

放射電界を用いた電磁波源推定

(発表者・共著者等)

南條裕太, 戸花照雄, 笹森崇行, 磯田陽次

(展示・公開場所)

共通施設棟
一階カフェテリア横

研究概要

近年, コンピュータを搭載した電子機器が身近に増え, 機器同士の電磁波による干渉が深刻な問題となっている. 電子機器の不要な電磁波の放射源を特定することは, 機器の設計や電磁波対策をする際に有用である. 本報告では, 電子機器を線状導体としてモデル化し, モーメント法によりその線状導体の任意の給電点と電界の関係式を導出し, それを用いて観測した遠方電界より線状導体の給電電圧源を, 一般化逆行列を用いて推定する.

図 1 に電圧源の推定方法を示す. 電圧 V と電界 E の関係から以下の行列を得る. ここで, 電界 E_n は観測点 P_{nm} における電界を示し, G 行列の要素 G_{nm} は, V_m を 1V とし, 他の電圧を 0 としたときの電界 E_n であり, モーメント法により計算する.

$$[E_j] = [G_{ji}][V_i] \quad (i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, kn)$$

G_{ji} の一般化逆行列を計算し, 実際の観測電界を用いることにより, 電圧分布を推定する. 線状導体のセグメント 2 に 1V, セグメント 6 に 2V の電圧を印加したときの給電点を推定する. 観測点の各電界に最大値の約 10% の雑音を印加し, 推定した結果を図 2 に示す. 雑音を印加した場合においても電圧源を推定することができた.

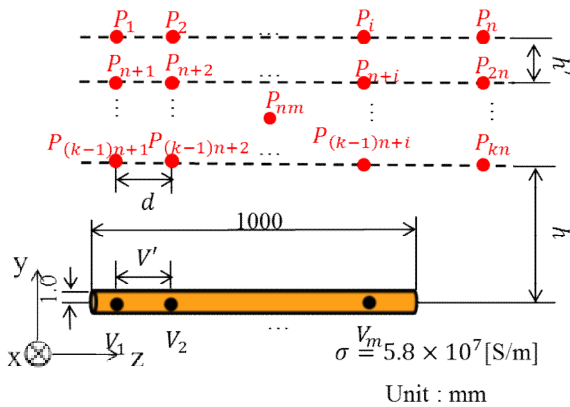


図 1, 推定モデル

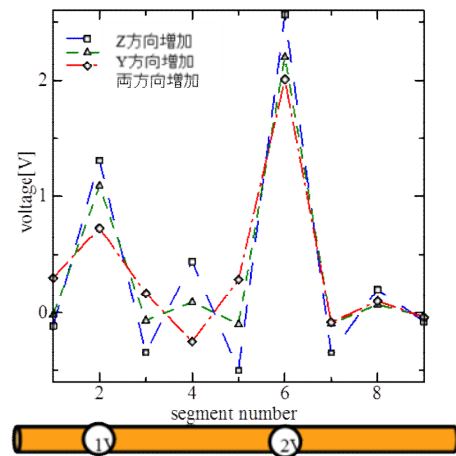


図 2, 推定結果

展示内容

今回の展示では, 研究内容をまとめたポスターを用いて口頭で研究の説明を行った. 図 3 に示すように, 発表者がポスターに示してある図表等を適宜指しながら全体的な研究の流れを説明した. そしてその後, 質問等があればそのつど発表者がそれに対する回答を行った.

