

2014（平成26）年度 春 学 期

博 士 （工 学）
博 士 （理 学） 学 位 論 文

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

藤巻 貴宏	Chemistry and biology of pharmacological active compounds from natural products (天然物由来薬理活性物質の化学および生物学研究)	1
湯澤 秀人	分散環境における業務状況提示に関する研究	3
(モルテムスク, ピエール アンドレ) MORTEMOUSQUE, PIERRE ANDRE	Magnetic resonance of bismuth donors in silicon detected by spin dependent recombination (スピン依存再結合により検知されたシリコン中のビスマスドナーの磁気共鳴)	5
藤森 徹	NC工作機械の高精度運動制御のためのリニアスケールシステムに関する研究	7
中西 正樹	近似的刺激提示手法を用いた定常状態視覚誘発電位に基づく非同期型高速ブレインコンピュータインタフェース	9
松尾 清史	高精度かつ高解像度な三次元計測のための画像による形状情報の補間	11
(サリユルドズ, エメレ) SARIYILDIZ, EMRE	Advanced Robust Control via Disturbance Observer: Implementations in the Motion Control Framework (外乱オブザーバを用いた高度なロバスト制御: モーションコントロールへの適用)	13
河田 卓也	Simultaneous Measurement of Fluctuating Velocity and Pressure in Complex Turbulent Shear Flow Associated with Large-Scale Vortex Structure (大規模渦構造を伴う複雑せん断乱流における変動速度・圧力同時計測)	15
(ダオ, フウ フン) DAO, HUU HUNG	Video-Based Fall Detection by Multiview 3D Spatial Features (多視点3D空間特徴によるビデオからの転倒検出)	17
(ブリオネス, アナベラ ヴェルバン) BRIONES, ANNABELLE VUELBAN	UTILIZATION OF CARRAGEENAN FROM PHILIPPINE <i>EUCHEUMA</i> SPECIES IN GENE/PROTEIN DELIVERY SYSTEM AND ANTI-BACTERIAL SURFACE COATING (フィリピンEucheuma 種由来カラギーナンの遺伝子/タンパク質デリバリーシステムと抗菌性表面被覆への利用)	20
(サムエル スサント スラメト) SAMUEL SUSANTO SLAMET	Study on Uncertainty Modeling and Sampling Scheme with Focus on Tail Distribution Applied to Biomechanics Simulation of Pressure Ulcer (不確かさのモデリングと裾野分布に焦点を当てたサンプリング法の研究および褥瘡のバイオメカニクスシミュレーションへの適用)	22
(洪 志勲) HONG, JIHOON	Device-Free Localization and Activity Recognition using Array Sensor (アレーセンサを用いたデバイスフリー位置推定と行動識別)	24
(コレナ ボッサ, フアン カミロ) CORENA BOSSA, JUAN CAMILO	Improvements on Aggregation and Security of Encoded Data for Information Transmission, Processing and Reliable Data Storage (情報伝送、処理、及び信頼できるデータ保存のための符号化データの集約及び安全性の改善)	27
森光 英貴	Control of Generalized Physical Systems for Real-World Haptics (実世界ハプティクスのための一般化物理システムの制御)	31
山根 宏彰	キャッチコピーの自動生成に関する研究	33
北村 武士	M-QFDを用いたコンフォートシートのロバストデザイン	35
小城 絢一郎	窒化ガリウム系半導体レーザー励起プラセオジム3価イオンドープ固体レーザーのQスイッチパルス動作及び第二高調波発生に関する研究	37
下木 有生	Structural Mechanics Behavior of Transparent Thin Glass Polymer Laminates for High-performance Light Weight Glazing Applications (透明高分子フィルム・薄肉ガラス積層材の力学的挙動解析と高性能軽量化ガラスの開発)	39
溝口 貴弘	Impedance and Power Factor in Motion Control (モーションコントロールにおけるインピーダンスと力率)	41
(ホウ トウ, ヒン) HO THU, HIEN	Damage Detection Methods for Shear Structures by Using Damage Indices Consisting of Limited Number of Natural Frequencies (少数の固有振動数からなる損傷指標によるせん断構造物の損傷診断手法)	43

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2014(平成26)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 4087 号	平成 26 年 4 月 9 日	藤巻 貴宏
博士(工学)	甲 第 4094 号	平成 26 年 9 月 21 日	湯澤 秀人
博士(理学)	甲 第 4095 号	平成 26 年 9 月 21 日	(モルテムスク, ピエール アンドレ) MORTEMOUSQUE, PIERRE ANDRE
博士(工学)	甲 第 4096 号	平成 26 年 8 月 1 日	藤森 徹
博士(工学)	甲 第 4097 号	平成 26 年 9 月 21 日	中西 正樹
博士(工学)	甲 第 4098 号	平成 26 年 9 月 21 日	松尾 清史
博士(工学)	甲 第 4099 号	平成 26 年 9 月 21 日	(サリユルヂドズ, エメレ) SARIYILDIZ, EMRE
博士(工学)	甲 第 4100 号	平成 26 年 8 月 1 日	河田 卓也
博士(工学)	甲 第 4101 号	平成 26 年 9 月 21 日	(ダオ, フウ フン) DAO, HUU HUNG
博士(工学)	乙 第 4710 号	平成 26 年 9 月 3 日	(ブリオネス, アナベラ ヴェルバン) BRIONES, ANNABELLE VUELBAN
博士(工学)	甲 第 4105 号	平成 26 年 9 月 21 日	(サムエル スサント スラメト) SAMUEL SUSANTO SLAMET
博士(工学)	甲 第 4106 号	平成 26 年 9 月 21 日	(洪 志勲) HONG, JIHOON
博士(工学)	甲 第 4107 号	平成 26 年 9 月 21 日	(コレナ ボッサ, フアン カミロ) CORENA BOSSA, JUAN CAMILO
博士(工学)	甲 第 4108 号	平成 26 年 9 月 21 日	森光 英貴
博士(工学)	甲 第 4109 号	平成 26 年 9 月 21 日	山根 宏彰
博士(工学)	甲 第 4110 号	平成 26 年 9 月 3 日	北村 武士
博士(工学)	甲 第 4111 号	平成 26 年 9 月 3 日	小城 絢一朗

学位の種類	学位記号・番号	授与年月日	氏 名
博士(工学)	甲 第 4112 号	平成 26 年 9 月 21 日	下木 有生
博士(工学)	甲 第 4113 号	平成 26 年 9 月 21 日	溝口 貴弘
博士(工学)	甲 第 4114 号	平成 26 年 9 月 21 日	(ホウ トウ, ヒン) HO THU, HIEN

内容の要旨

報告番号	甲 第 4087 号	氏 名	藤巻 貴宏
主 論 文 題 目 : Chemistry and biology of pharmacological active compounds from natural products (天然物由来薬理活性物質の化学および生物学研究)			
天然物は多様な構造を持つ化合物を多く含むため、古くから創薬の研究及び開発プロセスにおいて利用されてきた。そこで、本研究では、前立腺がん治療薬を微生物二次代謝産物より、パーキンソン病(PD)治療薬シードを漢方薬より探索した。 (1) 放線菌MK756-CF1 株が生産する新規アンドロゲンアンタゴニスト arabilin の単離精製及び構造解析 前立腺がんはアンドロゲン受容体(AR)にアンドロゲンが結合することで悪性化する。そこで、その結合を阻害するアンドロゲンアンタゴニストが治療薬として用いられているが、それらによる長期治療はAR変異、そして薬剤耐性を引き起こす。そこで、本研究では微生物培養液をスクリーニングソースとし、^[3H]標識したアンドロゲン(DHT)とリコンビナントARを用いた<i>in vitro</i> binding assayにより、新たなアンドロゲンアンタゴニストの探索を行った。その結果、放線菌MK756-CF1 株の培養液より新規アンドロゲンアンタゴニストarabilinを取得した。arabilinは既存のアンドロゲンアンタゴニスト製剤であるフルタミドよりも強くアンドロゲンとARとの結合を阻害した。さらにarabilinはLNCaP細胞において、DHT依存的な、前立腺がんマーカーであるPSA mRNAの発現と増殖を阻害した。以上より、arabilinは新たな前立腺がん治療の可能性を切り開くアンドロゲンアンタゴニストシード化合物としての可能性が示唆された。 (2) 漢方薬由来パーキンソン病治療薬シードとしての神経保護化合物 licopyranocoumarin 及び glycyrurol の同定 PDは、中脳黒質において脳内伝達物質であるドーパミンが減少する神経変性疾患であるが、治療は対症療法しか存在せず完治治療には至っていない。そこで本研究では、神経様細胞であるPC12D細胞において、神経毒であるMPP⁺もしくはrotenoneが誘導する細胞死をキャンセルする新たなパーキンソン病治療薬シードを 128 種類の漢方薬から探索した。その結果、神経保護効果を示す漢方薬として「調胃承気湯」および「大黃甘草湯」を取得した。さらにこれら 2つの漢方薬に共通に含まれる生薬成分である甘草より活性主成分としてlicopyranocoumarin (LPC)及びglycyrurol (GCR)を取得した。LPC及びGCRはMPP⁺が誘導するROS産生、JNKの活性化、ミトコンドリア膜電位、そして細胞死を抑制した。よって、今回取得した神経保護効果を示す漢方薬及び漢方薬由来化合物は新たな治療薬シードとしてだけでなくPD発症メカニズム解析のツールとしての可能性が示唆された。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4087 号	氏 名	藤 卷 貴 宏
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	農学博士 井本 正哉
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 佐藤 智典
		慶應義塾大学准教授	理学博士 宮本 憲二
		慶應義塾大学准教授	博士(理学) 末永 聖武
学士(理学)、修士(理学)藤巻貴宏君提出の学位請求論文は、「Chemistry and biology of pharmacological active compounds from natural products (天然物由来薬理活性物質の化学および生物学研究)」と題し、全4章から成っている。 天然物は多様な構造と機能を持つ化合物を多く含むため、現在でも創薬開発プロセス及び疾患メカニズム解析において重要な役割を担っている。本論文では、薬剤耐性が深刻化している「前立腺がん」及び治療法が対症療法に留まっている「パーキンソン病(PD)」に対して、それぞれ放線菌二次代謝産物及び漢方薬から治療薬シードを探索し、有効なシード化合物を取得した。 第1章は序論であり、本研究の礎となる天然物創薬の現状、前立腺がん治療及びPD治療の現状と問題点を概説している。 第2章では、放線菌MK756-CF1株が生産する新規アンドロゲンアンタゴニストarabilinの単離精製、構造解析、生物活性評価を行っている。前立腺がんはアンドロゲン受容体(AR)にアンドロゲンが結合することで悪性化するため、その結合を阻害するアンドロゲンアンタゴニストが治療薬と有効である。そこで、著者は、$[^3\text{H}]$標識したアンドロゲン(DHT)とリコンビナントARを用いた<i>in vitro</i> binding assayにより、放線菌MK756-CF1株の培養液より新規アンドロゲンアンタゴニストarabilinを取得した。また、arabilinは既存のアンドロゲンアンタゴニスト製剤であるフルタミドよりも強くアンドロゲンとARとの結合を阻害した。次に、この結合阻害が細胞レベルでもアンタゴニスト活性を示すかを検証した。DHT依存的前立腺がんLNCaP細胞において、arabilinはDHT依存的に発現上昇する前立腺がん遺伝子マーカーであるPSA mRNAの発現を減少させた。さらにarabilinはLNCaP細胞において、DHT依存的な増殖を阻害する一方で、DHT非依存的に増殖する前立腺がんPC3細胞の増殖には影響を与えなかったことから、arabilinがアンドロゲンアンタゴニスト活性により抗がん活性を示すことを明らかにした。さらにarabilinが既存のアンドロゲンアンタゴニスト製剤とは異なるケミカルスペースを有していることから、arabilinは新たな前立腺がん治療シード化合物としての可能性が示唆された。 第3章では、漢方薬由来パーキンソン病治療薬シード化合物licopyranocoumarin(LPC)、glycyrrurol(GCR)の同定、及び薬理活性評価を試みた。著者は、神経様細胞であるPC12D細胞において、神経毒であるMPP⁺もしくはrotenoneが誘導する細胞死をキャンセルする新たなパーキンソン病治療薬シードを128種類の漢方薬から探索した。その結果、「調胃承気湯」および「大黃甘草湯」という2種類の漢方薬に神経保護作用があることを見いだした。さらにこれら2つの漢方薬に共通に含まれる生薬成分である甘草より活性主成分としてLPC及びGCRを取得した。次にLPCとGCRの薬理活性評価を行った。LPC及びGCRはMPP⁺が誘導するROS産生を抑制することで、下流のJNKの活性化、ミトコンドリア膜電位の消失、そして細胞死を抑制することを見いだした。よって、今回取得した神経保護効果を示す漢方薬及び漢方薬由来化合物は新たな治療薬シードとしてだけでなくPD発症メカニズム解析のツールとしての可能性が示唆された。 第4章では総括として、前立腺がん治療薬研究とPD治療薬研究の展望を記した。 本論文の成果は、新たな疾患治療薬シードとなり得る化合物を見いだしただけでなく、天然物創薬の有用性を示したことにまで及ぶ。これらは今後の前立腺がん及びPD治療薬研究に貢献し、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。			

