

慶應義塾大学理工学部研究報告別冊第81号

2016（平成28）年度 春学期

博士（工学） 学位論文
博士（理学）

論文の内容の要旨および論文審査の結果の要旨

慶應義塾大学理工学部

目 次

| | | |
|--|---|----|
| 仲 真弓 | Investigation of Goodness-of-fit in Ecological Data Modeling (生態系データモデリングにおける分布の適合性の研究) | 1 |
| 八木 智之 | Economic Nonlinear Transition Mechanism and Nonparametric Estimation Model of Productivity (経済活動における非線形遷移メカニズムと生産性のノンパラメトリック推計モデル) | 3 |
| 小菅 敦丈 | 伝送線路結合器を用いた高信頼非接触インタフェース | 5 |
| 望月 恵一 | 光散乱導光ポリマーを用いた新規高品位LED照明に関する研究 | 7 |
| (サハ シームル) SAHA, SHIMUL | Electrodeposition of Cadmium and Selenium in 1-Butyl-1-methylpyrrolidinium Bis(trifluoromethylsulfonyl)amide Ionic Liquid (1-ブチル-1-メチルピロリジニウム・ビス(トリフルオロメチルスルホニル)アミドイオン液体中におけるカドミウムとセレンの電析) | 9 |
| 大川 佳寛 | 電力潮流による経済性を考慮した分散的な動的電力価格決定に関する研究 | 11 |
| 叶賀 卓 | An Accurate Removal of Eyeblink Artifact from Single-channel Electroencephalogram by Supervised Tensor Factorization (教師付きテンソル分解を用いた単極脳波信号に対する高精度な瞬目アーチファクト除去) | 13 |
| (文 聘) WEN PIN | Probabilistic Multiscale Analysis of Three-phase Composite Material Considering Physical and Geometrical Uncertainties at Microscale (三相複合材料のミクロスケールにおける物理的・幾何的不確かさを考慮した確率的マルチスケール解析) | 15 |
| (ウイジェクーン ムディヤンセラゲ ジャナカ ランカナンダ) WJEKON MUDIYANSELAGE, JANAKA LANKANANDA | Enhanced Content Navigation Using Edge Routers in Content Delivery Network (コンテンツデリバリーネットワークにおけるエッジルータを用いた拡張コンテンツナビゲーション) | 17 |
| 大鳥羽 暢彦 | Uniqueness and multiplicity of constant scalar curvature metrics (スカラー曲率一定計量の一意性と多重性) | 20 |
| (チャン チュイジャン) ZHANG CUIJUAN | Design of Heterostructured Molecular Magnets Based on Layered Double Hydroxides (層状複水酸化物を利用したヘテロ構造型分子磁性体の創出) | 22 |
| 佐藤 奈々 | 金属微細構造におけるスピン波ダイナミクス | 24 |
| 長谷川 邦洋 | Augmented Visualization by Extracting a Moving Object from a Hand-held Camera Sequence (手持ちカメラ映像シーケンスからの移動物体抽出による拡張可視化技術) | 26 |
| 新明 脩平 | Multilevel Motor Drives for Robust Motion Control (ロバストモーションコントロールのためのマルチレベルモータドライブ) | 28 |
| 松村 一平 | Beamforming Design Methods for Interference Alignment and Avoidance on the MIMO Downlink System (MIMOダウンリンクシステムにおける干渉アライメント/干渉回避のためのビームフォーミング設計手法) | 30 |
| 木村 智哉 | イミデート糖及びグリカールを糖供与体とした新規グリコシル化反応の開発 | 32 |
| (ダヒリ シャイマ) DHAHRI, CHAIMA | Machine Learning Applications to Self-Organizing Networks: Cell Selection and Coverage and Capacity Optimization Use Cases (自己組織化ネットワークへの機械学習の適用:セル選択とカバレッジ及び容量最適化) | 34 |
| (庄 何) ZHUANG HE | A Study on Stochastic Geometry Based Modeling and Analysis of Cellular Networks (確率幾何学に基づくセルラーネットワークの理論解析に関する研究) | 36 |
| (ホセイ ン パナヒ フェレイドゥン) HOSSEIN PANAHI, FEREDOUN | A Study on Interference Modelling, Management and Avoidance in Wireless Communication Systems (無線通信システムにおける干渉モデル化, 管理, 回避に関する研究) | 39 |
| 太田 努 | Investigation of Geometric and Electronic Structures of Mass-selectively Deposited Superatom Nanoclusters by Photoelectron Spectroscopies (光電子分光法を用いた質量選択的に蒸着された超原子ナノクラスターの幾何的・電子的構造の研究) | 42 |
| (グエン ティー テュー アン) NGUYEN, THI THU AN | Impression Estimation of Short Sentences and Images Using Adjectives (形容詞を用いた短文と画像の印象推定に関する研究) | 44 |

論文の要旨および審査結果の要旨

本報は、学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第8条による公表を目的として、本大学において2016(平成28)年度春学期に博士の学位を授与した者の論文内容の要旨および論文審査の結果の要旨である。収録したものは次のとおり。

慶應義塾大学理工学部

| 学位の種類 | 学位記号・番号 | 授与年月日 | 氏名 |
|--------|------------|------------------|--|
| 博士(理学) | 甲 第 4488 号 | 平成 28 年 7 月 6 日 | 仲 真弓 |
| 博士(工学) | 甲 第 4489 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 八木 智之 |
| 博士(工学) | 甲 第 4500 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 小菅 敦丈 |
| 博士(工学) | 甲 第 4501 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 望月 恵一 |
| 博士(工学) | 甲 第 4502 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (サハ シームル) SAHA, SHIMUL |
| 博士(工学) | 甲 第 4503 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 大川 佳寛 |
| 博士(工学) | 甲 第 4510 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 叶賀 卓 |
| 博士(工学) | 甲 第 4511 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (文 聘) WEN PIN |
| 博士(工学) | 甲 第 4512 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (ウイジェクーン ムディヤンセラゲ ジャナカ ランカナンダ) WJEKOON MUDIYANSELAGE, JANAKA LANKANANDA |
| 博士(理学) | 甲 第 4513 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 大鳥羽 暢彦 |
| 博士(工学) | 甲 第 4514 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (チャン チュイジャン) ZHANG CUIJUAN |
| 博士(理学) | 甲 第 4515 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 佐藤 奈々 |
| 博士(工学) | 甲 第 4516 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 長谷川 邦洋 |
| 博士(工学) | 甲 第 4517 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 新明 脩平 |
| 博士(工学) | 甲 第 4518 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 松村 一平 |
| 博士(工学) | 甲 第 4519 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 木村 智哉 |
| 博士(工学) | 甲 第 4520 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (ダヒリ シャイマ) DHAHRI, CHAIMA |

| 学位の種類 | 学位記号・番号 | 授与年月日 | 氏名 |
|--------|------------|------------------|---|
| 博士(工学) | 甲 第 4521 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (庄 何) ZHUANG HE |
| 博士(工学) | 甲 第 4522 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (ホセイ ン パナヒ フェレイドウ ン) HOSSEIN PANAHI, FEREIDOUN |
| 博士(理学) | 甲 第 4523 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | 太田 努 |
| 博士(工学) | 甲 第 4524 号 | 平成 28 年 9 月 21 日 | (グエン ティー テュー アン) NGUYEN, THI THU AN |

内容の要旨

| | | | |
|---|------------|-----|------|
| 報告番号 | 甲 第 4488 号 | 氏 名 | 仲 真弓 |
| 主 論 文 題 目： Investigation of Goodness-of-fit in Ecological Data Modeling (生態系データモデリングにおける分布の適合性の研究) | | | |
| <p>本論文は、観測されたデータに対して、どのようにしたら適切なモデルを導くことができるか、その適合性はどのようにして検証したらよいか、という観点から行ってきたこれまでの研究成果で構成されている。前半では、トロール漁の影響調査データと淡水流入による影響調査データに対して、外的要因の変化がどのように海底生物や河口でのバナナエビの生態に影響するかを説明する確率分布を用いたモデルを構築し、解析した結果を示している。後半では、前半でも用いられた分布の適合性の検証によく用いられる Cramér-von Mises 統計量の理論的な性質、特に最小距離推定量を用いてパラメータ推定したときのロバスト（頑健）性を明らかにする。</p> <p>第一章では、確率分布を用いたモデルの適合性検証に用いられる方法について、既存の研究をまとめる。</p> <p>第二章は、オーストラリア北部海域における海底生物へのトロール漁の影響調査データに対し、確率分布を用いたモデルを構築して解析した結果を示す。トロール漁前の海底生物の体重分布のモデルとして、成長のモデルとして知られる確率微分方程式の定常分布として得られるガンマ分布を考え、分布の適合度検定統計量の一つである Cramér-von Mises 統計量をサンプルが独立だが必ずしも同じ分布に従っていない場合に拡張した統計量を用いて分布の適合性を検証する。80 ケース中 57 ケースで、体重のデータのモデルとしてガンマ分布を用いて問題がないことを確認した上で、このモデルを用いてトロール漁後の体重分布が変化したかを検定することで、トロール漁による影響を種ごとに検証する。</p> <p>第三章では、オーストラリアの河口における淡水流入による生物への影響を解析している。ここではバナナエビの捕獲データに着目し、観測時期の水温と塩分濃度の影響を加味した成長と生存のモデルの非対称混合分布を用いて、河口に滞在するバナナエビの甲殻の長さの分布のモデルを導出する。モデルの適合性については、離散分布に対する Cramér-von Mises 統計量によって、19 ケース中 15 ケースでは、導出した混合分布を甲殻の長さのデータのモデルとして用いて問題ないことが確認でき、この 15 ケースについては、淡水流入による水温和塩分濃度の変化がバナナエビの成長に与える影響がこのモデルで説明できていると考えられる。</p> <p>第四章は、Cramér-von Mises 統計量を用いた分布の適合性に対する検証について、少量の異質なデータが混ざっていた場合についての漸近的な性質を示している。まず、パラメータを既知としたときの Cramér-von Mises 統計量の漸近分布が、非心カイ二乗確率変数の重み付き和の分布で表せ、異質なデータの影響は非心度にのみあらわれることを示す。次に、パラメータが未知で、パラメータ推定に最小 Cramér-von Mises 距離推定量を用いた場合についても同様に漸近分布を導出する。さらに、シミュレーションによる実験から、パラメータ推定に最小距離推定量を用いることで Cramér-von Mises 統計量のロバスト性が確保できることを明らかにする。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|------------|-------------|
| 報告番号 | 甲 第 4488 号 | 氏 名 | 仲 真弓 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | PhD 南 美穂子 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 田村 明久 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（理学） 白石 博 |
| | | 慶應義塾大学名誉教授 | 理学博士 柴田 里程 |
| | | 慶應義塾大学名誉教授 | 工学博士 前島 信 |

修士（理学）仲真弓 君提出の学位請求論文は，“Investigation of Goodness-of-fit in Ecological Data Modeling”（生態系データモデリングにおける分布の適合性の研究）と題し、本文5章と付録2章より成る。本論文は、外的要因の変化がどのように生態系に影響を与えているか探索することを目的としてこれまで行われてきた研究成果をまとめたもので、外的要因の変化の影響を確率分布の変化として検出するときに起きる諸問題の解決を中心課題としている。本論文の前半では、海底生物に対するトロール漁の影響調査データと河口付近でのバナナエビに対する淡水流入の影響調査データを取り上げ、構築した確率分布モデルの適合性検証の段階で起きる様々な問題の解決を図り、どのような影響があったのか明らかになった結果を述べている。またこの実証研究で生まれた理論的な問題の解決を図ったのが本論文の後半である。そこでは、ごく少数の外れ値が混入していた場合に適合性検証がどこまで乱されるのか、そのような攪乱に強い検証法にはどのようなものがあるかを理論的に解明している。

第一章は序論であり、確率分布を用いたモデルの適合性検証に関する既存の研究をまとめている。第二章ではオーストラリア北部海域における海底生物へのトロール漁の影響調査データを取り上げている。成長のモデルとして知られる確率微分方程式が、トロール漁前の個々の海底生物の体重分布も十分説明できるモデルであることから、その解の定常分布であるガンマ分布を体重分布として用いることにしている。しかし、実際の調査データでは、複数の個体の体重がまとめて記録されているため、ここではCramér-von Mises 統計量をサンプルが独立だが必ずしも同じ分布に従っていない場合に拡張した上で、その適合性を検証することに成功している。その結果として適合性に問題がないことが確かめられた80ケースのうちの57ケースについて、トロール漁後の体重分布の変化を検定することで、トロール漁による影響を種ごとに検証している。第三章では、オーストラリアの河口における淡水流入の影響調査を取り上げている。ここではバナナエビの捕獲調査データに対して、観測時期の水温と塩分濃度の影響を加味した成長と生存のモデルの非対称混合分布を用いて、河口に滞在するバナナエビの甲殻の長さの分布モデルを構成し、離散分布に対するCramér-von Mises 統計量によってその適合性に問題がない19ケース中15ケースについて、淡水流入による水温度・塩分濃度の変化がバナナエビの成長にどのような影響を与えているか詳細な解析を行っている。第四章は、Cramér-von Mises 統計量を用いた分布の適合性に対する検証について、少量の異質なデータが混ざっていた場合についての漸近的な性質を導いている。まず、パラメータを既知としたときのCramér-von Mises 統計量の漸近分布が、非心カイ二乗確率変数の重み付き和の分布で表せ、異質なデータの影響は非心度度のみあらわれることを示している。次に、パラメータが未知で、パラメータ推定に最小Cramér-von Mises 距離推定量を用いた場合についても同様に漸近分布を導出し、シミュレーションによる実験から、パラメータ推定に最小距離推定量を用いることでCramér-von Mises 統計量の頑健性が確保できることを明らかにしている。第五章は総括であり、外的要因の生態系へ影響を調べるには、説明力の高い確率分布モデルの構築と、その適合性の検証が欠かせないこと、少数の外れ値に結果が大きく左右されない検証法の更なる研究が必要であるという将来への展望で締めくくられている。

このように、本論文は、外的要因の生態系への影響を探索する上で欠かせない確率分布の適合性の検証について実践と理論の両面から研究した成果をまとめたもので、この分野の発展に大きく寄与するだけでなく、さまざまな分野への応用可能性も示している。よって、本論文の著者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|---|------------|-----|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4489 号 | 氏 名 | 八木 智之 |
| 主論文題目： Economic Nonlinear Transition Mechanism and Nonparametric Estimation Model of Productivity (経済活動における非線形遷移メカニズムと生産性のノンパラメトリック推計モデル) | | | |
| <p>経済の持続的成長にあたって、生産性の向上は最も重要な要素のひとつである。このため、生産性は多角的な観点から評価されることが望ましい。特に、経済危機や災害など、生産関数の構造に変化を及ぼす事象が発生し得る際には、変化に対応することができる手法を用いて生産性を計測する必要がある。</p> <p>実体経済において、経済活動および生産活動は、ショックの発生によって非連続に変化することが、経験則として広く知られている。本論文では、数理モデルを構築することを通じて、非連続事象の発生メカニズムを理論的に解明している。状態遷移的な変化が発生し得るという事実は、経済および生産活動を的確に把握する際に、特定の関数型を仮定したパラメトリック手法に加えて、非連続変化の発生可能性を予測し得るノンパラメトリック手法を用いた推計および分析を行うことの重要性を示唆している。このことを踏まえ、本論文では、DEA (Data Envelopment Analysis) アプローチを用いて、汎用性が高く、経済事象の説明に適したノンパラメトリック時系列分析手法を開発している。また、同手法を用いた実証研究を通じて、日本経済の先行きに関するインプリケーションを得ており、少子・高齢化という経済活動の下押し圧力が働くなかにも、日本の国際競争力を向上させ、持続的な経済成長を実現するためには、生産性向上が不可欠であるとの結論が示されている。</p> <p>本論文の構成は、以下のとおりである。第1章は、序論であり、研究の動機が提示されている。第2章では、数理モデルを構築し、経済および生産活動が非連続に変化し得ることを明らかにしている。また、日本の製造業データを用いた分析を行い、こうした点について実証的に確認している。これを受けて、第3章は、実体経済における非線形な動きを捉え、経済・生産活動の効率性を的確に数値化するべく、ノンパラメトリック手法である DEA を用いて、新たな生産性計測手法 (DEA 時系列分析手法) を開発している。この際、Kalman filter や Markov switching を用いてデータを整備することで、従来のノンパラメトリック手法でみられた時系列分析への拡張の困難性を解消している。また、同手法を用いて日本の製造業の効率性について分析を行い、技術および規模に関する効率性の推移を定量的に計測している。第4章では、DEA モデルの活用事例として、景気局面の推計モデルと倒産確率の推計モデルを紹介している。それぞれのモデルは、極めて高精度であり、予測モデルとしても有用であると考えられる。最後の第5章は、本研究を総括するとともに、モデルの拡張可能性など、今後の課題について述べている。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|----------|--------------|
| 報告番号 | 甲 第 4489 号 | 氏 名 | 八木 智之 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 高橋 正子 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | Ph. D. 増田 靖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 枇々木規雄 |
| | | 慶應義塾大学教授 | Ph. D. 小暮 厚之 |

学士(工学), MPA, 八木智之君提出の学位請求論文は, 「Economic Nonlinear Transition Mechanism and Nonparametric Estimation Model of Productivity (経済活動における非線形遷移メカニズムと生産性のノンパラメトリック推計モデル)」と題し, 本論 5 章より構成されている。

経済の持続的成長にあたって, 生産性の向上は最も重要な要素のひとつである。このため, 生産性は多角的な観点から評価されることが望ましい。特に, 経済危機や災害など, 生産関数の構造に変化を及ぼす事象が発生し得る際には, 変化に対応することができる手法を用いて生産性を計測する必要がある。実体経済において, 経済活動および生産活動は, ショックの発生によって非連続に変化することが, 経験則として広く知られている。本論文では, 数理モデルを構築することを通じて, 非連続事象の発生メカニズムを理論的に解明している。状態遷移的な変化が発生し得るという事実は, 経済および生産活動を的確に把握する際に, 特定の関数型を仮定したパラメトリック手法に加えて, 非連続変化の発生可能性を予測し得るノンパラメトリック手法を用いた推計および分析を行うことの重要性を示唆している。このことを踏まえ, 本論文では, DEA (Data Envelopment Analysis) アプローチを用いて, 汎用性が高く, 経済事象の説明に適したノンパラメトリックデータ分析手法を提案している。また, この手法を用いた分析を通じて, 日本経済の先行きに関するインプリケーションを得ており, 少子・高齢化という経済活動の下押し圧力が働くなかにもあっても, 日本の国際競争力を向上させ, 持続的な経済成長を実現するためには, 生産性向上が不可欠であるとの結論が示されている。

