mod } 3$ の行列処理が必要となる。このふたつの方法を実装して、比較実験を行った。その実験結果について報告する。

拡張フェルマ法による RSA 暗号解析 — 平方剰余を利用した高速化 —

豊田 裕也

RSA 暗号の安全性は素因数分解問題の困難さに基づいてる。当研究室では先行研究として素因数分解の一つであるフェルマ法を扱った、平成 28 年度田中の『フェルマ法を用いた RSA 暗号の暗号解析』、平成 29 年度池内の『RSA 暗号の拡張フェルマ法に対する耐性の研究』がある。田中の研究では平方剰余を用いて検索対象を絞り込むことよりフェルマ法の高速化を図った。今回の研究では、この手法を拡張フェルマ法にも適用した。その結果、池内の研究より大幅な高速化を実現することができた。

楕円曲線法による素因数分解実験

森崎 高大

RSA 暗号は素因数分解問題の困難さに安全性の根拠を置く公開鍵暗号方式である。RSA 暗号の安全性を保障するためには素因数分解法の研究が欠かせない。本研究では楕円曲線の群構造を利用した素因数分解法である楕円曲線法を取り上げ、この方法がどのような合成数素因数分解に対して有効であるかを実験により検証した。その結果、楕円曲線法の実行時間は合成数の最小素因数のサイズに依存することが判明した。その実験の詳細について報告する。

強い紐帯と弱い紐帯の特性を活かした習慣化支援システムの設計

植野 優希

習慣化支援手法として、先行研究では、家族やクラスメイト等で強い紐帯のチームを作り、メンバー内で応援し合うことで動機を維持させる手法を提案した。しかし、習慣化のために取り組んでいる行動が本人に適していない可能性がある。そこでネットコミュニティ等の弱い紐帯から自分に適した取り組みを見つけるための支援手法を新たに提案する。両方の提案手法を取り入れた習慣化支援システムの設計を行い、プロトタイプによるインタフェースの開発を行った。

スポーツの反復練習動画の共有・振り返りシステムの試作

大本 奈々可

初心者や競技に関する技術や知識の未熟なプレイヤーが多いアマチュアスポーツチームでは、口頭によるチーム内での教え合いが行われることが多く、指導に関する知見が蓄積されにくい。そこで本研究では、スポーツの反復練習動画をチーム内で共有し、練習動画に対してアドバイスをコメントし合えるシステムを提案する。本システムは、他のメンバーのアドバイスが閲覧でき、他と比較しながら練習動画を振り返ることができるため、指導経験の少ないチームメンバーがアドバイスする際の支援になり、チームの指導力向上が期待できる。本論文では、試作したシステムと評価実験について述べる。

電子黒板に表示する遠隔授業用教師シルエットの Web カメラを用いた生成手法の開発

岩本 拓巳

先行研究では高知県での遠隔授業における受信側教室の生徒の目線切り替えに関する問題に着目し、デブスカメラを用いて教師シルエットを生成するシステムを開発した。本研究では、Web カメラのみを用いる教師シルエット生成手法を提案する。本手法では、始めに電子黒板の四隅の座標を導き出しておき、Web カメラの映像から電子黒板の画面を背景画像として検出する。そして、電子黒板の前に教師が立った時の Web カメラの映像と背景画像との差分から教師シルエットの領域を抽出する。本論文では、提案手法の詳細を述べ、先行研究と比較検証した結果をまとめる。

時間帯で変化する経路混雑に対応した移動計画問題の研究

吉岡 翔

自律型ロボットの移動計画設計においては、道路地図上に存在する二地点間の最適経路の導出に幅優先探索を用いている。しかし、この幅優先探索アルゴリズムでは距離(辺数)のみを考慮しており、現実的とは言えない。本研究では、幅優先探索アルゴリズムをベースに、各辺に混雑度を定義し、時間帯に応じて混雑度を変化させる仕組みを導入し最適経路を導出する探索アルゴリズムの開発を行った。