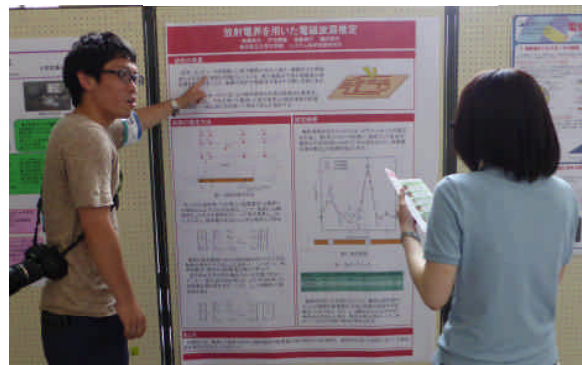


図 3, 展示の様子

電子ビームの制御

—生物を観察するために—

(発表者・共著者等)

神裕太郎 (修士2年)
金澤理花、菅谷祐介、宮澤輔 (学部4年)
松下慎也、岡本洋、徐粒 (教員)

(展示・公開場所)

大学院棟—4階
D414室

研究概要

私たちは、生物の細胞の内部にある分子たちが手に取るようにわかる電子顕微鏡を作ろうとしています。電子顕微鏡は細胞内の微小器官の構造を明らかにする上で、歴史上大きな役割を果たしてきました。しかし、分子1個1個を見ようとすると、従来の重元素で染色したり樹脂包埋する方法では対象そのものが破壊されてしまいます。また、最近の急速凍結した試料を高分解能観察する方法では、軽元素のみの試料であることからコントラストが悪くなり、これを回避するために長時間露光をすると試料が電子線によって破壊されると言う問題がありました。

これを解決するために、量子現象の奇妙さを逆手に取った不思議な電子顕微鏡の新方式を私たちは提案し、その原理実証実験を準備しています。そのために、新型電子顕微鏡に組み込まれる「電子ミラー」をテストする装置を立ち上げています。

展示内容

研究紹介用のパワーポイントスライドを表示し、また実験装置の動作（電子ビームの発生）を見学者が来る都度、実演しました。

1. 展示の様子

展示した装置を図1に示します。真空装置の中に電子ビーム発生装置があり、その右にエレクトロニクスラック、制御用PCがあります。

2. 実演の様子

図2に、電子ビームの当たっているスクリーンの写真を示します。

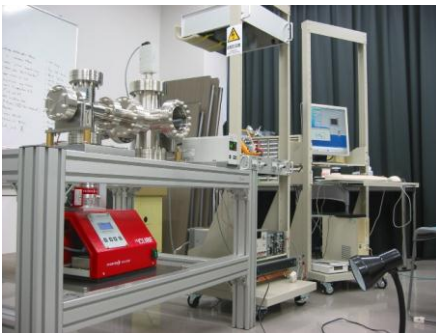


図1

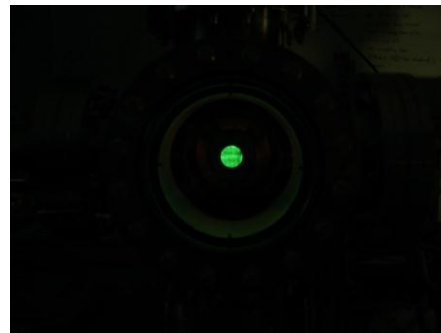


図2

機械を自力で働かせる技—フィードバック制御— (制御工学研究室の研究紹介)

(発表者・共著者等)

植栗健太 (修士2年)
菅野 優真、北野 邑樹、佐藤 望、
千葉 智浩、山内 滉平 (学部4年)
松下慎也、岡本洋、徐粒 (教員)

(展示・公開場所)

学部棟 I-6階
システム制御工学研究室 1
(G I-601)

研究概要

システム制御工学研究室では、制御工学に関する理論と応用に関する研究をおこなっています。ロバスト制御のための航空機・自動車などの実システムのパラメータ変動等の不確かさのモデリング，多次元信号処理，生物試料を傷めない電子顕微鏡の開発や不動点理論を基盤とした高性能な最適化アルゴリズムの開発等について研究を進めています。

研究室公開では、実験装置の展示や実演をおこないました。具体的には騒音除去を可能にする装置（アクティブノイズコントロール（ANC）），ON-OFF制御やPID制御を応用して動作するライントレースロボットや倒立振り子ロボット，仮想物体に触れる感覚を体験できるインターフェイスデバイス（Phantom Omni）や過去の学生自主研究で製作したロボットを展示し，訪れた人達に説明と実演を行いました。

