

平成 30 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

## ホログラフィックプロジェクションによる3次元投影に関する研究

田中 祐気

ホログラフィックプロジェクションはホログラムを用いた画像投影である。1台のホログラフィックプロジェクタで、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ピントの合った画像を投影することができる。さらに、任意の形状を持った立体スクリーンに画像を投影することも可能である。レンズが不要なため超小型プロジェクタの開発に役立つ技術として注目されている。本研究では、立体スクリーンへの投影および空中投影について検討した。また、3Dプリンタで作成した物体への画像投影と空中投影を実現した。

## DMDを用いた階調表現可能な時分割電子ホログラフィの計算効率化— 重複計算除去 —

野口 蓮

計算機合成ホログラム(CGH)による立体映像技術は、「次世代の3次元テレビ」となるものと期待されている。しかし、計算量は膨大であり、再生像の階調表現性も乏しい。未だ様々な課題が存在する。当研究室では、階調表現性を向上させるために、ビットプレーンに重み付きバイナリ計算機合成ホログラム(BW-CGH)を用いる方法を提案した。しかし、複数枚のビットプレーンとなるBW-CGHを作成する際、1つの物体点に対して同じCGH計算を重複して行っていたため、余分な計算時間を要していた。本研究ではBW-CGHの重複計算を除去し、計算時間を短縮させることに成功した。

## 計算機合成ホログラムの高速計算環境を提供するクラウドシステム開発

鈴木 康平

究極の3Dテレビになると考えられている電子ホログラフィにおいて、計算高速化やCGHを表示する電子デバイスの研究が盛んに行なわれている。また、最近、CGHをサブ $\mu\text{m}$ オーダの画素ピッチで感光材料へ出力するフリンジプリンタの研究が注目されている。しかし、いずれも単独で研究が行なわれているのが現状となっており、互いの研究資源を活用した研究には至っていない。そこで、本研究では、CGHの高速計算を目的としたマルチGPUクラスタを用いたクラウドシステムの開発を行なった。フリンジプリンタの場合、本システムを計算資源として十分活用できることが示された。

## 中等数学の教育者技術支援ソフトウェアの検討

### ～人工的な生徒との問答による教育練習～

八坂 龍二

本研究は、中等数学の教員の教育技術を習得するための人工的な生徒による支援プログラムについての検討である。一般的な教育トレーニングシステムは、質問に対する解答を1対1で行うが、本システムは、質問への解答の用語や公式・定理等について、さらに質問を追加する。これにより、生徒の挙動をまねて、解答内容からさらに深いレベルの質問をするものとした。本システムは、1) 利用者の用語や公式・定理等に関するより深い理解を促し、2) 適切な言語化ができていないかを自覚することができる。

## プライバシー保護ビッグデータ生成法のバス乗客データによる

### SOM分析評価に関する研究

河西 創太郎

本研究は、プライバシー漏洩問題を回避するデータ再現法の有効性を評価するための自己組織化マップ(SOM)による分析手法についてのものである。とさでん交通の「ですか」統計データ(ヒストグラムと相関係数)からバス乗客データを再現し、ビッグデータ分析の知見と同等かを確認する。両者をSOM分析したところ、分類数やデータ属性の占める領域の大きさなどが同等であり、ほぼ同じ知見が得られることを確認した。

## 軽量化画像判別畳み込みニューラルネット(CNN)の

### 様々な画像を用いた判定精度に関する研究

山口 雅彦

本研究は、軽量化画像判別畳み込みニューラルネット(CNN)の様々な画像を用いた判定精度に関する研究である。本モデルは、従来に比べて格段の分類精度をもつが、サイバーフィジカル化に伴い、IoTなどの小規模な情報処理装置に実装する小型化、軽量化が必須である。そこで同モデルがどの程度の画像まで使えるかについて星型やトランプのスイートなどの基本図形、および企業のロゴマークなどの一般図形に対して判定実験を行った。その結果、CNNに適度なフィルタを加えることで、軽量かつより精度を高めたCNNができることがわかった。

## 研究授業のための電子化学習指導案を用いたレビュー支援システム

梶谷 拓実

高知県の中山間地域における高等学校では、過疎化による著しい生徒数の減少を踏まえ、遠隔合同授業の導入によって教員不足を補うことで学校の存続を図る施策を進めている。そこで、本研究では教師教育の立場から、このような小規模校での新しい教育方法に対応した指導力向上を目指し、研究授業を対象としたレビュー支援環境の構築に取り組んでいる。本報告では、支援環境の中核を担う電子化学習指導案の提案と試作について述べる。