内容の要旨

報告番号	甲 第 4094 号	氏 名	湯澤 秀人
主 論 文 題 目 :			
分散環境における業務状況提示に関する研究			
オフィスワークは、一人で完結することではなく、様々な人々との協業によって遂行される。近年では、社会的な要求や技術進歩により、場所や時間に依存せず、分散環境でメンバーと協業しながら働くことが可能となった一方で、メンバー間のコミュニケーションが複雑化してきた。分散環境では状況の共有が十分に行えず、現代の多忙なコミュニケーションを困難にしている。そこで本研究では、分散するワーカー同士が協同しながら業務を遂行する分散環境において、現在の業務状況を共有することによって、コミュニケーション、特に円滑な割り込みを可能にする業務状況提示手法の提供を目標とした。 円滑な割り込みを可能にする手法を探索するために行った、コミュニケーションの実態調査の結果、分散環境でのコミュニケーション開始の支援には、時間的な間に配慮し、その時点での活動状況を示す情報を提供することが重要であることを確認した。この調査結果を元にコミュニケーションの割り込み交渉モデルを定義し、更にこのモデルに基づいて分散環境における業務状況提示手法を提案した。分散環境での突発型コミュニケーションの開始を実現するため、抱えている個人ワークの状況や会議の状況など、受信者の状況を提供する手法である。特に、受信者側は送信者が割り込みの余地を残す情報を提供し、送信側はそれを元に受信者側の状況に配慮して割り込み判断を行う点が、本コンセプトの重要な点である。言い換えれば、お互いに配慮して、割り込みの余地を残す状況を共有する点が本コンセプトの重要な点である。分散環境において相手がコミュニケーション可能かどうかを判断するために必要な状況は、大きく二つに分類される。個人ワークの業務に関する状況と、周囲の人との相対的な状態によって決定される状況である。 提案手法の効果を確認するため、プロトタイプシステムを実装して評価実験を行った。業務の典型例として、個人ワークと会議を題材とし、それぞれに適応したプロトタイプを実装した。個人ワークでは業務状況として、タスクごとの割り込み容認状況をメンバー同士で共有するシステムを設計した。検証の結果、不適切なタイミングのメッセージ数が減少し、タスクパフォーマンスを維持することができることを確認した。会議においては、会議参加者の相対的な状態から会議の状況を特定して通知する会議状況提示システムを用いて、その効果を検証した。検証の結果、「会議参加者自身の状況」が割り込み抑制に与える効果を確認した。「他の会議参加者の状態との相対的に決定した状況」では、割り込み回数抑制効果は確認できなかったものの、「割り込み受信者」の主観評価には影響を与えることが確認された。 以上の結果から、本論文で提案した業務状況提示手法は、分散環境における突発型コミュニケーションの開始支援に有効に機能することが示された。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4094 号	氏 名	湯澤 秀人	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学 教授	工学博士	岡田 謙一
	副査	慶應義塾大学 教授	工学博士	萩原 将文
		慶應義塾大学 教授	博士(工学)	重野 寛
		慶應義塾大学 准教授	博士(工学)	高田 眞吾
学士（工学）、修士（工学）湯澤秀人君提出の博士学位請求論文は「分散環境における業務状況提示に関する研究」と題し、全 6 章より構成されている。 湯澤君の研究の目的は、分散するワーカー同士が協同しながら業務を遂行する分散環境において、業務状況を共有することによって、コミュニケーション、特に円滑な割り込みを可能にする業務状況提示モデルを提供することである。 具体的には、分散環境での突発的なコミュニケーションの円滑な開始を実現するため、抱えている個人ワークの状況や会議の状況など、受信者の業務状況を提供するモデルである。本モデルの効果を確認するため、業務の典型例として、個人ワークと会議を題材とし、それぞれに適応したプロトタイプを実装した。個人ワークにおいては、業務状況として、タスクごとの割り込み容認状況をメンバー同士で共有するシステムを設計した。検証の結果、システムによって交渉に関するメッセージ数、不適切なタイミングのメッセージ数が減少する効果を確認した。会議においては、会議参加者の相対的な状態から会議の状況を特定して通知する会議状況提示システムを用いて、その効果を検証した。その結果、「会議参加者自身の状況」が割り込み抑制に与える効果を確認した。以上の結果から、本論文で提案した業務状況提示モデルは、分散環境における突発型コミュニケーションの開始支援に有効であることを確認した。 本論文の構成を以下に示す。本論文は全 6 章から構成され、第 1 章では本研究の背景と位置づけ、学術的貢献について述べている。 第 2 章では、本研究の対象である分散環境におけるコミュニケーションと関連研究について整理している。次に、本論文で扱うコミュニケーションについて定義し、分散環境におけるコミュニケーションの課題、状況提示の有用性について述べている。更に割り込み支援、ユーザインタフェースに関する先行研究、状況提示支援システムに関する先行研究を示し、最後に、分散環境におけるコミュニケーション支援に向けた課題について整理している。 第 3 章では、実業務でのコミュニケーションにおける状況提示の影響について実態調査を行い、調査の結果として得られた知見から、分散環境における業務状況提示モデルを提案している。 第 4 章では、第 3 章で述べた基本モデルに基づき、個人ワークを対象に業務状況提示を実装したプロトタイプシステムを用いて、業務状況提示の効果を検証している。本プロトタイプには、ワーカーが抱える複数の業務に対して、それぞれに割り込み許容レベルを簡単に設定して、チームメンバーに提示可能にする機能が実装されている。このプロトタイプを用いた被験者実験の結果から、その効果と課題について述べている。 第 5 章では、第 3 章で述べた基本モデルに基づき、会議を対象に会議の状況提示を実装したプロトタイプシステムを用いて、業務状況提示の効果を検証している。本プロトタイプには、会議中の会議参加者の相対的な状態から会議の状況を提示する機能が実装されている。このプロトタイプを用いた被験者実験の結果から、その効果と課題について述べている。 第 6 章にて、本論文の結論を述べている。 以上のとおり、本研究により、分散環境において、突発型コミュニケーションの開始を支援するための業務状況提示モデルが示された。これらの研究成果は、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.4095	Name	MORTEMOUSQUE Pierre-André
Thesis Title			
Magnetic resonance of bismuth donors in silicon detected by spin dependent recombination			
Realization of quantum information processing devices including quantum computers is one of the most highlighted projects physicists are pursuing today. When realized, quantum computers will be composed of multiple elements such as processors, memories, communication lines, etc. just like today's computers. While superconducting qubits are excellent candidates as quantum processors, hydrogenic donors in silicon are considered very promising as quantum memory qubits. Among them, bismuth (Bi) donors in silicon are important since they demonstrate long coherence (quantum memory) time and, in the low enough magnetic field needed by the superconducting qubits to operate, the energy separation between $0\rangle$ and $1\rangle$ states is compatible with that of superconducting qubits making them connectible to each other. The present thesis shows the successful manipulation and the electrical detection of Bi donor spins in silicon at arbitrarily chosen magnetic fields, establishing a novel way to readout electron and nuclear spins of Bi in the zero-field limit. Moreover, the hyperfine clock transitions of Bi that are extremely robust against external electric field noise are identified experimentally for future applications to quantum memories. The present thesis is composed of six chapters. Chapter 1 introduces the motivation of the research. Chapter 2 describes the basics of spin systems utilized in this work. Chapter 3 summarizes the experimental techniques including sample preparations and measurements. Chapter 4 describes the low-field (6-110 mT) magnetic resonance spectroscopy of Bi in silicon. It is performed by monitoring the change in photoconductivity of the sample induced by the spin dependent recombination. Spectra at various resonance frequencies show signal intensity distributions drastically different from those observed by the conventional electron paramagnetic resonance spectroscopy. A theoretical model considering the recombination rates for the forty possible combinations of spin states of a pair of a Bi donor and a paramagnetic recombination center is shown to describe the experimental observation well. Moreover, excellent tunability of the Bi excitation energy for the future coupling with superconducting qubits at low fields is demonstrated. Chapter 5 presents comparison of Bi spectra in ^{28}Si and $^{\text{nat}}\text{Si}$ crystals. The hyperfine clock transition, at which the linewidth is significantly narrowed, is observed. The experimental results are modeled quantitatively by the effect of hyperfine and Zeeman interactions in the context of molecular orbital theory for the pair of a Bi donor and a spin dependent recombination center. Chapter 6 provides summary and outlook.			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4095 号	氏 名	Mortemousque, Pierre-Andre
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授 Ph. D.	伊藤 公平
	副査	慶應義塾大学教授 工学博士	太田 英二
	副査	慶應義塾大学准教授 博士（理学）	早瀬 潤子
	副査	慶應義塾大学准教授 博士（情報理工学）	山本 直樹
修士（工学）、Ingénieur centralien（エコールサントラル工学修士号）Mortemousque 君の学位請求論文は”Magnetic resonance of bismuth donors in silicon detected by spin dependent recombination”と題し、全 6 章より構成される。 固体量子コンピュータを実現するためには、演算速度が高い量子プロセッサと、量子情報保持時間が長い量子メモリを開発し、それらを量子力学的につなげる必要がある。現在、量子プロセッサの候補として超伝導量子ビットが有望視されており、その情報を保持するための量子メモリの開発が望まれている。そこで申請者は、シリコン中のビスマスドナーに束縛された電子スピンに着目し、その量子メモリ応用を検討した。超伝導量子ビットは数 mT 以下の外部磁場でのみ動作可能なため、そのような低磁場において超伝導量子ビットと同じエネルギースケールを有し、量子情報保持時間が十分に長い量子メモリ候補を検討する必要がある。シリコン中でビスマスに束縛された電子スピンの条件を満たす。 第 1 章は導入で、量子プロセッサと量子メモリを融合したハイブリッド量子計算の概要が提示される。第 2 章ではシリコン中の浅いドナーの電子磁気共鳴に関する基礎と背景が概観される。第 3 章では主たる実験手法である、スピン依存再結合を利用した高感度電子磁気共鳴検知の原理と実験装置系が詳述され、さらに本研究で用いた試料の作製手順が示される。第 4 章では、低磁場においてシリコン中のビスマス電子磁気共鳴測定に成功した成果が記述される。ビスマスに加えて、再結合中心として働く欠陥のスピン状態も明らかにされ、ビスマスの核スピン $I=9/2$ に基づき形成される 20 のエネルギー準位間の磁気共鳴遷移観測の詳細が示される。さらに遷移の種類により変化する信号強度を、再結合中心を介した速度方程式を用いてモデル化し、実験結果とよい一致を得る。第 5 章では、ビスマス量子準位を決定する超微細構造定数が歪みや電界といった外場の揺らぎによって変化してしまう問題を指摘し、超微細構造が変化しても遷移エネルギーが変化しない条件を実験的に見出す。また、スピン依存再結合を用いた読み出しにおける共鳴線の非対称性の原因も定量的に明らかにされる。第 6 章では結論が述べられる。 以上要するに、申請者は量子メモリ応用に重要なシリコン中のビスマス量子準位の操作と読み出し方法を開発し、その原理を定量的にモデル化する事から、ハイブリッド量子コンピュータ開発の基礎となる指針を示す事に成功した。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 4096 号	氏 名	藤森 徹
主 論 文 題 目 : NC 工作機械の高精度運動制御のためのリニアスケールシステムに関する研究			
NC 工作機械の更なる高精度化にともない、切削抵抗力や切削熱により生ずる運動誤差をリアルタイムに同定し補正する、運動誤差補正が必要となってくる。特に、加工精度 1 nm レベルの超精密加工領域では、その運動誤差を多軸間の関係において同定し補正する新たなリニアスケールシステムが必要である。 本研究では、そのスケールシステムの補正レベルを、第 1 段階として現状の高精度工作機械の加工精度である 0.1 μm レベル、第 2 段階として将来の超精密工作機械の加工精度である 1 nm レベルとして、それぞれの段階での新しいリニアスケールシステムを提案し、その実現可能性を検証することを目的としている。 第 1 章では、研究の背景とリアルタイム運動誤差補正の必要性、研究目標設定とそこに求められるスケールシステムについて概説している。 第 2 章では、0.1 μm レベルの高精度加工におけるリニアスケールシステムのスケールとして選定した磁気式リニアスケールについて、その精度をスケール単体と機械装着時で実測し、耐環境性能の評価実験を行い、それらの実験データをもとに、第 3 章で述べる第 1 段階の運動誤差補正用リニアスケールシステムのスケールとして十分な性能を有することを検証している。 第 3 章では、第 1 段階の運動誤差補正として、1 軸毎に位置検出するリニアスケールにおいて、主位置検出方向だけでなく、実用的な精度で主方向に直交する 2 方向の運動誤差とをロール、ピッチ、ヨーまで検出できる新しいスケール構造を考案し、その位置検出能力が得られることを確認している。 第 4 章では、1 nm レベルの加工精度のために不可欠である多軸間誤差補正が可能な 2 次元スケール 3 組で構成される 3 次元空間位置検出スケールシステムを考案し、その 2 次元スケールとして pm レベルの分解能をもつホログラム方式 2 次元レーザースケールを試作している。また、その性能評価結果とスケールシステムを工作機械に搭載する際の構造案について述べている。 第 5 章では、多軸間運動誤差補正の実現に向けて、第 4 章で説明した 2 次元レーザースケール 1 組を実験機に搭載し、軸間リアルタイム運動誤差補正制御が可能であることを実験機の XY テーブル 2 軸間において実験検証している。 第 6 章では、各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果と今後の課題を述べている。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4096 号	氏 名	藤森 徹
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 工学博士 青山藤詞郎			
	副査 慶應義塾大学教授	博士（工学）	青山 英樹
	慶應義塾大学教授	博士（工学）	閻 紀旺
	慶應義塾大学教授	工学博士	鈴木 哲也
	カリフォルニア大学教授	工学博士	山崎 和雄
学士（工学）藤森徹君提出の学位請求論文は「NC 工作機械の高精度運動制御のためのリニアスケールシステムに関する研究」と題し、6 章から構成されている。 NC 工作機械の更なる高精度化にともない、切削抵抗や切削熱により生ずる運動誤差をリアルタイムに同定し補正する、運動誤差補正が必要となってくる。特に、加工精度 1 nm レベルの超精密加工領域では、その運動誤差を多軸間の関係において同定し補正する新たなリニアスケールシステムが必要である。 本論文の著者は、リニアスケールシステムの補正レベルを、第 1 段階として現状の高精度工作機械の加工精度である 0.1 μm レベル、第 2 段階として将来の超精密工作機械の加工精度である 1 nm レベルとして、それぞれの段階での新しいリニアスケールシステムを提案し、その実現可能性の検証を行った。 第 1 章は緒論であり、本研究の背景と目的について概説している。 第 2 章では、0.1 μm レベルの高精度加工におけるリニアスケールシステムのスケールとして選定した磁気式リニアスケールについて、その精度をスケール単体と機械装着時で実測し、耐環境性能の評価実験を行い、それらの実験データをもとに、第 3 章で述べる第 1 段階の運動誤差補正用リニアスケールシステムのスケールとして十分な性能を有することを検証している。 第 3 章では、第 1 段階の運動誤差補正として、1 軸毎に位置検出するリニアスケールにおいて、主位置検出方向だけでなく、実用的な精度で主方向に直交する 2 方向の運動誤差をロール、ピッチ、ヨーまで検出できる新しいスケール構造を考案し、その位置検出能力が得られることを確認している。 第 4 章では、1 nm レベルの加工精度のために不可欠である多軸間誤差補正が可能な 2 次元スケール 3 組で構成される 3 次元空間位置検出スケールシステムを考案し、その 2 次元スケールとして pm レベルの分解能をもつホログラム方式 2 次元レーザースケールを試作した結果について述べている。また、その性能評価結果とスケールシステムを工作機械に搭載する際の構造案について述べている。 第 5 章では、多軸間運動誤差補正の実現に向けて、第 4 章で説明した 2 次元レーザースケール 1 組を実験機に搭載し、軸間リアルタイム運動誤差補正制御が可能であることを実験機の XY テーブル 2 軸間において実験検証している。 第 6 章は結論であり、各章で得られた内容をまとめ、本研究で得られた成果を要約し、今後の課題を述べている。 以上要するに、本研究は、NC 工作機械の更なる高精度化のために必要とされる、運動誤差をリアルタイムに同定し補正するための技術として、運動誤差を多軸間の関係において同定し補正する新たなリニアスケールシステムに関する有用な知見を与えるものであり、工作機械の高精度化技術の発展に工業上、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 4097 号	氏 名	中西 正樹
主 論 文 題 目 :			
近似的刺激提示手法を用いた定常状態視覚誘発電位に基づく 非同期型高速ブレインコンピュータインタフェース			
脳波を用いたブレインコンピュータインタフェース (BCI; Brain-computer interface) の研究は、近年盛んに行われており、筋萎縮側索硬化症や筋ジストロフィーなどを原因とする肢体不自由者に対するコミュニケーション支援を目的として BCI の実用化が期待されている。特に、周期的に点滅する視覚刺激を視野に照射することにより誘発される定常状態視覚誘発電位 (SSVEP; Steady-state visual evoked potential) に基づく BCI は、高い情報伝達率 (ITR; Information transfer rate) を実現できることから注目を集めている。 BCI は 1990 年代以降の研究により飛躍的に発展したが、性能や利便性の向上が課題となり、未だ実用化には至っていない。ITR を指標とした性能を向上させるためには、選択肢数の増加や精度向上、通信速度向上のいずれかが必要であり、ITR が高い BCI は高速 BCI と呼ばれる。一方、利便性の向上を目的とした研究には様々な方針があり、携帯端末を用いた小型システムの構築や、電極装着による負担軽減のための乾式または非接触電極の研究などが行われている。また、システムの稼働状態と休止状態を切り替えることが可能な非同期 BCI の研究も利便性の向上に不可欠である。本研究では、眼電図を用いたスイッチ型インタフェースによる BCI の非同期化、および選択肢数の増加による ITR の向上を図り、非同期型高速 BCI システムの要素技術の提案を目的とする。 第 1 章では本研究の背景と位置づけを概説し、本研究の目的を述べた。 第 2, 3 章では、BCI について理解する上で必要となる基礎理論として、脳波と眼電図の測定原理および信号処理手法について述べた。 第 4 章では、無意識的な瞬目と区別して意図的な瞬目 (随意性瞬目) のみを眼電図を用いて検出し、非同期 BCI を実現するためのスイッチ型インタフェースへ応用する手法について述べた。従来の瞬目検出では眼電図の振幅値が特徴量として用いられていたが、振幅値には個人差があるため新規ユーザは利用不可能であった。本章では、眼電図の波形特徴を用いた随意性瞬目検出手法を提案し、個人差に対して頑健な検出が可能であることを示した。 第 5 章では、周波数近似を用いた視覚刺激の変調方法について述べた。従来の変調方法では提示可能な周波数は限られていたが、可変周期を用いた周波数近似により刺激周波数の解像度を向上することができ、選択肢数を大幅に増加させることが可能であることを示した。また、誘発された SSVEP の特性を解析した結果、従来手法の場合とほぼ同等の振幅値、信号対雑音比、潜時、周波数検出精度を示し、選択肢数を増加させることによる ITR の向上に成功した。 第 6 章では、周波数-位相近似を用いた刺激提示手法と周波数-位相検出手法について述べた。周波数近似により実現可能な周波数の増加に成功したが、位相情報を付加することで更なる選択肢数の増加が期待される。SSVEP の位相を解析した結果、視覚刺激の点滅する位相と SSVEP の位相が一致し、周波数-位相検出手法を用いることで高精度な分類が可能であることが示された。疑似オンライン BCI 実験の結果、多選択肢かつ高精度な検出が可能な高速 BCI の実現可能性を確認した。最後に第 7 章では本研究で得られた成果を要約し、結論を述べた。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4097 号	氏 名	中西 正樹
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 博士（工学）	滑川 徹
	慶應義塾大学	准教授 博士（工学）	高橋 正樹
	慶應義塾大学	准教授 博士（工学）	牛場 潤一
学士（工学）修士（工学）中西正樹君提出の学位論文は「近似的刺激提示手法を用いた定常状態視覚誘発電位に基づく非同期型高速ブレインコンピュータインタフェース」と題され、7 章から構成されている。 脳波を用いたブレインコンピュータインタフェース（BCI: Brain-computer interface）の研究は、近年盛んに行われており、筋萎縮側索硬化症や筋ジストロフィなどを原因とする肢体不自由者に対するコミュニケーション支援を目的として BCI の実用化が期待されている。特に、周期的に点滅する視覚刺激を視野に照射することにより誘発される定常状態視覚誘発電位（SSVEP: Steady-state visual evoked potential）に基づく BCI は、高い情報伝達率（ITR: Information transfer rate）を実現できることから注目を集めている。BCI は 1990 年代以降の研究により飛躍的に発展したが、性能や利便性の向上が課題となり、未だ実用化には至っていない。ITR を指標とする BCI の性能を向上させるためには、選択肢数の増加や精度向上、通信速度向上のいずれかが必要であり、ITR が高い BCI は高速 BCI と呼ばれる。一方、利便性の向上を目的とした研究には様々な方針があり、携帯端末を用いた小型システムの構築や、電極装着による負担軽減のための乾式または非接触電極の研究などが行われている。また、システムの稼働状態と休止状態を切り替えることが可能な非同期 BCI の研究も利便性の向上に不可欠である。本研究では、眼電図を用いたスイッチ型インタフェースによる BCI の非同期化、および選択肢数の増加による ITR の向上を図り、非同期型高速 BCI システムの要素技術の提案を目的としている。 第 1 章では本研究の背景と位置づけを概説し、本研究の目的を述べている。 第 2, 3 章では、BCI について理解する上で必要となる基礎理論として、脳波と眼電図の測定原理および信号処理手法について述べている。 第 4 章では、無意識的な瞬目と区別して意図的な瞬目（随意性瞬目）のみを眼電図を用いて検出し、非同期 BCI を実現するためのスイッチ型インタフェースに応用する手法について述べている。とくに本章では、眼電図の波形特徴を用いた随意性瞬目検出手法を提案し、個人差を有する随意性瞬目を頑健に検出することが可能であることを示している。 第 5 章では、周波数近似を用いた視覚刺激の変調方法について述べている。従来の変調方法では提示可能な周波数は限られていたが、可変周期を用いた周波数近似により刺激周波数の解像度を向上することができ、選択肢数を大幅に増加させることが可能であることを示している。 第 6 章では、周波数-位相近似を用いた刺激提示手法と周波数-位相検出手法について述べている。周波数近似により刺激として用いる事が可能な周波数を増加させることに成功したが、位相情報を付加することで更なる選択肢数の増加が期待される。SSVEP の位相を解析した結果、視覚刺激の点滅する位相と SSVEP の位相が一致し、周波数-位相検出手法を用いることで高精度な分類が可能であることが示されている。疑似オンライン BCI 実験の結果、多選択肢かつ高精度な検出が可能な高速 BCI の実現可能性を確認できている。 最後に第 7 章では本研究で得られた成果を要約し、結論を述べている。 以上要するに、本研究は実環境応用のための視覚誘発電位に基づく非同期型高速 BCI を実現するための高速・高精度なアルゴリズムの実現を行っているものであり、これらの成果は工学上、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 4098 号	氏 名	松尾 清史
主 論 文 題 目 :			
高精度かつ高解像度な三次元計測のための画像による形状情報の補間			
近年、産業分野において三次元計測技術の実利用化が進んできている。この中で特に屋外環境での高い精度と高い解像度を両立した三次元計測技術が求められているが、これらを両立する計測技術は確立されていない。一般的に屋外環境において高精度な計測を行う際には、耐環境性能の高いレーザによる計測が用いられるが、安全性の制約により、高解像度な計測が難しいという問題が存在する。 本論文は、高精度かつ高解像度な三次元計測を実現するために、レーザにより計測された疎な形状情報を、画像情報により高精度に補間する手法を提案する。提案手法は、画像と疎な形状情報を用いて形状情報の概形を推定し、概形を元に補間を行うことによって高精度な補間を実現する。領域分割を用いた手法の流れを汲む手法であるが、画像情報と形状情報から局所的な接平面を推定し、形状情報の幾何学的な概形を把握することにより、高精度な補間を実現する点に新規性がある。計測モデルを元に仮想的な計測誤差を加えたデータとデプスカメラによる計測データを用いた実験を行い、提案手法によって高精度な補間が実現できることを示す。 第 1 章では、研究背景として、三次元計測技術が用いられる応用事例を紹介し、屋外環境下における高精度かつ高解像度な三次元計測技術が必要とされる領域と、そこでの役割を示す。その後、既存の三次元計測技術を概観し、本研究の研究目的を明らかにする。 第 2 章では、色情報を用いた形状情報の補間技術に関して先行技術を概説する。さらに、本研究の着目した色の類似性と形状の線型性との相関を利用した先行研究を紹介し、提案手法の位置づけを明らかにする。 第 3 章では、提案手法について詳説する。計測誤差を含む疎な形状情報と画像を用いて、真の形状情報の概形として、形状の線型近似である接平面を色の均質な小領域ごとに推定し、概形を元に形状を補間する手法を提案する。ここに、各小領域における接平面の推定を行う際に、計測誤差の影響を考慮し、色情報を加味した形状情報の主成分分析を導入し、計測誤差に頑健な接平面の推定を行う。さらに、小領域間における形状の整合性を考慮するために、周辺の接平面との位置関係によって法線方向の補正を行う。最後に、得られた局所接平面群から、法線の分布と形状の連続性を把握し、法線方向への平滑化を用いて補間を行う。 第 4 章では、提案手法の有効性を実験により検証する。データセットの提供する形状情報と画像情報の組を用い、補間精度について定量的な評価を行う。ここでは、実環境における性能評価に近づけるため、計測モデルを元に仮想的な計測誤差を加えたデータを用いて定量的な評価を行う。さらに実機による計測データへの実験を行うことによって、既存の手法に比べて、高精度な補間が実現できることを確認し、提案手法の有効性を示す。 第 5 章では本論文をまとめ、今後の課題と展望を示す。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4098 号	氏 名	松尾 清史
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 青木 義満
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 池原 雅章
		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） 斎藤 英雄
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 満倉 靖恵
修士（理学）松尾清史君提出の学位請求論文は、「高精度かつ高解像度な三次元計測のための画像による形状情報の補間」と題し、5章から構成されている。 近年、産業分野において三次元計測技術の実利用化が進んでいる。特に屋外環境での高い精度と高い解像度を両立した三次元計測技術が求められているが、これらを両立する計測技術は未だ確立されていない。一般的に屋外環境において高精度な計測を行う際には、耐環境性能の高いレーザによる計測が用いられるが、安全性の制約により、高解像度な計測が難しいという問題が存在する。本論文は、高精度かつ高解像度な三次元計測を実現するため、レーザにより計測された疎な形状情報を、画像情報により高精度に補間する手法を提案する。提案手法は、画像と疎な形状情報を用いて形状情報の概形を推定し、概形を元に補間を行うことによって高精度な補間を実現する。画像情報と形状情報から局所的な接平面を推定し、形状情報の幾何学的な概形を把握することにより、高精度な補間を実現する点に新規性がある。計測モデルを元に仮想的な計測誤差を加えたシミュレーションデータと実機による計測データを用いた実験を通して、提案手法の有用性を示している。 第1章では、三次元計測技術が用いられている応用事例を示し、屋外環境下において高精度かつ高解像度な三次元計測技術が必要とされている本研究の背景について述べている。その上で、既存の三次元計測技術を概観し、本研究の目的を明らかにしている。 第2章では、色情報を用いた形状情報の補間技術に関し、先行技術を概説している。更に、本研究において着目した、色の類似性と形状の連続性との相関を利用した先行研究を紹介し、提案手法の位置付けを明らかにしている。 第3章では、提案手法について詳細に述べている。計測誤差を含む疎な形状情報と画像を用いて、真の形状情報の概形として、形状の線型近似である接平面を色の均質な小領域ごとに推定し、概形を元に形状を補間する手法を提案している。各小領域における接平面の推定を行う際に、計測誤差の影響を考慮し、色情報を重みとした形状情報の主成分分析を導入し、計測誤差に頑健な接平面の推定を行っている。更に、小領域間における形状の整合性を考慮するため、周辺の接平面との位置関係によって法線方向の補正を行っている。最後に、得られた局所接平面群から、法線の分布と形状の連続性を把握し、法線方向への平滑化を用いて補間を行っている。 第4章では、提案手法の有効性を実験により確認している。評価用シミュレーションデータセットにおける形状情報と画像情報の組を用い、補間精度について定量的な評価を行っている。実環境における性能評価に近づけるため、計測モデルを元に仮想的な計測誤差を加えたデータを用いた定量評価実験を行い、従来手法を超える補間精度を実現可能なことを示している。更に、実機による実験を行い、実データに対しても同様に高精度な補間が実現可能なことを示している。 第5章では、本論文をまとめ、今後の課題と展望を示している。 以上要するに、本論文は、画像と疎な形状情報を用いて形状情報の概形を推定し、その概形を元に補間を行うことによって高精度な形状情報の補間が可能となることを実験的に示したもので、画像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。			