本論文の構成は, 以下のとおりである。第 1 章は, 序論であり, 研究の動機が提示されている。世界経済が直面した大きな局面変化等の整理を通じて, 実体経済における非連続事象を紹介するとともに, 生産性向上の重要性を指摘している。

第 2 章では, 数理モデルを構築し, 生産能力や稼働率, 設備老朽化の状況によって, 経済および生産活動が非連続に変化し得ることを明らかにしている。また, 日本の製造業データを用いた分析を行い, こうした点について実証的に確認している。

これを受けて, 第 3 章は, 実体経済における非線形な動きを捉え, 経済・生産活動の効率性を的確に数値化するべく, ノンパラメトリック手法である DEA を用いて, 新たな時系列生産性計測手法を提案している。この際, カルマンフィルタやマルコフスイッチを用いてデータを整備することで, 従来のノンパラメトリック手法でみられた時系列分析への拡張の困難性を解消している。また, 同モデルを用いて日本の製造業の効率性について分析を行い, 技術および規模に関する効率性の推移を定量的に計測している。

第 4 章では, DEA モデルの活用事例として, 景気局面の推計モデルと倒産確率の推計モデルを紹介している。それぞれのモデルは, 精緻に構築されており, 予測モデルとしても有用であると考えられる。

最終章は, 本研究を総括するとともに, モデルの拡張性など, 今後の課題について述べている。

以上をまとめると, 本研究は, 非連続に変化する実体経済を数理的に表現し, その下で生産性を評価する手法を開発しており, 経済活動評価の新たな道筋を示すことで, 企業活動のみならず, 経済政策決定上有用な情報を与え, 社会システム工学の観点から寄与するところが少なくない。また, これらの成果は, 著者が研究者として自立して研究活動を行うために必要となる高度な研究能力, および豊かな学識があることを示したものとと言える。

よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|---|------------|-----|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4500 号 | 氏 名 | 小菅 敦丈 |
| 主論文題目： 伝送線路結合器を用いた高信頼非接触インタフェース | | | |
| <p>従来の有線接続型コネクタでは露出した電極同士を接触させて通信を行うため、振動による接触不良に起因する通信不良、水分による電極腐食、挿抜による電極摩耗といった信頼性上の課題があった。加えてバス接続に用いると、信号分岐点で信号反射が起きるため高速な通信ができなかった。近接場電磁界を用いた非接触インタフェースは電極露出がないため電極摩耗や破損・腐食がなく、合わせ誤差に強いため高い振動耐性が得られることから、接続信頼性を向上できる。伝送線路結合器は広帯域特性を有し、高速な通信ができる。一方、これまで研究されてきた手法では1対1接続しかできないためバス接続方式が一般的な情報・車載機器に適用できず、面積も大きいため携帯機器に適用できなかった。また、携帯・車載機器用途では高ノイズ耐性とノイズ放射低減が要求される。本研究では、伝送線路結合器を用いた非接触インタフェースを各用途に適用し高い接続信頼性を実現することを目的とし、課題である結合器のバス接続化技術、小型化技術、及び高ノイズ耐性低ノイズ放射回路技術を提案した。</p> <p>第1章では、本研究の背景と、従来のコネクタ接続と伝送線路結合器の信頼性を比較し、伝送線路結合器を用いた非接触通信の利点について述べた。</p> <p>第2章では、第3章から第5章の基礎として、伝送線路結合器の基本形状及びその理論解析と設計手法を述べた。</p> <p>第3章では、情報機器に向けた伝送線路結合器を用いたマルチドロップバスを提案した。信号分岐点に伝送線路結合器を適用することで、信号反射を無くし通信高速化が可能となる。バス接続用結合器及び送受信機的设计手法について述べた。実験により、コネクタによるバス接続に比べ2.5倍高速な12.5 Gb/sで通信できることを示した。</p> <p>第4章では、携帯機器応用に向けた結合器小型化技術を述べた。方向性結合を利用することで1つの結合器で2つの信号を送信でき面積効率を2倍に高めた。2重伝送線路結合器を開発し、1/8以下に小型化でき結合度を9 dB向上できることを示した。</p> <p>第5章では、携帯・車載機器応用に向けたノイズ耐性向上及びノイズ放射削減技術を述べた。車載機器用に逡倍マンチェスタ符号を開発し、ノイズ耐性、不要輻射のいずれも車載機器で用いられる標準規格を満たしていることを実験で確認した。携帯機器用にパルス符号化及びエッジ計数クロック復元回路によるノイズ耐性向上及びノイズ不要輻射削減手法を開発した。通信距離が5 mmの時、結合器から10 mm離れたGlobal Positioning System受信機への与干渉が無いこと、2 mm離れたアンテナから30 dBmのWi-Fi信号を放射してもビット誤り率の劣化なく通信できることを確認した。</p> <p>第6章では、各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を述べた。</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4500 号 | 氏 名 | 小菅 敦丈 |
|---|------------|-----------|--------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 黒田 忠広 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 天野 英晴 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 石黒 仁揮 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 中野 誠彦 |
| <p>学士（工学）、修士（工学）小菅敦丈君提出の学位請求論文は「伝送線路結合器を用いた高信頼非接触インタフェース」と題し、6章から構成されている。</p> <p>電子機器のモジュールの接続にはコネクタが広く使われている。コネクタは露出した電極同士を嵌合させて接続するので、外力による破損、水分による腐食、振動による瞬断などの信頼性の問題があった。近年、通信の高速化に伴い、電極でのインピーダンス不整合による通信品質の劣化も問題となっている。こうした問題を解決するために、機械式ではなく電子式非接触インタフェースが研究されている。特に近接場電磁界を用いた方式は、遠方場電磁界を用いた従来の無線方式に比べて、至近距離において高速低電力な通信を実現できるため最近注目されている。なかでも結合器にコイルやキャパシタではなく伝送線路を用いた方式は、分布定数系において整合終端できるので、高速な信号でモジュールを接続できる。しかしこれまでの技術では、バス接続ができない、結合器が大きい、電磁両立性が確保できないなどの課題が残り、車載や携帯の情報機器への応用が限定的であった。本論文では、こうした課題を解決することを目的とし、新たな結合器と集積回路を提案してその有効性を実証している。</p> <p>第1章は序論であり、背景となる技術と研究を概説して課題を整理している。</p> <p>第2章では、伝送線路結合器の基本原理を解き、設計手法を体系化している。</p> <p>第3章では、バス接続を可能にする2つの技術を提案している。1つはプロセッサとメモリモジュールを接続するメモリバスの技術である。結合器ごとに結合度を調節してエネルギーを等配分することで、世界最速の毎秒12.5ギガビットの通信速度で8個のモジュールを接続できている。もう1つはコンピュータのバックプレーンバスの技術である。バスと双方向に接続できる結合器を提案している。さらに信号が結合器を2回通過する際に生じるひずみを補償する低域強調等価器も開発している。その結果、毎秒6.5ギガビットの通信速度で6個のモジュールを接続できている。</p> <p>第4章では、結合器を小型化できる2つの技術を検討している。1つは方向性結合器を用いて、1つの結合器で2つの信号を同時通信する技術であり、結合器の大きさを半減できる。もう1つは差動信号を電極の両端から印加する2重伝送線路結合器技術であり、電極の数を半減できる。さらにこれまで終端抵抗で捨てていた前方結合信号を通信に利用することで、結合度を9dB高めている。結合器の幅をその分細くでき、電極数の減少と相まって、結合器を1/8以下に小型化している。</p> <p>第5章では、電磁両立性を向上する技術を検討している。車載応用には、通倍マンチェスタ符号を用いて低速データ信号を高周波領域に変調し、規制周波数帯域での放射ノイズを削減するとともに冗長性を利用してノイズ耐性を向上している。一方、携帯端末応用には、パルス符号化及びエッジ計数クロック復元回路を用いてクロック抽出におけるノイズの混入を抑え、電力を削減しつつノイズ耐性を向上している。その結果、2mm離れたアンテナから2.4GHzで30dBmのノイズ信号を結合器に印加した際に、毎秒6ギガビットでデータ通信できることを実証している。</p> <p>第6章は結論であり、各章において得られた知見をまとめ、残された課題を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は伝送線路結合器を用いた非接触インタフェースを広範な実用に供するための要素技術を研究しその有効性を実証したもので、集積回路工学分野において工業上、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

内容の要旨

| | | | |
|---|------------|-----|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4501 号 | 氏 名 | 望月 恵一 |
| 主論文題目： 光散乱導光ポリマーを用いた新規高品位 LED 照明に関する研究 | | | |
| <p>LED は主に長寿命、低消費電力、低発熱量の利点があり、一般照明として普及してきた。多くの LED 照明には用途に合わせた光学特性を得るために光学素子が使われているが、光学部材は透明であり、光学素子形状を変化させることによって光学特性を制御していた。拡散材料も使用されてきたが、光を集めたり、全反射したりする部材へはほとんど使われておらず、十分研究されていない。本論文では、前方散乱性の高い光散乱導光ポリマーを光学素子に用い、散乱材料を用いた光学素子を最適化し、従来の LED 一般照明用光学素子の問題点を解決する光学素子を開発した。</p> <p>第 1 章では本研究の LED 照明の背景について説明した。</p> <p>第 2 章では光散乱導光ポリマーの従来の研究成果と LED 照明の最適化設計に用いるシミュレーション方法について詳細を説明した。</p> <p>第 3 章では光散乱導光ポリマーを用いた LED ダウンライトレンズについて記載した。ダウンライトレンズは用途に合わせた配光角が必要であり、従来の LED ダウンライトレンズでは、形状を変化させることによって配光角を制御していた。光散乱導光ポリマーを LED ダウンライトレンズに用い、同一形状のレンズで散乱粒子濃度と散乱粒子径を変化させることによって、15° から 38° まで配光角の半値全幅を制御するダウンライトレンズを開発した。光散乱導光ポリマー LED ダウンライトレンズは 86% 以上の高い出射効率も実現した。開発したレンズの測定とシミュレーションから光散乱導光ポリマー LED ダウンライトレンズの高い色均一性、散乱粒子径の違いによる光学特性の違いも明らかにした。</p> <p>第 4 章では光散乱導光ポリマーを用いた LED パネル照明について記載した。LED パネル照明は用途に合わせて様々な大きさが必要となるが、従来は様々な大きさを開発し、作製していた。これはコストアップと製造期間の長期化という問題点があった。本研究で開発した LED パネル照明は、発光面の明るさを 90% 以上の均一性でシームレスにつなげていくことで、従来の LED パネル照明ではできなかった一つのパネル照明で様々な大きさの照明器具を作製する事を実現した。開発した LED シームレスパネル照明の実空間の評価も行い、評価した空間の一つであるキャンピングカーでは 90% 以上のユーザーが適した照明であるという回答であった。</p> <p>第 5 章では総括として本研究全体のまとめを行い、明らかになった知見と今後研究が必要な項目について記載した。</p> <p>以上のように本論文では、LED 照明の光学素子において、光散乱導光ポリマーを用いて最適化設計する事により、光学特性を制御する光学素子を開発し、従来の LED 照明の問題点を解決した。</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4501 号 | 氏 名 | 望月 恵一 |
|---|------------|----------|--------------|
| 論文審査担当者： | | | |
| | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 小池 康博 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 岡田 英史 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 松本 佳宣 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 白鳥 世明 |
| <p>学士（工学）、修士（工学）望月恵一君提出の学位請求論文は「光散乱導光ポリマーを用いた新規高品位 LED 照明に関する研究」と題し、5章より構成されている。</p> <p>LED は長寿命、低消費電力であることから、一般照明として広く普及してきたが、そこに使われる光学部材は基本的に透明であり、光学制御は透明材料の表面形状を変化させることにより達成されてきた。そのため、材料の屈折率波長依存性に起因する色収差や照明の不均一性の改善が求められている。本論文では、前方散乱性と色収差制御技術を合わせもつ光散乱導光ポリマーを光学素子に用い、ミー散乱理論とモンテカルロシミュレーションを用いて光学素子を最適化し、従来の LED 照明の問題点を解決する光学素子を開発している。</p> <p>第 1 章では本研究の LED 照明の背景と、光散乱導光ポリマーの従来の研究成果について述べている。</p> <p>第 2 章では LED 照明の最適化設計に用いる光散乱理論とシミュレーション方法について詳細を述べている。</p> <p>第 3 章では光散乱導光ポリマーを用いた LED ダウンライトレンズについて述べている。ダウンライトレンズは用途に合わせた配光角が必要であり、従来の LED ダウンライトレンズでは、形状を変化させることによって配光角を制御していた。本論文においては、光散乱導光ポリマーを LED ダウンライトレンズに用い、ミー散乱理論に基づき同一形状のレンズで散乱粒子濃度と散乱粒子径を制御することによって、15° から 38° まで配光角の半値全幅を制御することができる色むらのないダウンライトレンズを開発している。光散乱導光ポリマー LED ダウンライトレンズは 86% 以上の出射効率が実現され、また高い色均一性が実証されている。</p> <p>第 4 章では、光散乱導光ポリマーを用いた LED パネル照明について述べている。LED パネル照明は用途に合わせて様々な大きさが必要となるが、従来は様々な大きさを開発し個別に作製されていたためコストと製造期間の長期化という問題点があった。本論文では、光散乱導光ポリマーの前方散乱性を制御することにより、発光面の明るさを 90% 以上の均一性でシームレスにつなげることに成功している。また、本研究の成果が使用されている実施例について、その優れた特性を述べている。これは従来の LED パネル照明では極めて困難であり、様々な形状、大きさを有するシームレス照明の道を開くものであり、工業的に極めて期待される成果である。</p> <p>第 5 章では総括として本研究全体のまとめを行い、従来の透明光学部材と比較し、光散乱導光ポリマーの優位性を述べている。更に高性能光散乱導光ポリマー照明に必要な今後の研究項目について指針を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は LED 照明の光学素子において、光散乱導光ポリマーを用いてポリマー固体内部で光学特性を制御する新たな原理を提案することにより、従来の LED 照明の問題点を解決するものであり、工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

Thesis Abstract

| | | | |
|--|---------------|------|--------------|
| Registration Number | “KOU” No.4502 | Name | Saha, Shimul |
| Thesis Title | | | |
| Electrodeposition of Cadmium and Selenium in 1-Butyl-1-methylpyrrolidinium Bis(trifluoromethylsulfonyl)amide Ionic Liquid | | | |
| <p>Aprotic room-temperature ionic liquids (RTILs) have gained significant attention as a medium for electrodeposition of metals and alloys due to their several attractive properties. Among aprotic RTILs, 1-butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)amide (BMPTFSA) is one of the promising RTILs for electrodeposition of a wide variety of metals. However, the mechanism of electrodeposition of metals in BMPTFSA has not been revealed in depth. In this study, electrodeposition of cadmium (Cd) and selenium (Se) has been investigated in BMPTFSA with and without the presence of excess chloride.</p> <p>In chapter 1, the backgrounds of electrodeposition, ionic liquids and electrodeposition of metals and alloys in ionic liquids are introduced briefly.</p> <p>Chapter 2 explains the general experimental techniques of the present work.</p> <p>Chapter 3 deals with electrodeposition of cadmium in BMPTFSA. The divalent Cd(II) in BMPTFSA was found to be coordinated by three TFSA⁻ and probably exist as [Cd(TFSA)₃]⁻. Electrochemical reaction of Cd(II)/Cd on a GC electrode was an electrochemically irreversible process, probably involving 2 one-electron transfer steps. The nucleation process and morphology of the electrodeposits were found to be affected by the applied potential under diffusion-controlled region, suggesting the influence of the potential on the electric double layer structure due to the difference in accumulation of cations led to the change in surface processes.</p> <p>Chapter 4 describes the electrochemical behavior of Se(IV) species in BMPTFSA in the absence and presence of excess chloride. The electrodeposition of metallic Se was possible in BMPTFSA in both absence and presence of excess chloride. SeCl₄ was found to be dissolved in the RTIL with excess Cl⁻ by forming [SeCl₆]²⁻. Morphology and crystal structure of Se deposits were found to be related with the temperature. Reduction of Se to Se(-II) was confirmed at the potential more negative than the reduction of [SeCl₆]²⁻. However, proportionation reaction of Se(-II) and [SeCl₆]²⁻ led to deposition of Se.</p> <p>Chapter 5 is concerned with electrochemical behavior of Cd(II) species in BMPTFSA in the presence of excess chloride. Cyclic voltammograms of [CdCl₄]²⁻ showed an unusual electrochemical behavior, regardless of electrode materials and ionic liquids, probably related to the adsorption of BMP⁺ on the electrode surface. The possibility of electrodeposition of CdSe alloy was also examined in BMPTFSA containing both [CdCl₄]²⁻ and [SeCl₆]²⁻.</p> <p>Chapter 6 summarizes the results obtained in this study and describes the perspectives of electrodeposition of metals and alloys using BMPTFSA.</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4502 号 | 氏 名 | Saha, Shimul |
|--|------------|--------|--------------|
| 論文審査担当者： | | | |
| 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） | 片山 靖 |
| 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 | 今井 宏明 |
| | 慶應義塾大学専任講師 | 博士（理学） | 山本 崇史 |
| | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 | 吉岡 直樹 |
| | ミラノ工科大学准教授 | Ph. D. | マガグニン, ルカ |
| <p>学士(理学), 修士(理学) SAHA, Shimul (サハ, シームル) 君提出の学位請求論文は「Electrodeposition of Cadmium and Selenium in 1-Butyl-1-methylpyrrolidinium Bis(trifluoromethylsulfonyl)amide Ionic Liquid」(1-ブチル-1-メチルピロリジニウム・ビス(トリフルオロメチルスルホニル)アミドイオン液体中におけるカドミウムとセレンの電析)と題し、6章から構成される。</p> <p>非プロトン性イオン液体は、優れた電気化学的特性を示すことから、二次電池、燃料電池などのエネルギー変換・貯蔵デバイスや、めっき、金属電析、電解採取などの電気化学的マテリアルプロセスのための電解質として期待されている。これまでに報告されている多様なイオン液体の中でも、1-ブチル-1-メチルピロリジニウム (BMP⁺) およびビス(トリフルオロメチルスルホニル)アミド (TFSA⁻) からなるイオン液体 BMPTFSA は、加水分解せず、比較的広い電気化学的電位窓を有することから、さまざまな金属の電析に利用可能な電解質として期待されている。しかし、イオン液体中における金属イオン種の電気化学的挙動ならびに電析機構については未だ不明な点が多い。同君は機能性材料の構成元素として重要なカドミウム (Cd) およびセレン (Se) に着目し、BMPTFSA 中におけるこれらの金属の電極反応および電析挙動について詳細に検討している。</p> <p>第1章は序論であり、金属の電析に関する基礎理論、イオン液体およびイオン液体中における金属電析に関する先行研究などについて述べている。</p> <p>第2章では、実験に用いた材料、試薬、装置および一般的な実験方法について述べている。</p> <p>第3章では、BMPTFSA 中における Cd 電析について検討している。Cd(TFSA)₂ は [Cd(TFSA)₃]⁻ で示される Cd 錯イオンとして溶解し、陰極還元によって Cd が電析することを確認している。電析初期過程における核生成・成長機構は、電極電位に依存する電気二重層構造の影響を受け、その結果として Cd の析出形態が電極電位に依存することを明らかにしている。さらに、十分に負の電位域で陰極還元することで Cd のナノ粒子が生成し、BMPTFSA 中に分散することを見いだしている。</p> <p>第4章では BMPTFSA 中での Se 電析について検討している。SeCl₄ は BMPTFSA に溶解するが、Cl⁻ 添加の有無によって [SeCl₃]⁺ および [SeCl₆]²⁻ が生成することを見いだし、それぞれの化学種の電極反応について検討している。また、BMPTFSA 中で Se(IV) の陰極還元によって Se の電析が可能であると同時に、析出した Se がさらに還元されて Se(-II) が生じ、BMPTFSA 中の Se(IV) と Se(-II) との均化反応によって Se が生成することを明らかにしている。</p> <p>第5章では、Cl⁻ を含む BMPTFSA 中における Cd および CdSe の電析について検討している。Cl⁻ を添加した BMPTFSA において、CdCl₂ は [CdCl₄]²⁻ で示される塩化物錯イオンとして溶解し、陰極還元によって Cd が電析するが、負の電位域では電気二重層構造の影響を受けて析出反応が抑制される可能性を見いだしている。また、[CdCl₄]²⁻ および [SeCl₆]²⁻ が共存する BMPTFSA 中における CdSe 電析の可能性についても検討を加えている。</p> <p>第6章では本研究の成果を要約し、今後の展望について言及している。</p> <p>以上、要するに本論文は、イオン液体中における Cd, Se および CdSe の電析に関する基礎的な検討を通じて、イオン液体中における金属イオン種の溶存状態および電位に依存する電気二重層構造などが金属析出反応に与える影響について新たな知見を与えており、イオン液体中における金属析出・溶解反応およびその応用において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