## プレゼンテーション・リハーサルにおける議論進行履歴の保存と再生による議論再現機能

柴崎 颯人

プレゼンテーション・リハーサルでは、発表者が議論内容を正しく理解した上で、適切に改訂作業を行うことが重要である。しかし、発表者が議論内容を正確に想起できず、改訂案を誤解した状態で修正を行ってしまう場合がある。その対策として、議論を動画データで保存し参照する方法が存在するが、動画の情報がインデックス化されていないため、特定の箇所を参照することは困難である。そこで本研究では想起する方法として、議論支援システムにおけるユーザー操作の履歴を記録・保存し、改訂作業の際に履歴から議論の再現が可能な機能を開発した。

## プレゼンテーション・リハーサルにおける即時性を考慮した改訂作業状況の差分評価

田中 美咲

学習支援において評価は重要であり、我々の研究室でも独自のプレゼンテーション・リハーサル支援システムにおいて先行研究で様々な評価が行われている。しかし、評価を行う際のデータの手入力などは作業負荷が高く時間を要してしまう。複数回を想定したリハーサルでは議論を行う前に発表に対する評価を行い、前回の発表と比較して議論方針を決定することが望ましい。そこで本研究では、アノテーションに属性を付与し2回目以降のリハーサルにおいて前回と今回の属性分布を即時的に差分評価し、視覚的に把握する評価ツールを作成した。

**深層学習による気象監視カメラ画像からの竜巻抽出**  
**— 階層化によるマルチスケールオブジェクトへの対応 —**

中本 敦子

竜巻などの極端な気象現象の直前予測や研究のために、高知大学では土佐湾周辺に監視カメラのネットワークを展開し、モニタリングを行なっている。こうした画像から自動的に竜巻の前兆現象でもある漏斗雲を検出するために畳み込みニューラルネットワークによる漏斗雲の学習と認識の検討を行なっている。今回はオーバーラップをもたせた画像のブロック階層化によって、遠方にみえる微小な特徴から接近した大きな特徴まで連続的に抽出できる手法を開発し、実画像でその性能を検証した。実験の結果、再現率は85-88%程度、精度は21-44%程度であった。特に災害分野への応用としての観点では、高い再現率が実現されたことが重要と考えられる。

**クラスタリングによる疑似楽譜作成と隠れマルコフモデルを用いた類似曲の生成**

上田 巧

イメージに基づく簡易な作曲手法として、既存曲の音源データから類似曲の自動作曲を行う手法を検討した。まず原曲データを時分割して周波数変換した後クラスタリングし、音楽データをクラスタ ID の時系列として展開することで疑似楽譜を得た。そしてこの疑似楽譜を隠れマルコフモデルにより学習して、得られたモデルから新しい疑似楽譜を生成し、この楽譜に従って各クラスタの音楽ファイルを再生するものとした。これにより音色、コード、メロディが類似した複数の曲を容易に生成、再生することが可能となった。評価はアンケートにより行ない、概ね類似性は高いとの結果を得た。またアンケートにより多くの被験者の評価が高い曲を選択することより良い作曲候補を得られる可能性が示された。

## 自律型ロボットの移動計画問題における道路地図の再利用の研究

天川 航

自律型ロボットの移動計画問題を考える際に道路地図と呼ばれるグラフを自由空間に埋め込むと、道路地図を辿ることによって移動経路を求めることが出来るようになる。道路地図の探索方法として幅優先探索が挙げられるが、繰り返し利用する際に出発点が変わるたびに幅優先探索を行う必要がある。本研究ではある出発点からの探索済みの道路地図の情報を用いて、それ以外の出発点から目標点への経路を求める方法を提案する。

## 手話トレーニングマシンの開発 – 表情判別における差異の提示 –

竹内 佑理子

本研究室では、2008 年より「手話トレーニングシステム」の研究・開発を進めている。手話会話にとって必要不可欠な表情に注目しより自然な手話学習を実現するために、先行研究は表情判別機能が追加され、表情判別正解率 90.8%を達成した。本研究では、表情判別機能による学習効果の更なる向上のために、学習者と判定基準となる教師データとの表情の差異を、学習中のリアルタイムでの提示と、学習終了後の二種のタイミングでアドバイスを提示することで、手話の学習環境をより学習し易く改良することを目指した。この差異の提示によって学習者がどのような効果を得ることができるかの有効性を検証実験により確認した。