展示内容

当日は 9:30 から 16:00 まで研究室を公開し，研究室の学生達が分担して説明と実演にあたりました。学部3年生が訪れた際には研究室の様子や日頃おこなっている研究の内容について説明しました。

1. 展示の様子

図 1 に装置の説明の様子を示します。ライントレースロボットや倒立振り子ロボットの解説には，フローチャートを交えて解説しました。ANC によって雑音が除去される原理については，ポスターを交えて解説しました。

2. 実演の様子

図 2 に，Phantom Omni の実演の様子を示します。サンプルプログラムを使った実演では，さまざまな物体の反力がペンを介して伝わる為，仮想物体に触れる感覚にとっても興味持って頂けたようでした。



図 1 装置の説明の様子



図 2 実演の様子

電磁界応用

—モーター，プラズマ—

(発表者・共著者等)

穴澤義久，高山正和，片岡康浩，
研究室所属4年生（7名）
学生自主研究生および支援スタッフ（3名）

(展示・公開場所)

メディア交流棟 1F，
学部棟 GI-501 研究室

研究概要

本研究室では，電磁界現象を応用したモーターやプラズマが研究されています。モーターは電気自動車や鉄道，産業用機械など，あらゆる電気機器で多用されており，その出力特性や効率を改善する研究は，私達の生活をより一層便利なものにするために必要不可欠なものとなっています。また，プラズマは医療用機器や産業用機械などで使用され，その発生現象を分析して，さらに多くの機器へ応用できるようにする研究が望まれています。本オープンキャンパスでは，多くの高校生，一般市民，大学生の方に来場いただきました（図1）。



図1 研究内容の説明

展示内容

モーターや発電機，プラズマの研究に関するポスターや実験装置，電磁界シミュレーション結果，学生自主研究の成果を展示しました。

1.モーターの研究

図2にモーター研究の展示を示します。銅線と磁石で作られた簡単モーターにより，直流モーターの動作原理を分かりやすく説明します。大学では，さらに高度な電磁エネルギー変換理論やシミュレーションを用いて，低速で大トルクが得られるバーニアモーターの研究が行われています。

2.プラズマ現象の研究

図3にプラズマ現象の展示を示します。高電圧発生装置により大気圧でプラズマを発生させて，その様子を目視により確認できます。大学では，大気圧でのプラズマ生成，特に，ホローカソードを用いた高電圧直流グロー放電の温度・密度測定の研究が行われています。



図2 モーター研究の展示



図3 プラズマ現象の展示

酸化亜鉛ヘテロ接合とグラフェン・トランジスタ

- 電子材料・物性工学研究室 -

小松和也、赤尾卓也、森 成樹、山田順平、阿部一徳、
小宮山崇夫、山口博之、長南安紀、青山 隆

学部棟 I - 6 階
カフェテリア横

研究概要

本研究室では発光ダイオード (LED) の要素技術として、酸化亜鉛ヘテロ接合に関する研究を行っている。酸化亜鉛に関しては、亜鉛と酸素の成分比を精密に制御して膜質を向上させ、一方、p 型半導体と n 型半導体をそれぞれ最適条件で作成した後、室温で貼り合わせる方法を用いてヘテロ接合を形成し良好な電気特性を得ている。

グラフェンに関しては、その電子の移動度の大きさに着目し、高速トランジスタの実現を目指している。具体的には、電界印加状態で酸化グラフェンを還元する手法で高品質のグラフェン膜の作成を試みている。