内容の要旨

| | | | |
|--|------------|-----|--------|
| 報告番号 | 甲 第 4503 号 | 氏 名 | 大川 佳 寛 |
| 主 論 文 題 目： 電力潮流による経済性を考慮した分散的な動的電力価格決定に関する研究 | | | |
| <p>本論文では、次世代電力網における電力潮流による経済性を考慮した分散的な動的電力価格決定問題を扱う。動的な電力価格決定とは、電力価格を時刻ごとに変更する価格決定手法であり、電力網における分散的な電力需給管理手法として注目されている。本研究においては、地域間の電力潮流量を含む電力網における電力需給量の一致と、電力需要家および電力供給者の利益からなる社会全体の利益最大化または費用最小化による電力網における経済性向上を達成するための、電力市場取引における動的電力価格決定アルゴリズムを提案した。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景、目的について概説した。第 2 章では、本研究で取り扱う動的電力価格決定問題における問題設定として、電力需要家および電力供給者の市場取引における経済行動モデルの構築と交流電力網モデルについての説明を行った。</p> <p>第 3 章では、第 2 章で構築した経済行動モデルを有する各電力市場参加者との前日市場における 1 日前取引に関して、各地域の電力価格を適切に設定することにより、地域間の電力潮流量を含む電力需給量の一致と社会全体の利益最大化が達成されることを示した。また本章では、これらの最適な電力価格の導出を、各市場参加者の利益関数の情報を用いずに分散的に達成するための、勾配法に基づく電力価格決定アルゴリズムならびに市場参加者の交互意思決定に基づいた分散型電力価格決定アルゴリズムを提案した。そして両手法の有効性を数値シミュレーションにより検証した。</p> <p>第 4 章では、当日の市場参加者の電力価格に対する不確かな電力消費および発電行動による影響を抑制しつつ、各地域の電力需給偏差解消を達成することを目的として、各地域の電力価格更新のための H_∞ 制御器を設計した。更に、設計した H_∞ 制御器を用いることで、当日市場におけるリアルタイム市場取引に対する地域別動的電力価格更新アルゴリズムを提案し、その有効性を数値シミュレーションにより検証した。</p> <p>第 5 章では、当日市場における時間前取引に関して、需要家の電力需給調整に対する能動的な参加と電力需給調整費用最小化を達成するための、ネガワット取引における最適インセンティブ価格決定手法を提案した。加えて、本需給調整を市場参加者間で金銭的な過不足なく行うための、供給者に対するペナルティ価格設計手法を示した。さらにこれらの価格を分散的に導出するための、インセンティブ価格決定アルゴリズムを提案した。そして提案手法の有効性を数値シミュレーションにより検証した。</p> <p>第 6 章では、第 5 章で取り扱った電力需給調整問題に関して、発電電力量の超過および不足の両問題に対処するために、蓄電設備の充放電を考慮した電力需給調整手法を提案した。本手法では、発電予測情報に対して確率的な制約条件を用いて電力需給調整費用最小化問題の定式化を行うことで、蓄電設備の計画的な運用を達成した。さらに本問題に対する最適インセンティブ価格設計手法ならびにその導出アルゴリズムを提案した。そして提案手法の有効性を数値シミュレーションにより検証した。</p> <p>第 7 章では、結論として、本研究の成果を要約し、今後の課題について言及した。</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4503 号 | 氏 名 | 大川 佳寛 |
|--|------------|-----------|--------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 滑川 徹 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 大森 浩充 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 村上 俊之 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 高橋 正樹 |
| <p>学士（工学）、修士（工学）大川佳寛君提出の学位請求論文は「電力潮流による経済性を考慮した分散的な動的電力価格決定に関する研究」と題し、7 章から構成されている。</p> <p>動的な電力価格決定とは、電力価格を時刻ごとに変更する価格決定手法であり、電力網における分散的な電力需給管理手法として注目されている。本研究においては、地域間の電力潮流量を含む電力網における電力需給量の一致と、電力需要家および電力供給者の利益からなる社会全体の利益最大化または費用最小化による電力網における経済性向上を達成するための、電力市場取引における動的電力価格決定アルゴリズムを提案している。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景、従来の研究を概説し、本研究の目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、本研究で取り扱う動的電力価格決定問題における問題設定として、電力需要家および電力供給者の市場取引における経済行動モデルと交流電力網モデルについて説明している。</p> <p>第 3 章では、第 2 章で構築した経済行動モデルを有する各電力市場参加者との前日市場における 1 日前取引に関して、各地域の電力価格を適切に設定することにより、地域間の電力潮流量を含む電力需給量の一致と社会全体の利益最大化が達成されることを示している。またこれらの最適電力価格の導出を、各市場参加者の利益関数の情報を用いず、分散的に達成するため、勾配法に基づく電力価格決定アルゴリズムならびに市場参加者の交互意思決定に基づいた分散型電力価格決定アルゴリズムを提案している。そして両手法の有効性を数値シミュレーションにより検証している。</p> <p>第 4 章では、当日の市場参加者の電力価格に対する不確かな電力消費および発電行動による影響を抑制しつつ、各地域の電力需給偏差解消を達成することを目的として、当日市場におけるリアルタイム市場取引に対する H_∞ 制御理論に基づく地域別動的電力価格更新アルゴリズムを構築し、その有効性を数値シミュレーションにより検証している。</p> <p>第 5 章では、当日市場における時間前取引に関して、需要家の電力需給調整に対する能動的な参加と電力需給調整費用最小化を達成するための、ネガワット取引における最適インセンティブ価格決定手法を提案している。さらに、本需給調整を市場参加者間で金銭的過不足なく行うための、供給者に対するペナルティ価格設計手法と、これらの価格を分散的に導出するための、インセンティブ価格決定アルゴリズムを提案し、有効性を数値シミュレーションで確認している。</p> <p>第 6 章では、第 5 章で取り扱った電力需給調整問題に関して、発電電力量の超過および不足の両問題に対処するために、蓄電設備の充放電を考慮した電力需給調整手法を提案している。本手法では、発電予測情報に対して確率的な制約条件を用いて電力需給調整費用最小化問題の定式化を行うことで、蓄電設備の計画的な運用を達成している。さらに本問題に対する最適インセンティブ価格設計手法ならびにその導出アルゴリズムを提案し、提案手法の有効性を数値シミュレーションにより検証している。</p> <p>第 7 章では、本研究の成果を総括し、今後の課題と展望について言及している。</p> <p>以上要するに、本論文は次世代電力網における電力潮流による経済性を考慮した分散的な動的電力価格決定問題に対して、分散最適化に基づく価格決定アルゴリズムを提案し、理論と数値シミュレーションの双方からその有効性を実証したもので、システム制御工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

Thesis Abstract

| | | | |
|--|---------------|------|-----------------|
| Registration Number | “KOU” No.4510 | Name | Kanouga, Suguru |
| <p>Thesis Title</p> <p style="text-align: center;">An Accurate Removal of Eyeblink Artifact from Single-channel Electroencephalogram by Supervised Tensor Factorization</p> | | | |
| <p>Technologies using electroencephalogram (EEG) signals have been penetrated into public by the appearance of specialized EEG devices. Such devices can capture oscillating neuronal discharge with only an electrode. Although the aspect of entertainment or amusement associated with the usage of the system is emphasized, many applications based on specialized EEG device will be beneficial owing to its usability and portability for signal measurement. Therefore, single-channel EEG analysis has been attracted attention since nearly five years. Eyeblink artifacts disguise themselves as EEG components and make EEG signal processing difficult in all respects because the frequency components of the artifacts and EEG could be overlapped. The main objective of this research is to propose an accurate eyeblink artifact removal scheme for single-channel EEG by supervised tensor factorization.</p> <p>Chapter 1 presents the background and objective of this research. During EEG system operation, EEG signals should be observed with his/her eyes open for practical use in the real-world. That allows eyeblink artifact contamination into observed EEG signals.</p> <p>Chapter 2 describes the fundamental awareness of the brain, eyeball, and eyelid which are sources of EEG and eyeblink artifacts.</p> <p>Chapter 3 describes the basics of the source separation and the concepts of the conventional eyeblink artifact removal schemes as a signal processing module. Nevertheless, a signal separation algorithm has to be applied to an observed EEG signal to avoid the serious problem, the separation performance of conventional schemes has still been wrong and they need many manual operations for signal separation when there is only single-channel data. Thus, proposing an accurate and automatic eyeblink artifact removal scheme for single-channel EEG signal is a major challenge in EEG signal processing for the widespread use of systems with specialized EEG devices.</p> <p>Chapter 4 presents the effect of eyeblinks contributing to EEG signals for creating templates of eyeblink artifact removal from observed EEG signals with a signal-channel electrode. The extracted eyeblink features using wavelet-enhanced blind source separation found new characteristics of the eyeblink effects: (i) voluntary and involuntary eyeblink features obtained from all channels present significant differences; (ii) distorting effects have continued influence for 3.0-4.0 s; and (iii) eyeblink effects cease to exist after the zero-crossing four times. The results are collected in templates as prior information for supervised learning algorithm.</p> <p>Chapter 5 proposes a section-based eyeblink artifact removal scheme by using supervised tensor factorization for single-channel EEG signals. Conventional schemes require additional information or technique to complete automatic eyeblink artifact rejection. In contrast, the proposed scheme can automatically remove eyeblink artifacts using supervised learning algorithm. For the experimental results, the proposed scheme showed best performance for eyeblink artifact removal in the nine schemes.</p> <p>Chapter 6 indicates the effectiveness of the proposed eyeblink artifact removal scheme using single-channel EEG data. The proposed scheme improved the classification accuracy to more than 30%. For the result, the efficiency of proposed scheme for actual single-channel EEG analysis has been shown.</p> <p>Finally, chapter 7 summarizes thesis, and describes the future works of this study.</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|--------------|--------|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4510 号 | 氏 名 | 叶賀 卓 |
| 論文審査担当者： | 主査 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） | 満倉 靖恵 |
| | 副査 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） | 村上 俊之 |
| | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 | 岡田 英史 |
| | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） | 青木 義満 |

学士（工学）、修士（工学）叶賀卓君提出の学位請求論文は「An Accurate Removal of Eyeblink Artifact from Single-channel Electroencephalogram by Supervised Tensor Factorization（教師付きテンソル分解を用いた単極脳波信号に対する高精度な瞬目アーチファクト除去）」と題し、7章から構成されている。脳活動をイメージングする技術は、ここ数十年間で注目を浴び続けている。近年では信号処理技術によって、脳波信号から得た特徴の提示や得られた特徴をコマンドとし、外部機器操作を行うブレインコンピュータインタフェースなどへの応用が増加している。この中で、計測用の電極が1つである単極脳波計は、利用者に対する精神的ならびに肉体的な負荷を軽減できることから、インタフェース向上やシステム改善への貢献が期待されている。しかしながら、単極脳波計を用いた場合、瞬目アーチファクトの混入が大きな問題となっている。そこで本研究では、瞬目アーチファクトを高精度かつ自動で処理できる新しい手法を提案している。

第1章は序論を述べている。実環境下で計測を行う場合、開眼状態で脳波計測が行われることが望ましい。しかしながら、開眼状態で計測する場合、瞬目アーチファクトが、皮膚を通じて脳波信号に混入する。瞬目アーチファクトは、周波数が脳波信号と酷似しているため、混入されるとアーチファクトを脳波信号として扱ってしまう場合が少なくない。これらの点を考慮した背景および本研究の目的を述べている。

第2章では、脳波信号および瞬目アーチファクトの発生機序に関して詳細に述べている。また、それぞれの発生源である脳および眼球に着目した生物学的な知識を記している。

第3章では、工学的な知識として、アーチファクト除去の関連研究と本論文の位置づけを記している。脳波信号とアーチファクトの分解は、信号分解問題を解くことに他ならない。そこで、多極脳波信号および単極脳波信号に対する信号分解手法やアプローチの相違点を数式モデルに基づいて述べている。また、提案手法で用いるテンソル分解の特徴と利点を述べている。

第4章では、単極脳波計測によって得られる統計的な値が1種類の信号に対して、効率的に教師付き学習を行うために、瞬目が脳波信号に与える影響を調査している。本研究によって、瞬目が脳波信号に与える影響の時間と周波数に関して、(1) 随意性と不随意性による影響は全脳部位で有意に異なる、(2) 瞬目が脳波信号に与える影響は約4秒継続する、(3) 4回符号反転をすることで影響は収束する、という3つの特徴を発見している。これらを既知の統計的な値として与えることは、高精度かつ自動で処理できる瞬目アーチファクト除去手法考案の一助となっている。

第5章では、第4章で得られた統計的な値をテンソルとして教師値とした、教師付きテンソル分解を用いた瞬目アーチファクト除去手法を提案し、その精度を従来の手法と比較検討している。単極脳波信号を用いる従来手法では、複数成分への信号分解、分解した成分の自動判定、さらに分解した信号から脳波成分のみを用いた自動信号復元が課題である。本研究ではこれらをすべて解決し、主要な8つの従来法と比較した中で、最も高精度な信号復元精度が、単極脳波信号のみから得られることを示している。

第6章では、第5章の手法を実際に単極脳波解析に適用している。さらに、瞬目アーチファクト除去を行わなかった場合と比較している。その結果、瞬目アーチファクトを適切に除去することで、分類精度が約30%向上することを示している。

第7章では、本論文の結論を述べ、全体を総括している。

以上要するに、本論文では単極脳波計における大きな問題点である瞬目アーチファクトを高精度かつ自動で処理できる新しいシステムを確立することに成功し、生体信号計測分野の発展において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