Thesis Abstract

Registration Number	“KOU” No.4099	Name	Sariyildiz, Emre
Thesis Title Advanced Robust Control via Disturbance Observer: Implementations in the Motion Control Framework			
Disturbance Observer (DOb) has been widely used in motion control fields to achieve high performance robust motion control systems since it was introduced at the first IPEC conference in 1983. However, its applications still suffer from insufficient analysis and design control methods; therefore, the applications highly depend on designers own experiences. Since DOB is a very efficient and practical robust control tool, deriving novel analysis and design control methods for DOB based control systems simplifies several complex robust control problems and high impact in different fields such as motion and process control areas. The main objective of this research is to extend the application areas of DOB by proposing novel analysis and design control methods and clarify its design constraints in the motion control field. Chapter 1 presents the background and objective of this dissertation. A detail literature survey on the robust control problem is provided. Chapter 2 describes the fundamentals of DOB based robust control systems. Chapter 3 introduces two novel robust analysis methods for DOB based control systems. Firstly, conventional analysis methods, which depend on Small Gain theorem and μ-analysis, are explained, briefly. It is shown that conventional analysis methods suffer from conservatism and do not provide a clear insight into the robustness characteristics of DOB. To eliminate conservatism, a new robustness analysis method is proposed by using Kharitonov, Edge and Tsytkin-Polyak theorems. Although conservatism is eliminated and the robustness of DOB is clarified, the proposed method suffers from the strict assumption on the dynamics of uncertain plant model and DOB. To remove the strict assumption, a new robustness analysis method is proposed for DOB based control systems by using Bode and Poisson integral formulas. The proposed method can be implemented to wide range of application areas such as plants with time-delay and right half plane poles. However, it is influenced by conservatism which may degrade the performance of control systems. Although the conservatism can be lessened by using more complex analysis methods as shown in Chapter 3, it is not a severe problem since the proposed method clarifies the robustness of DOB qualitatively. Chapter 4 introduces novel analysis and design control methods for DOB based motion control systems by using linear control methods. Firstly, the inner-loop of DOB based motion control systems is re-considered by applying the practical constraint which occurs due to the low-pass-filter (LPF) of velocity measurement. It is shown that the bandwidth of DOB and the nominal inertia in the design of DOB are limited by the practical design constraint of imperfect velocity measurement. Then the stability and robustness of the DOB based position and explicit force control systems are analyzed in detail. It is shown that the stability and performance of the robust position and force control systems are improved by increasing the bandwidth of DOB and the nominal inertia. However, they are limited due to the practical constraints; therefore, there is a trade-off between the stability of the robust motion control systems and the robustness of DOB. Implicit and explicit environmental impedance estimation methods are considered by using a force sensor and a reaction force observer (RFOb) and a detail comparison is provided. Finally, a novel adaptive design method is proposed for RFOb based robust force control systems. Chapter 5 presents a novel non-linear stability analysis method for the DOB based robust position control problem of robot manipulators by using the equivalence of the passivity and DOB based controllers. Similar to Chapter 4, it is shown that the stability of the robot control systems can be simply improved by increasing the bandwidth of DOB and the nominal inertia matrix in the design of DOB. Although asymptotic stability can be achieved if regulator problem is considered, the error of the robot control system is uniformly-ultimately bounded if trajectory tracking control problem is considered when conventional acceleration based robust control system is used. The bound of error can be shrunk by increasing the bandwidth of DOB and nominal inertia. Chapter 6 summarizes and concludes this dissertation.			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4099 号	氏 名	Sariyildiz, Emre
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	博士(工学) 村上 俊之
		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) 斎藤 英雄
イスタンブール工科大学 工学修士 Sariyildiz, Emre (サリユルヂドズ, エメレ) 君提出の学位請求論文は「Advanced Robust Control via Disturbance Observer: Implementations in the Motion Control Framework」(外乱オブザーバを用いた高度なロバスト制御：モーションコントロールへの適用)と題されている。外乱オブザーバは1983年に提案されたが、直観的に理解しやすく、しかも比較的簡単にロバスト制御が実現できるという性質を有するため、産業界を中心に広く使用されてきている。しかしながら、これまで安定性と性能の厳密な限界設計についての指針が与えられていなかったため、依然として経験に頼る制御系設計が行われているのが現状である。近年では、実世界ハプティクスのような限界性能を要求するような事例が増えており、その上限はどこにあるのか知りたいという声が高まっていた。そのような背景の中、本論文は安定性を中心にした新たな解析と設計の指針を示したものであり、全部で6章から構成されている。 第1章では、本論文の背景とその構成を述べ、併せて論文で用いる記号を説明している。 第2章では、これまでの外乱オブザーバとロバスト制御系に関する概説を述べている。 第3章では、外乱オブザーバを用いるロバスト制御系の性質が保守的になることを指摘するとともに、その限界を打破する新しい観点が、パラメータ空間を用いる諸定理から得られることを明らかにした。具体的には外乱オブザーバの帯域が伝達関数の係数不定性によって決まる最小の帯域より広ければロバスト安定であることと、ノミナルな伝達関数とパラメータ不定性を有する伝達関数の分母、分子がそれぞれ与えられれば安定余裕が計算できることを明らかにした。また、具体的な計算例を示し、ナイキスト線図を拡張した概念で上記が説明できることを示した。また、時間遅れなどパラメータ不定性で表せない系においても、ポワソン積分を用いたロバスト安定な外乱オブザーバの設計法が可能であることを示し、より一般的な設計法を与えることに成功した。 第4章では、第3章で得られた知見をモーションコントロールに適用したもので、トルク係数と慣性の比が最も影響の大きい不定性要素であることおよびそれによるモーションコントロールシステムの安定限界を示した。また、實際上問題になる速度計算に生じる不定性についても検討し、外乱オブザーバの帯域が最も重要な設計パラメータであることを指摘し、力制御と速度制御の双方に与える影響を詳細に分析した。反力推定オブザーバや環境パラメータ推定などの実際問題についても設計指針と性能限界を明らかにした。 第5章は、多自由度マニピュレータの位置制御のような非線形系に外乱オブザーバを適用したもので、このような場合でも、外乱オブザーバの帯域を広げることで、安定性が増し性能の向上が図れることを明らかにした。実際に軌跡追従制御を取り上げ、与えられた軌道に対し追従誤差が一様に収束することを示し、その意味で受動性を有しているという興味深い結論を得た。 第6章では、本論文全体の結論を述べている。 以上要するに、本論文では外乱オブザーバの安定性と性能に関する限界を明らかにし、保守的に傾いていた従来の制御設計を改善する手法を提示し、理論と実験の双方からその有効性を実証したもので、メカトロニクス分野において、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 4100 号	氏 名	河田 卓也
主 論 文 題 目 : Simultaneous Measurement of Fluctuating Velocity and Pressure in Complex Turbulent Shear Flow Associated with Large-Scale Vortex Structure (大規模渦構造を伴う複雑せん断乱流における変動速度・圧力同時計測)			
鈍頭物体後流など工学的に重要で実際の乱流場は、大規模な渦を伴う複雑な渦構造を有しており、こうした渦構造は乱流中の輸送現象に大きな影響を与える。これまで渦構造の定量的な情報は直接数値シミュレーションなどの数値手法によって主に提供されてきたが、非常にレイノルズ数の高い実際の流れ場に対しては実験的アプローチが重要になる為、計測技術のさらなる高度化が求められている。特に、大規模渦構造を伴う流れ場では強い速度・圧力相関が生じる為、速度・圧力を同時計測する事が望ましいが、乱流中の変動圧力計測に技術的困難が多く、過去の試みはそれ程多くない。本研究では、大規模渦構造を伴う複雑乱流場での速度・圧力相関が果たす役割を調べる事を目的とし、以下に示す速度・圧力同時計測手法の適用性の拡張の為の研究を行った。 1. 既存の計測手法の妥当性の検証 2. 三次元乱流場に適用可能な速度三成分と変動圧力の同時計測手法の開発 3. 静圧プローブとPIVのハイブリッドによる速度・圧力場同時面計測技術の開発 1. X型熱線プローブと小型静圧プローブを組み合わせる手法を円柱後流における計測に適用し、同条件の流れ場の Large-eddy simulation の結果と定量的に比較する事でこの計測手法の妥当性を検討した。その結果、実験による速度・圧力相関計測結果は数値計算結果と良く一致し、既存の計測手法の信頼性を確認した。また、変動圧力と横方向速度成分の相関$\overline{vp}$の計測は速度・圧力の信号間の僅かな時間差などに敏感に影響される為、正確な計測には特に注意が必要な事が分かった。 2. 既存の計測手法を拡張し、三線式熱膜プローブと全圧プローブを組み合わせる事で三次元的な乱流場へ適用可能な速度・圧力同時計測手法を開発した。乱流翼端渦流れにおいて速度・圧力相関計測を行った結果、この手法により得られた静圧変動は静圧プローブによる直接計測結果と妥当に一致し、速度・圧力相関計測結果においても既存の手法による結果と比べて優位な改善が見られ、新しく提案した計測手法の適用性が確認された。また、翼端渦流れ場では渦の揺らぎにより生じた速度・圧力相関が乱流エネルギーの輸送において重要な役割を果たしている事が確認された。 3. 静圧プローブによる直接点計測とPIV計測結果に基づく圧力場算出のハイブリッド手法を開発した。静圧プローブにより直接計測した圧力変動をPIVから圧力場を算出する際の参照信号として用い、PIV計測結果から大規模渦運動により生じた圧力変動を抽出した。再循環領域を含む円柱直後の後流領域における計測に適用したところ、この計測手法により得られた変動圧力は静圧プローブにより直接計測した結果とよく一致し、その妥当性を確認した。また、再循環領域とその付近において速度・圧力相関や圧力・歪み相関と言った圧力関連統計量がレイノルズ応力の輸送において非常に重要な役割をはたしている事が明らかになった。 本研究では、乱流場における変動速度・圧力同時計測技術の更なる向上のための研究を行い、計測可能な流れ場の範囲を大きく拡張することが出来た。既存手法による二次元乱流場での計測の妥当性を確認すると共に、新しい計測手法の提案により、三次元的な乱流場や再循環領域の中など、既存手法では計測が困難な流域での計測が可能になった。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4100 号	氏 名	河田 卓也
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授 Dr. -Ing.	小尾 晋之介
	副査	慶應義塾大学教授 工学博士	植田 利久
		慶應義塾大学教授 工学博士	菱田 公一
		慶應義塾大学准教授 博士(工学), TeknD.	深淵 康二
学士(工学)・修士(工学)河田卓也君提出の学位請求論文は「Simultaneous Measurement of Fluctuating Velocity and Pressure in Complex Turbulent Shear Flow Associated with Large-Scale Vortex Structure (大規模渦構造を伴う複雑せん断乱流における変動速度・圧力同時計測)」と題し、全7章から構成される。本論文は乱流中の任意の一点において速度変動と圧力変動の同時計測を実現する手法に着目し、既存の計測手法の妥当性の検証、3次元乱流場に適用可能な速度3成分と変動圧力の同時計測手法の開発、さらに静圧プローブと粒子画像流速計(PIV)のハイブリッドによる速度・圧力場同時面計測技術の開発のそれぞれについて論じたものである。 第1章には研究の背景として乱流現象における速度と圧力の相互作用ならびに渦運動の力学の工学的な重要性について述べるとともに、これまでに行われた当該分野における進展を網羅し概説するとともに、研究の目的について述べている。 第2章には乱流の基礎方程式中に現れる圧力相関項の物理的な意味について述べ、また、変動圧力の測定系が有する時間応答特性について理論的考察とともに論じている。 第3章では乱流の速度計測で広く用いられているX型熱線プローブに小型静圧プローブを組み合わせ、空間の1点で速度と圧力を同時に計測する手法の妥当性を、円柱後流の乱流場への適用により検証した。同様の条件で行った流れの数値シミュレーションの結果との比較も行い、計測値は速度と圧力の信号処理で発生するわずかな時間差や、静圧プローブ加工精度に敏感に影響を受けることを明らかにし、この計測法の精度向上のための指針を提唱した。 次に第4章で、従来の手法を拡張し、3線式熱膜プローブと全圧プローブを組み合わせる事で速度ベクトルの3成分を有する流れ場へと適用範囲を広げる試みについて論じている。速度ベクトルの方向が瞬間的に特に大きく変動する流れ場として翼端渦流れを取り上げ、速度・圧力場について妥当な測定結果が得られたことで、ここで提唱した手法の有効性を示した。 第5章では、過去に例の少ない水中における圧力変動計測の計測を試み、装置の開発ならびに測定系の動特性への理論的考察から、効果的な較正方法を提唱した。 第6章には、静圧プローブによる圧力の直接計測と、PIVによる速度場計測を組み合わせることで、瞬時の速度・圧力分布を2次元平面上で取得することを可能とする計測技術を開発した。PIVで得られた速度場情報を圧力のポワソン方程式に代入してこれを数値的に解くことで圧力分布を推測し、一方、静圧プローブで同時に得られる一点の情報により圧力の値を補正することで、従来の手法では困難であった速度変動と圧力変動の相関値を実験的に評価することを可能とした。その結果に基づき、円柱背後の流れ場で乱流エネルギーの生成・拡散・対流・消滅といった重要な物理過程を実験的に明らかにした。 第7章は結論であり、章ごとに得られた成果のまとめについて記述するとともに、類似の計測手法のさらなる展開についてその指針を論じている。 以上の研究成果は、乱流現象の実験的研究に新たな方向を示し、学術的にも極めて意義深い貢献を含んでいる。 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.4101	Name	Dao, Huu Hung
Thesis Title			
Video-Based Fall Detection by Multiview 3D Spatial Features			
In this dissertation, we address the problem of detecting fall incidents by using vision technology. This problem is critical to ensure the safety of the elderly who increasingly prefer to live alone at home but are prone to suffer from accidental falls. The aim of detecting falls instantly is to offer immediate help to fallen elderly, in turn, not worsening their injuries or even saving their lives. Even though a large body of literature have been dedicating to fall detection, many challenges still remain for further investigation. One of the major challenges is to discriminate carefully falls from various activities of daily living (ADL), especially like-fall ones. e.g., crouch on the ground and sit down brutally, etc. Secondly, fall detection seems to be meaningless without real-time performance. Other challenges include low image quality, cluttered background, illumination variations, appearance variations, camera viewpoints, and occlusion by furniture, etc. We realize that falls are associated with fast body movements to change postures from upright to almost lengthened, followed by a sufficient duration of staying almost motionlessly on the ground. This is contrary to slow manners of doing ADL of the elderly. Hence, we propose using 3D spatial features which are efficiently estimated from multiple views and are highly discriminative to classify human states into standing, sitting, and lying. Once a sequence of human states is given, fall events can be reliably inferred by analyzing human state transition. Firstly, we describe in this dissertation a combination of heights and occupied areas, extracted from 3D cuboids of the person of interest for human state classification. Lying people take larger areas than sitting and standing people. Standing people are higher than sitting and lying people. These three states intuitively lie in three separable region of the feature space which can be classified by SVM. Falls are inferred by time-series analysis of human state transition. For efficient feature estimation, we configure two cameras whose fields of view are relatively orthogonal. Thus, 2D bounding boxes of the person, extracted from two views, serve as two orthographic projections of the 3D cuboids. The features are normalized by using Local Empirical Templates which are defined as foregrounds of standing people in local image patches and can be obtained automatically in unknown scenes. The normalization cancels the viewing perspective and makes the features invariant across viewing window. Our experiments on multiple camera fall dataset produce comparable performance with state-of-the-art methods, tested on the same dataset but demonstrate lower computational cost.			

By using height and occupied area, we can distinguish lying from standing and sitting states. But the information of where the person lies either on a sofa, for example, in normal situations or on the ground after falls is unknown. Consequently, this method is able to detect a state change from standing to lying as a fall. Sit-to-stand-transfer falling type in which people change from sitting to lying states is not considered. Therefore secondly, we present in this dissertation a low-cost scheme of estimating Human-Ground Contact Areas (HGCA) for fall detection. Standing and sitting people make a little contact with the ground, mainly by feet. But lying people lie almost completely on the ground after falls. Hence, HGCA is a good feature for not only classifying human states but also indicating where the person lies either on the ground or on a sofa. To measure HGCA, we project foregrounds of the person from one view to another by using the homography of the ground between views. Overlap regions between the foreground in the latter view and the projected foreground that only exist where people contact with the ground, i.e., feet location, due to the plane parallax, are measured as HGCA. We also propose a human state simulation in which a virtual camera captures various 3D human models in different states from a variety of angles to generate training samples. View-invariant distributions of HGCA with respect to human states are built from the training samples to generalize a threshold to separate lying from standing and sitting states. Temporal analysis of human state transition is used to infer falls. We also test this method on multiple camera fall dataset, leading to competitive performance and lower computational cost than state-of-the-art methods, performed on the same dataset.

Recently, Bag-of-Video-Word (BoVW) approaches have been showing good performance on a wide range of human action recognition datasets. However, to the best of our knowledge, there is no work evaluating BoVW approaches on a dataset, exclusively dedicated to fall detection. Hence, we carry out an empirical study to access the effectiveness of BoVW approaches to fall detection. The standard BoVW approach with Chi-square kernel SVM classifier are tested against multiple camera fall dataset in Leave-one-scene-out cross validation setup, resulting in favorably comparable performance with our proposed methods, except its heavy computational cost.

We do hope that our research outcomes will contribute significantly a step toward the commercialization of vision-based fall detection technology which not only enhances the quality of life, quality of care, safety of the elderly but also fosters their autonomy and freedom.

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4101 号	氏 名	Dao, Huu Hung
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
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 満倉 靖恵
学士（工学）、修士（工学） Dao Huu Hung 君提出の学位請求論文は、「Video-Based Fall Detection by Multiview 3D Spatial Features（多視点 3D 空間特徴によるビデオからの転倒検出）」と題し、6 章より構成されている。 近年、一人暮らしの高齢者の数が増加し、急病や事故等により緊急な救助が必要な状態にもかかわらず誰にも気づかれずに長期間放置されてしまうといったことが社会問題の一つになっている。このためにカメラで生活空間を監視しておき、その映像から急病や事故等の不測の事態を自動的に検出する手法の要求が高まっており、特に「転倒検出」は多くの研究事例がある。 本論文は、ビデオ映像からの転倒検出の性能向上を図ることを目的として、複数のカメラにより撮影される多視点ビデオ映像から新たな 3D 空間特徴を抽出する手法を提案し、様々な状況で人物が転倒するシーンを撮影したビデオを用いて、従来手法に対する提案手法の優位性を検証したものである。 第 1 章では、本研究の目的、それを達成するための方法、本論文の貢献の概要を述べている。 第 2 章では、ビデオ映像解析による転倒検出の関連研究として、カメラ 1 台の場合、多数のカメラを使う場合、距離カメラを併用する場合、についての研究事例を紹介し、本論文で提案する転倒検出手法の位置づけを明確にしている。 第 3 章では、2 台のビデオ映像から検出される人物領域のサイズから、人物領域が床に占める面積と高さを表現する 3D 特徴量として正規化占有領域(NOA)を提案し、入力 2 台のビデオ映像に検出された人物領域から NOA を求め、それに基づいて対象人物が「立っている」「座っている」「転倒している」の状態判定を行う方法を提案している。そして、転倒シーンを模擬したビデオを集めた標準データセットを用いて性能評価し、転倒判定についての Sensitivity と Specificity の両面で従来手法を上回る判定性能を示すことを確認している。さらに、実験室で人物の転倒シーンを撮影した多視点ビデオ映像にも提案手法を適用し、提案手法の有効性を実験的に確認している。 第 4 章では、多視点ビデオ映像に検出された人物領域形状を全て床面に投影した共通領域の形状から、人物の接触領域特徴(HGCA)を定義し、この HGCA 特徴から人物の状態判定を行う方法を提案している。第 3 章と同様の標準データセットを用いて性能評価し、従来手法と同等の判定性能を示すことを確認している。また実際の転倒シーンの多視点ビデオ映像に対して、3 章と同様に提案手法の有効性を実験的に確認している。 第 5 章では、ビデオ映像からの人物動作認識に広く用いられている BoVW 特徴を用いた幾つかの従来手法を取り上げ、本論文の目的である転倒検出に対する性能評価を行っている。そして、これらの一般的な動作認識手法がより複雑な計算を行うために計算量が膨大になるのに比べて、本論文で提案している手法が、少ない計算量で同等の転倒検出性能が得られることを示している。 第 6 章は結論であり、本論文で得られた成果をまとめており、さらに本研究成果の将来展望について議論している。 以上要するに本研究は、人の生活空間を撮影した多視点ビデオ映像からの人物の転倒検出のために新たな 3 次元空間特徴量を用いた手法を提案し、標準データセットや実際の実験シーンを撮影したビデオ映像による実験によって従来の同様な手法よりも高い検出性能を実現可能であることを実証したものである。これらの成果は、ビデオ映像による人物モニタリングのための画像センシング技術の研究開発への貢献が期待でき、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	“OTSU” No.4710	Name	BRIONES, ANNABELLE VUELBAN
Thesis Title UTILIZATION OF CARRAGEENAN FROM PHILIPPINE <i>EUCHEUMA</i> SPECIES IN GENE/PROTEIN DELIVERY SYSTEM AND ANTI-BACTERIAL SURFACE COATING			
The thesis is about the evaluation and assessment of Philippine carrageenan from <i>Eucheuma</i> species for potential applications in gene delivery, drug/protein delivery as well as antibacterial surface coating. It is supported by the assumption that carrageenan being a polysaccharide and a hydrocolloid can be used in the said applications and can be interacted electrostatically with other polymers like polyethylenimine (PEI) and chitosan. The structure of thesis is composed of nine chapters. These are as follows: <i>Chapter 1</i> presents the general introduction of the study that includes the background of the study, the statement of the problem, purpose of the study, objectives, scope and limitations of the study. <i>Chapter 2</i> is the literature review which provides the general overview of gene delivery and drug delivery system. It also includes the overview of anti-bacterial surface coating as well as a brief note on the properties of carrageenan, polyethylenimine and chitosan. <i>Chapter 3</i> demonstrates the addition of ι-carrageenan to pDNA-PEI complex which resulted to the formation of a ternary polyion complex that showed potential use and its viability in gene delivery. The carrageenan was attached to the cationic surface of the pDNA/PEI complex. It increased the stability of the pDNA/PEI complex, decreased its cytotoxic effects and protected the DNA from DNase degradation and other glycosaminoglycans without losing its efficiency for gene expression in CHO-K1, HUH-7 and COS-7 cells. <i>Chapter 4</i> shows the potential ability of carrageenan (κ-, ι-, λ-) and chitosan to form a controlled-release system for glucose oxidase (GOD). GOD was encapsulated in chitosan/carrageenan complexes at charge ratios (+/-) of 3 and 5 in mildly acidic solution (pH 6.0). The simple preparation of chitosan/carrageenan complexes and their ability to protect protein integrity under acidic conditions make them a promising drug delivery system for the oral administration of peptides and proteins. <i>Chapter 5</i> focuses on examining the capability of chitosan/carrageenan complex formed by electrostatic interaction as a carrier system for protein delivery. Chitosan/carrageenan complex was formulated at charge ratios (+/-) of 1,3,5,7 while bovine serum albumin (BSA) was the model protein. <i>Chapter 6</i> discusses the two oligosaccharides isolated from ι-carrageenan by mild acid hydrolysis and its application for protein delivery. The oligosaccharides were characterized in terms of chemical structure and sugar units. It was also evaluated for its efficiency to encapsulate bovine serum albumin (BSA). <i>Chapter 7</i> describes the forming of the bi-layer of polyethylenimine and carrageenan monitored by atomic force microscopy and biomolecular binding analysis. <i>Chapter 8</i> shows the formation of multi-layers of polyethylenimine (PEI) and carrageenan (κ, ι, λ) by layer-by-layer assembly and its antibacterial activity against <i>Enterobacter cloacae</i>, <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Enterococcus faecalis</i> 29505 for potential use as coating on biomaterial surface. All the multi-layers exhibited growth inhibition. <i>Chapter 9</i> discusses the summary and conclusion.			