研究授業レビューのためのマルチアングル動画に対するアノテーション手法

岡村捷大, 小森公兵

近年、高知県の中山間地域では、過疎化の影響による県立高校の小規模化が顕著であり、教員数の減少に伴う研究授業の形骸化など、教師教育の質的低下が問題となっている。本問題は、研究授業が他の通常業務や校務と並行して行われることや、他校との地理的な距離が遠いことなどに起因している。そこで、本研究では、時間・空間的な制約を受けない研究授業を実現するための研究授業レビュー支援環境の提案と、その中心技術となるマルチアングル動画による授業の再現、および、動画に対するアノテーション作成の手法について検討・試作した。

スピーカアレイを用いた視覚障害者への情報提示装置の提案

－音移動による情報提示の実験－

奥宮 瑞貴

視覚障害者が言葉のみでの表現が難しい図形などの視覚情報を得る手段として触図が用いられる。触図は図形の形状を点や線の凹凸により表現可能であるが、即時性に欠け、速さなどの動的情報を提示することが困難である。本研究室では二次元のアレイ状に配置したスピーカ上で音を移動させることで、図形の形状や動的情報の伝達を目指すデバイス(スピーカアレイ)を提案した。本研究ではスピーカアレイを用いて基本図形の形状伝達と音の移動感に関する実験・検証を行なった。結果として、一定の認識精度と音の移動感に関する知見が得られた。

視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発

－移動型カメラによる歩行支援手法の検討－

中西 真由

本研究室では視覚障害者の外出支援を目的に「白杖型歩行支援デバイス」の研究・開発を行っている。しかし、従来のデバイスではセンサの装着場所が腰付近であるため、空中に位置する障害物や数 cm 程度の小さい段差を検知することは困難である。本研究ではそれらの問題を解決するために自律移動を行う移動型デバイスによって前方上空より監視する装置を計画している。現段階では理想の移動型デバイスが存在しないので、代替実験環境を構築し従来のシステムと比較することで移動型デバイスによる段差等の危険物検知能力を検証した。

視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発

－みちびきを用いた高精度ナビゲーションの検証－

長野 純怜

当研究室では視覚障害者の外出のための「白杖型歩行支援デバイス」の研究・開発を行なっている。従来のシステムでは屋外利用が不可能であったが、昨年度より深度カメラを変更することにより屋外利用が可能となった。本研究では、屋外利用の安全性をより高めるため、みちびきのサブメータ級測位補強サービスの受信ができるボードコンピュータ SPRESENSE を利用し、高精度位置測位情報を使った視覚障害者の移動を支援するナビゲーション機能を提案する。評価実験の結果、従来のシステムより安全に歩行ができることを確認した。

辺彩色完全グラフの 2 つの辺素な虹色全域木 — 発見アルゴリズムの設計と実装 —

中島 優太

辺着色された連結グラフの全域木のうち、すべての辺の色が異なるものを虹色全域木と呼ぶ。加納、金子、鈴木は、5 頂点以上からなる辺彩色完全グラフは 2 つの辺素な虹色全域木を持つことを証明した。本研究では、加納らの数学的帰納法による証明に基づいて 2 つの辺素な虹色全域木を求める再帰的アルゴリズムを提案する。また、5 頂点の辺彩色完全グラフが与えられたとき、2 つの辺素な虹色全域木を求めてそれを描画するプログラムを実装した。

平面上の 2 色点集合上の無交差交互 3-tree — 次数が 3 の頂点数を減らす方法 —

飯田 大気

赤または青で塗られた n 個の点が平面上にどの 3 点も一直線上に並ばないように配置されているとき、その n 点の集合を頂点集合とする木で、最大次数が 3 であり、どの辺も赤点と青点を直線分で交差無くつないでいるものを無交差交互 3-tree と呼ぶ。無交差交互 3-tree を描くことができる条件や描画アルゴリズムの研究がこれまでになされてきた。本研究では、一度描画された無交差交互 3-tree の辺をつなぎ換えることによって、次数が 3 の頂点数を減らし、無交差交互道に近づける方法を提案する。また、プログラムを実装し、次数が 3 の頂点数が減ることを確認した。