Thesis Abstract

| | | | |
|---|---------------|------|----------|
| Registration Number | “KOU” No.4511 | Name | Wen, Pin |
| Thesis Title Probabilistic Multiscale Analysis of Three-phase Composite Material Considering Physical and Geometrical Uncertainties at Microscale | | | |
| <p>This thesis aims at introducing a probabilistic multiscale simulation based approach for design and fabrication of materials considering microstructural uncertainties. It is apparently clear from the extant literature that the parameters to capture microstructural uncertainties are unclear, and it is therefore very challenging to frame the research problem either using the homogenization process or using a statistical model.</p> <p>Accordingly, a novel first-order perturbation based stochastic homogenization (FPSH) method is developed to incorporate material properties' uncertainties in three-phase constituents by setting random parameters in probabilistic distribution. When newly considering nonparametric geometrical fluctuation and/or other miscellaneous errors, the distribution derived above for macroscopic property is calibrated and re-written in the mixture distribution. The probabilistic computational approach leads to the decrease in dimension of uncertain parameters in the sampling space.</p> <p>In the model, mainly, two types of uncertain parameters are described mathematically to simulate the fluctuation of microstructural geometry i.e. one is the parametric uncertainties used in FE model that are measurable; the other one is the non-parametric uncertainties, which are completely random and can't be measured.</p> <p>The fabricated prototype was compared with the simulated predictions which reveals some differences. Consequently, an update of prediction method was proposed and proved to be effective to predict the morphology of fabricated microstructure. So it can give a feedback information without costly microstructure observation.</p> <p>As a testbed study, a coated particulate material was modelled as a demonstrative example of above simulation method for three-phase material. The design option was drawn for particle radius and coating thickness in the case of 5%, 50%, 95% probabilistic response surface through probability distribution. Moreover, based on probabilistic response surface, the probabilistic sensitivity was provided a robust design if we choose to have smaller particle radius and coating thickness will result in insensitive design to the uncertainties in materials properties and geometrical fluctuation at microscale.</p> <p>To simplify the problem, a spherical porous material was modelled. It was noticed that significant difference maybe anticipated in obtaining macroscopic elastic property even if the porosity ratio is similar to what's predicted by stochastic method and conventional methods which is where the proposed method provides superior predictions.</p> <p>It was concluded that the proposed simulation framework can be used generally for studying a range of engineering problems related to fabrication of real world materials to improve the design and fabrication parameters in order to improve the product's reliability.</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4511 号 | 氏 名 | Wen, Pin |
|----------|------------|-----------|--------------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 高野 直樹 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 泰岡 顕治 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学)・TeknD 深淵 康二 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士(工学) 大宮 正毅 |

Bachelor in Railway Vehicle Engineering, Master in Engineering Mechanics, 文 聘 君の学位請求論文は“Probabilistic Multiscale Analysis of Three-phase Composite Material Considering Physical and Geometrical Uncertainties at Microscale”（三相複合材料のミクロスケールにおける物理的・幾何的不確かさを考慮した確率的マルチスケール解析）と題し、全7章で構成されている。

計算力学分野で工学シミュレーションの品質保証や信頼性担保のため、数理モデルの妥当性確認（validation）や不確かさを考慮したシミュレーション法に関する学術的研究が強く求められている。特に、大きく異なるスケール間を繋ぐマルチスケールシミュレーションにおいて、ミクロスケールでの幾何的・物理的パラメータに含まれる不確かさを考慮した確率的マルチスケール法の開発が未解決の難問の一つであった。文 聘 君は、一次漸近展開近似に基づく確率均質化法という実用性も兼備した手法をもとに、3種類の素材からなる複合材料に適用可能な新しい定式化を示し、ミクロ構造の幾何的不確かさのパラメータ化、材料特性という物理的パラメータの不確かさを考慮した新規手法を提案した。さらに、確率応答曲面を求め、感度解析、ロバスト設計へとつなげる展開および実験データが得られた際の確率予測更新への発展の提案を行った。

第1章は序論であり、研究の動機づけ、目的とアプローチ方法を述べている。

第2章では背景となる基礎理論および解析例題としたコーティング粒子分散型複合材料について述べている。

第3章は本論文の核となる一次漸近展開近似に基づく確率的マルチスケール理論を示している。3種類の素材に対してそれぞれ独立なランダム変数を定義した場合、均質化されたマクロ特性の確率密度関数を求める理論を導出し、有限要素法により離散化して解くための立式も行った。導出した理論を単純化したケースとして、これまでに提案されている多孔質材料用の定式化となることも示した。逆に、多数のランダム変数を用いる場合への発展および課題点も述べている。

第4章は材料設計における確率的マルチスケール法の展開について述べている。まず、ミクロ構造の幾何的不確かさを表すためのパラメータ化の難しさと重要性を述べ、パラメータの性質に基づく独自の分類法を述べている。これにより、確率的感度解析への応用ならびに確率予測更新への発展を提案した。

第5章と第6章では提案手法の有効性を示すための解析事例を述べている。第5章では、主眼となる三相複合材料の事例として、コーティング粒子分散型複合材料を取り上げている。粒径や含有率などの自明なパラメータに加え、3次元的に不均一なコーティング厚さと粒子配置の乱れをいかにパラメータ化し、解析モデルを生成するかという問題点について新しい提案を行っている。得られた確率的応答曲面から感度解析を行い、従来の確定論的な設計と異なるロバスト設計指針が得られることを示した。

第6章では、提案した理論を単純化して得られる多孔体用の計算方法を用い、球状多孔体を題材として、ロバスト設計後に製造された材料の特性が期待値よりも低い場合、高コストなミクロ構造観察なしにモルフロジーを予測する手法の有効性を示し、製造プロセス改善につながる新規提案を行った。

第7章は結論であり、新規知見、他の材料開発への適用可能性および課題点の整理を行った。

以上、本論文は、計算力学を活用した種々の複合材料のミクロ構造設計に対して、製造時の失敗の確率を減らし、製造プロセス改善につながる有用な情報も提供できる新しい確率的マルチスケール法を提案したものであり、工学上寄与するところが大きく、かつ工業的価値も高いものと認められる。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

Thesis Abstract

| | | | |
|---|---------------|------|---|
| Registration Number | “KOU” No.4512 | Name | Wijekoon Mudiyanse Janaka Lankananda |
| Thesis Title | | | |
| Enhanced Content Navigation Using Edge Routers in Content Delivery Network | | | |
| <p>The Internet can be defined as a network composed of geographically dispersed servers and clients. In principle, clients request content from servers, and the servers respond to the requests by sending the requested content to the clients. The content should be navigated among networks, and certain rules and methods have been developed to achieve optimized navigation. Navigation is definable as the process of finding a destination and reaching that destination using a preferable route. Hence, the main challenges for achieving content navigation on the Internet can be summarized in the following two directions: 1) to determine and select service points and 2) to route users to selected service points.</p> <p>The need for optimized content delivery accelerates the development of the Internet by proposing content delivery networks (CDNs). CDNs use content cache servers within Internet Service Provider (ISP) networks and select a service point for a content request of a client by using the Domain Name Service (DNS). ISPs, on the other hand, can route a client to a service point according to a selected network path by using routing protocols, which are optimized based on the link state information. Namely, content providers and ISPs are separated in content navigation. Thus, researchers are proposing that "the effectiveness of content navigation is doubtful in the absence of a reliable collaboration between the ISPs and CDNs." Meanwhile, network device manufacturers have been upgrading servers, routers, and links to provide innovative services to enhance content navigation.</p> <p>To this end, dissertation proposes an approach to enhance content navigation in CDNs by using edge routers of ISPs. Edge routers can be utilized to create a collaboration between ISPs and CDNs by collecting and using both the network state information of the ISPs and the content server state information of the content providers simultaneously to leverage content navigation in a CDN. Dissertation proposes a solution for the collaboration by using a Service-oriented Router (SoR) as an edge router. The SoR is a novel router architecture for providing content-based services by shifting the current Internet infrastructure to an information-based open innovation platform. SoR uses the Server Link Router-state Routing (SLRouting) protocol to collect both network and server state information. The SLRouting protocol hypothesis is a new paradigm of network path selection using network device states to calculate the network path selection metric. SoR utilizes the collected information for selecting a service point that is appropriate to a user request and routes the request to the selected service point by leveraging the DNS-based user redirection and by performing content-aware packet redirection.</p> <p>Consequently, the structure of the dissertation is divided into three main sections: 1) design and development of a software SoR, 2) design and implementation of the SLRouting protocol, and 3) the use of both SoR and the SLRouting protocol to enhance content navigation by creating a collaboration between ISPs and CDNs. In addition to the evaluation of the software SoR and SLRouting protocol as individual units, dissertation implemented an emulator-based environment using Planet Lab and a simulator-based evaluation</p> | | | |

environment using ns-3 for evaluating the proposed CDN architecture supposing a wide area network. In conclusion, the proposed architecture yields better performance in terms of request redirection and effective network resource utilization, and serves as a guideline for future content service models by addressing adequate ISP-CDN collaboration through enhanced content navigation.

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4512 号 | 氏 名 | Wijekoon Mudiyansele Janaka Lankananda |
|----------|------------|-------------|---|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 西 宏章 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 笹瀬 巖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 寺岡 文男 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 重野 寛 |
| | | 国立情報学研究所准教授 | 博士(工学) 鯉渕 道紘 |

本学位請求論文は Enhanced Content Navigation Using Edge Routers in Content Delivery Network (コンテンツデリバリーネットワークにおけるエッジルータを用いた拡張コンテンツナビゲーション) と題し 6 章から構成されている。

インターネットにおけるコンテンツ配信は、クライアントが何かしらのコンテンツの配信をサーバに要求し、サービスポイントとなるサーバが対応するコンテンツを送信することを基本とする。この配信に伴うネットワーク負荷や遅延を低減するため、複数のサーバにコンテンツを蓄え、クライアントにより近いサービスポイント (SP) から配信する仕組みが提案、運営されている。このような仕組みをコンテンツデリバリーネットワーク (CDN) と呼び、商用サービスを含め広く利用されている。このサービスポイントの特定を含む、リクエストやコンテンツ送信における経路制御をコンテンツナビゲーション (CN) と呼ぶ。CN の最適化については関連研究が盛んにおこなわれている。また、その重要性は、インターネット利用者の増加、扱うコンテンツの巨大化、これらに伴うトラフィック量の増加に伴い増大している。

一般的な CDN は、DNS を用いて CN を達成しており、リンクの状態に基づいて経路を変えることで、より適切なサービスポイントを選定する手法が提案されている。さらなる効率化や遅延短縮には、リンクに限らない多様な情報の利用や、低遅延な経路選択が必要となる。本論文では、SLRouting と呼ぶサーバ・リンク・ルータの状況を勘案して経路を選択する手法を提案している。また、パケットの中身に直接介入して経路制御を行うサービス指向ルータ (SoR) を複数導入しつつ協調動作させることで、よりの確にサービスポイントを選択、経路選択を低遅延で行う手法を提案している。それぞれの評価に加え、これらを組み合わせた場合についても評価している。論文の構成は次の通りである。

第 1 章で、CDN および CN における現存技術と課題について述べ、第 2 章において関連技術について述べることで、提案技術の周辺や研究の意義について触れている。第 3 章では、SoR の動作原理に加えて、本研究の評価環境として用いる ns-2/ns-3 ネットワークシミュレータ、およびこれらのシミュレータの機能を拡張するために専用開発した SoR モジュールとその性能について述べている。第 4 章では SLRouting の動作原理やプロトコルの詳細、また単体利用した場合の性能評価について述べている。第 5 章では、SoR と SLRouting を併用することによる拡張 CN について述べている。また、提案した拡張 CN について、Planet Lab を用いた実環境に近い評価実験、および ns-3 を用いた評価実験により、従来手法と比較について議論している。Planet Lab を用いた評価は、実ネットワークを利用できる一方で、そのクライアントやサーバ数に制限がある。ns-3 を用いた評価は仮想環境ではあるが、それらの数を増やすことができ、かつトポロジを自由に設定できる。これらの特徴の異なる評価環境を用いて挙動を比較することで、詳細かつ正確な性能予測に成功した。その結果、提案手法を用いることで、ネットワーク利用を平準化し、アクセス遅延を 20%程度、配信に伴うジッタを 30%から 40%程度、ネットワーク負荷を 80%程度削減できること、さらにリンク更新時間を 2.5ms へ削減できることを示した。

以上、将来のインターネットにおけるコンテンツ配信の効率化を図る技術を提案しており、工業上、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|---|------------|-----|--------|
| 報告番号 | 甲 第 4513 号 | 氏 名 | 大鳥羽 暢彦 |
| 主論文題目： Uniqueness and multiplicity of constant scalar curvature metrics (スカラー曲率一定計量の一意性と多重性) | | | |
| <p>山辺英彦 (1927-1960) は、今日では山辺汎関数と呼ばれる, Palais-Smale 条件を満たさない汎関数の最小化問題を考えた. 1980 年代中頃に Trudinger, Aubin, Schoen らが山辺の問題を肯定的に解決したことで, 特にその系として, 閉多様体の任意の共形類は少なくとも一つのスカラー曲率一定計量を含むことが知られるようになった.</p> <p>山辺の問題が解かれる以前から現在に至るまで, 山辺汎関数の臨界点全体の空間, すなわち共形類内のスカラー曲率一定計量全体の空間が興味の対象であり続けている. 特に, 近年では Piccione や Petean などが, 分岐理論の視点から共形類内のスカラー曲率一定計量の一意性および多重性を研究している. これまでの研究の中で, ファイバー束の構造を尊重するスカラー曲率一定計量がしばしば現れてきた. 例えば Riemann 直積, Hopf 束, Lie 群の商, および全測地的なファイバーを持つ Riemann 沈め込みなどである.</p> <p>本論文では, スカラー曲率一定計量の具体例を球面束上に構成すると同時に, それらの例に適用できる一般論を展開する.</p> <p>より具体的には次の通りである. まず, 山辺汎関数の変分問題を, Palais-Smale 条件を満たす別の汎関数の変分問題に帰着する手法を導入する. この手法には全測地的ファイバーを持つ Riemann 沈め込みを用いる. 次に, そのようにして得られる汎関数を含む, 山辺型の汎関数の 2-パラメタ族を導入して変分問題を考える. 最後に, Hirzebruch 複素曲面や球面の単位接束などの等質な球面束の上にスカラー曲率一定計量の 1-パラメタ族を構成し, 共形類内のスカラー曲率一定計量全体の空間について考察する. これらの計量は, 球面束の構造を尊重するけれども典型的なファイバーのスカラー曲率が一定とは限らないという点が, これまでに考えられてきたスカラー曲率一定計量と異なる. このことから既存の手法の多くを適用することができないが, 我々の一般論は適用可能である.</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|-----------|----------------|
| 報告番号 | 甲 第 4513 号 | 氏 名 | 大鳥羽 暢彦 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（理学） 井関 裕靖 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 下村 俊 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（理学） 亀谷 幸生 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（数理科学） 勝良 健史 |

学士（理学）、修士（理学）大鳥羽暢彦君提出の学位請求論文は、「Uniqueness and multiplicity of constant scalar curvature metrics（スカラー曲率一定計量の一意性と多重性）」と題し、全5章から成っている。

1960年に山辺英彦により提起された「山辺の問題」が Aubin、Schoen 等の努力により 1980 年代に解決され、コンパクトな Riemann 多様体の各共形類にスカラー曲率が一定な計量が存在することが明らかになった。しかし、各共形類におけるスカラー曲率一定計量について、その一意性は成り立つのか、成り立たないとするとどのくらいのスカラー曲率一定計量が存在するのか等の基本的な問題については、現在も多くは知られておらず、活発な研究が続けられている。本論文において、著者は、Hirzebruch 複素曲面およびある条件を満たす等質空間上の球面束にスカラー曲率一定計量の族を構成し、それらの計量の族の幾何学的な性質や挙動を詳細に論じている。とくに、Hirzebruch 複素曲面上にはいくらかでも多くのスカラー曲率一定計量を含む共形類が存在することを明らかにし、共形類内のスカラー曲率一定計量の存在と分布に関する新たな知見を与えている。

第1章は序章であり、スカラー曲率一定計量の存在に関する既存の研究を概観し、本論文の主定理および構成について述べている。

第2章では、等質空間 G/H 上に G の線形表現を用いて構成される球面束の上にスカラー曲率一定計量の族を構成している。これらの計量は、球面束の底空間への射影が Riemann 沈め込みで、各ファイバーが全測地的になっているという点で、この球面束の束構造を尊重した計量となっている。一般に、共形類内のスカラー曲率一定計量は非線形偏微分方程式の解として得られるが、この構成においては、多様体のもつ対称性を巧みに用いて問題を常微分方程式に帰着している。

第3章では、ラプラシアン可換な沈め込み写像による偏微分方程式の簡約手法についてまとめている。前述のように、共形類内のスカラー曲率一定計量は非線形偏微分方程式の解として与えられるが、この方程式はソボレフ埋め込みの臨界指数が現れる変分問題の第1変分として導かれる。解の存在および解の一意性・多重性に関わる解析の困難はこの指数の臨界性に由来している。ラプラシアン可換な写像による簡約法は、この変分問題を低い次元の多様体上の劣臨界な指数が現れる変分問題へと帰着させる手法で、本論文の後半で重要な役割を果たす。

第4章では、第3章で述べた手法を用いて、共形類内のスカラー曲率一定計量の一意および多重性に関する既存の成果を整理している。

第5章では、第2章で構成した計量の族の特殊な場合として、Hirzebruch 複素曲面上のスカラー曲率一定計量について精密な解析を行っている。まず、この Hirzebruch 複素曲面上の計量の族を、余等質性が1の Lie 群の作用に注目することにより、第2章とは異なる視点から捉え直し、具体的な計量の表示を与えている。この表示を用いることにより、種々の曲率汎関数の値の決定にも成功している。さらに、この計量の族に第3章、第4章で述べた手法を適用し、共形類内のスカラー曲率一定計量の個数の評価を与えている。この評価により、Hirzebruch 複素曲面上には、いくらかでも多くのスカラー曲率一定計量を含む共形類が存在することが導かれる。

このように、本論文は、具体的な計量の族の構成を通じて得られた、コンパクト多様体上の共形類内のスカラー曲率一定計量の一意および多重性に関する新たな成果をまとめたものであり、その成果はこの分野のさらなる発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。