論文審査の要旨

報告番号	乙 第 4710 号	氏 名	BRIONES, ANNABELLE VUELBAN
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 佐藤 智典
	副査	慶應義塾大学教授	農学博士 井本 正哉
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 藤本 啓二
		慶應義塾大学准教授	医学博士 松本 緑
学士（理学）・修士（理学）Annabelle V. Briones 君提出の学位請求論文は「UTILIZATION OF CARRAGEENAN FROM PHILIPPINE EUCHEUMA SPECIES IN GENE/PROTEIN DELIVERY SYSTEM AND ANTI-BACTERIAL SURFACE COATING（フィリピン <i>Eucheuma</i> 種由来カラギーナンの遺伝子／タンパク質デリバリーシステムと抗菌性表面被覆への利用）」と題して、9章で構成されている。海藻から得られるカラギーナンは医用材料として期待されている。特に本論文ではフィリピン <i>Eucheuma</i> 種から得られるカラギーナンを用いて、その医用材料としての有用性について検討している。負電荷を有するカラギーナンがキトサンやポリエチレンイミン（PEI）といった正電荷を有する高分子と静電的な複合体を形成することを利用して、遺伝子やタンパク質の細胞内への輸送および抗菌性の表面の被覆についての検討を行っている。 第1章では、本論文の背景と目的が述べられている。 第2章では、医用高分子を用いた遺伝子やタンパク質のデリバリーシステムに関するこれまでの論文を総説としてまとめている。 第3章では、遺伝子の細胞内送達へのカラギーナンの利用が検討されている。ルシフェラーゼをコードするプラスミド DNA (pGL3)／PEI／iota-カラギーナン複合体は組成比に応じて数百 nm の球状で安定な微粒子を形成した。さらに、遺伝子複合体は細胞に対して低毒性であり、ルシフェラーゼ活性の評価により高い遺伝子発現活性を示すことを見いだしている。 第4章では、タンパク質のカプセル化剤としてのカラギーナンの利用が検討されている。グルコースオキシダーゼ（GOD）はキトサンとカラギーナンの複合体にカプセル化され、特に kappa-カラギーナンを用いると 80%程度のカプセル化効率が得られている。カプセル化された GOD の活性は低 pH やタンパク質分解酵素存在下でも保持されることを見いだしている。徐放性もあることから、経口投与製剤への応用が期待されると述べている。 第5章では、キトサンとカラギーナンの複合体へのウシ血清アルブミン（BSA）のカプセル化が検討されている。BSA のカプセル化効率は 60-70%程度であり、キトサンとカラギーナンを複合化することでカプセル化効率の向上を達成している。また、kappa-カラギーナンを用いることで、複合体からの BSA の漏出が抑制されることを見いだしている。 第6章では、iota-カラギーナンを加水分解して得られるオリゴ糖の構造解析とタンパク質のカプセル化について検討している。キトサンとカラギーナンオリゴ糖との複合体への BSA のカプセル化効率は 60%以上であることを明らかにしている。これにより、カラギーナンオリゴ糖であっても、タンパク質の微粒子中へのカプセル化に利用できることが示されている。 第7章では、基板表面へのカラギーナンと PEI の二分子累積膜の作製と表面構造の確認を行っている。これにより、累積膜が作製できることを述べている。 第8章では、固体基板上にカラギーナンと PEI との交互積層膜を作製している。固体表面にカラギーナンが累積されていることが確認され、カラギーナンと PEI を交互積層することで黄色ブドウ球菌などの細菌の増殖を抑制できることを見いだしている。 第9章では、本論文のまとめが述べられている。 以上、本論文では、天然由来の多糖であるカラギーナンの医用材料としての新たな用途に関する成果を得ている。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.4105	Name	Samuel Susanto Slamet
Thesis Title Study on Uncertainty Modeling and Sampling Scheme with Focus on Tail Distribution Applied to Biomechanics Simulation of Pressure Ulcer			
In the field of computational mechanics, ever since the publication of guideline for validation of finite element analysis by the American Society of Mechanical Engineers in 2006, uncertainty modeling is becoming an important issue not only in the industries but also in the academic research because they require huge computational cost when Monte Carlo simulation is used. The uncertainties of input parameters for finite element analysis are usually expressed by probability density function (pdf). However, epistemic uncertainty is lacking in accuracy of pdf and confidence. In other words, there remains a problem in the uncertainty modeling when it is hardly expressed by pdf. Also in the Monte Carlo simulation, the prediction of the critical value of quantity of interest (QoI) is not easy and the case with very low frequency is hard to be validated because it will rarely happen in real life situation. Hence, this thesis proposed practical sampling scheme for Monte Carlo simulation with focus on QoI in the tail distribution, which was named as stepwise limited sampling (SLS) method. The uncertainty parameters with and without defined pdf were considered in this study. Mathematical description of those uncertainty parameters and every computational procedure were presented. This method consists of three steps. The first step is the convergence check of the expected value of QoI. New methodology for convergence check was proposed and verified. The second step is the definition of limited sampling zone. The parameters in this limited sampling zone may result in a critical value of QoI. It was approximated by polygon after choosing two parameters among many parameters, which contributed to the automatic processing in the computer program and also for the projection process to reduce the number of uncertainty parameters. The third step is the analysis of tail distribution by generating random numbers in the limited sampling zone. This proposed method was then applied to biomechanics analysis of pressure ulcer with assumption that tiny damage in fibril tissue at the bone-muscle interface in human buttock is the trigger of this disease. Seven parameters were taken into consideration including Young's modulus of fat and muscle, shear modulus of fat, volume fraction of fat and muscle, loading condition, length and location of fibril tissue damage modeled by cutout in finite element method. Three parameters with respect to the mechanical properties of fat and muscle were expressed by pdf. On the other hand, pdf was not given to other four parameters. The proposed SLS method could successfully analyze the tail distribution and critical combination of parameters were obtained that result in very high shear strain value at the cutout tip at the bone-muscle interface following the prediction of occurrence of pressure ulcer. The biomechanics analysis could also explain the reoccurrence of pressure ulcer even after the surgical treatment. Through this demonstration of SLS method, the reliability and usefulness of the obtained tail distribution were proven together with its cost-effectiveness to be used in wide engineering fields.			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4105 号	氏 名	Samuel Susanto Slamet
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	Ph. D. 小國 健二
		慶應義塾大学准教授	博士(情報学) 小檜山 雅之
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 大宮 正毅
学士（工学）、修士（工学）Samuel Susanto Slamet 君の学位請求論文は、「Study on Uncertainty Modeling and Sampling Scheme with Focus on Tail Distribution Applied to Biomechanics Simulation of Pressure Ulcer（不確かさのモデリングと裾野分布に焦点を当てたサンプリング法の研究および褥瘡のバイオメカニクスシミュレーションへの適用）」と題し、7章から構成されている。 現在、計算力学・計算工学の分野で数値シミュレーションの品質保証が重大な課題となっている。不確かさをいかに数理モデルに取り込み、効率的に解くかという課題に対して学術的な研究の必要性が高まっている。生体を扱うバイオメカニクスシミュレーションにおいては、実験による検証・妥当性確認が不可能であることが多く、品質保証が重要である上に、不確かさのモデリング法そのものが定まっていない。また、ごく低い確率でしか発生しない事象を見逃さないという点も重要であるが、その実用的な予測には新しいサンプリング法の開発が必須である。 本論文は、確率密度関数が定義できない入力パラメータを許容し、注目する物理量の裾野分布に含まれる危険なケースを見逃さない新しいサンプリング法を提案し、効率的な2段階のモンテカルロシミュレーション法を提案している。具体的に褥瘡のバイオメカニクスシミュレーションに適用し、提案手法の信頼性と計算コストにおける有用性、実用性を示している。 第1章では、計算力学・計算工学における動向を背景として、本研究を行うに至った着想、および目的について述べ、第2章では、技術動向のレビューを行っている。 第3章では、提案手法である Stepwise Limited Sampling 法の概念および数式表現を行っている。確率密度関数で表現されたパラメータと、確率密度関数が定義されていないパラメータという分類に基づく確率的シミュレーション法を一般論として展開している。注目する物理量が非常に高い結果となる入力パラメータの組の自動探索、および期待値の収束判定方法に独自性があり、計算コスト削減を達成している。 第4章では、褥瘡のモデリングについて記述している。当該分野の過去の研究のレビューをふまえ、骨-筋肉界面の線維組織の損傷に注目し、界面ひずみと損傷域進展に関する新規のバイオメカニクス問題を設定している。まず、7個の入力パラメータに含まれる不確かさの設定および有限要素モデリングを行っている。境界条件を定めるために、簡単な実験も行っている。次に、数値的な褥瘡発生予測手法を提案し、医療において行われる手術モデルのシミュレーションから、褥瘡発生予測手法の妥当性を示している。 第5章では、褥瘡のバイオメカニクスシミュレーション結果を示している。界面ひずみ値の期待値の収束判定方法の妥当性および計算の効率性を示した上で、ひずみ値が非常に高い結果となる入力パラメータの組の自動探索の実証ならびにひずみ解析結果を示している。この結果をふまえた考察を、提案手法の特徴と解析結果から得られる知見の両観点から第6章にまとめている。 第7章は結論であり、得られた成果を主として計算力学・計算工学の観点からまとめるとともに、シンセシスへの応用展開についても論じている。 以上要するに本研究は、不確かさの新しいモデリング法および注目する物理量が非常に高い値となる入力パラメータの組合せを自動探索できるサンプリング法を提案し、褥瘡のバイオメカニクスシミュレーションへの適用を通じて、その妥当性および有用性を実証したものである。適用分野はバイオメカニクス分野にとどまらず、広く工学分野に応用可能であり、学術的価値のみならず、計算コストを削減した提案手法は工業的にも価値が高いものと期待される。 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. 4106	Name	Hong, Jihoon
Thesis Title			
Device-Free Localization and Activity Recognition using Array Sensor			
In recent years there has been a growing interest in localization and activity recognition of people indoors. Most of the existing systems such as the Global Positioning System (GPS) and wearable sensors, which require wearing sensing devices on the person to estimate their locations and activities, might be inconvenient from the users' perspective. This is particularly relevant for users who have some physical or mental disabilities. There are other scenarios where it might be impossible to attach the sensors, since the person that is being monitored is not expected to cooperate with the system, such is the case with intruders in an alarm system. Device-free sensing technology is a novel concept to estimate location and to recognize activity of people using radio frequency (RF) as the sensor, where the people do not need to carry any sensing device. It can be applied in various scenarios such as intruder detection in security and elderly monitoring in healthcare. Recently, many researchers have proposed state-of-the-art device-free sensing methods using received signal strength (RSS) measurements. These methods show high localization accuracy and provide reliable performance in real environments. However, RSS-based systems have some limitations, because the RSS itself contains noise and fluctuates even in a static environment. In this dissertation, we discuss novel methods for device-free localization and activity recognition using signal subspace features such as signal eigenvectors and eigenvalues measured by an antenna array on the receiver, referred to as array sensor. There are significant challenges to use the array sensor for localization and activity recognition. To achieve accurate localization and activity recognition, we need as many signal features as possible. However, the conventional array sensor approach provides only a pair of signal eigenvectors and eigenvalues due to the assumption of a single channel transmitter. Moreover, a binary classifier used in that approach, cannot classify locations and activities. In particular, for activity recognition, the temporal changes of a person should also be considered. In Chapter 1, we provide the motivations and objectives of this dissertation. In Chapter 2, we describe the related work in device-free sensing technologies including conventional sensor technologies such as computer vision, passive infrared (PIR), and ultrasound sensors. We then review the state-of-the-art in RF-based technologies using ultra wideband (UWB), Doppler radar, RSS and signal subspace. We also briefly describe the array sensor and support vector machines (SVM), which were used for the proposed methods.			

In Chapter 3, we present a localization method based on multiple channels and multiple subarrays using the array sensor. The proposed method uses spatial smoothing processing (SSP) to obtain radio wave features such as the signal eigenvectors and eigenvalues from multiple channels. The localization is based on an SVM exploiting the signal subspace features. The experimental results show that the localization accuracy is improved using the proposed method.

In Chapter 4, we propose a multiple SVM-based localization method to enhance localization accuracy. Unlike the method in Chapter 3 which requires multiple channels, the proposed method can extract more reliable features from a single channel transmitter, using a probabilistic-based feature selection via multiple SVMs. Using outlier detection and error mitigation methods based on spatial-temporal averaging, the localization error can be reduced.

The experimental comparisons with state-of-the-art methods show the efficiency of the proposed method.

In Chapter 5, we introduce a state classification method that can be used to estimate the activities of a person, such as walking, standing, sitting, and falling. We show feature extraction and selection methods for several activities, and apply the SVM to classify the target entity's activities. We then demonstrate using experimental data obtained in a bathroom and laboratory environments.

In Chapter 6, we conclude the dissertation with key findings in this study and future work.

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4106 号	氏 名	Hong, Jihoon
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) 寺岡 文男			
慶應義塾大学教授 博士(工学) 重野 寛			
Bachelor of Science, 修士 (工学), Jihoon Hong 君提出の学位請求論文は, 「Device-Free Localization and Activity Recognition using Array Sensor (アレーセンサを用いたデバイスフリー位置推定と行動識別)」と題し, 全6章から構成されている. 日本は高齢化が進んでおり, 独居老人も増加している. 位置推定や行動識別は, 人の見守りに重要であり, 種々のセンサやシステムが提案されている. その中で, センサを身につけない手法はデバイスフリーと呼ばれ, これまでに受信信号強度(RSS: Received Signal Strength)を用いたものなどが報告されている. しかし, RSS は静的な状態でも変動してしまうため, 特性が劣化してしまう. また, 従来のデバイスフリーの多くは, 対象環境に多くのセンサを設置する必要がある. 本論文では, 電波伝搬に関する特徴量を用いた新しいデバイスフリー位置推定法と行動識別法を提案している. 電波伝搬の特徴量を検出するよう, 受信機側に複数アンテナ素子を持つアレーアンテナを用いる. そして, 固有ベクトルや固有値を観測する. 位置に固有のそれら電波特徴量や, 行動に固有のそれら電波特徴量の変化を機械学習により学習・識別することで, 映像を用いず, また, 1, 2 台の少ない受信機でデバイスフリー位置推定及び行動識別を実現する. 第1章は序論であり, 本研究の背景, 並びに本研究の目的と意義を述べている. 第2章では, デバイスフリー位置推定と行動識別の関連研究として, コンピュータビジョン, 焦電型赤外線センサ, 超音波センサ等を紹介している. また, 本論文の提案方式で用いる機械学習の1つであるサポートベクターマシーン (SVM: Support Vector Machine) を説明している. 第3章では, 複数チャネル及びアレーセンサの複数サブアレーを用いる位置推定法を提案している. 提案法は, 複数チャネルの信号固有ベクトル及び固有値などの電波特徴量を得るために, 空間平滑化処理(SSP: Spatial Smoothing Processing)を用いる. そして得られる電波特徴量に基づくSVMにより, 位置を推定する. 実験により, 提案法を用いることで高い位置推定精度が得られることを示している. 第4章では, 複数のSVMを用いた位置推定法を提案している. 第3章で提案した位置推定法と異なり, 複数チャネルを用いることなく, 複数SVMによる確率的な特徴量選択を用いて, 単一チャネルから複数の, より有用性の高い電波特徴量を抽出する. また, 外れ値検出と, 時空間平滑処理に基づく誤差低減法により, 位置推定誤差を低減する. 実験により, 提案法を用いることで高い位置推定精度が得られることを示している. 第5章では, 歩く, 立ち止まる, 座る, 転倒する, などの人の行動を推定するアレーセンサを用いた状態識別法を提案している. 複数の行動に対する特徴量抽出及び選択法を提案し, 行動の識別にSVMを適用している. 浴室や教室における実験により, 提案法を用いて高い精度で行動を識別できることを示している. 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. 以上, 本論文の著者は, アレーセンサを用いたデバイスフリー位置推定と行動識別方法を提案し, そ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.			