平面上の多色点集合上の無交差彩色的 3-tree — 描画アルゴリズムの設計と実装 —

田中 智也

複数の色で塗られた n 個の点が平面上にどの 3 点も一直線上に並ばないように配置されているとする。加納・鈴木・宇野は、各色が塗られた点の個数が高々 $n/2$ の切り上げ以下ならば、その n 点の集合を頂点集合とする木で、最大次数が 3 であり、どの辺も色が異なる 2 点を直線分でつないでいるものを交差無く描けることを証明した。本研究では、そのような木を描画するアルゴリズムを加納らの証明に基づいて設計しプログラムを実装した。さらに、提案アルゴリズムに工夫を加え、より高速に描画するアルゴリズムに改良した。

MNIST の分類精度の評価による多層部分結合ニューラルネットワークの研究

永田 圭吾

本研究において、IoT への搭載可能な小規模なニューラルネットを提案し、手書き数字画像を判定する際の精度について評価検討する。具体的には、前層 3×3 のノードを次層 1 ノードに結合した 3 層(入力層+中間層 2 層)の部分結合ニューラルネットワークを提案し、手書き数字ベンチマーク MNIST で学習 60,000 枚による評価データ 10,000 枚に対して精度を調べた。その結果、その精度は 92.53%であることが分かった。また、層数と精度の関係、結合数と精度の関係から、1 層 1×1 のモデル(精度 91.97%)と 2 層 3×3 のモデル(92.64%精度)が IoT 実装可能な小規模なニューラルネットワークであることを明らかにした。

気温推定精度の評価による一次元多層ニューラルネットワークの研究

橘田 渉

本研究において、小規模ニューラルネットワークによる気温推定技術を提案し、その具体的構造と推定精度について述べる。具体的には、入力ノードに 24 時間の気温値を与え、出力ノードに 24 時間後の気温値を対応させた幾層もの結合をもつものである。1 層~5 層のモデルに対して高知の気温データを学習させたところ、最も小規模な 1 層で平均誤差 2.3%という高精度な推定ができることが確認できた。本研究により、地域のスマートグリッドを最適化するための気温推定を高精度に作れる極小規模なネットワークが作れることがわかった。

MNIST 分類精度の評価による確率的部分結合 3 層ニューラルネットワークの研究

数森 大己

本研究において、IoT への搭載可能な小規模確率的部分結合をもつ小規模ニューラルネットワークモデルを提案し、その具体的構造と精度について述べる。具体的には、前層 $7 \times 7 \sim 1 \times 1$ のノードを確率的に次層の 1 ノードへ結合したニューラルネットワークを提案し、手書き数字ベンチマーク MNIST で学習 60,000 枚による評価データ 10,000 枚に対して精度を調べた。その結果、前層 3×3 が精度 92.6%であり、これが IoT 実装可能な小規模なニューラルネットワークであることを明らかにした。

ポータブルホログラフィックプロジェクトの開発

森口 嘉軌

ホログラフィックプロジェクトは、計算機合成ホログラムを用いて映像をスクリーンに投影する装置である。1台でレンズを用いずに複数の画像を任意の距離と角度を持った複数のスクリーンに投影することができる。また、超小型プロジェクトの開発に役立つ技術として注目されている。本研究では、シングルボードコンピュータと空間光変調器で構成した小型で持ち運びのできるポータブルホログラフィックプロジェクトを開発した。最終的に、このポータブルホログラフィックプロジェクトを2台用いて立体スクリーンへの360度投影に成功した。