Thesis Abstract

| | | | |
|--|---------------|------|----------------|
| Registration Number | “KOU” No.4514 | Name | Zhang, Cuijuan |
| Thesis Title Design of Heterostructured Molecular Magnets Based on Layered Double Hydroxides | | | |
| <p>Tunable molecular magnets are promising materials for magnetic recording media. For example, photo-controllable magnetic materials would enable orders-of-magnitude increase in information storage density. Moreover, photo-generation and photo-control of spins can enhance a speed in spintronics and spin-photonics based processing. Along these lines, two requirements should be considered to design such tunable molecular magnets; (1) A suitable molecular framework is prepared for tuning the magnetic properties. (2) Photoactive materials are confined into such a molecular framework in a well-defined manner. In this thesis, two types of heterostructured molecular magnets were designed, which are based on the layered double hydroxides framework.</p> <p>In chapter 1, research background and previous studies are summarized to highlight this study. Brief introduction is provided for molecule-based magnets, layered double hydroxides, and magnetic heterostructures.</p> <p>In chapter 2, the magnetic heterostructure was prepared by an organic-inorganic hybrid approach, where <i>n</i>-alkylsulfonate anions were intercalated into the magnetic cobalt-nickel layered double hydroxides. Systematic variations in the interlayer spacing of the layered double hydroxides enabled to investigate the structure-dependent magnetic properties. In this magnetic heterostructure, the coercive fields changed as the interlayer spacing increased. Especially for the large interlayer spacing, a dimensional crossover of the magnetic ordering occurred as reflected by a dramatic change in the coercive field.</p> <p>In chapter 3, the photo-magnetic heterostructure was prepared through intercalation chemistry, where the photo-magnetic cobalt-iron Prussian Blue analogue was grown in the diamagnetic magnesium-aluminum layered double hydroxides. Due to a two-dimensional interlayer gallery of the layered double hydroxides, growth of cobalt-iron Prussian Blue analogue was confined two-dimensionally. Even in the two-dimensional structure, cobalt-iron Prussian Blue analogue exhibited photo-induced magnetization.</p> <p>In chapter 4, results are summarized, and future perspectives are offered especially for functionalization of magnetic layered double hydroxides through intercalation chemistry.</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|------------|----------------|
| 報告番号 | 甲 第 4514 号 | 氏 名 | Zhang, Cuijuan |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 栄長 泰明 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 吉岡 直樹 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 羽曾部 卓 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 緒明 佑哉 |
| | | 慶應義塾大学専任講師 | 博士（理学） 山本 崇史 |

学士（理学）、修士（理学）ZHANG, Cuijuan（チャン、チュイジャン）君提出の学位請求論文は「Design of Heterostructured Molecular Magnets Based on Layered Double Hydroxides」（層状複水酸化物を利用したヘテロ構造型分子磁性体の創出）と題し、4章から構成されている。

外部刺激によって磁気物性を制御できるような材料は磁気記録媒体への応用が見込まれている。例えば、光照射による電子スピンの発生や制御は、情報記録密度を格段に向上させるだけでなく、スピントロニクスやスピンプォトニクスにおける処理速度の増大につながることで期待されている。このような光制御型磁性材料の創出においては、次の二点が要求される。第一は、磁気物性の制御に資する分子骨格を作製することである。第二は、光応答性物質をそのような分子骨格に精密に閉じ込めることである。本論文では、基本となる分子骨格として層状複水酸化物に着目し、層状複水酸化物の有するアニオン交換能を利用してヘテロ構造型分子磁性体の創出を行っている。

第1章では、序論として、分子磁性体、層状複水酸化物、ヘテロ構造型磁性材料に関して概説し、本論文の目的および概要について述べている。

第2章では、層状複水酸化物が磁気物性の制御に資する分子骨格であることを示すため、強磁性を示すCo-Ni層状複水酸化物の層間に分子長の異なる n -アルキルスルホン酸イオンをインターカレートしたヘテロ構造型分子磁性体を作製している。Co-Ni層状複水酸化物の層間距離を系統的に変化させることによって、構造に依存した磁気物性を探索している。その結果、Co-Ni層状複水酸化物の保磁力が層間距離に応じて変化することを見出している。これらの結果より、層状複水酸化物が磁気物性の制御に資する分子骨格であることを実験的に明らかにしている。

第3章では、層状複水酸化物が光応答性物質を精密に閉じ込めることができる分子骨格であることを示すため、Mg-Al層状複水酸化物と光磁気相転移を示すCo-Feプルシアンブルー類似体とのヘテロ構造型分子磁性体を作製している。Mg-Al層状複水酸化物の層間においてCo-Feプルシアンブルー類似体が二次元シート状の構造を形成することを見出している。さらに、Mg-Al層状複水酸化物の層間においてはCo-Feプルシアンブルー類似体がバルクの場合とは異なる特徴的な配位構造を有していることを明らかにしている。また、低温において可視光照射を行うことによって、Co-Feプルシアンブルー類似体の光磁気相転移を検討している。その結果、Co-Feプルシアンブルー類似体の次元性がバルクの三次元からシート状の二次元に低下しているにも関わらず、光誘起磁化現象が発現することを見出している。

第4章では、本論文の総括、およびインターカレーションに基づいた、磁性を示す層状複水酸化物の機能化に関する展望を述べている。

以上要するに、本論文は、光制御型磁性材料の開発において、磁気物性の制御に資する分子骨格の提案を行うとともに、層状複水酸化物の有用性を実証したもので、機能性磁気材料化学の分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|--|----------|----|-------|
| 報告番号 | 甲 第4515号 | 氏名 | 佐藤 奈々 |
| 主論文題目： 金属微細構造におけるスピン波ダイナミクス | | | |
| <p>磁気の波であるスピン波の研究は、その基礎物理の解明とデバイス化に向けた応用研究が互いに関連して発展している。そのため、これらを切り離して論じることはできず、本論文でも金属中の backward mode スピン波伝搬という基礎物理とスピン波の論理演算というデバイス応用の二つの観点から論じる。</p> <p>スピン波の準粒子であるマグノンは Bose-Einstein 統計に従い、室温で Bose-Einstein 凝縮 (BEC) することが予言されている。マグノン BEC は磁性絶縁体において研究され、マグノンがエネルギー最安定状態に集まる様子が観測されたが、量子凝縮状態の物性などには未解明の事象が数多く残されている。マグノン BEC についてより研究を深めるため、金属でマグノン BEC 実験を行ない、電流に対する応答を調べる方法などが考えられるが、金属系ではマグノン BEC を誘起し得る backward mode スピン波の伝搬すら未観測である。そこで本研究では、金属において backward mode スピン波の伝搬を観測し、伝搬特性と電子系との相互作用について調べることを目的とした。膜厚 280 nm の NiFe 薄膜を用い、周波数領域と実時間領域の両方で backward mode スピン波の伝搬の観測に成功し、1.1 kOe の外部磁場を印加したときに群速度が 4.1 km/s、減衰長が 3.7 μm であることがわかった。Backward mode スピン波の信号強度は試料膜厚に依存し、膜厚を厚くすると群速度が増加して、スピン波の振幅が減衰する前に検出できることがわかった。また、backward mode スピン波に電流を流したところ、従来調べられてきた他のモードの 70 倍の巨大な周波数シフトを示し、電流による backward mode の周波数シフトの検出に世界で初めて成功した。</p> <p>応用の観点では、スピン波は電子に代わる新しい情報キャリアとして注目されている。なぜなら、スピン波は非電荷であり、電子デバイスで問題となるジュール発熱が発生しないので、デバイスの省エネルギー化が期待できるからである。そこで、本研究ではスピン波を磁性体内で干渉させ、電気信号を使わずに純粋に磁気のみで論理演算回路を構築することを目指した。スピン波素子をデバイスに実装する際には、デバイスの集積化のために個々の素子サイズを小さくする必要がある。しかし、伝送路の線幅がマイクロメートルオーダーになると、スピン波の伝搬領域が局在する閉じ込め効果などの多彩な物理現象が現れる。そこで、マイクロ細線試料で閉じ込め効果がスピン波干渉に与える影響を解明することを目的として、薄膜とマイクロ細線において干渉実験を行ない、位相安定性を調べた。膜厚 35 nm の NiFe 薄膜中に対向する波数ベクトルを持つスピン波を独立に励起し、重ね合わせた波形の実時間領域測定から、スピン波が干渉することを示した。また、干渉の強め合いと弱め合いの状態をそれぞれデジタル信号の 1 と 0 に対応させることで、スピン波信号による論理演算の基礎を構築できることを明らかにした。線幅 2.5 μm の NiFe 細線中では閉じ込め効果によりスピン波伝搬領域が局在化した。局在領域内ではスピン波干渉の位相安定性、すなわち論理演算機能が確保されることがわかった。</p> <p>本論文では、第 1 章でマグノン BEC およびスピン波デバイスの研究背景と本研究の目的について述べ、第 2 章で、スピン波物理で使われる基礎理論の定式化と実験で用いるスピン波の測定原理について説明する。第 3 章では、金属における backward mode スピン波の励起と、電流との相互作用について議論する。第 4 章では、薄膜試料と細線試料におけるスピン波干渉の位相制御について議論する。最後に、第 5 章で本研究から得られた知見をまとめる。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|------------|--------------|
| 報告番号 | 甲 第 4515 号 | 氏 名 | 佐藤 奈々 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学専任講師 | 博士（理学） 関口 康爾 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 佐々田 博之 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士（理学） 大橋 洋士 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 神原 陽一 |

学士（理学）・修士（理学）佐藤奈々君提出の学位請求論文は「金属微細構造におけるスピン波ダイナミクス」と題し、全5章より構成されている。

スピン波（マグノン）は物質の磁性に関連して現れる重要な基礎物理現象であり、室温で巨視的量子効果を起こす系として近年注目されている。一方、スピン波は角運動量を伝える非電荷の情報キャリアとして脚光を浴びており、応用物理学上、省エネルギーデバイス開発のための重要なテーマになっている。スピン波の研究はマグノニクスとよばれ、基礎・応用の両面が相互に影響しながら発展している。このような背景で申請者は、スピン偏極電流とスピン波の相互作用の研究が、マグノン量子凝縮過程における微視的知見を与え、かつ情報キャリアとしての応用を目指すためのスピン波の制御技術をもたらすことに着目し、強磁性金属におけるスピン波ダイナミクスの研究を行った。

第1章は導入で、マグノンのボース・アインシュタイン凝縮とスピン波デバイス開発に関する研究背景と課題が提示され、本研究の意義と目的が述べられている。第2章では、スピン波を取り扱う理論が詳述され、本研究で用いた高周波測定法と micro-Brillouin 散乱分光法の原理、および実験装置が説明されている。第3章では、強磁性金属の薄膜および細線による微細構造におけるスピン波ダイナミクスの研究が述べられ、強磁性金属で backward mode スピン波を検出した世界で初めての測定結果が記述されている。backward mode スピン波の励起条件と伝搬特性を、周波数領域と時間領域の共鳴周波数測定法を用いて詳細に解析し、backward mode スピン波の群速度を 4.1 km/s、減衰長を 3.7 μm と決定している。第4章では、金属微細構造におけるスピン波干渉の実験が述べられ、スピン波論理演算の原理を実証した成果が記述されている。また、スピン波の非相反性を活用し、単一素子内だけでスピン波論理演算を実現する機構を実証している。申請者はこのようなスピン波論理演算素子中におけるマグノンの空間分布を micro-Brillouin 散乱分光法により可視化し、微細構造ではスピン波の量子化が高次の成分まで出現することを明らかにしている。量子化スピン波のモード間干渉によってスピン波が微細構造の中央部に局在し、論理演算の信号強度が影響を受けることが実験的に検証されている。第5章では結論が述べられ、金属微細構造におけるスピン波の基礎研究と全スピン波デバイス開発の展望が述べられている。

本論文では、申請者は量子凝縮を引き起こすスピン波モードを強磁性金属では世界で初めて検出することに成功し、その物理特性を明らかにしており、強磁性金属におけるマグノン量子現象の研究を行うための基礎手法を与えている。またスピン波論理演算の原理を実証し、全スピン波デバイス開発の基礎となるスピン波干渉の制御に成功している。これらの知見は、マグノニクスのみならず基礎物理学の発展への寄与が少なくない。よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|--|------------|-----|--------|
| 報告番号 | 甲 第 4516 号 | 氏 名 | 長谷川 邦弘 |
| 主論文題目： Augmented Visualization by Extracting a Moving Object from a Hand-held Camera Sequence (手持ちカメラ映像シーケンスからの移動物体抽出による拡張可視化技術) | | | |
| <p>コンピュータビジョンは近年様々なアプリケーションで利用されている。カメラで撮影された被写体の情報の拡張表現を行うための画像の編集もこのアプリケーションの一例である。このような対象とする被写体やそのシーンの情報を、撮影画像を再構成することにより高める技術を「Augmented Visualization(AV)」と本論文では定義している。AVでは、実際に撮影された画像を利用して画像表現を拡張することこそが重要な点である。本論文では、AVの考え方をベースとした、ハンドヘルドカメラで撮影された動画像中の移動物体を利用した表現拡張方法を提案する。</p> <p>最初に、1台のハンドヘルドカメラで撮影された動画像から、背景画像を合成するための移動物体の抽出及び重畳方法について提案する。提案方法は次に示す2段階の処理によって、背景画像の合成と移動物体の抽出という2つの課題を解決している。最初に、背景画像は画像のスティッチングによって合成される。この方法はmean-shift推定を利用してスティッチ画像中の移動物体を除去することによる合成を行っていたが、処理速度を向上させるため、マスク処理を利用した方法に変更し改善を図っている。次に、移動物体を含む入力画像を変形させ背景画像に投影を行う。当初は移動物体を含む入力画像を直接変形・投影していたが、移動物体のみを投影するためにこのステップにおいては、画像差分を利用して生成したマスクを用いた処理を利用する方法へと改善を図っている。提案手法の優位性を示すために、実験ではランナーのストロボ画像の合成に提案手法を用いた。この画像はランナーの接地位置や速度、ストライドの測定に利用されている。さらにこの実験では、既存手法であるGrabCutよりも提案手法が精度よく前景であるランナーの抽出及びストロボ画像の合成ができていることも示している。</p> <p>次に、1台のハンドヘルドカメラで撮影された動画像から移動物体を隠蔽する方法を本論文では提案している。特に、歩行者を対象としたDiminished Reality (DR)の実現をこの方法のターゲットとしている。この方法は背景画像の画素を抽出された歩行者に重畳することにより、歩行者の隠蔽を図っている。実験より、本提案手法によるDRは、その優位性を示すのに十分な結果を示すことができた。また同時に、ほぼリアルタイムでの実施を行うことも確認できた。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|-----------|--------------|
| 報告番号 | 甲 第 4516 号 | 氏 名 | 長谷川 邦洋 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（工学） 斎藤 英雄 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 藤代 一成 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 杉本 麻樹 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学） 青木 義満 |

学士（工学）、修士（工学）長谷川邦洋君提出の学位請求論文は、「Augmented Visualization by Extracting a Moving Object from a Hand-held Camera Sequence（手持ちカメラ映像シーケンスからの移動物体抽出による拡張可視化技術）」と題し、6章より構成されている。

カメラにより撮影された画像に含まれる情報を、より見やすく表示したり、必要な情報以外を除去したりして表示する「拡張可視化技術」は、近年多くの分野で応用されているが、カメラの設置状況に制限があったり、人手による編集作業を必要とするなどの課題があった。本論文では、手持ちカメラにより気軽に撮影された映像シーケンスからでも人手による編集作業の不要な「拡張可視化」を可能にするために、撮影シーンに存在する人物等の移動物体の自動抽出技術を利用した新しい手法を提案し、提案手法の有効性や効果を実験により示した成果についてまとめたものである。

第1章では、本論文における「拡張可視化技術」の定義について説明し、研究目的を示している。

第2章では、関連研究として、画像からの移動物体検出・抽出技術や、その結果として得られる背景シーンの取得・認識技術、それらの技術を基盤とした画像編集・生成技術について紹介し、それらと本研究の共通性や違いを明らかにすることにより本研究の位置づけを明確にしている。

第3章では、手持ちカメラで撮影された映像シーケンスから移動物体の自動抽出により各フレームの背景部分のみを連結した背景画像上に、各フレームから抽出した移動物体を重畳表示し、対象シーンにおける移動物体の動きの時系列を一覧可能なストロボ画像の生成手法を提案している。そして、様々な地面の上を人物が走っている様子を撮影した映像シーケンスを対象として、数秒間にわたり人物が走る様子を1枚のストロボ画像に集約した可視化が可能であることを示している。

第4章では、第3章で提案した手法に対してストロボ画像生成のための計算時間を短縮するとともに、移動物体抽出精度を向上するための改善手法が提案されている。この改善手法により、計算時間は約100倍高速化可能であり、通常のパソコンでも10数秒程度でストロボ画像の生成が可能であることが示されている。さらに、移動物体として陸上競走選手を対象にした場合、競走時の選手の歩幅や歩数を10cm程度と、競技のパフォーマンス分析を行う上で実用上十分な正確さで計測可能であることを示している。また、提案手法により、テレビ放送されたスキー競技、スケート競技の映像シーケンスからでもストロボ画像が生成可能であることを示している。

第5章では、映像シーケンス中の移動物体が消去され、背景シーンのみが残されている「隠消現実感」映像を生成する手法が提案されている。この手法においても、人物を移動物体として抽出する。そして、それらを入力映像シーケンスから全て消去し、消去した領域には他のフレームから取得した背景画像を埋めることにより、結果として移動物体である人物が存在しなかったような映像が生成可能である。移動物体が実際に存在しなかった映像シーケンスを正解映像として撮影しておき、正解映像と提案手法により生成した「隠消現実感」映像を比較し、その誤差を画質評価指標であるPSNRにより評価したところ、動画像圧縮において標準的画質とされる30dB以上という十分小さな誤差で生成可能であることが示されている。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果と結論をまとめ、本論文で提案した手法の限界と将来に向けた課題について議論している。

以上要するに本研究は、手持ちカメラ等により気軽に撮影された映像シーケンスから移動物体として人物を自動検出することにより、移動物体の動きをストロボ画像として生成したり、移動物体が存在しない映像を生成したりするための新手法を提案したものであり、本手法により「拡張可視化技術」の利活用可能性の向上が期待でき、工学上寄与するところが少なくない。

よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

内容の要旨

| | | | |
|---|----------|----|-------|
| 報告番号 | 甲 第4517号 | 氏名 | 新明 脩平 |
| 主論文題目： Multilevel Motor Drives for Robust Motion Control (ロボストモーションコントロールのためのマルチレベルモータドライブ) | | | |
| <p>高齢社会の到来に伴う、高度医療のニーズや医師不足のため、医療技術を自動化することは今後必須となる。近年ではロボットの医療応用が注目を浴び、手術ロボットとしては da Vinci surgical system が最も成功を収めている。術者は da Vinci により、鉗子を正確に操作し、小さな傷口で手術を完了させることができる。その正確な動作はロボットのロボストなモーションコントロールにより実現される。これらの手術ロボットには主にブラシ付き DC モータあるいはブラシレス DC モータが使用され、2レベルインバータにより駆動される。しかしながら、低速域の駆動においては性能が十分とは言い難い。ロボストなモーションコントロールを実現するためには、加速度制御を行う必要があるが、低速域のトルクリプルが加速度制御系の応答を劣化させる原因となる。マルチレベルモータドライブを用いることで、低速域のトルクリプルを低減でき、加速度制御系の応答を改善することができる。本技術は手術ロボットの性能の改善を可能とするため、加速度制御を用いた医療技術自動化の一助となる。</p> <p>本研究では時定数の小さいブラシレス DC モータに対して、マルチレベルインバータを用い、モーションコントロールのロボスト性の向上させることを目的としている。</p> <p>第1章では本研究の目的、動機、DC モータに関する先行研究に関して解説した。</p> <p>第2章では本研究の基礎技術である外乱オブザーバを用いた加速度制御に基づくモータドライブ技術について説明した。</p> <p>第3章では小型化回路方式として有名なフライングキャパシタ方式のマルチレベル回路トポロジーについて解説し、小型モータのための駆動システムとしての適性について述べた。</p> <p>第4章ではマルチレベルモータドライブのための理論高調波の定式化について提案した。本定式化により、デッドタイムに起因するトルクリプルとパルス幅変調 (PWM) に起因するトルクリプルについてそれぞれ議論することができる。</p> <p>第5章では電機子電流制御系にフィードバック制御によるデッドタイム補償を用いた際の理論的な歪指標を導出した。また、フィードフォワード制御によるデッドタイム補償を用いた際の異なる歪指標も同様に導出した。第4章で提案した定式化により、それらの歪指標を理論的に導出し、各デッドタイム補償を用いた際の最適等価キャリア周波数を使用することを提案した。提案手法の有効性をシミュレーションと実験により実証した。</p> <p>第6章ではパラメータ変動に対処するための適応制御則について提案した。モータ固有のパラメータは変動するため、設計者の調整に関わらずモデル化誤差による補償誤差が発生する。適応制御は実時間で制御パラメータを調整する手法として有効であり、ここではマルチレベルインバータと併用した際の利点について述べた。提案手法の有効性をシミュレーションと実験により実証した。</p> <p>第7章では本研究の成果を要約し、今後の展望について言及した。</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4517 号 | 氏 名 | 新明 脩平 |
|---|------------|----------|--------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 大西 公平 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 大森 浩充 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 村上 俊之 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 西 宏章 |
| <p>学士(工学), 修士(工学) 新明脩平君提出の学位請求論文は「Multilevel Motor Drives for Robust Motion Control」(ロバストモーションコントロールのためのマルチレベルモータドライブ)と題し, 7章から構成されている。</p> <p>超成熟社会では, 人間の様々な動作をロボットなどの人工機械に代替させることが必要であり, そこに多用される交流電動機には高度な機能が求められる。人間の動作はダイナミックであり, その動作を代替するモーションコントロールには広い周波数帯域と十分な動作レンジを持つ必要がある。デジタル制御の発展により高いロバスト性を有する制御器が容易に実現できるようになったものの, 最終的に電気エネルギーを機械エネルギーに変換するモータドライブ技術は必ずしもそれに見合ったレベルに達していなかった。本論文の目的は, モータに供給する電流振幅の大きさによりスイッチング電源の電圧をマルチレベルにして高い性能を持つドライブ技術を確立することにある。マルチレベルインバータは高効率化や EMC (electromagnetic compatibility) 等の改善のため, 交直電力変換システムや中容量モータドライブに適用例があるが, 小容量サーボ機構に適用した例は少ない。本論文はマルチレベルインバータによるモータドライブシステムに外乱オブザーバを導入しロバスト化を図るとともに, パラメータ変動に対しロバストなデッドタイム補償により高度なモーションコントロールが可能になることを理論的かつ実験的に示したものである。</p> <p>第1章では, 研究の背景と目的を述べ, 従来の研究を概説している。</p> <p>第2章では, 外乱オブザーバによるロバストなモーションコントロールについて概説し, それが加速度の完全制御と等価であることを明らかにしている。</p> <p>第3章では, マルチレベルインバータの回路構成を紹介し, スwitching電源電圧のマルチレベル化によりモータドライブにおける加速度制御の高性能化が可能になることを明らかにしている。</p> <p>第4章では, シングルレベルおよびマルチレベルのインバータの詳細な高調波解析を行い, デッドタイムによるトルクリップルとインバータの変調方式である PWM (pulse width modulation) 方式に起因するトルクリップルがモータドライブにどのように反映するかを明らかにしている。</p> <p>第5章では, 第4章の結果を基に, デッドタイムの補償によるトルクリップルの改善を歪指標により定量化し, フィードバックとフィードフォワードによる補償のそれぞれの改善度合いを評価することで最適等価キャリア周波数が存在することを理論的にも実験的にも明らかにしている。</p> <p>第6章では, 実際にはモータのパラメータ変動により補償誤差が発生し制御性能が劣化することを示すとともに, 実機と設計モデルとの違いがあってもマルチレベルインバータに制御パラメータを調整する実時間適応制御方式を導入することで十分補償が可能であることを明らかにしている。</p> <p>第7章は本研究の成果を要約し, 今後の展望を述べている。</p> <p>以上要するに, 本論文では高い性能を持つモータドライブを実現するマルチレベルインバータ方式の性能を主にトルクリップルに着目して論じるとともに, 制御系設計に反映させる手法を提案しその有効性を理論と実験の双方で実証したもので, モーションコントロール分野において工学上, 工業上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

内容の要旨

| | | | |
|--|------------|-----|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4518 号 | 氏 名 | 松村 一平 |
| 主論文題目： Beamforming Design Methods for Interference Alignment and Avoidance on the MIMO Downlink System (MIMO ダウンリンクシステムにおける干渉アライメント/干渉回避のためのビームフォーミング設計手法) | | | |
| <p>次世代の通信規格（5G）について検討される中で、高いシステムキャパシティや高品質な通信を維持するために、無線干渉信号への対応が重要な課題点として報告されている。とりわけ、送受信器に複数のアンテナを実装する MIMO を応用した技術は、同時に通信を行っているユーザ間での干渉（ユーザ間干渉）や、隣接の基地局からの干渉（セル間干渉）にも有効なことが知られている。この MIMO 通信では、送信器と受信器の間のチャンネル情報を利用したビームフォーミング（BF）技術を用いて、干渉信号の除去や低減を行うことができる。</p> <p>本論文では、所望なユーザへの通信速度も改善しつつ、これらセル間干渉やユーザ間干渉を低減あるいは除去することができる、新しいビームフォーミングの設計手法を提案する。これまでの従来の手法と比較して、システムキャパシティが改善されることを示す。また必要なユーザからのフィードバック量や計算量などの評価も行う。</p> <p>第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的について述べている。</p> <p>第 2 章では、本研究に関連した技術の紹介と詳細について述べている。特に、MIMO や BF の関連技術や信号処理の詳細について説明する。また、複数のユーザへ同時に通信を行う MU-MIMO (Multi-User MIMO) やフィードバック量削減のためのコードブックについても述べる。</p> <p>第 3 章では、BF を用いて複数のユーザに同時に送信をする空間分割多重化方式（SDMA）を用いたシステムに着目する。従来の手法では、通信を要求するユーザ数が少ない環境では、MIMO による多重化利得を十分に得られない傾向があった。そこで、本章ではユーザ数に限らず高いシステムキャパシティを達成できる手法を提案する。この提案法では、グラムシュミット直交化を用いた新しい直交ビームフォーミングアルゴリズムを用いることで、一部のユーザに対して干渉の影響のない最適な通信を提供しながら、同時に送信できる最大数のユーザをスケジューリングすることも保証している。そのため高いシステムキャパシティを達成する。</p> <p>第 4 章では、セル間干渉を大きく受けるセル端のユーザのキャパシティを改善するための基地局協調通信技術に着目している。特に、BF を応用した干渉アライメント（IA）技術では高いシステムキャパシティを達成できることが知られている。この IA を用いることで、各ユーザで受信される干渉信号を限られた部分空間に揃えるような BF を行い、各ユーザで干渉信号を除去できる。各ユーザで干渉信号を揃えるための条件式には、相対振幅係数が定義されている。しかし、非線形の高次方程式の解をもとめる必要があるため、これらの係数をシステムキャパシティが改善するように決定することは困難とされていた。本章では、これら相対振幅係数をシステムキャパシティが改善するように算出するための設計手法を提案する。</p> <p>第 5 章は結論であり、本研究の総括を述べている。</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4518 号 | 氏 名 | 松村 一平 |
|--|------------|----------|--------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 大槻 知明 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 笹瀬 巖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 重野 寛 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 眞田 幸俊 |
| <p>学士(工学), 修士(工学), 松村一平君提出の学位請求論文は, 「Beamforming Design Methods for Interference Alignment and Avoidance on the MIMO Downlink System (MIMO ダウンリンクシステムにおける干渉アライメント/干渉回避のためのビームフォーミング設計手法)」と題し, 全5章から構成されている。</p> <p>携帯電話の次世代通信規格(5G)では, 高いシステム容量や高品質な通信の実現が目標として挙げられている。それらの実現には, 無線干渉信号の制御が必要である。送受信器に複数のアンテナを実装する MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) は, 高いシステム容量を達成できるため, 5G でも必須の技術である。MIMO では, 同一時間に同一周波数を用いて通信するため, 送受信器間のチャネル情報を利用したビームフォーミング (BF) 技術を用いて, 同時に通信するユーザ間の干渉(ユーザ間干渉)や, 隣接基地局からの干渉(セル間干渉)を除去・低減する必要がある。</p> <p>本論文では, MIMO を用いたシステムにおいて, 所望ユーザへの通信速度を改善しつつ, セル間干渉やユーザ間干渉を低減あるいは除去する新しい BF 設計手法を提案している。</p> <p>第 1 章は序論であり, 本研究の背景と目的について述べている。</p> <p>第 2 章では, 本研究に関連した技術の紹介と詳細について述べている。特に, MIMO や BF の関連技術や信号処理の詳細について説明している。また, 複数のユーザへ同時に通信可能な MU-MIMO (Multi-User MIMO) や, BF に必要な通信路状態情報などのフィードバック量削減のためのコードブックについても説明している。</p> <p>第 3 章では, BF を用いて複数のユーザに同時に送信する空間分割多重 (SDM) 方式を用いた MIMO システムに着目している。従来の SDM 方式では, 通信要求ユーザ数が少ない環境では, MIMO による多重化利得を十分に得られない問題があった。そこで, 本章ではユーザ数によらず高いシステム容量を達成可能な SDM 方式を提案している。提案方式では, グラムシュミット直交化を用いた新しい直交 BF アルゴリズムを用いることで, 一部のユーザに対して干渉が無い通信を提供しながら, 同時に送信可能な最大数のユーザをスケジューリングすることで多重化利得も保証している。そのため高いシステム容量を達成する。</p> <p>第 4 章では, セル間干渉を大きく受けるセル端ユーザのキャパシティを改善するための基地局協調通信技術として, BF を応用した干渉アライメント (IA) 技術に着目している IA 技術は, 各ユーザで受信される干渉信号を限られた部分空間に揃えるように BF することで, 各ユーザは少ないアンテナ数で干渉信号を除去できる。各ユーザで干渉信号を揃えるための条件式には, 相対振幅係数が定義されている。しかし, 相対振幅係数を求めるためには非線形の高次方程式の解を求める必要があるため, 相対振幅係数をシステム容量が改善するように決定するのは困難であった。本章では, これら相対振幅係数をシステム容量が改善するように算出するための設計手法を提案し, その有効性を示している。</p> <p>第 5 章は結論であり, 本研究の総括を述べている。</p> <p>以上, 本論文の著者は, MIMO を用いたシステムにおいて, 所望ユーザへの通信速度を改善しつつ, セル間干渉やユーザ間干渉を低減あるいは除去する新しい BF 設計手法を提案し, その有効性を確認しており, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない。よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | |

内容の要旨

| | | | |
|--|------------|-----|-------|
| 報告番号 | 甲 第 4519 号 | 氏 名 | 木村 智哉 |
| 主論文題目： イミデート糖及びグリカールを糖供与体とした新規グリコシル化反応の開発 | | | |
| <p>天然には、糖鎖を有する化合物が数多く存在する。また、糖鎖を有する化合物は、構造の特異性や、生理活性及び作用機序への興味から、有機化学者だけでなく、生物化学者からの注目も集めている。さらに、配糖体は、機能性材料としても魅力的であり、界面活性剤や化粧品材料として、広く用いられている。このような化合物を合成する上で、重要な反応の1つが、グリコシド結合を形成するグリコシル化反応であり、その新規方法論開発のための研究が精力的に行われている。本論文では、ジアステレオ選択的、官能基許容性、環境調和型をキーワードとし、新たに開発した3つのグリコシル化反応について記述した。</p> <p>序論では、グリコシル化反応の歴史的な背景に関して言及し、そこから抽出される課題に対して、3つの新規グリコシル化反応を立案した。さらに、過去に報告された反応例を示しながら、本研究の目的、位置づけ及び研究戦略について述べた。</p> <p>本論第一章では、アルコールの不斉を識別するジアステレオ選択的なグリコシル化反応の開発について記述した。すなわち、糖受容体としてラセミ体のアルコールを用い、生成し得る4種類の配糖体の中から、1種類のみを生成させる手法に関して検討した。その結果、α-グルコシルトリクロロアセトイミデート糖を糖供与体とし、キラルなリン酸触媒を活性化剤とすることで、ラセミ体のアルコールのうち、<i>R</i>体のアルコールがβ結合で優先的に配糖化されることを見出した。</p> <p>第二章では、第一章において見出された手法を天然物であるフラバン配糖体の全合成に応用した結果について記述した。すなわち、アグリコン部分をラセミ体として合成し、その後、α-グルコシルトリクロロアセトイミデート糖とともにキラルなリン酸触媒を用いる反応条件に付した。その結果、望む立体化学を有する配糖体が単一の生成物として得られ、フラバン配糖体を効率的に合成することに成功した。</p> <p>第三章では、グリカールの <i>N</i>-ヨードスクシンイミド (NIS)-有機リン化合物複合系活性化剤を用いたグリコシル化反応による 2-ヨード及び 2-デオキシ糖の新規合成法の開発について記述した。まず、官能基許容性の高い反応の開発を目的とし、TfOH などの強酸性試薬と代替可能なヨードグリコシル化反応の反応促進剤の検討を行った。その結果、触媒量の PPh_3 を添加することで、温和な条件下反応が進行し、酸性条件に不安定なアルコールを用いた場合においても、目的とする配糖体が高収率で得られることを見出した。さらに、触媒量の NIS と P(OPh)_3 を活性化剤とすることで、2-デオキシ糖がグリカールより直接得られることも併せて見出した。</p> <p>第四章では、芳香族チオウレアを有機光酸触媒として用いる光グリコシル化反応の開発について記述した。すなわち、クリーンな光エネルギーを用いた環境調和型グリコシル化反応の開発を目的として検討した。その結果、長波長紫外光照射下、励起状態となった芳香族チオウレアがプロトンを放出し、α-トリクロロアセトイミデート糖を糖供与体としたグリコシル化反応が効率的に進行することを初めて見出した。さらに、濃度条件を変更することで、対応するα/β両グリコシドを作り分けられること、及び、触媒の回収・再利用が可能なことを見出した。</p> <p>第五章では、本研究を総括し、今後の展望について記述した。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|-----------|-------------|
| 報告番号 | 甲 第 4519 号 | 氏 名 | 木村 智哉 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 戸嶋 一敦 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 博士（理学）末永 聖武 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 千田 憲孝 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 博士（工学）高尾 賢一 |

学士(工学)、修士(工学)木村智哉君提出の学位請求論文は、「イミデート糖及びグリカールを糖供与体とした新規グリコシル化反応の開発」と題し、序論と本論第一～五章で構成されている。天然には、糖を有する生理活性物質が数多く存在している。また、糖を有する化合物（配糖体）は、構造の多様性や特異性、及び生理活性や作用機序への関心から、有機化学だけでなく、生命科学の観点からも注目を集めている。さらに、配糖体は、機能性材料としても有用であり、界面活性剤や化粧品材料などとして、広く用いられている。このような配糖体を合成する上で、重要な反応の1つが、グリコシド結合を形成するグリコシル化反応であり、その新規方法論開発のための研究が精力的に行われている。本論文では、従来、あまり注目されて来なかった、1) ジアステレオ選択性、2) 官能基許容性、及び3) 環境調和性をキーワードとした、3つの新たなグリコシル化反応の開発について記述している。

序論では、グリコシル化反応の歴史的な背景について言及し、そこから抽出される課題に対して、3つの新規グリコシル化反応を立案した経緯について述べている。さらに、過去に報告された類例を示しながら、本研究の目的、位置づけ及び研究戦略について述べている。

本論第一章では、アルコールの不斉を識別するジアステレオ選択的なグリコシル化反応の開発について記述している。すなわち、糖受容体としてラセミ体のアルコールを用い、生成し得る4種類の配糖体の中から、1種類のみを生成する手法に関して検討した結果、 α -グルコシルトリクロロアセトイミデート糖を糖供与体とし、キラルなリン酸触媒を活性化剤とすることで、ラセミ体のアルコールのうち、*R*体のアルコールが β 結合で配糖化した配糖体が選択的に得られることを見出した。

本論第二章では、第一章において開発した手法を天然物であるフラバン配糖体の全合成に応用した結果について記述している。すなわち、アグリコン部分をラセミ体として合成し、その後、本グリコシル化反応を適応することにより、望む配糖体が単一の生成物として得られ、これによって、フラバン配糖体の効率的な合成を達成した。