Thesis Abstract

Registration Number	“KOU” No.4107	Name	Corena Bossa, Juan Camilo
Thesis Title			
Improvements on Aggregation and Security of Encoded Data for Information Transmission, Processing and Reliable Data Storage			
The last decade has seen an exciting number of new applications for encoded data, driven by an increasing need to transmit information more efficiently and perform information outsourcing. This dissertation is concerned with providing mechanisms to verify the authenticity, integrity and improve performance on operations that occur over encoded data. In particular, we will explore and provide solutions to novel security challenges in several scenarios, namely in a special type of routing algorithm known as Network Coding (NC), codes with efficient codeword repair known as Regenerating Codes, and outsourced encrypted databases performing operations over encrypted data. The goal of this work is to provide humble contributions to enhance the use of new technologies such as cloud computing and mobile devices that can access multiple networks simultaneously. Chapter 1 presents an introduction to NC, some of its applications and security threats that affect it. Unlike traditional routing mechanisms, in NC intermediate nodes are allowed to apply encoding operations on the data, forming an erasure code. This is a simple yet powerful idea whose applications include: efficient multicast transmission, tolerance to packet loss and improved data storage. After this, we introduce the concept of a Proof of Data Possession (PDP) which is a protocol where a verifier can check whether a server is storing a file on its behalf. Then, we describe existing mechanisms to guarantee privacy in outsourced databases. The chapter ends with the scope and contributions of this dissertation. Chapter 2 studies Pollution Attacks in NC and defense strategies to mitigate it. This is a type of attack where the goal of the adversary is to introduce invalid packet combinations in the network. The problem involves creating mechanisms to allow nodes to distinguish between valid and invalid codewords in NC. We present a system that can be used when the operation applied by the intermediate nodes is the exclusive or (XOR) operation. Unlike traditional schemes that work by verifying what properties of the code are preserved during the lifetime of a codeword, we work directly over an explicit representation of the packets. This allows us to have lower verification times compared to traditional schemes. In addition, we propose a decentralized system to revoke nodes introducing pollution in the network that requires less message exchanges than traditional systems involving a central authority.			

Chapter 3 deals with performing proofs of data possession on files that have been encoded using regenerating codes. Regenerating codes are erasure codes used for storage, their main advantage is that they have efficient routines for the reconstruction of missing or polluted codewords. The additional challenge compared to the previous chapter, is that in this one, nodes do not have access to the codewords they are trying to verify. The motivation for this problem arises from the pay-as-you-use model currently in practice along cloud storage services. Owing to the bandwidth costs, verifying outsourced storage by downloading the outsourced codewords is slower and more expensive than performing the test remotely. We present efficient schemes to verify files are available by checking the codewords used to encode them. This is a novel scenario for this kind of primitive that usually works over a static file. The solution uses very low bandwidth compared to the length of the file, and it works in the presence of dishonest servers that might refuse to report data loss. Our proposal also works in scenarios where the number of servers is not fixed and new servers are created without contacting the file owner. We achieve this by extending the concept of traditional proofs of data possession by creating a fingerprint of the file that can be verified even after linear transformations of its parts have taken place. This allows to overcome the limitations of existing schemes using traditional fingerprinting methods. In addition to this protocol, a generic algorithm to find what exact blocks are missing is presented. The protocol outperforms existing approaches to find defective codewords in files. Advantages of our protocol come from the additional information we obtain from the linearity of the fingerprint. Traditional methods to find defective codewords cannot assume this to improve detection performance.

Chapter 4 focuses on a relatively new security threat to NC called a Diversity Attack. This attack occurs when attacker nodes do not perform network coding over all the information they receive to decrease throughput. We present solutions to detect this problem with the property that the length of the transmission information does not depend on the length of the packets, but rather on the parameters of network coding for that particular network. Traditional methods to prevent this attack perform the verification at the receivers of the information; for this reason, they must transmit a larger amount of information to provide evidence of all the nodes participating in the construction of a particular packet. Our proposal shifts this responsibility to the nodes contributing to the packet, allowing us to reduce the transmission and computational overhead in the protocol. This chapter also proposes a solution to a new problem in NC called a Decodability Attack which occurs in networks where nodes do not buffer packets that have not been decoded. Our solution to this problem applies concepts from the field of verifiable computing. The goal is to prove that the selection of messages by a sender was appropriate given the information that was available to it.

Chapter 5 deals with performance issues when operations need to be performed on encoded data. The application scenario is an outsourced expense tracking application where aggregation of encrypted data is performed at a server on behalf of the user. We propose several scenarios to achieve this involving

polynomial interpolation and Homomorphic Encryption in the symmetric and asymmetric setting. Homomorphic Encryption is an interesting cryptographic primitive that allows to perform operations on the data without having to decrypt it first. For the symmetric scenario, we adapt ideas from information aggregation techniques developed for sensor networks to the database scenario. For the asymmetric scenario, we propose an alternative to a technique of fast retrieval known as buckets. This technique involves computing a predetermined query as part of the answer arrives. In contrast, our solution answer a larger number of possible queries with the same amount of work. The motivation for this problem arises from the fact that arithmetic operations over encrypted data are considerably slower than those performed over plain texts. Therefore this topic is related to the scalability of this kind of applications.

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 4107 号	氏 名	Corena Bossa, Juan Camilo
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) 寺岡 文男
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 重野 寛
Bachelor of Systems and Computer Engineering, Master in Engineering, Juan Camilo Corena Bossa 君提出の学位請求論文は、「Improvements on Aggregation and Security of Encoded Data for Information Transmission, Processing and Reliable Data Storage (情報伝送, 処理, 及び信頼できるデータ保存のための符号化データの集約及び安全性の改善)」と題し, 全6章から構成されている。 近年, ネットワークを流れるトラフィックが急増している。ネットワークのスループットを改善する手法として, 複数の異なるノードからの情報をアナログあるいはデジタルで足し合わせて伝送し, 受信側では, 別途受け取っている一部ノードからの情報を用いて, 全ての情報を取り出すネットワーク符号が注目されている。一般に情報はセキュリティの目的で暗号化される。しかし, 転送される情報を加算するネットワーク符号では, 情報に対する攻撃を検出できないといった問題がある。 また, 近年, クラウドサービスの普及にともない注目されているセキュリティとして, サーバがデータを正しく保管しているかどうかをユーザが確認する問題がある。その際, 通信コストなどから, 全てのデータをダウンロードすることなく確認することが求められる。 本論文では, 情報伝送, 処理, 及び信頼できるデータ保存のための符号化データの集約及び安全性の改善に関する種々の方法を提案している。 第1章は序論であり, ネットワーク符号とその応用例, それに対するセキュリティ問題を説明している。また, 認証者が, サーバが正しくデータを保存しているかを確認できる PDP (Proof of Data Possession) プロトコルの概念を説明している。そして, 本研究の目的と意義を述べている。 第2章では, ネットワーク符号に対し, 不正なパケットを導入するポリューションアタックを説明し, その影響の低減法を提案している。また, 低減法を分散的に実現する方法も提案している。 第3章では, 再生成符号を用いて符号化されたデータの PDP を取り扱っている。クラウドストレージサービスに見られるように, 認証者はサーバに保存されたデータが正しく保存されているかどうかを, 保存されているデータ全てにはアクセスすることなく確認する必要がある。これに対し, 符号化に用いられた符号語を検査することで実現する手法を提案している。また, 正しく保持されていない場合, どのブロックが失われているかを見つける手法を提案している。 第4章では, まず, ネットワーク符号において, 中継ノードである攻撃者がネットワーク符号化を正しく行わない新たな攻撃であるダイバーシチ攻撃を取り扱っている。この攻撃に対し, 送信情報長がパケット長に依存するのではなく, ネットワーク符号のパラメータに依存する特徴を用いた検出法を提案している。また, ネットワーク符号において, ノードが復号できなかったパケットをバッファしない場合に想定される復号可能性攻撃 (Decodability Attack) に対する解決法も提案している。 第5章では, サーバで暗号化されたデータを処理する際に, 暗号化されたデータを復元することなく処理する問題について取り扱っている。これを実現するために, 多項式補間や準同型 (Homomorphic) 暗号化を用いた手法を提案している。 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。 以上, 本論文の著者は, 情報伝送, 処理, 及び信頼できるデータ保存のための符号化データの集約及び安全性の改善に対し種々の方法を提案し, そ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。			