## 視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発 – RealSense を用いた屋外への対応 –

安木 岳規

本研究室では視覚障害者に向けた白杖型歩行支援デバイスの開発を行っている。従来のシステムでは使用している深度カメラの仕様上、屋外での利用が不可能であった。2018 年 1 月に Intel 社により開発された IntelRealSenseD435 は屋外でも利用可能な深度カメラである。本研究ではこれを採用し、屋外での利用を想定したシステムの再構築を行った。評価実験では実際に開発したシステムを被験者に利用して貰い、その使用感についてのフィードバックを得た。その結果、白杖のみの場合と比べて安全に歩行が可能であり、屋外においても十分な機能性能を持つことを確認した。

## 視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発 – 屋外利用に向けた音声通知改善 –

井原 美紀

本研究室では視覚障害者の外出の支援を目的とした「白杖型歩行支援デバイス」の研究・開発を行なっている。しかし従来のデバイスは屋内での利用に限られ、屋外での実験は未検証であることから新たな問題が発生する可能性があった。本研究では屋外利用によって生じる通知の問題に注目し、屋外利用も想定に入れた通知の再検討を行った。また改良による効果や影響については評価実験を実施し、検証・考察を行った。結果として改良した通知は屋外においても有効に作用することがわかった。

## 電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット表示システムの開発

小松 聖

同期型遠隔授業での受信側の教室では、教師の動きや表情に注目するための引きの映像モニタと、板書の文字を読み取るための寄りの映像モニタがある。生徒は2つのモニタを交互に見なければならず、授業に対する集中を妨げている可能性がある。そこで本研究では、電子黒板を映した寄りの映像モニタ上に、電子黒板の前に立つ教師のシルエットを重ねて表示するシステムを試作した。本論文では、試作システムの詳細と実際に高等学校で行った評価実験について述べる。

## キー打鍵指の誤りを指摘するタイピング学習支援システムの開発

大西 晃平

既存のタイピング学習支援システムでは押したキーの正誤判定はできるが、押した指（キー打鍵指）の正誤判定まではできない。そこで本研究では、キーを押した時の指の形に着目し、深層学習技術と画像認識技術を用いてキー打鍵指を判定する手法を提案する。本論文では、提案した判定手法の精度に関する考察と、試作したタイピング学習支援システムについて述べる。本学習支援システムは、キー打鍵指判定手法を用いることで初心者が正しいフォームでタッチタイピングを練習することができる。

## 組織的不正やサーバ管理者による不正がないことを保証するログシステムについての検討

張 洋

近年、クライアント・サーバ型システムの普及に伴い、企業や大学等の組織は、サーバ管理を組織外の業者に委託することが多くなった。完全に外部委託されたシステムにトラブルが発生すると、その委託業者や管理者は、システムログを改ざんする等の不正によって、トラブルやその原因を隠蔽しようとする可能性がある。そこで本研究では、サーバ管理者がログを改ざんしていないことを保証するための、ブロックチェーン技術を用いたログデータ管理方法を提案する。

## 競技向けゲーム練習支援のためのプレイログ分析システムの試作

河邊 倫

近年の esports 産業は急速な発展を遂げつつあるが、esports を支援する施設や機関・研究は未だ十分ではない。特に、練習支援の研究は、格闘ゲームにおけるコンボ精度の練習等、多くがゲームを主体としており、プレイヤーを主体とするものは少ない。そこで本研究では、プレイヤー個人に合わせた練習支援を行うため、プレイヤー自身の癖や特性を分析するシステムの開発を目指す。本卒業論文では、プレイヤーの特性を可視化するために試作したプレイログ分析システムについて述べる。



## ガウス整数を用いた RSA 暗号の性能評価

岩崎 数季

RSA 暗号は代表的な公開鍵暗号であり, 桁数が大きい合成数の素因数分解が困難であることを安全性の根拠としている. 本研究では, 通常有理整数を用いて設計されている RSA 暗号を, ガウス整数を用いたものに拡張し実装する. ガウス整数とは  $a+bi$  ( $a, b$  は有理整数) の形の複素数を指し, 有理整数と同様に, 素因数分解の一意性が成り立ち, ユークリッドのアルゴリズムを持つなど, RSA 暗号の設計に必要な条件を揃えている. ガウス整数版 RSA 暗号を有理整数版 RSA 暗号と比較し, 評価を行った. その結果を報告する.