展示内容

発光ダイオード (LED) と半導体材料

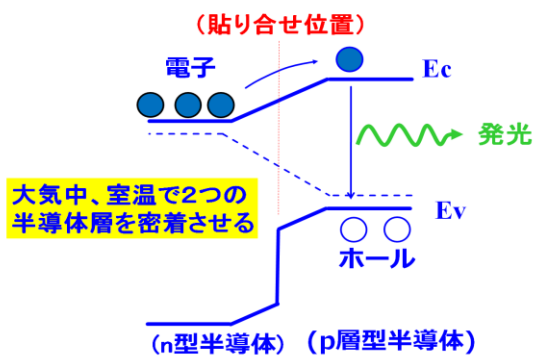


表 1. 半導体材料と発光色

半導体の組合せ	LED発光色
ZnO/ZnMgO	紫外光
ZnO/Si	紫外光、赤色
ZnO/ZnTe	緑色

図1. 貼り合せ半導体ヘテロ接合

グラフェンとグラフェン・トランジスタ

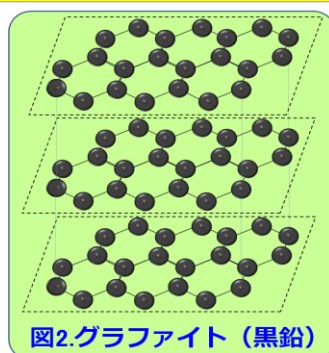


図2. グラファイト (黒鉛)

グラファイトから炭素1層
を取り出したシート

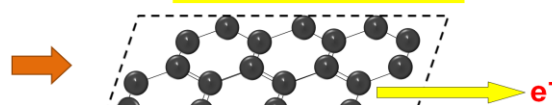


図3. グラフェン (電子が高速度で移動)

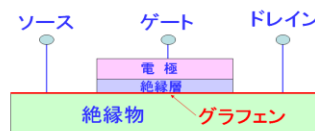


図4. 高速グラフェン・トランジスタ

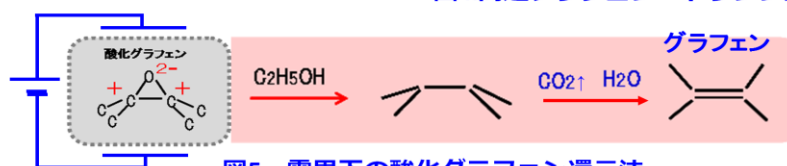


図5. 電界下の酸化グラフェン還元法

酸化物熱電変換材料と透明太陽電池

- 電子材料・物性工学研究室 -

小幡航平、煙山武廣、阿部一徳、
長南安紀、小宮山崇夫、山口博之、青山 隆

学部棟 I - 6階
カフェテリア横

研究概要

本講座ではエネルギーハーベスティングの要素技術として、熱電変換と太陽電池に関する研究も行っている。熱電変換は、温度差のある領域間に素子を組み込むだけでタービンを回すことなく、熱を電気に直接変換できる。石油などから得られる一次エネルギーの内、未利用のまま捨てられている 66%の熱エネルギーを回収、再利用することが狙い。太陽電池は自然エネルギー利用の最重要技術だが、新しい付加価値をつけることで一層の普及を期待する。本講座ではワイドギャップ酸化物を用いて透明太陽電池の試作を行い、作成条件の最適化による特性改善を図っている。