内容の要旨

報告番号	甲 第4108号	氏 名	森光 英貴
主論文題目： Control of Generalized Physical Systems for Real-World Haptics (実世界ハプティクスのための一般化物理システムの制御)			
近年、音声や映像といった聴覚および視覚情報に続き、人間の持つ触覚を取り扱う実世界ハプティクスと呼ばれる学問分野が発展を見せている。本分野ではマスタ・スレーブ間で双方向に制御を行うバイラテラル制御が基盤技術として扱われており、特にモータを用いた力触覚伝送に関して広く研究が行われている。一方で触覚においては温熱覚も重要な要素であり、これまで熱デバイスを用いた温熱覚呈示について研究例が報告されている。しかしながら触覚呈示分野では各構成要素が殆ど独立に研究されており、触覚伝送に関する統一的な解釈は未だ生み出されていないと言える。 本研究の目的は、力触覚や温熱覚を環境との相互作用におけるエネルギー交換現象として一般化させ、触覚伝送制御に関する統一的な枠組を構築することにある。 第1章では、本研究の背景および目的について関連研究を交えて概説している。 第2章では、触覚伝送の鍵技術となる一般化デバイスの横断変数変化率制御について述べている。通過変数に関して外乱オブザーバを導入することで、物理系の種類に関わらず横断変数変化率がロバストに制御されることを実験により確認している。 第3章では、前章において構築したシステムを複数用意し、遠隔地間の触覚伝送制御を行うための統一的なシステム枠組を提案している。横断変数変化率の参照値を4ch通信の構造に基づき算出することで、触覚エネルギーの高精度な伝送が可能になる。性能に関しては一般化介在インピーダンスやボンドグラフ、極配置による解析を行っており、また力触覚および温熱覚伝送実験により解析の妥当性を検証している。 第4章では、触覚伝送において課題となる通信遅れに着目し、制御系の性能劣化を回復させるための補償器を提案している。補償器は触覚の伝達特性に基づき設計されており、動作状況に合わせた適応アルゴリズムを構成することで性能回復を実現している。手法の有効性はシミュレーションおよび通信実験によって検証を行っている。 第5章では、触覚通信においてデバイスの応答性が異なる場合を取り扱う。デバイス帯域の差に起因する触覚伝送性能の劣化を補償するため、本研究ではシステムのモード解析に基づき補償器を設計する。提案法により横断変数および通過変数の同時制御に関する干渉を低減させることが可能となり、またその効果に関して力触覚および温熱覚の伝送実験により確認を行っている。 第6章では、温熱覚呈示システムにおけるセンサ熱容量を削減し全体の応答性を向上させるため、システムに流入する熱量のオブザーバ構築に関して述べている。オブザーバは熱システムを分布定数系と捉えた上で構成しており、その有効性について温熱覚通信および力触覚と温熱覚の異感覚情報通信の実験により検証を行っている。 第7章では、本研究の成果を要約し展望と共に結論を述べる。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4108 号	氏 名	森光 英貴
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 桂 誠一郎
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 大西 公平
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 田口 良広
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 斎藤 英雄
学士(工学), 修士(工学) 森光英貴君提出の学位請求論文は「Control of Generalized Physical Systems for Real-World Haptics」(実世界ハプティクスのための一般化物理システムの制御) と題し, 7 章から構成されている. 実世界ハプティクスは力触覚の双方向伝送を取り扱う新しい学術分野であり, 人間支援において不可欠な接触動作をロボットにより実現する上で重要な基盤技術となっている. これまでに, 作用反作用と軌道追従を同時に達成するために, 双対性を有する速度と力を加速度に基づいて制御する設計手法が確立されている. 力触覚伝送のさらなる高品質化や, 臨場感の高い遠隔地との相互作用のためには, 温熱覚のような感覚とのマルチモーダルな統合が必要であり, 本論文では温熱覚における双対性の制御ならびに力触覚と温熱覚の交換制御を実現するためのパワー授受の一般化制御を示している. 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. 第 2 章では, 熱系の支配方程式である拡散方程式を無限乗積展開し, 最低次項のみを抽出することで, 温熱覚の再現が熱流の総和制御と温度の同期制御により実現されることを示している. このことは, 熱デバイスが保存系であることを仮定した上で, 物理システムの横断変数と通過変数の制御問題として一般化できることを示しており, さらに横断変数変化率をロバストに制御するための外乱オブザーバの構成法を提案している. 第 3 章では, 温熱覚を双方向に伝送するためのバイラテラル制御の構成法や, 制御構造による性能の違いを理論的に示している. 一般化介在インピーダンスやボンドグラフ, 極配置に基づく解析により, パワーの高効率な双方向伝送に必要な制御構造を確認し, 力触覚および温熱覚伝送実験により解析の妥当性を検証している. 第 4 章では, バイラテラル制御を実環境で使用する際に問題となる通信遅延に対し, 制御系の性能劣化を回復させるための補償方法を提案している. 透明性解析により通過変数制御に対して補償フィルタを構成することで, 通信環境に応じた補償が可能であることを明らかにしている. 第 5 章では, 力触覚を再現する電磁アクチュエータ, 温熱覚を再現するペルチェ素子のように時定数の異なるデバイス間でバイラテラル制御を実装する際の同時性の向上手法について提案している. 第 6 章では, 特に温熱覚の応答性を向上させる際に重要な熱流センサレス化について, 分布定数系をノミナルモデルとした外乱オブザーバの構成法を示している. 熱流センサを物理的に除去することで熱容量の低減につながり, 制御系全体の応答性が向上することを明らかにしている. さらに, これまでの章で得られた要素を統合し, 力触覚と温熱覚という異種感覚交換によるバイラテラル制御実験により, パワー授受の一般化制御の有効性を確認している. 第 7 章では, 各章で得られた成果を纏め, 本論文全体の結論を述べている. 以上要するに, 本論文では力触覚と温熱覚の双方向伝送においてパワー授受による統一的な解析と設計が可能であることを明らかにし, 理論と実験の双方からその有効性を実証しており, 実世界ハプティクス分野において, 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 4109 号	氏 名	山根 宏彰
主 論 文 題 目 :			
キャッチコピーの自動生成に関する研究			
キャッチコピーは短い文字数で注目を引き、端的かつ効果的に対象の特徴を述べ、人々の心を捉え、引きつける。その応用先には、雑誌やカタログ、CM などに代表される広告利用、一般の人々でも関わる機会が多い出し物やイベント等の呼び込み広告がある。このようなキャッチコピーを分析し、自動生成を行うことは言語学のみならず、広告や産業界からの需要にも合致すると考えられる。 本論文では、キャッチコピーの自動生成に関する研究について述べた。本論文の目的は、自然言語処理における統計的手法をキャッチコピーの自動生成に応用することで、ユーザに対して興味を引く文を実現することである。そのためのアプローチとして、(1) 最大級のキャッチコピーコーパス、(2) 大規模 <i>N</i>-gram コーパス、(3) 膨大な嗜好情報を利用し、この課題の解決を目指した。 第1章では、キャッチコピーに至る人工知能、自然言語処理の変遷、およびその周辺に関して関連する研究の歴史的背景について述べた。 第2章では、独自に構築したキャッチコピーコーパスに対して自然言語処理のツールを用いて統計的分析を行い、文構造及び出現単語の傾向を調べた。分析によって、例えばキャッチコピー特有の表現が存在することやテーマに固有な単語が頻出することが明らかになった。また、これらの知見を基に、その特徴を模倣するキャッチコピー自動生成システムを提案した。 第3章においては、統計的手法のみでは解決が困難なキャッチコピーの間接的な表現に着目した。キャッチコピーには、「これは大丈夫です」よりも「象が踏んでも大丈夫」のように、間接的な表現の方が印象に残ることが多い。この方向でのアプローチを行うため、Web からの知識取得による常識獲得、およびキャッチコピーコーパスの更なる拡張をすることにより、間接的なキャッチコピーを生成するシステムの提案を行った。 第4章では、第3章の手法のシステムをより実世界的な Social Networking Service (SNS) サイトに適用することにより、投稿に相応しいキャッチコピーの生成を行った。SNS 上の嗜好情報に着目し、bag-of-words モデルを用いた線形回帰分析を適用することによって、より好まれる候補の選択を行った。これによって、システムによる生成のキャッチコピーはプロ作成には及ばないものの、人手選択に近いレベルでユーザの興味を引くことが示された。 第5章では、各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約した。また、将来の展望に対しても言及した。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4109 号	氏 名	山根 宏彰
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	慶應義塾大学准教授	博士(工学) 杉本 麻樹
		慶應義塾大学教授	工学博士 山口 高平
		慶應義塾大学准教授	工学博士 斎藤 博昭
学士（工学）、修士（工学）山根宏彰君提出の学位請求論文は、「キャッチコピーの自動生成に関する研究」と題し、5章より構成されている。 キャッチコピーは短い文字数で注目を引き、端的かつ効果的に対象の特徴を述べ、人々の心を捉え、引きつける。その応用先には、雑誌やカタログ、CMなどに代表される広告利用、一般の人々でも関わる機会が多い出し物やイベントの呼び込み広告などがある。このようなキャッチコピーを詳細に分析し、自動生成を行うことは自然言語処理のみならず、広告業などの産業面においても重要な課題である。 本論文は、キャッチコピーの自動生成に関する研究について述べたものである。本論文の目的は、自然言語処理における統計的手法をキャッチコピーの自動生成に応用することで、ユーザに対して興味を引く文を実現することである。そのためのアプローチとして、(1) 最大級のキャッチコピーコーパス、(2) 大規模 <i>N</i>-gram コーパス、(3) 膨大な嗜好情報を利用し、この課題の解決を目指している。 第1章では、キャッチコピーに至る人工知能、自然言語処理の変遷、およびその周辺分野で関連する研究の歴史的背景について述べている。 第2章では、独自に構築したキャッチコピーコーパスに対して自然言語処理のツールを用いて統計的分析を行い、文構造及び出現単語の傾向を調べている。分析によって、例えばキャッチコピー特有の表現が存在することやテーマに固有な単語が頻出することを明らかにしている。これらの知見を基に、その特徴を活かしたキャッチコピー自動生成システムを提案し、実験によりその有効性を示している。 第3章においては、統計的手法のみでは解決が困難なキャッチコピーの間接的な表現に着目している。キャッチコピーは「これは大丈夫です」よりも「象が踏んでも大丈夫」のように、間接的な表現の方が印象に残ることが多い。この方向でのアプローチを行うため、Webからの知識取得による常識獲得、およびキャッチコピーコーパスの更なる拡張により、間接的なキャッチコピーを生成するシステムの提案を行っている。また、実験によりその有効性を示している。 第4章では、Social Networking Service (SNS) サイトにおける嗜好情報を活用したキャッチコピー自動生成システムを提案している。具体的には SNS ファンページ上の情報に対して、bag-of-words モデルを用いた線形回帰分析を適用し、好まれやすい単語の選択を行っている。提案システムにより生成されたキャッチコピーはプロ作成には及ばないものの、人手選択に近いレベルでユーザの興味を引くことが実験により示されている。 第5章では、本研究で得られた内容を総括し、さらに将来展望に対しても言及している。 以上要するに本研究は、キャッチコピーの自動生成に関して3つのアプローチによる独創的な方法を提案し、その有効性を確認したものである。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である。 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4110号	氏 名	北村 武士
主論文題目：			
M-QFDを用いたコンフォートシートのロバストデザイン			
近年、使用者のニーズの多様化や市場のグローバル化に伴い、コンフォートシート（安楽姿勢確保を目的とするシート）を取り巻く場は多様化している。場とは、使用者や使用環境などのデザイン条件を意味し、多様性を有する場を多様場と称する。多様場において、従来までの平均的な体格や限定的な着座姿勢などの標準的な場を想定したデザインでは、安楽姿勢確保は難しい。多様場に対応可能な手法として、ロバストデザイン法が挙げられる。同法では、デザインの良否に関わる目標特性、制御因子、および誤差因子の決定とそれらの関係性の明確化が求められる。目標特性および各因子の関係性の明確化を可能とするデザインツールとして、M-QFD (Multispace-Quality Function Deployment) が挙げられる。M-QFDは、QFDにデザイン理論の1つである多空間デザインモデルの視点を導入することで、包括的に関係性を明確化することが可能である。以上の背景から、本研究では、M-QFDを用いたコンフォートシートのロバストデザインを行うことを目的とする。 第1章では、コンフォートシートデザインとその課題を概説し、M-QFDに基づくコンフォートシートのロバストデザインの必要性を述べるとともに、それらを用いた本研究の方法を示している。 第2章では、コンフォートシートに重要なシート機能を示している。コンフォートシートに搭載可能な5つのシート機能に対する官能評価結果を、階層化分析法およびファジィ階層化分析法を用いて解析している。その結果、中折れ機能およびスウィング機能の重要性を示している。 第3章では、中折れ機能およびスウィング機能の目標特性、制御因子、および誤差因子を示している。M-QFDの実施により、背面部接触面積（中折れ機能）と尻すべり力（スウィング機能）を目標特性として決定している。また、M-QFDと階層構造グラフを用いたDEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) の併用により、中折れ支点位置（中折れ機能）および座面角度（スウィング機能）を制御因子として決定している。さらに、中折れ機能については、体格、着座姿勢、背面角度、中折れ角度を、スウィング機能については、体格、着座姿勢、および背面角度を誤差因子として決定している。 第4章では、中折れ機能のロバストデザインを行い、その有効性を示している。決定した目標特性および各因子と、SN比を用いたTaguchiの実験的手法によりロバスト最適解を導出している。その結果、中折れ支点位置のロバスト最適解は、標準的な場を想定した位置に対し15 mm 下方に位置し、官能評価実験によりその有効性を確認している。 第5章では、スウィング機能のロバストデザインを行い、その有効性を示している。決定した目標特性および各因子と、ロバスト指標を用いたシミュレーション手法によりロバスト最適解を導出している。その結果、座面角度のロバスト最適解は、標準的な場を想定した座面角度の最大角度に対して4°小さく、官能評価実験によりその有効性を確認している。 第6章では、中折れ機能およびスウィング機能のロバスト最適解を総括し、コンフォートシートのロバストデザインを行うためのデザインマニュアルを示している。 第7章では、本研究の成果および将来の展望について述べている。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4110 号	氏 名	北村 武士
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 博士(工学) 松岡 由幸			
副査 慶應義塾大学教授 博士(工学) 青山 英樹			
慶應義塾大学准教授 工学博士 中澤 和夫			
慶應義塾大学准教授 博士(工学) 森田 寿郎			
修士（工学）北村武士君の学位請求論文は「M-QFD を用いたコンフォートシートのロバストデザイン」と題し、7章から構成されている。 近年、使用者のニーズの多様化や市場のグローバル化に伴い、コンフォートシート（安楽姿勢確保を目的とするシート）を取り巻く場は多様化している。場とは、使用者や使用環境などのデザイン条件を意味し、多様性を有する場を多様場と称する。多様場において、従来までの平均的な体格や限定的な着座姿勢などの標準的な場を想定したデザインでは、安楽姿勢確保は難しい。多様場に対応可能な手法として、ロバストデザイン法が挙げられる。同法では、デザインの良否に関わる目標特性、制御因子、および誤差因子の決定とそれらの関係性の明確化が求められる。目標特性と各因子の関係性の明確化を可能とするデザインツールとして、M-QFD (Multispace-Quality Function Deployment) が挙げられる。M-QFD は、QFD にデザイン理論の1つである多空間デザインモデルの視点を導入することで、包括的に関係性を明確化することが可能である。以上の背景から、本研究では、M-QFD を用いたコンフォートシートのロバストデザインを行うことを目的としている。 第1章では、コンフォートシートデザインとその課題を概説し、M-QFD に基づくコンフォートシートのロバストデザインの必要性を述べるとともに、本研究の方法を示している。 第2章では、コンフォートシートに重要なシート機能を示している。コンフォートシートに搭載可能な5つのシート機能に対する官能評価結果を、階層化分析法およびファジィ階層化分析法を用いて解析している。その結果、中折れ機能およびスウィング機能の重要性を示している。 第3章では、中折れ機能とスウィング機能の目標特性、制御因子、および誤差因子を示している。M-QFD の実施により、背面部接触面積（中折れ機能）と尻すべり力（スウィング機能）を目標特性として決定している。また、M-QFD と DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) の併用により、中折れ支点位置（中折れ機能）および座面角度（スウィング機能）を制御因子として決定している。さらに、中折れ機能については、体格、着座姿勢、背面角度、および中折れ角度を、スウィング機能については、体格、着座姿勢、および背面角度を誤差因子として決定している。 第4章では、中折れ機能のロバストデザインを行い、その有効性を示している。決定した目標特性および各因子と、SN 比を用いた Taguchi の実験的手法によりロバスト最適解を導出している。その結果、中折れ支点位置のロバスト最適解は、標準的な場を想定した位置に対し 15 mm 下方に位置し、官能評価実験によりその有効性を確認している。 第5章では、スウィング機能のロバストデザインを行い、その有効性を示している。決定した目標特性と各因子と、ロバスト指標を用いたシミュレーション手法によりロバスト最適解を導出している。その結果、座面角度のロバスト最適解は、標準的な場を想定した座面角度の最大角度に対して 4° 小さく、官能評価実験によりその有効性を確認している。 第6章では、中折れ機能とスウィング機能のロバスト最適解を総括し、コンフォートシートのロバストデザインを行うためのデザインマニュアルを示している。 第7章では、本研究の成果および将来の展望について述べている。 以上要するに、本論文は、M-QFD を用いて目標特性と各因子の関係性を明確化することにより、多様場に対応したコンフォートシートのロバスト最適解を導出するとともに、そのデザインマニュアルを示すものであり、デザイン方法や実務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 4111 号	氏 名	小城 絢一朗
主論文題目			
窒化ガリウム系半導体レーザ励起プラセオジム 3 価イオンドープ固体レーザの Q スイッチパルス動作及び第二高調波発生に関する研究			
近年、ディスプレイ、医療、バイオイメージングといった多岐にわたる分野で可視域帯でのコンパクトで高効率な全固体レーザの需要が高まっている。Pr³⁺イオンをドープしたフッ化物材料は、シアンから赤の波長域で多くの光学遷移を有することが知られていたが実用可能なレベルのレーザとして着目されるようになったのは、プロジェクタ等の需要により波長 440 nm 帯で発振する InGaN 半導体レーザ (LD) の高出力が実現されてからである。現在では、この高出力 InGaN-LD を励起源とし、プラセオジム 3 価イオンドープ LiYF₄ (Pr:YLF) 結晶をレーザ媒質に用いることで、出力 1 W を越える連続レーザ動作が、緑(522 nm)、橙(607 nm)、赤(639 nm)の可視域で実現されるに到っている。可視域で直接発振できるレーザは、共振器内第二高調波発生により産業的にも応用用途の多い深紫外域のコヒーレント光を直接発生できる利点を有する。そこで本研究では、InGaN-LD 励起 Pr:YLF レーザのこの高付加価値性に着目し、Q スイッチ法を導入してパルスレーザとしての性能を確かめ、さらに共振器内第二高調波発生により高効率でコンパクトな深紫外パルスレーザを構築した。 第 1 章では、本研究の背景、研究の動向について述べ、Pr:YLF レーザ開発に必要な要素技術を洗い出し、本研究の目的と意義を記述した。 第 2 章では、パルスレーザ動作実験に先立ち、InGaN-LD 励起 Pr:YLF レーザの赤色および緑色連続発振実験結果について述べた。Pr:YLF の吸収波長特性、発光スペクトル、利得、熱レンズ特性を考慮して共振器を設計し、励起用 LD の出力パワー、発振波長特性、M2 ファクタを計測し共振器モードに整合する励起光学系を設計した。また、レート方程式によるシミュレーションモデルを構築し計算結果を実験結果と比較検討した。 第 3 章では、光音響変調器用いた能動 Q スイッチレーザ動作実験について述べた。実験結果をレート方程式によるシミュレーションモデルの計算結果と比較した。 第 4 章では、共振器内第二高調波発生による、波長 320, 266 nm の深紫外レーザパルス発生実験について述べた。第 4 章のシミュレーションモデルに第二高調波発生の過程を加え、計算結果を実験結果と比較検討した。 第 5 章では、Cr⁴⁺イオンドープ Y₃Al₅O₁₂ (Cr:YAG) 結晶が、可視全域において過飽和と吸収体として機能することを見だし、Cr:YAG を用いた受動 Q スイッチ赤色 Pr:YLF レーザの発振実験を行った結果について述べた。また、Cr:YAG のレート方程式と連立させた受動 Q スイッチのシミュレーションモデルを構築し実験結果と比較検討した。 第 6 章では、Pr³⁺ドープフッ化物ガラスファイバを用いた可視全域での波長同調レーザ発振、および能動 Q スイッチレーザ動作実験の結果について述べた。 第 7 章では、本研究で得られた成果と知見を結論としてまとめた。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4111 号	氏 名	小城 絢一郎