本論第三章では、グリカールの *N*-ヨードスクシンイミド (NIS) と有機リン化合物複合系活性化剤を用いたグリコシル化反応による 2-ヨード及び 2-デオキシ糖の新規合成法の開発について記述している。すなわち、官能基許容性の高い反応の開発を目的とし、強酸性の反応促進剤の代替として、触媒量の PPh_3 を添加することで、温和な条件下反応が進行し、酸性条件に不安定な糖受容体を用いた場合においても、目的とする 2-ヨード-2-デオキシ糖配糖体が高収率で得られることを見出した。さらに、触媒量の NIS と P(OPh)_3 を複合系活性化剤とすることで、2-デオキシ糖が、グリカールより直接得られることを併せて見出した。

本論第四章では、芳香族チオウレアを有機光酸触媒として用いる光グリコシル化反応の開発について記述している。すなわち、クリーンな光エネルギーを用いた環境調和型グリコシル化反応の開発を目的として検討した。その結果、長波長紫外光照射下、励起状態となった芳香族チオウレアにより、 α -トリクロロアセトイミデート糖を糖供与体としたグリコシル化反応が効果的に進行することを見出した。さらに、濃度条件を調節することで、対応する α/β 両配糖体を作り分けられること、及び、触媒の回収・再利用が可能なることを見出した。

本論第五章では総括として、各章により得られた成果をまとめて記述するとともに、今後のグリコシル化反応の開発と糖質合成の展望について簡潔に述べている。

以上、本論文の成果は、糖質合成の根幹をなす反応であるグリコシル化反応において、新しい効率的なグリコシル化反応を開発しており、また、その有用性を天然物合成において実証している。これらのことから今後の糖質科学に貢献することが期待され、学術的及び工業的にも意義深い。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。

Thesis Abstract

| | | | |
|--|---------------|------|----------------|
| Registration Number | “KOU” No.4520 | Name | Dhahri, Chaima |
| Thesis Title | | | |
| Machine Learning Applications to Self-Organizing Networks:Cell Selection and Coverage and Capacity Optimization Use Cases | | | |
| <p>Open-access femtocell networks assure the cellular user of getting a better and stronger signal. However, due to the small range of femto base stations (FBSs), any motion of the user may trigger handover. In a dense environment, the possibility of such handover is very frequent. To avoid frequent communication disruptions due to phenomena such as the ping-pong effect, it is necessary to ensure the effectiveness of the cell selection method. Existing selection methods commonly uses a measured channel/cell quality metric such as the channel capacity (between the user and the target cell). However, the throughput experienced by the user is time-varying because of the channel condition, i.e., owing to the propagation effects or receiver location. In this context, the conventional approach does not reflect the future performance. To ensure the efficiency of cell selection, user's decision needs to depend not only on the current state of the network, but also on the future possible states (horizon). To this end, we implement a learning algorithm that can predict, based on the past experience, the best performing cell in the future.</p> <p>In this dissertation, Chapter 1 reviews the state-of-the-art including femtocell network, self-organizing networks and machine learning algorithms.</p> <p>We present in Chapter 2 a reinforcement learning (RL) framework as a generic solution for the cell selection problem in a non-stationary femtocell network that selects, without prior knowledge about the environment, a target cell by exploring past cells' behavior and predicting their potential future states based on Q-learning algorithm. We extend this proposal by referring to a fuzzy inference system (FIS) to tune Q-learning parameters during the learning process to adapt to environment changes. Our solution aims at minimizing the frequency of handovers without affecting the user experience in terms of channel capacity.</p> <p>In Chapter 3 we consider cell selection problem in open-access femtocell networks where time-varying condition of each channel (channel between MU and FBS) is modelled as arbitrary finite-state Markov chain. Each channel has different state space and statistics, both unknown to users, who tried to learn which cell is the best to maximize their profit.</p> <p>As first proposal in Chapter 3 we refer to a Decentralized Restless Upper Confidence Bound (RUCB) algorithm to solve the restless MAB problem. We propose lately an extension to our first proposal referred to as dynamic MAB to cope with reward variation in abruptly changing environment.</p> <p>With the huge increases in traffic volumes and subscribers, diverse devices, and rich media applications, manual management of mobile network becomes highly challenging in terms of optimization and management. Self-organizing networks (SON) has been introduced to optimize the network in an automatic manner.</p> <p>In Chapter 4 we address the coverage and capacity joint optimization (CCO) by adaptively and simultaneously adjusting both antenna tilt and power.</p> <p>In Chapter 5 we conclude the dissertation with key findings in this study and future work.</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4520 号 | 氏 名 | Dhahri, Chaima |
|--|------------|----------------------------------|---------------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 大槻 知明 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 笹瀬 巖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 重野 寛 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 眞田 幸俊 |
| | | National University Of Singapore | Ph.D. Pooi Yuen Kam |
| <p>Bachelor in Engineering in Applied Sciences and Technology, 修士 (工学), Chaima Dhahri 君提出の学位請求論文は, 「Machine Learning Applications to Self-Organizing Networks: Cell Selection and Coverage and Capacity Optimization Use Cases (自己組織化ネットワークへの機械学習の適用: セル選択と無線カバレッジ及び容量最適化への適用)」と題し, 全5章から構成されている.</p> <p>近年のデータレート要求の急激な高まりに対応するため, セラシステムは高度化・複雑化している. それに伴い, システムの最適化は非常に複雑となり, 時間を要するようになってきている. システム最適化を簡易化する手法として, 近年, 自律的な機能を持つ自己組織化ネットワーク (SON) が注目されている.</p> <p>本論文では, セラシステムにおけるSON技術として, セル選択と無線カバレッジ及び容量最適化に関して検討している.</p> <p>第1章は序論であり, 研究の背景, 本研究で対象としているセラシステムのセル選択と無線カバレッジ及び容量最適化に関する従来技術について概説し, また本研究の目的と意義を述べている.</p> <p>第2章では, セラネットワークの一形態であるフェムトセルネットワークと, 自己組織化ネットワーク (SON) 及びそれに関する機械学習について概説している.</p> <p>第3章では, 準静的環境でのオープンアクセスフェムトセルネットワークにおけるセル選択手法として, 強化学習の一つであるQ学習を用いたセル選択法を提案している. また, Q学習のパラメータ調整法としてファジー推論システムを用いたセル選択法を提案している. 計算機シミュレーションの結果, 瞬時パラメータに基づく従来法と比べて, 提案法は従来法とほぼ等しい平均容量を, 少ないハンドオーバー回数で達成できることを示している.</p> <p>第4章では, 時変環境でのオープンアクセスフェムトセルネットワークにおけるセル選択問題を, 任意の有限状態マルコフ過程としてモデル化し, それに基づき強化学習を用いたセル選択手法を提案している. 提案セル選択法は, 非中央制御のRUCB (Restless Upper Confidence Bound) アルゴリズムである. 計算機シミュレーションにより, 時変環境においてマルコフ過程の各状態が独立に発展していく中で, 瞬時パラメータに基づく従来法と比べて, 提案法は従来法とほぼ等しい平均容量を, 少ないハンドオーバー回数で達成できることを示している.</p> <p>第5章では, セラシステムにおいて, アンテナのチルト角と送信電力を同時に制御して, 無線カバレッジ及び容量の2つを最適化するアルゴリズムを提案している. 提案法は, 無線カバレッジ及び容量の2つの最適化を取り扱えるパレート解を得られる. 計算機シミュレーションにより, 提案法の有効性を示している.</p> <p>第6章は結論であり, 本論文で得られた結果を総括している.</p> <p>以上, 本論文の著者は, セラシステムにおけるSON技術として, セル選択と無線カバレッジ及び容量最適化に関して, 複数の技術を提案し, それらの有効性を明らかにしており, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない. よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める.</p> | | | |

Thesis Abstract

| | | | |
|---|---------------|------|------------|
| Registration Number | “KOU” No.4521 | Name | Zhuang, He |
| Thesis Title | | | |
| A Study on Stochastic Geometry Based Modeling and Analysis of Cellular Networks | | | |
| <p>In the era of information explosion, the demand for fast and convenient communication is constantly increasing. To meet the demand, mobile communication gets rapid development. A wireless cellular network can be viewed as a collection of base stations (BSs), located in a plane. Considering downlink, each BS transmits to a corresponding receiver thought as a user, simultaneously. The interference seen by a receiver is the sum of the signal powers received from all transmitters, except its own transmitter. In a simple model, the geometry of the locations of the BSs plays a key role, because it determines signal to interference and noise ratio (SINR). Stochastic geometry (SG) is the study of random spatial patterns. It provides a natural way of characterizing the locations of the BSs, and thus modeling and analyzing the cellular networks from a macroscopic view. Compared with the traditional model (deterministic model), modeling cellular networks in terms of SG model is more suitable and general. SG, which we use as a mathematic tool, is intrinsically related to the theory of point processes.</p> <p>In the first part of this thesis, the background of SG based modeling and analysis of wireless cellular networks are addressed in Chapter 1. Why do we need a general model of cellular networks, and the motivation of applying SG to model cellular networks? The history and related works of SG analysis on cellular networks are also introduced in Chapter 1. The basic knowledge of SG and three most frequently used classical point processes (PPs) are presented in Chapter 2.</p> <p>In second part (Chapter 3, Chapter 4), a Poisson point process (PPP) based framework of analyzing the downlink heterogeneous networks (HetNets) utilizing fractional frequency reuse (FFR) is proposed. Based on this framework, the tractable expressions of typical users' coverage probability under both closed and open access cases are obtained. A tractable and flexible model for K tier multiple-input multiple-output (MIMO) HetNets using the FFR technique, based on the PPP. In this work, the authors derived the numerical coverage probabilities of different FFR and access cases, and discuss the effects of main parameters on the coverage probability. These analyses can assist system designers in designing networks, and evaluating new algorithm related to MIMO HetNets.</p> <p>So far all the analysis based on PPP needs to utilize the mathematical tool, the probability generating functional (PGFL) of the PPP, which contributes significantly on simplifying computations, the resulting expressions usually only involve computable integrals, even the closed form expressions in some special cases. However, it restricts the channel of networks to exponential distribution, which greatly limits the application of the PPP model. To break through the channel limitation, a novel way of modeling cellular networks based on PPP is proposed in</p> | | | |

Chapter 5. It maintains the generality of the PPP model, and derives the closed form expressions of coverage probability at a given distance of the serving BS.

The outline of this dissertation is:

Chapter 1 firstly introduces the background, objective of the SG based model of cellular networks. The related works and contributions of this dissertation are presented. The fundamentals of SG and necessary related content are presented in chapter 2. Chapters 3, 4 are two studies on modeling and analysis of HetNets and MIMO HetNets utilizing FFR technique, respectively. The results of these two chapters are derived using PGFL of PPP, which results in restrictions of modeling cellular networks. To break through the restrictions, A new approach to utilize PPP is proposed. Chapter 5 depicts how to apply the new approach to analysis of cellular networks. The dissertation conclusion and future works are discussed in Chapter 6.

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4521 号 | 氏 名 | Zhuang, He |
|--|------------|--|--------------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 大槻 知明 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 笹瀬 巖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 重野 寛 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) 眞田 幸俊 |
| | | National University Of Singapore Ph.D. Pooi Yuen Kam | |
| <p>Bachelor in Engineering, 修士 (工学), He Zhuang 君提出の学位請求論文は, 「A Study on Stochastic Geometry Based Modeling and Analysis of Cellular Networks (確率幾何に基づくセルラネットワークの理論解析に関する研究)」と題し, 全5章から構成されている.</p> <p>セルラネットワークでは, 基地局がカバーするエリアがセルを構成する構造になっている. セルラネットワークのモデル化では, 基地局がグリッド上に並ぶモデルが一般に用いられてきたが, 実際の基地局配置はそのような規則的配置と異なるため, そのモデルに基づいた特性は実際の特性と異なるという問題がある. これに対して, 基地局配置を確率的にモデル化する確率幾何と呼ばれる手法があり, セル間干渉が存在するネットワークなどの信号対干渉電力比の下界を与えることが知られている.</p> <p>本論文では, 干渉低減や容量増加の種々の技術を用いたセルラネットワークシステムの特性を確率幾何に基づき解析・検討している.</p> <p>第1章は序論であり, 研究の背景, 本研究で対象としている確率幾何を用いたセルラネットワークの特性解析に関する従来研究について概説し, また本研究の目的と意義を述べている.</p> <p>第2章では, 確率幾何について説明し, 最もよく用いられる3つのポアソン点過程について説明している.</p> <p>第3章では, ヘテロジニアスネットワークにおいて, 各セルを中心領域とエッジ領域に分割し, セル中心領域では全帯域を割り当て, またセルエッジ領域では全帯域を分割したサブチャネルを数セルごとに割り当てるチャネル割り当て技術であるフラクショナル周波数繰返し (FFR) 技術に着目している. そして, ヘテロジニアスネットワークにおいて, FFR 技術及び SISO (Single-Input Single-Output) を用いた場合の各ユーザのカバレッジ確率を, 確率幾何を用いて解析・評価している. この結果は, ヘテロジニアスネットワークにおいて, FFR 技術及び SISO を用いる際のシステム設計規範として役立つものである.</p> <p>第4章では, ヘテロジニアスネットワークにおいて, FFR 技術及び MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) を用いた場合の各ユーザのカバレッジ確率を, 確率幾何を用いて解析・評価している. この結果は, ヘテロジニアスネットワークにおいて, FFR 技術及び MIMO を用いる際のシステム設計規範として役立つものである.</p> <p>第5章では, 確率幾何に基づく解析を, レイリーフェージング通信路から, 伝搬損失, シェドローイング, ファーストフェージングを考慮した通信路に拡張する手法を提案している. 提案手法は, 確率幾何で用いられる変数を確率的に解析することで, 確率幾何に基づく解析の適用可能通信路を拡張している. そして, この提案手法を用いて, ある距離にある基地局のカバレッジ確率の式表現を導出している.</p> <p>第6章は結論であり, 本論文で得られた結果を総括している.</p> <p>以上, 本論文の著者は, 干渉低減や容量増加の種々の技術を用いたセルラネットワークシステム特性の確率幾何に基づく解析手法を明らかにしており, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない. よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める.</p> | | | |

Thesis Abstract

| | | | |
|---|---------------|------|---------------------------|
| Registration Number | “KOU” No.4522 | Name | Hossein Panahi, Fereidoun |
| Thesis Title A Study on Interference Modelling, Management and Avoidance in Wireless Communication Systems | | | |
| <p>The best solution to the spectrum saturation and bandwidth availability problems in wireless networks is to adopt technologies that make the most efficient use of existing spectrum through frequency reuse schemes. For example, in universal frequency reuse schemes, the existing spectrum can be aggressively and effectively reused by all of the coexisting users in the network. This will lead to higher spatial spectrum utilization and network usage capacity at the expense of an increased possibility of interference among network users and of a reduced quality of service (QoS). In other words, interference is increasingly becoming a major performance-limiting factor, and hence, interference modeling, management and avoidance are the primary focus of interest for both the industry and academic communities. This dissertation is concerned with providing mechanisms on interference modeling, management, and avoidance to improve performance on both user and network scales. In particular, we will explore and provide solutions to challenges due to interference in different scenarios and networks, namely in cognitive radio (CR) networks, heterogeneous cellular networks, and multiple-input multiple-output (MIMO) interference channels (ICs).</p> <p>Chapter 1 presents an introduction to the interference issue of different wireless communication environments, appropriate solutions and troubleshooting procedures of eliminating interference to improve the user experiences and QoS. The chapter ends with the scope and contributions of this dissertation.</p> <p>Chapter 2 studies the interference management issue in CR networks. In a CR network, the channel sensing scheme used to detect the existence of a primary user (PU) directly affects the performances of both CR and PU. However, in practical systems, the CR is prone to sensing errors due to the inefficiency of the sensing scheme. This may yield primary user interference and low system performance. This chapter presents a learning-based scheme for channel sensing in CR networks. Specifically, the channel sensing problem is formulated as a partially observable Markov decision process (POMDP), where the most likely channel state is derived by a learning process called Fuzzy Q-Learning (FQL). The optimal policy is derived by solving the problem. Using our proposed sensing scheme, the CR network-enabled user can significantly improve its own spectral efficiency and reduce the probability of interfering with the PU.</p> <p>Chapter 3 deals with the interference challenges in heterogeneous cellular networks. A CR based statistical framework for a two-tier heterogeneous cellular network (femto-macro network) to model the outage probability at any arbitrary secondary (femto) and primary (macro) user is presented. A system model based on stochastic geometry (utilizing the spatial Poisson point process (PPP) theory) is applied to model the random locations and network topology of both secondary and primary users.</p> | | | |

A considerable performance improvement can be generally achieved by mitigating interference in result of applying the CR idea over the above model. Novel closed form expressions are derived for the downlink outage probability of any typical femto and macro user considering the Rayleigh fading for the desired and interfering links. We also study some important design factors which their role and importance in the determination of outage and interference cannot be ignored. We conduct simulations to validate our analytical results and evaluate the proposed schemes in terms of outage probability for different values of signal-to-interference-plus-noise-ratio (SINR) target.

In Chapter 4, we similarly present a CR based statistical framework for a two-tier heterogeneous cellular network (femto-macro network) to model the outage probability at any arbitrary secondary (femto) and primary (macro) user. A system model based on stochastic geometry (utilizing the spatial Poisson point process (PPP) theory) is applied to model the random locations and network topology of both secondary and primary users. Unlike the previous chapter that Rayleigh fading assumption is used to relax the difficulty of addressing a closed-form expression for the outage probability, in this chapter novel closed-form expressions are derived for the outage probability of any typical femto and macro user considering the Nakagami-m fading for each desired and interference links. Some important design factors which their important role in the determination of outage and interference cannot be ignored will be also studied. Simulations are then conducted to validate our analytical results and evaluate the proposed schemes in terms of outage probability for different values of SINR target.

Chapter 5 focuses on the interference avoidance in MIMO ICs. Interference alignment (IA) has emerged as a viable transmission technique towards mitigating interference that can result in sum-rates that scale linearly with the number of users in the system for high signal-to-noise power ratio (SNR). Three iterative IA algorithms for the problem of joint power allocation and transmit/receive filter design in a K-user MIMO IC are presented. The optimality criterion is based on the achievable sum-rate and the average per user multiplexing gain in the MIMO IC. By allowing channel state information (CSI) exchanged between base stations (BSs) and a central unit (CU), we design a feedback topology where CU collects local CSIs from all BSs, computes all transmit and receive filters and sends them to corresponding user-BS pairs. Note that the local CSIs at BSs are obtained from the estimation of the channel states during the so-called uplink-training phase. At the CU, we propose iterative algorithms utilizing alternating optimization strategy to design the filters. In most of the studies on the MIMO IC, choice of equal transmit powers for all user-BS pairs ignores the essential need to search for the optimal power allocation policy; they do not take the full advantage of the system's total power. Thus, how to allocate power among all the user-BS pairs in the network based on the sum-rate maximization strategy and under a sum power constraint is another key to this chapter.

