

様式（1a） 学修総まとめ科目履修計画書

学校名	久留米工業高等専門学校	専攻名	機械・電気システム工学専攻
専攻分野名称	工学	専攻の区分	情報工学
氏 名	平川智也	学籍番号	A3519
テーマ名	畳み込み辞書学習を用いたクラス分類の検討		
指導教員名	黒木祥光	指導補助教員名	

（１）「学修総まとめ科目」で取り組むテーマと学修・探究の計画

（1-1） テーマの着想に至った背景
<p>画像認識の深層学習として畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network: CNN）が高い認識精度を示している。CNNの畳み込み層は畳み込み操作で得られた特徴マップに非線形の活性化関数を適用し、その出力に対して空間解像度を低下させ、次の層への入力としている。CNNの最終層では一般に全結合のニューラルネットワークによる分類を行っており、分類するクラス数が変わると再学習を要する。しかし、実応用の場面で分類クラス数が変わることは少なくない。学習総まとめ科目では、クラス数の変動に頑健なクラス分類について検討する。</p>
（1-2） 目的
<p>特徴抽出層に畳み込み辞書学習を備え、最終層では部分空間法を基にした分類器を用いる認識システムを構成することによって、クラス数の変動に頑健なクラス分類のシステムの設計、及びクラス分類の認識精度の向上を試みる。</p>
（1-3） 手法・手段
<p>画像認識における分類問題においてCNNでは教師ラベルによる誤差逆伝搬法を行うことからクラス数の変動の際に再学習が必要となる。[1]は学習に教師ラベルを必要としない、データ駆動型の特徴設計法を提案した。この手法は主成分分析（Principal Component Analysis: PCA）による特徴設計と活性化関数の1種であるReLU（Rectify Linear Unit）と同等の効果を有する変換を各層に導入し多層化することによって係数を得る、これは教師ラベルを必要とせず、分類の前の一種の前処理として有用である。本テーマでは[1]の各層の特徴設計を係数に非負制約を課した、畳み込み型の辞書学習に置き換える。畳み込み辞書学習は入力の特徴辞書と疎な係数の畳み込みで入力を表現する手法[2]で、凸最適化問題として記述することができ、比較的少数回の繰り返しで解くことができる。訓練データに対して上述の方法で特徴を設計し、係数を得た後、その係数に対して分類器を学習させる。ここでは分類器として、ニューラルネットワークではなく部分空間法を基にしたものを用いることで、クラス数の変動に頑健な分類器を検討する。</p>
（1-4） 内容（計画）・過程
<p>4月から9月にかけて、研究内容に関する先行研究を読み、CNNの活性化関数および多層構造の必要性を学んだ。また最適化数学、確率統計、凸解析のゼミを行い研究の基盤となる数学の知識を深めた。10月以降の研究計画を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 部分空間法に関連した分類法について文献調査を行い、未学習 2. 提案法の実装及びシミュレーション 3. 実験結果の整理及び成果の確認 4. 学習総まとめ科目の成果報告書の作成
（1-5） 予想される結果・成果
<p>CNNに代わって、畳み込み型辞書学習による特徴設計と、部分空間法を基にした分類器を構成することによって、クラス数の変動が起きても再学習を要さない認識システムの構成が期待される。また、畳み込み型辞書学習は教師データを要さない特徴設計法であるため、データサイズにロバストなシステムが期待できる。</p>

(2)「学修総まとめ科目」の学修・探究を支える学修全体について

(2-1) テーマの学修・探究の基盤となる専門科目の学修
学習総まとめ科目では部分空間法をベースとした分類手法について考察する。そのため本科では線形代数、主成分分析などについて理解する応用数学Ⅰ、信号処理、専攻科ではクラスタリングや教師なし学習に伴うベイズ統計などをパターン認識で学修した。
(2-2) テーマの学修・探究に関係する関連科目の学修
既存手法、提案手法を実装・実行するためにアルゴリズムをプログラムとして記述する能力が必要となる。本科では変数のアドレスを扱う際に必須となるポインタの考え方や、アルゴリズムなどを理解するデータ構造とアルゴリズム、実験を円滑に進めるうえで、様々なクラスを定義し、可読性の高いプログラムを記述するうえで、オブジェクト指向プログラミングやソフトウェア工学で学んだ開発における設計・管理が一助となった。 また情報工学実験や情報通信実験、創造工学実験では実際にAndroid アプリの開発やTCP/IP におけるクライアント・サーバ間の通信プログラム、組み込みコンピュータのRaspberry Pi 上でのアプリケーションの開発を通して、プログラミングの演習を行うことにより、実装能力を養った。
(2-3) 専攻に係る科目以外の学修
先行研究の文献調査を行うが、それらの文献の多くは英語で書かれている。また国際会議に投稿する英論文の執筆、学会での発表・質疑応答などで英語の読み書き、また会話をする技能を本科の英語Ⅳ、Ⅴ、実用英語、専攻科の実践英語Ⅰ、Ⅱ、Ⅲで養うことができた。また技術英語では、論文執筆の際に留意することを勉強し、学修前に書いた英文を、学修を進めるにつれ添削をしていくことで、対外的に研究成果を発表するにあたって重要な能力を高めることができた。
(2-4) 自分自身の4年間の学修全体の省察
4年間で制御や情報だけでなく、機械や電気などに関する科目を履修し、幅広い分野の知識を得た。本科の卒業研究論文、専攻科の専攻科研究基礎、専攻科研究論文を通して研究の成果を本科5年で1本[3]、専攻科1年で1本[4]、専攻科2年で2本の論文を査読付き国際会議に投稿することで、問題を見出し解決する能力を培い、研究成果を発表するという貴重な経験をする事ができた。 これから卒業までの期間については、4年間で培った能力を現在の研究に活かし熱心に取り組むたいと考えている。また自分の研究テーマのみならず、同じ研究室の学生や指導教員とのディスカッションを通して、他の分野に必要な知識や、相手に伝える技能をさらに高めたいと考えている。