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 工学博士 神成 文彦			
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（工学） 斎木 敏治			
慶應義塾大学准教授 博士（工学） 田邊 孝純			
学士（工学）、修士（工学）小城絢一郎君提出の学位請求論文は「窒化ガリウム系半導体レーザ励起プラセオジム 3 価イオンドープ固体レーザの Q スイッチパルス動作及び第二高調波発生に関する研究」と題し、7 章から構成されている。 近年、ディスプレイ、医療、バイオイメージング等の多岐にわたる分野で可視域帯でのコンパクトで高効率な全固体レーザの需要が高まっている。プラセオジム 3 価イオン(Pr^{3+})は、シアンから赤の波長域で多くの光学遷移を有することが知られていたが実用可能な固体レーザとしてあらためて着目されるようになったのは、プロジェクタ等の需要により波長 440 nm 帯で発振する InGaN 半導体レーザ (LD) の高出力化が近年実現されてからである。可視域で直接発振できるレーザは、共振器内第二高調波発生により産業的にも応用用途の多い深紫外域のコヒーレント光を直接発生できる利点も有する。そこで、本論文の著者は、InGaN-LD 励起 Pr^{3+} ドープ $\text{YLiF}_4(\text{Pr}:\text{YLF})$ レーザのこれらの高付加価値性に着目し、とくにパルスレーザとしての機能性を実験と理論の両面から明らかにした。 第 1 章では、本研究の背景、研究の動向について述べ、LD 励起 $\text{Pr}:\text{YLF}$ レーザ開発に必要な要素技術を洗い出し、本研究の目的と意義を述べている。 第 2 章では、パルスレーザ動作実験に先立ち、InGaN-LD 励起 $\text{Pr}:\text{YLF}$ レーザの赤色および緑色連続発振を実施しその特性について述べている。$\text{Pr}:\text{YLF}$ の吸収波長特性、発光スペクトル、利得、熱レンズ特性を考慮して共振器を設計し、共振器モードに整合する励起光学系を設計している。レート方程式による理論モデルを構築し計算結果を実験結果と比較することで本レーザの機構の詳細を記述している。 第 3 章では、光音響変調器を用いた能動 Q スイッチレーザの動作特性について詳説している。3.5 W 出力の InGaN-LD を用い、波長 639 nm においてパルス幅 17 ns、ピークパワー 1570 W のレーザパルスを繰り返し周波数 7.7 kHz で発生することに成功し、モデル計算とも良い一致を得ている。 第 4 章では、共振器内第二高調波発生による、波長 320、266 nm の深紫外レーザパルス発生特性について述べている。ピークパワー 594 W、パルス幅 35 ns の波長 320 nm パルスの発生を実現している。この過程もレート方程式モデルで精度よく再現している。 第 5 章では、クロム 4 価イオン(Cr^{4+})ドープ $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}(\text{Cr}:\text{YAG})$ 結晶が、可視全域において過飽和吸収体として機能することをはじめて見だし、$\text{Cr}:\text{YAG}$ を用いた受動 Q スイッチ赤色 $\text{Pr}:\text{YLF}$ レーザの特性について述べている。さらに、Q スイッチモード同期発振をはじめて実現したことも述べている。また、$\text{Cr}:\text{YAG}$ のレート方程式と連立させた理論モデルを構築している。 第 6 章では、Pr^{3+} ドープフッ化物ガラスファイバを用いた可視全域での波長同調レーザ発振、および能動 Q スイッチレーザ動作特性について述べ、可視域の広い範囲で波長可変なレーザパルスが得られることをはじめて報告している。 第 7 章は結論であり上記の結果を総括している。 以上要するに本論文の著者は、これまで実用的な直接発振レーザが存在しなかった可視域において高出力でコンパクトなレーザとして実用性の高い LD 励起 Pr レーザに関して、とくにパルス動作と共振器内第二高調波発生、波長同調性を実現するとともに、それらの動作を記述できる理論モデルを構築し出力等のスケージングをデザインできる手法を確立した。この成果は工業上、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 4112 号	氏 名	下木 有生
主 論 文 題 目 : Structural Mechanics Behavior of Transparent Thin Glass Polymer Laminates for High-performance Light Weight Glazing Applications (透明高分子フィルム・薄肉ガラス積層材の力学的挙動解析と高性能軽量化ガラスの開発)			
近年の薄肉ガラスの急速な普及により、「中間膜／ガラス」層厚比の高い合わせガラス構造が注目を集めるようになった。このような構造の合わせガラスでは全体のより多くの体積を樹脂が占めるため、従来の厚肉ガラスでの合わせガラスや単板ガラスと比べ、重量あたりの強度・剛性を高めることが可能となる。しかし、従来と層厚比が逆転するこのような合わせガラス構造の基礎的力学特性は十分研究されていない。本論文ではこの様な透明高分子中間膜・薄肉ガラス積層材の力学的挙動を解析し、軽量で比剛性・比強度の高い合わせガラスの構造の設計手法を開発した。 第1章では本研究の背景として合わせガラス技術の歴史と、近年の薄肉化の傾向を紹介した。 第2章では従来の合わせガラスのたわみ・応力挙動に関する基礎理論を説明した。 第3章では合わせガラスの構成要素であるガラスと高分子フィルムの化学組成や性能を説明した。 第4章では本研究で用いられた実験手法と設備の詳細を説明した。 第5章では薄肉合わせガラスに適用可能な力学モデルの探索を行った。実験、有限要素法シミュレーション、候補力学モデルでの計算値を比較し、従来の厚肉合わせガラス向けに広く使われている、Wölfel-Bennison 実効厚みモデルが現在製造可能な合わせガラスのほとんどの適用可能であることが判明した。 第6章では合わせガラスの強度を精度よく予測するために必要な、特定温度・時間での高分子中間膜の緩和せん断弾性率を簡便に測定する方法を開発した。本手法では合わせガラスの様々な荷重試験から Wölfel-Bennison モデルの逆関数を用いて緩和せん断弾性率を計算することが可能である。 第7章では実際の構造体内での薄肉合わせガラスのたわみ・応力計算の例として、両面ガラス型太陽電池モジュールの強度計算手法を開発した。 第8章ではターゲットの単板ガラスを、同等の剛性・強度の薄肉合わせガラスで置き換えることで達成しうる最大軽量化率と、合わせガラスの層構成が満たすべき条件を解明した。またターゲットの単板ガラス強度と目標軽量化率から合わせガラスの層構成を算出する手法を開発した。 第9章では本研究での成果を要約し、結論を導いた。 以上のように本論文では、構造物に取り付けられた薄肉合わせガラスの力学挙動の予測手法、および軽量合わせガラスの層構成最適化手法を開発した。本手法は合わせガラスのみならず、内外層間に大きな弾性率差がある3層構造材に広く適用可能である。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4112 号	氏 名	下木 有生
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 鈴木 孝治
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 鈴木 哲也
	副査	慶應義塾大学専任講師	工学博士 二瓶 栄輔
学士(工学)、修士(工学) 下木有生君提出の学位請求論文は「Structural Mechanics Behavior of Transparent Thin Glass Polymer Laminates for High-performance Light Weight Glazing Applications (透明高分子フィルム・薄肉ガラス積層材の力学的挙動解析と高性能軽量化ガラスの開発)」と題し、9 章より構成されている。 薄型・大型ディスプレイの普及に伴い、近年薄肉ガラスは値段的に多用途への展開が可能となり、従来は 5 mm ガラス/1 mm 中間膜/5 mm ガラスのような構造で使われていたものが、1 mm ガラス/1.8 mm 中間膜/1 mm ガラスのような構造の「中間膜/ガラス」層厚比の高い合わせガラス構造が注目を集めている。本研究は合わせガラスを、高弾性フィルムと薄板ガラスからなる構造にすることで、より高強度で軽量の合わせガラスを開発することを目的としている。 第 1 章では本研究の背景として合わせガラス技術の歴史と、近年の薄肉化の傾向を述べている。 第 2 章は従来の合わせガラスのたわみ・応力挙動に関する基礎理論を説明している。 第 3 章はガラスと中間膜の化学組成や基礎物性を述べている。 第 4 章は実験および有限要素法解析の手法を述べている。 第 5 章では、前述の、従来型合わせガラスからガラス・中間膜厚が逆転した系で成り立つ力学モデルを探索している。実験、有限要素法シミュレーション、候補力学モデルでの計算値を比較し、従来の厚肉合わせガラス向けに広く使われている、Wölfel-Bennison 実効厚みモデルが現在製造可能な合わせガラスのほとんどの適用可能であることを明らかにしている。 第 6 章では特定温度・時間での高分子中間膜の緩和せん断弾性率を簡便に測定する方法を提案している。第 5 章で検討した Wölfel-Bennison 実効厚みモデルの逆関数を用いて、合わせガラスの強度から高分子中間膜の緩和せん断弾性率を算出する方法を確立している。 第 7 章では実際の構造体内での薄肉合わせガラスのたわみ・応力計算の例として、両面ガラス型太陽電池モジュールの強度計算手法を明らかにしている。これにより、薄肉ガラスと厚肉中間膜の合わせガラスの物性から構造物内での強度予測を可能としている。 第 8 章では単板ガラスを、「薄肉ガラス/厚肉中間膜合わせガラス」で置き換えることで得られる軽量化メリットを定量化し、狙った強度と軽量化率を有する合わせガラスの設計方法を体系化している。 第 9 章は本研究の総括であり、今後の展望を述べている。 以上要するに、本論文は、薄肉ガラス/厚肉中間膜合わせガラスの構造を目的の強度・軽量化度に最適設計する手法を提案しており、従来の単板ガラスをより軽量で安全な合わせガラスで置き換えるものであり、工学上、工業上寄与するところが少なくない。 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4113号	氏 名	溝口 貴弘
主論文題目： Impedance and Power Factor in Motion Control (モーションコントロールにおけるインピーダンスと力率)			
DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) Robotics Challenge に見るように、近年ロボット技術に大きな注目と期待が集まっている。これまで産業界において大量生産を目的として発展してきたロボットはその歴史的背景から非構造環境に対する柔軟性に欠けるという大きな問題を抱えていた。ロボットが本来必要とされている極限環境においては想定外の事象が起こる事が容易に想像でき非常に高い適応性が必要とされる。特に周辺環境と相互に干渉し合う接触動作においては自身および環境のインピーダンスの変動やエネルギーのやり取りが発生するため、これらの情報取得は高度なモーションコントロールにおいて必要不可欠なものとなる。さらに、取得した情報を拡張し人間に提供する方法論は作業の安全性の向上や高効率化に繋がる技術であるため、その確立が望まれている。本研究では動作において、ロボットと環境相互のインピーダンス特性の変化およびそれに起因するエネルギーの流れの変化を力率として定量化し解析することを目的としている。 第1章では本研究の目的、先行研究に関して解説している。 第2章ではモーションコントロール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ついて説明している。 第3章ではロボットおよび環境の物理特性であるインピーダンスについて詳しく述べている。また、インピーダンスを遠隔地において再現する手法であるバイラテラル制御について概説している。バイラテラル制御系を操作者が感じるインピーダンスの観点から設計する手法を提案し、2種類の新規の制御系を例として提案、実験により設計の有用性を実証している。 第4章ではロボット・環境間でのエネルギー伝達の様子を示す力率を機械系において定義し、計測方法を提案している。電気系において力率は電源から負荷へのエネルギーの伝達特性を示す指標として用いられてきた。機械系においても同様に力率を定義することでロボットと環境の相互作用を定量化し解析することができる。電気系の基本入力と同様に単相正弦波を機械系での入力とし、解析を通して提案の理論を述べている。また、同手法を拡張し、機械系の様々な形態の入力および人間動作において力率を観測する手法を提案、実験によってその有用性を示している。さらに、短時間フーリエ変換を用いて力率の瞬時値を求め、力率の時間変動を計測している。提案手法の有用性は実験により実証、運動におけるインピーダンス特性の時間変動と力率の時間変動は同意義であることを示し、位相特性の変化として定量的に評価している。 第5章ではインピーダンスおよび力率の概念を利用し動作教示における評価指標として提案している。熟練者と練習者を比較し、動作評価を誤差に流入するエネルギーの観点から定量化する手法を提案、実験から実証している。 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。			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4113 号	氏 名	溝口 貴弘
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	博士(工学) 村上 俊之
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 矢向 高弘
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 西 宏章
学士(工学), 修士(工学) 溝口 貴弘 君提出の学位請求論文は「Impedance and Power Factor in Motion Control」(モーションコントロールにおけるインピーダンスと力率)と題され, 6 章から構成されている。 工場のような閉鎖空間ではなく, 日常社会の中にロボットを取り入れたいという要望が高まっている。しかし, これまでの産業用ロボットの動作は硬く, 通常の世界環境でしばしば見られる非構造環境になじまないことが問題になっている。特に, 人間支援に多く見られる接触作業は, 対象が脆弱であることが多く, 高い適応性が求められる。これはロボットが接触作業において対象のインピーダンスを正確に把握し, 適切なエネルギー配分を行う必要があることを意味する。本論文は, モーションコントロールにおける力率を新しく定義して, 非構造環境に順応する接触作業を可能にし, 人間の動作評価にも拡張できることを明らかにしたものである。 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。 第 2 章では, モーションコントロールにおける外乱オブザーバの適用が結果的に加速度制御になることを述べるとともに, その基礎事項を概説している。 第 3 章では, 接触対象の特徴がインピーダンスの性質として表されることを示すとともに, モーションコントロールにおいて力と速度を最も正確に推定できるバイラテラル制御において透明性の確保が接触動作のインピーダンス再現性能に欠かせないことを理論的に示し, 併せて透明性を拡張するための方法を提案し, 実験で検証している。バイラテラル制御では透明性の確保のみならず時間遅れの影響も無視できないが, 遅れ時間に相当する位相角により正確なインピーダンスが再現可能であることも明らかにした。 第 4 章では, 上記の結果が力率を定義することで統一的に表されること, すなわちインピーダンスの再現と時間遅れの影響が力率により一意に評価できることを示している。この場合の力率は電気回路で定義される瞬時力率に対応するもので, 様々な運動事例について力率を計算し, その結果を示すとともに, 離散フーリエ変換の窓関数が力率計算に与える影響を見積もり, ダイナミックな動作に対しても十分な性能評価を与える指数であることを明らかにした。 第 5 章では, 第 4 章で得られた結果を人間の運動訓練評価に適用したものである。すなわち, 教示者と被教示者の運動の差が差分インピーダンスとして表されることを見出し, その位相差が大きい程無駄な動きが多く, 力率が低くなり注入したエネルギーが運動に十分に反映されないという興味深い結果を得た。 第 6 章では, 本論文全体の結論を述べている。 以上要するに, 本論文ではモーションコントロールにおけるインピーダンスの再現性と力率による評価を提案し, その有効性を理論と実験の双方で実証しており, ロボティクスおよび人間支援工学分野において, 工学上, 工業上寄与するところが少なくない。 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. 4114	Name:	Ho Thu, Hien
Title of Thesis: Damage Detection Methods for Shear Structures by Using Damage Indices Consisting of Limited Number of Natural Frequencies			
This dissertation presents new damage indices for damage detection (DD) methods of structures using the changes in the first several natural frequencies. For that method, only two accelerometers are needed, or even one acceleration sensor is enough to obtain the natural frequencies. First, a method of detecting the location of damage in shear structures by using only the changes in the first two natural frequencies is proposed. This DD method can determine the damage location in a shear building by using a Damage Location Index (DLI) based on two natural frequencies for undamaged and damaged states. The uncertainty associated with system identification methods for obtaining natural frequencies is also carefully considered. Some simulations and experiments on shear structures were conducted to verify the performance of the proposed method. Second, a method for detecting damage to shear structures by using Support Vector Machines (SVMs) and only the first three natural frequencies is proposed. During training, they require data from the undamaged and damaged structure. Based on the shifts in the first three natural frequencies, damage location indicators (DLIs) are proposed, and used as new feature vectors for SVMs. Simulations of five-story, nine-story and twenty-one-story shear structures and experiments on a five-story steel model were used to test the performance of the proposed method. Third, a DD algorithm is proposed for multi-story shear structures that only need the first two or three natural frequencies. The method is able to determine the location and severity of damage on the basis of damage location indices (DLI) and damage quantification indices (DQI) consisting of the changes in the first several squared natural frequencies of the undamaged and damaged states. The uncertainty associated with system identification methods for obtaining natural frequencies is also carefully considered. The method is accurate and cost-effective means only requiring the changes in the natural frequencies. Finally, the conclusion is given. The main scope of this dissertation is to establish the general DD procedure for multi-story shear structures by using the changes in the first several natural frequencies only. The DD methods with the new definitions of damage indices based on the changes in the first several natural frequencies were proposed. They can detect, localize and quantify the damage in multi-story shear structures accurately with a limited number of sensors. The contributions of this thesis were summarized and the possible direction of the future research was also pointed out.			