Finally, Chapter 6 summarizes the conclusions and possible venues for future research of this work.

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4522 号 | 氏 名 | Hossein Panahi, Fereidoun | |
|--|------------|--|---------------------------|-------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) | 大槻 知明 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 | 笹瀬 巖 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) | 重野 寛 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) | 眞田 幸俊 |
| | | National University Of Singapore Ph.D. Pooi Yuen Kam | | |
| <p>Bachelor of Science, Electrical Engineering Majoring in Electronics, 修士(工学), Fereidoun Hossein Panahi 君提出の学位請求論文は、「A Study on Interference Modeling, Management and Avoidance in Wireless Communication Systems (無線通信システムにおける干渉モデル化, 管理, 回避に関する研究)」と題し, 全6章から構成されている。</p> <p>近年, スマートフォンや広帯域アプリケーションの急増により, 周波数資源の不足が問題となっている。周波数利用効率を改善する手法として, 複数の端末・システムでの周波数共有が挙げられるが, 干渉制御が重要である。</p> <p>本論文では, コグニティブ無線通信システムやヘテロジニアスセルラ無線通信システムにおける干渉モデル化, 管理, 回避に関して検討している。</p> <p>第1章は序論であり, 研究の背景, 本研究で対象としている無線通信システムの干渉問題, 及びその解決に関する従来技術について概説し, また本研究の目的と意義を述べている。</p> <p>第2章では, コグニティブ無線通信システムにおけるチャネルセンシングを, 部分観測マルコフ決定過程(POMDP)としてモデル化し, もっとも確からしいチャネル状態をファジーQ 学習により導出している。この手法により, コグニティブユーザの周波数利用効率を改善し, また, プライマリユーザへの干渉を低減できることを示している。</p> <p>第3章では, ヘテロジニアスセルラ無線におけるフェムト-マクロネットワーク間の干渉低減法として, 統計に基づくコグニティブ無線技術を適用している。そして, レイリーフェージング通信路におけるその特性を確率幾何により解析し, 提案技術がレイリーフェージング通信路においてアウトエージ確率を大きく低減できることを示している。</p> <p>第4章では, 第3章で提案した統計に基づくコグニティブ無線技術によるフェムト-マクロネットワーク間の干渉低減法の仲上 m フェージング通信路における特性を, 確率幾何により解析している。解析の結果, 提案技術が仲上 m フェージング通信路においても, アウトエージ確率を大きく低減できることを示している。</p> <p>第5章では, MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)干渉通信路において, 干渉低減法として干渉整列(IA)技術について検討している。K ユーザ MIMO 干渉通信路において, 統合電力割当及び送受信フィルタ設計法として, 3つの繰り返し IA アルゴリズムを提案している。提案アルゴリズムは設計規範として, 達成可能合計容量及び平均ユーザ多重利得を採用している。また, 通信路状態情報を送受信機間でやり取りする方法として, 中央装置を用いた方法を提案している。提案技術が, 従来の IA 技術と比較して, 達成可能合計容量及び平均ユーザ多重利得を改善できることを計算機シミュレーションにより示している。</p> <p>第6章は結論であり, 本論文で得られた結果を総括している。</p> <p>以上, 本論文の著者は, コグニティブ無線通信システムやヘテロジニアスセルラ無線通信システムにおける干渉モデル化, 管理, 回避に関して検討し, 干渉制御の複数の技術を提案し, それらの有効性を明らかにしており, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない。よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | | |

内容の要旨

| | | | |
|--|----------|----|------|
| 報告番号 | 甲 第4523号 | 氏名 | 太田 努 |
| 主論文題目： Investigation of Geometric and Electronic Structures of Mass-selectively Deposited Superatom Nanoclusters by Photoelectron Spectroscopies (光電子分光法を用いた質量選択的に蒸着された超原子ナノクラスターの幾何的・電子的構造の研究) | | | |
| <p>ナノクラスターは、その構成原子数や形によって特徴的な物性を制御できることから、物質科学の観点から注目されている。しかし、ナノクラスターの物理化学的性質については多くの気相中の実験から精密に明らかにされてきている一方で、実際にそれをデバイスなどへ応用された例は極めて少ない。その理由としては、ナノクラスターを非破壊的に、また凝集させずに固定化させることが難しく、表面に蒸着されたナノクラスターの物性について、その幾何的・電子的構造の評価も含めて行った例が極めて少ないことが挙げられる。これらの背景から、ナノクラスターの蒸着方法の開発と、X線光電子分光 (XPS) や紫外光電子分光 (UPS) を用いた、蒸着されたナノクラスターの物性評価について研究を行った。特に、ナノ物質の構成要素として活用できる可能性をもった (i) チオラート保護金ナノクラスターと (ii) 金属内包シリコンナノクラスターに着目した。本論文では、(i) 配位子に保護されたナノクラスターの物性評価として、チオラート保護金ナノクラスターの幾何構造と電子構造の相関についての研究、および (ii) 配位子の影響を受けない裸のナノクラスターとして、金属内包シリコンナノクラスターの生成・蒸着システムの開発およびその化学的物性評価について述べた。</p> <p>第1章では、本研究の一般的な背景と各章の概要を述べた。</p> <p>第2章では、XPS・UPSの原理と実験装置の概要、およびクラスター生成装置の開発について述べた。</p> <p>第3章では、幾何構造の規定されたサイズの異なるチオラート保護金ナノクラスターをLB膜法で単層膜化し、その単層膜をXPSで評価することで、ナノクラスターの幾何構造と電子構造の相関について議論した。内殻電子由来のXPSの結果は、それぞれのナノクラスターの幾何構造を反映するものであった。また、価電子帯由来のXPS結果は、ナノクラスターの電子構造がその幾何構造に依存することを示した。</p> <p>第4章では、金属内包シリコンナノクラスターの一つであるTa@Si₁₆クラスターの化学的特徴の評価について述べた。気相中で生成したTa@Si₁₆を高配向性熱分解グラファイト (HOPG) 基板に蒸着し、その化学的狀態をXPSから評価した。その結果、HOPGへ蒸着した後もTa@Si₁₆が元々のケージ構造を保っていることがわかった。また、酸素曝露や加熱に対するTa@Si₁₆の化学的な安定性を調べることで、Ta@Si₁₆の物性について評価した。</p> <p>第5章では、C₆₀/HOPG膜に蒸着したTa@Si₁₆の化学的性質について、XPSおよびUPSを用いた評価について述べた。それぞれの実験結果から、Ta@Si₁₆がアルカリ金属的な超原子として振る舞い、C₆₀との間で電荷移動を生じることによって(Ta@Si₁₆)⁺C₆₀⁻錯体を形成することがわかった。また、この錯体が化学的・熱的にも高い耐性をもつことを見出した。</p> <p>最後に、第6章で各章の結論を述べ、本研究の成果をまとめた。</p> | | | |

論文審査の要旨

| | | | |
|----------|------------|----------|--------------|
| 報告番号 | 甲 第 4523 号 | 氏 名 | 太田 努 |
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 理学博士 中嶋 敦 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(理学) 近藤 寛 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 吉岡 直樹 |
| | | 慶應義塾大学教授 | Ph. D. 伊藤 公平 |

学士(理学), 修士(理学) 太田努君提出の学位請求論文は「Investigation of Geometric and Electronic Structures of Mass-selectively Deposited Superatom Nanoclusters by Photoelectron Spectroscopies (邦訳 光電子分光法を用いた質量選択的に蒸着された超原子ナノクラスターの幾何的・電子的構造の研究)」と題し、6章から構成されている。

ナノクラスターは、その構成原子数や形によって特徴的な物性を制御できることから、新しいナノ物質科学の観点から注目されている。しかし、ナノクラスターの物理化学的性質については多くの気相中の実験から精密に明らかにされてきている一方で、ナノクラスターをデバイスなどに応用した例は極めて少ない。その主な理由としては、ナノクラスターを非破壊的に、また凝集させずに表面担持させることが難しいことに加えて、表面に蒸着されたナノクラスターの物性について、その幾何的・電子的構造の評価方法が未開拓であったことが挙げられる。これらの背景から、ナノクラスターの蒸着方法の開発と、X線光電子分光(XPS)や紫外光電子分光(UPS)による蒸着されたナノクラスターの物性評価について研究を行った。特に、ナノ物質の構成要素として活用できる可能性をもったナノクラスターとして、チオラート保護金ナノクラスターと金属内包シリコンナノクラスターとに着目した。本論文では、(i)配位子に保護されたナノクラスターの物性評価として、チオラート保護金ナノクラスターの幾何構造と電子構造の相関についての研究、および(ii)配位子の影響を受けない無被覆のナノクラスターとして、金属内包シリコンナノクラスターの生成・蒸着システムの開発およびその化学的物性評価、について述べている。

第1章では、本研究の背景と各章の内容を概説するとともに、本論文の目的と意義を述べている。

第2章では、XPSとUPSの原理と実験装置の概要、およびナノクラスター生成装置の開発について述べている。

第3章では、幾何構造の規定されたサイズの異なるチオラート保護金ナノクラスターをLangmuir-Blodgett法で単層膜化し、その単層膜をXPSで評価することで、ナノクラスターの幾何構造と電子構造の相関について議論している。内殻電子由来のXPSの結果は、それぞれのナノクラスターの幾何構造を反映することを、一方、価電子帯由来のXPSの結果は、ナノクラスターの電子構造がその幾何構造に依存して変化する様子を、それぞれ示している。

第4章では、金属内包シリコン(Si)ナノクラスターの一つであるタンタル(Ta)金属原子を内包したTa@Si₁₆ナノクラスターの化学的特徴の評価について述べている。気相中で生成したTa@Si₁₆を高配向性熱分解グラファイト(HOPG)基板に蒸着し、その化学的状態をXPSから評価している。その結果、HOPGへ蒸着した後でもTa@Si₁₆が元来のケージ構造を保持されることを述べている。また、酸素曝露や加熱に対するTa@Si₁₆の化学的な安定性を評価し、Ta@Si₁₆ナノクラスターが優れた化学的、熱的安定性をもつことを述べている。

第5章では、HOPG上にC₆₀薄膜を蒸着した後に、そのC₆₀/HOPG基板上に蒸着したTa@Si₁₆ナノクラスターの化学的性質について、XPSおよびUPSを用いた評価について述べている。その結果から、Ta@Si₁₆クラスターがアルカリ金属的な超原子として振る舞い、C₆₀との間で電荷移動を生じることによって(Ta@Si₁₆)⁺C₆₀⁻錯体を形成すること、さらに、この錯体が高い化学的、熱的安定性をもつことを、それぞれ述べている。

第6章では、各章の結論を述べ本研究の成果をまとめている。

以上要するに、本論文は表面に固定担持されたナノクラスターに対して、XPSとUPSを用いた物性評価を行い、チオラート保護金ナノクラスターの幾何構造と電子構造の相関について、ならびに、金属内包シリコンナノクラスターTa@Si₁₆の化学的、熱的特性について明らかにした。これらの知見と方法論は、ナノクラスターを最小の構成単位とする次世代機能材料の創出に重要な基礎をなすものであり、物理化学、そしてナノ材料化学の発展への寄与が少なくない。よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。

Thesis Abstract

| | | | |
|--|---------------|------|-------------------|
| Registration Number | “KOU” No.4524 | Name | Nguyen Thi Thu An |
| Thesis Title | | | |
| Impression Estimation of Short Sentences and Images Using Adjectives | | | |
| <p>Semantic association is an essential concept that is used in various fields such as artificial intelligence, natural language processing, information retrieval, relation extraction, document clustering and automatic data extraction. The work in this thesis focuses on developing a method which explores the possibility to find the semantic association strength between adjectives and words.</p> <p>The proposed method first queries co-occurrence frequencies of the adjectives and keywords, and the lexical patterns (phrases connecting the adjective and the word) using templates and Google <i>N</i>-gram corpus. K-means clustering method is then employed to cluster similar lexical patterns. The semantic similarity scores computed by several modified computational measurements and the lexical pattern frequencies are used for the training not only to classify adjectives into two classes (association and non-association), but also to get the association scores. A two-class SVM is employed using vector features including pattern clusters and co-occurrence measures to classify association and non-association pairs.</p> <p>In order to evaluate the efficiency of the proposed method and also examine the contribution on real applications, we proposed two applications: estimation of the impression of short sentences, and estimation of the impression of images. In both applications, for the first step, keywords are extracted. They are then used to measure the level of association with adjectives. After obtaining the association scores of keyword-adjective pair, a rank aggregation method, Borda’s method, which is used to generate an acceptable ranking for a given set of adjective ranking list with each keyword is employed. Besides, keywords and adjectives' sentiment analysis are also used to estimate their sentiment orientations. The top n_a adjectives (in this thesis, n_a is 5) having the highest score and the same orientation with keywords are chosen according to the estimated values. The main contribution of this method is to design effective systems to estimate the impression of the sentences and images. We evaluated the proposed approach from two viewpoints: fundamental performance of the semantic similarity measurement, and the effectiveness of the proposed measurement in two applications. The evaluation for association classification on 5,000 pairs of words shows that the average accuracy is 82.0% for noun-adjective pairs and 78.0% for verb-adjective pairs. Also, we carried out subjective experiments and obtained 3.0 (5 levels of measurement from strongly disagree (1) to strongly agree (5)).</p> | | | |

論文審査の要旨

| 報告番号 | 甲 第 4524 号 | 氏 名 | Nguyen Thi Thu An | |
|--|------------|-----------|-------------------|-------|
| 論文審査担当者： | 主査 | 慶應義塾大学教授 | 工学博士 | 萩原 将文 |
| | 副査 | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) | 今井 倫太 |
| | | 慶應義塾大学准教授 | 工学博士 | 斎藤 博昭 |
| | | 慶應義塾大学教授 | 博士(工学) | 櫻井 彰人 |
| <p>修士（工学） Nguyen Thi Thu An 君提出の学位請求論文は、“Impression Estimation of Short Sentences and Images Using Adjectives（形容詞を用いた短文と画像の印象推定に関する研究）”と題し、6章より構成されている。</p> <p>文章や画像は、その読み手あるいは視聴者にさまざまな印象を与える。膨大な量の文章や画像が Web 上に存在する現在、Web からの情報抽出や文書分析などの分野において、これらの与える印象を自動推定するシステムへのニーズは高い。</p> <p>本論文は、形容詞に着目して、短文と画像の印象推定を行う研究について述べたものである。まず、単語の意味的類似性に着目し、単語の印象を推定する新しい方法を提案している。具体的には、機械学習の手法を用い、名詞と動詞のイメージ、すなわちそれらに対応する形容詞の推定方法を提案している。次にこの手法を短文、および画像へ応用し、これらの印象推定を行う新しい方法を提案している。</p> <p>各章の内容は次の通りである。</p> <p>第1章では、本研究の背景及び目的について述べている。</p> <p>第2章では、まず文章および画像の印象推定に関しての概観を行っている。次に本研究において重要な概念である単語の意味的類似性について詳説している。</p> <p>第3章では、名詞－形容詞、動詞－形容詞のそれぞれのパターンに対して印象推定を行う方法の提案を行っている。具体的には、コーパスからパターンの抽出を行った後、Jaccard 係数や Dice 係数などの類似度係数とクラスタリングされた単語列パターンを機械学習に適用した方法である。主観評価実験が行われ、提案方法の有効性が確認されている。</p> <p>第4章では、第3章で提案した手法を基本要素として、短文の印象推定を行う方法の提案を行っている。文が入力されるとまず重要な単語の抽出が行われる。この単語群に対して、第3章で提案した印象推定方法が適用され、適切な印象を与える単語が出力される。詳細な主観評価実験が行われ、提案方法の有効性が確認されている。</p> <p>第5章では、画像の印象、およびトピックの推定を行う方法を提案している。Web にはコメント文が付与された画像が多く存在するが、このような画像が対象となっている。印象の推定に関してはまず、コメント文より重要な単語の抽出が行われる。次に、第4章における短文の印象推定方法と同様な手法で、適切な印象を与える単語が出力される。トピックの推定は、画像の SIFT 特徴量とコメント文中における形容詞と名詞に着目した方法である。ここでも詳細な主観評価実験が行われ、提案方法の有効性が確認されている。</p> <p>第6章は結論であり、以上の内容を総括し本論文の成果をまとめ、今後の展望についても言及している。</p> <p>以上要するに本研究は、単語の意味的類似性に注目し、形容詞を用いた短文および画像の印象の推定を行う新しい方法を提案し、その有効性を検証したものである。したがって本研究の成果は、工学上、工業上寄与するところが少なくない。また、これらの成果は、著者が研究者として自立して研究活動を行うために必要となる高度な研究能力、および豊かな学識があることを示したものとと言える。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> | | | | |

2016（平成28）年9月までの新制博士学位授与者数は次のとおり。

| 学位の種類 | 課程修了によるもの (課程博士・・・・・・甲) | 論文提出によるもの (論文博士・・・・・・乙) | 計 |
|--------|----------------------------|----------------------------|-------|
| 工学博士 | 451 | 389 | 840 |
| 博士（工学） | 1,263 | 314 | 1,577 |
| 理学博士 | 26 | 8 | 34 |
| 博士（理学） | 344 | 49 | 393 |
| 学術博士 | 0 | 1 | 1 |
| 博士（学術） | 1 | 1 | 2 |
| 計 | 2,085 | 762 | 2,847 |

本書に記載した論文審査担当者の所属および職位は2016（平成28）年度春学期のものである。

2016(平成28)年11月1日 発行

発行者 理工学部長 青山 藤詞郎

編集 慶應義塾大学理工学部学生課学事担当

〒223-8522
神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1