## シートを重ねるほどコントラストが上がる(2,n)-4色視覚暗号

塩見 奈津美

(2,n)-4色視覚暗号は、白、赤、緑、黒の4色のみで描かれた原画像を複数枚の暗号画像に暗号化することで漏洩リスクを分散する暗号方式である。シートに印刷した暗号画像を2枚以上重ねると原画像を復号できる。従来の手法には、復号画像のコントラストと明るさがともに低いという問題があった。そこで、本研究では、当研究室の先行研究をヒントにして、2枚を重ねると復号でき、さらに3枚目以降を重ねるとコントラストが上がる新手法を提案する。また、OHPシートに暗号画像を印刷して重ね、コントラストと明るさが向上するかどうかを検証した。

## 3D視覚暗号

### — 3Dプリンタを用いた検証と考察 —

高澤 匠

視覚暗号は、原画像を複数枚の暗号画像に暗号化することで漏洩リスクを分散する暗号方式である。2次元画像を対象にした視覚暗号の研究は多くなされているが、3次元画像を対象にしたものはまだない。そこで、本研究では、既存の視覚暗号方式を応用して3D視覚暗号を実装した場合に正しく復号できるかどうかを3Dビューアと3Dプリンタを用いて検証した。その結果、2次元画像を対象にした視覚暗号の研究では良い方式であるとされてきた perfect black な視覚暗号は3D視覚暗号には不向きであり、NaorとShamirの(2,n)-視覚暗号が適していることが分かった。

## 四色定理ゲーム

### — ゲームの実装および組合せゲーム理論からの考察 —

田中 優

サイコロのような偶然性がなく、ゲームの局面に関する情報(盤面や相手の持ち手など)が対戦する両者に公開されているゲームを組合せゲームと呼ぶ。本研究では、どんな平面地図も4色あれば塗り分けられるという四色定理をモチーフにした四色定理ゲームを提案し、四色定理ゲームの任意の局面において先手必勝か後手必勝のどちらかであることを組合せゲーム理論を用いて示した。また、四色定理ゲームの勝敗判定を効率よく行う方法について、ブリッジを持つグラフ上の四色定理ゲームに限定して考察した。さらに、JavaScriptのライブラリであるp5.jsを用いて四色定理ゲームを実装した。

## リアルタイム画像解析に向けた拡張可能なネットワークインタフェースの開発

三橋 拓郎

計算負荷の高い処理やリアルタイム応答性を求められるデータ処理に FPGA が利用される機会が増えている。特に時系列画像を扱う際に FPGA を利用することで、カメラやセンサから出力されたデータを直接扱うことが出来るため、リアルタイム応答性に関して有利な通信性能を期待できる。本研究では、FPGA を利用しリアルタイム応答性に優れ、かつ拡張可能なネットワークインタフェースモジュールの開発を行った。評価実験として、開発したモジュール単体で使用した場合と 2 並列させた場合での画像データの通信時間を計測し、リアルタイム応答性について対 PC の通信より優れた結果を得ることができた。

## ソフトプロセッサコアを利用した画像処理の並列化に関する研究

萱嶋 彬宏

FPGA(field-programmable gate array)の集積度は向上し様々な分野で利用されるようになった。ソフトプロセッサコアは論理合成により FPGA 上に実装されるプロセッサコアである。ユーザがアプリケーションの用途に応じてプロセッサとその周辺構成をカスタマイズできるという特徴をもつ。本研究では、ソフトプロセッサコアの 1 つである Microblaze を利用したマルチプロセッサ構成を検討・実装し、画像データの並列処理を対象とした性能評価を行った。シングルコア時に比べてスループットの向上を確認することができた。

## 小型コンピュータを使用したリアルタイム映像認識システムの試作

茂木 僚二

IoT やデジタルデバイスの普及により膨大な画像データが生成されるようになった。扱うデータ量の増大に伴うネットワークやサーバ側の負荷増大を軽減させるには、ユーザ端末側でも画像データ処理を分担処理できることが望ましい。本研究では、小型コンピュータである Raspberry Pi と最大 30fps の動画を撮影可能な専用カメラモジュールを使用したリアルタイム画像認識システムを試作した。撮影された動画フレーム中の物体検出手法として、簡便なフレーム間差分法と用いた場合と、軽量な機械学習アルゴリズムである YOLO を使用した場合の 2 通りについて試した。