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 4114 号	氏 名	Ho Thu, Hien
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	Ph. D. 三田 彰
	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	Ph. D. 小國 健二
		慶應義塾大学准教授	博士(情報学) 小檜山 雅之
B.S.、修士（工学）Ho Thu, Hien 君の博士学位請求論文は、「Damage Detection Methods for Shear Structures by Using Damage Indices Consisting of Limited Number of Natural Frequencies（少数の固有振動数からなる損傷指標によるせん断構造物の損傷診断手法）」と題し、5 章より構成されている。 本論文は、構造物の地震による損傷を検知する手法に関する研究で、システム同定手法を使って推定しやすい低次の固有振動数のみを使った損傷インデックスを提案した。固有振動数の変化に基づく損傷検知の手法は多く提案されているが、詳細に位置を特定するには多くの固有振動数の情報が必要となる。しかし、中小地震や微動を使って推定できるのは通常 3 次程度までがせいぜいである。その点、この手法は固有振動数の変化率の比率を取ることで、損傷程度によらず、一定の出力を出す損傷指標があることを発見し、その有効性について検討したものである。さらに、損傷の位置を特定する指標を使って位置を特定した後に、その損傷のレベルがどの程度かを診断するインデックスも提案している。センサがたった一つしかない場合にも適用できる手法であり、画期的な手法といえる。本論文の構成は以下の通りである。 第 1 章では、本論文の背景と目的について述べている。 第 2 章では、2 つの固有振動数の変化のみを用いてせん断構造物の損傷位置を検出する方法が提案されている。提案された 2 つの固有振動数に基づいた損傷位置インデックスは、損傷位置に応じて異なる値をとるもので、損傷程度にはほとんど依存しない。シミュレーションと実験により、提案手法の有効性の検証が行われている。 第 3 章では、サポートベクターマシン及び最初の 3 つの固有振動数を使用することにより、せん断構造物の損傷検知の方法が提案されている。無損傷の状態と、損傷状態の 2 つの状態における、低次の 3 つの固有振動数を使った複数の損傷位置インデックスを提案し、サポートベクターマシンへの入力特徴ベクトルとして利用することによって、損傷位置の特定を可能とした。5 階、9 階、21 階建てのせん断構造物についてのシミュレーションと 5 階建てのせん断構造物の模型実験によってその性能の検証が行われた。 第 4 章では、最初の 2 つまたは 3 つの固有振動数を利用した損傷位置および損傷レベルの推定手法が提案されている。固有振動数を得るためのシステム同定方法の誤差も考慮した上で提案されたもので、精度が高く、かつ簡便な手法である。 第 6 章は、本論文全体をまとめて結論を述べた。 以上、要するに、本論文で提案された手法は、構造物の安全確保のため、低次の固有振動数のみを使って損傷検知を可能とするもので、実用性が極めて高く、工学上寄与するところが少なくない。また、社会的にも大きな貢献が期待される。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。			

2014（平成26）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）	1,156	314	1,470
理学博士	26	8	34
博士（理学）	306	48	354
学術博士	0	1	1
博士（学術）	1	1	2
計	1,940	761	2,701

本書に記載した論文審査担当者の所属および職位は2014（平成26）年度春学期のものである。

2014(平成26)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	