展示内容

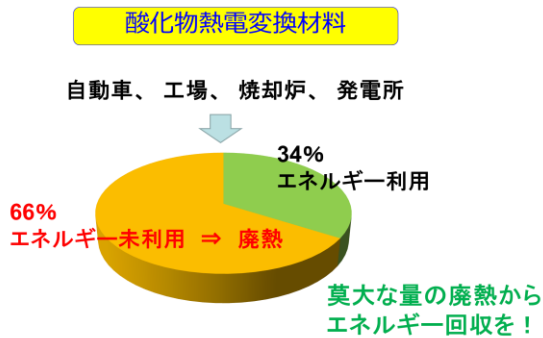


図1. 一次エネルギーの有効利用率

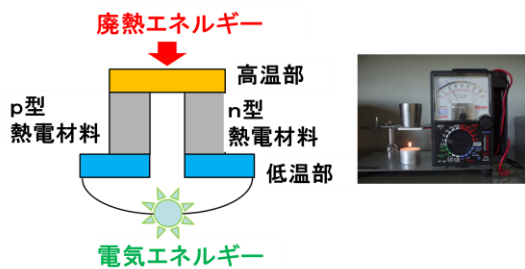


図2. 熱電変換素子による廃熱からの発電
(左)原理図、(右)ろうそくの炎による発電

低い環境負荷、豊富な資源量
低コスト、酸化劣化への耐性

↓

酸化物熱電変換材料の特性改善

↑

電気伝導性と熱起電力の向上
&
熱伝導性の抑制

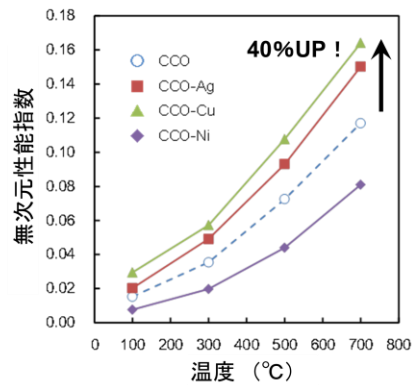


図3. 研究成果例

($\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ 系二相の複合材料化による変換効率の改善、小幡ら、熱電変換国際会議2013@KOBEより)

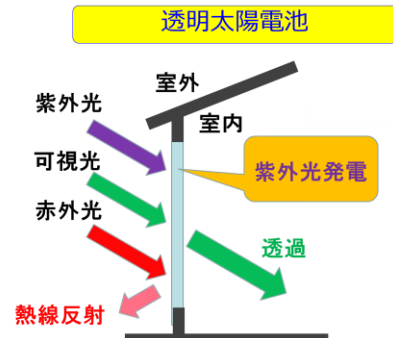


図4. 透明太陽電池の応用例 (窓材)

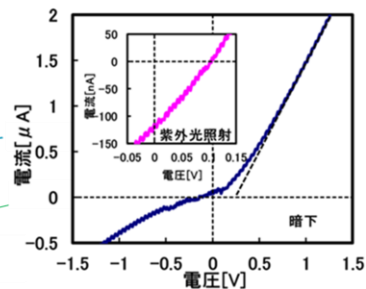
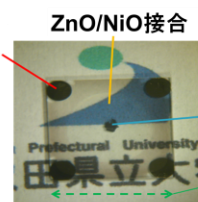


図5. 試作透明太陽電池の外観および電流vs電圧特性

液晶デバイスに触れてみよう

—光・電子デバイス工学講座—

(発表者・共著者等)

光・電子デバイス工学講座学生
伊東良太, 本間道則, 能勢敏明

(展示・公開場所)

学部 I 棟-404

研究概要および展示内容

光・電子デバイス工学講座では液晶材料の評価とそのデバイス応用に関する研究を行っています。特に、光からミリ波、THz 領域に渡る電磁波の広い領域において利用可能な新規な液晶デバイスの開発を行っています。研究室大公開では、液晶が有する興味深い性質の一例として、偏光板で挟んだセロハンテープによる着色現象について説明を行いました。また、光・電子デバイス工学講座では学生が自ら電子回路を作製して液晶素子の特性評価などに用いることがあり、研究室大公開ではマイコン (Arduino) を用いて“光に反応して動くマイコンカー”の実演を行いました。

学部 4 年生 (2 名) と大学院生 (2 名) による研究発表も行いました。研究発表タイトルは以下の通りです。

- ・多孔質 PMMA の調製とミリ波・THz 波応用に関する研究 / 大野真之介
- ・ラジアル偏光の生成とその応用に関する研究 / 竹内亨
- ・液晶を用いた複屈折計測システムによる生体材料測定について / 鎌田圭祐
- ・有機半導体膜の作製と光導電特性に関する研究 / 鈴木良彰