[参考文献]

- [1] C.-C. Jay Kuo, Yueru Chen, "On data-driven Saak transform," Journal of Visual Communication and Image Representation, Volume 50, 2018, pp. 237-246, <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2017.11.023>.
- [2] H. Bristow, A. Eriksson and S. Lucey, "Fast Convolutional Sparse Coding," 2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Portland, OR, 2013, pp. 391-398.
doi: 10.1109/CVPR.2013.57
- [3] T. Hirakawa, K. Chigita and Y. Kuroki, "Distributed compressed hyper spectral image sensing using ADMM," 2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), Chiang Mai, 2018, pp. 1-4. doi: 10.1109/IWAIT.2018.8369758
- [4] Tomoya Hirakawa, Kuntopng Wararatpanya, Yoshimistu Kuroki, "Image recognition using multi-layer sparse feature extraction with ADMM," Proc. SPIE 11049, International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2019, 110493W (22 March 2019)

(その2)

学修総まとめ科目の授業に関する実施計画書

【個表】

授業科目名	専攻科研究論文				
課題名	スパース表現と凸最適化を用いた画像の符号化と処理				
専攻の区分	情報工学	履修者数	4名	個表番号	26/16

担当教員名	指導・補助の別	職名	個人調査番号
黒木 祥光	指導教員	教授	情 8

(1) 課題の位置づけ (総表との関係)	情報工学分野の高度で先端的な知識や技術を学生自ら学ぶ方法として、本課題について研究を行う。関連図書や文献の調査を自ら行い、研究室のゼミでの報告を通じて理解を深める。文献は英語論文も含む。創造的な研究開発能力を身に付けるために、既存の方法を改善する新しいアイデアを見出し、実験によって有効性の検証や考察を行う。また、アイデアの妥当性や成果について指導教員や研究室の学生と密に議論する。得られた成果は学会で発表し、プレゼンテーション能力を身に付ける。英語の能力を育成するために、国際会議での発表も視野に入れて本課題に取り組む。
(2) 履修者の到達目標	研究課題の遂行により、信号処理の基礎となる数学の知識、および所望の手法をプログラムで実装する能力を修得する。ゼミでの参考文献や自らのアイデアなどの説明を通じ、自分の研究の目的や位置づけを多面的に考察・理解する能力を得る。課題の関連文献を調査することにより、主体的かつ継続的に研究を行う能力も修得する。研究発表会までに得られた成果を論文としてまとめ、発表と質疑応答の経験を通じて研究内容を他者に論理的に説明し、議論する能力を得る。研究室の最上級生として、ゼミなどの研究活動の計画、秩序ある研究室の運営、後輩指導などを行い、リーダーとしての指導力を修得する。
(3) 本課題の内容	以下の計画で実施する。 1. 課題の目的や位置づけの理解 2. 信号処理の基礎となる数学や関連文献のゼミ 3. プログラム作成やソフト開発に必要な知識・技術の学習 4. 所望の手法をプログラムで実装し、比較実験を行う 5. 提案法の検討ならびにシミュレーション結果の考察 6. 実験結果の整理と研究成果の確認 7. 専攻科研究論文の科目履修計画書の作成 8. 専攻科研究論文の作成と発表 9. 学会発表のための論文作成と発表
(4) キーワード	信号のスパース表現、凸関数解析、情報理論、画像処理
(5) 履修条件	応用数学Ⅰ、応用数学Ⅱ、確率統計、信号処理、データ構造とアルゴリズム、画像工学、卒業研究、専攻科研究論文基礎、あるいはそれに相当する科目を履修しておくこと。
(6) その他特記事項	