フレネル回折を用いた計算機合成ホログラムの作成および 再生シミュレーションソフトウェアの開発

濱田 端三

当研究室では、点群で構成された三次元物体から作成された計算機合成ホログラム（CGH）を用いて三次元画像再生を行ってきた。一方、フレネル回折計算により画像を任意の距離に投影するCGHの作成およびCGHから任意の距離に再生される像をシミュレーションすることができる。本研究では、フレネル回折計算を用いたCGHの作成と再生シミュレーションを行うソフトウェアを開発した。これにより、ホログラフィックプロジェクト用CGHの作成と実験を行わずにCGHからの再生像をコンピュータ上で評価することが可能となった。

並列分散処理フレームワークによる時系列画像からの 部分時系列リサンプリングとクラスタリング

棚瀬 旺和

情報通信技術の発展により、気象衛星画像や監視カメラ映像といった大量の時系列画像が蓄積されている。本研究では、分散処理のフレームワークである Hadoop を用いて時系列画像から画素ごとの部分時系列を高速にリサンプリングし、クラスタリングを行うことで、時系列画像の時空間変動を要約することを検討した。まず気象衛星画像に対し Hadoop バージョン 2, 3, それぞれ MapReduce と Tez でリサンプリングの予備実験を行い、Hadoop バージョン 3 の Tez が最速であることと、計算機 1 台から 6 台の間ではほぼ線形に性能が向上することを確認した。また x-means 法による部分時系列のクラスタリング結果のラベルをカラーリングにより可視化し、ある時間を起点として、その後雲が増加する領域、減少する領域といった時空間変化を動画として参照しなくても確認・抽出することが可能となったことを確認した。

深層学習による気象衛星画像へのキャプション付け

有岡 無敵

日本気象協会が運営する Tenki.jp のような天気情報発信サイトでは、気象の専門家が天気図、衛星画像などに説明文を付与して提供している。これにより人々は専門的知識がなくても天気概況を把握することができる。本研究では、このプロセスを自動化するため気象衛星画像から天気概況のキャプションを自動生成する方法を検討した。具体的には、深層学習を用いた 2 手法として、画像と説明文の対から画像に対応した説明を生成するモデルを学習する Show and Tell に基づく手法とオブジェクトの抽出・認識を行う YOLO を利用した手法を検討した。実画像を用いた実験の結果、後者については教師データを適切に与えることで、台風、前線などの顕著な特徴を抽出しその空間分布に基づいた単純な文章を生成可能であることが確認された。

(次項へ継続)

BMI を目標とした深層学習による脳波からの想起行動分類の軽量化

ENKHBAT AMAR

ブレンマシンインタフェース (BMI) は脳波を利用することで、脳と機械を直接接続することのできる技術である。Zhang et al.(2017)は 108 人から記録した 64 チャンネルの脳波 (EEG) データを使用して、被験者がイメージした 5 種類の行動を畳み込みリカレントニューラルネットワークによって学習させ、98% という高い正解率を得た。本研究では、先行研究で提案されたモデルと概念を用い、より少ない汎用的なチャンネル数の脳波計のチャンネル空間分布を反映して削減したデータの学習によって、早期行動の推定精度のチャンネル数依存性と軽量 BMI の実現可能性を検討した。実験の結果、チャンネル数の増加とともに性能が向上し、14 チャンネル程度で 80% 程度を達成できることを確認した。

時空間オブジェクト追跡手法のオブジェクトの消長に対する頑健化

古澤 駿人

近年、各種センサーや気象レーダなどにより、時間とともに変化する 3 次元データが蓄積されるようになってきている。このようなデータにはその値が周りに比べて高い (あるいは低い) ホットスポットが含まれ、このホットスポットは時間とともに分裂したり、成長したりする。林(2018)は、多変量正規分布の混合分布として時空間データ中のオブジェクトを抽出しながらその時間的变化を追跡する手法を開発した。本研究ではその手法の性能評価を行うための人工データ生成ツールを作成した。またこのようなオブジェクトのサイズが大きく変動するときにも安定した追跡を行うため、時間的に隣り合ったフレームの同一性判定条件の見直しを行った。