また、液晶デバイスの実際の応用研究として“液晶回折格子を用いた糖濃度測定器”によるグルコース水溶液の濃度測定の実演を行いました。なお、本測定装置は(株)武藤電子工業との共同研究によるものです。

当日は多数の高校生が来場し、液晶素子が駆動する様子を興味深く観察していました。

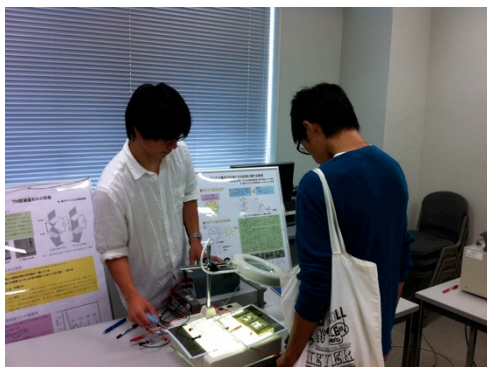


図 1 液晶素子の動作原理の説明



図 2 糖濃度測定器の実演

計算途中に間違いが混入しても破綻しないアルゴリズムの開発

(発表者・共著者等)

松本大樹、草苺良至、能登谷淳一、
橋浦康一郎、堂坂浩二

(展示・公開場所)

学部棟 I 5 階
GI508

研究概要

近年、コンピュータに代表される情報機器は、単独で用いられるだけでなく、ネットワークに接続して用いることが多くなってきた。さらに、クラウドコンピューティングに代表されるように、ネットワーク環境で、情報の保存や計算が実現されてきている。しかし、ネットワーク上で動作するソフトウェアでは、情報伝達が必須であるため、機器単独で利用する場合に比べ通信時間などによる応答時間の増加やパケットロスなどによる情報の欠損が生じてしまう。現在、これらの対策が求められている。

一方、図形などの幾何情報を効率良く扱う計算方法の基礎理論として計算幾何学がある。計算幾何学は CAD や CG などに応用を持つ重要な学問であるが、これまでは計算は常に正しく行われるという前提の上に成立していたが、分散環境ではこの前提は必ずしも成り立つとは限らなくなってきている。例えば、ある二つの数 $x, y (x > y)$ の比較結果はいつも同じ結果 $x > y$ を示すはずだが、分散環境では比較結果が $x < y$ と誤る場合も考慮する必要がある。本研究では、このように計算に誤りが混入しても暴走せずに破綻しないアルゴリズムの開発を目標とする。

展示内容

研究紹介のポスターを展示し、開発中のプログラムを体験してもらった。図1は、ポスターの前で説明を行っている展示の様子である。また、図2は開発中プログラムを使った実演の様子である。



図1 ポスターの説明

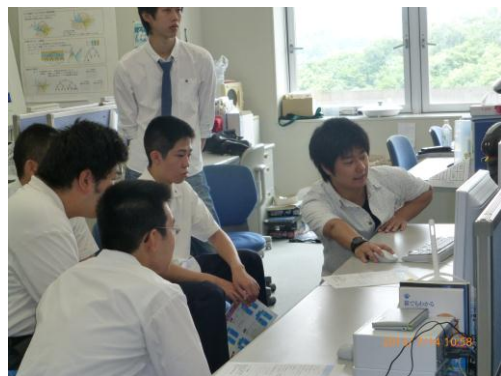


図2 プログラムの体験

通信隠蔽手法を用いた対称 SOR 法の並列化

(発表者・共著者等)

鈴木 克 中村真輔
小澤一文 廣田千明

(展示・公開場所)

共通施設棟 1階
カフェテリア横の廊下

研究概要

1. はじめに

物理学をはじめとした様々な分野において偏微分方程式が用いられ、これらを離散化すると連立一次方程式が得ることができ、そして得られた連立方程式を解くことは科学技術の進歩につながるものである。連立一次方程式の数値解法は高校でも一部を習う直接法とそれとは異なった原理を持つ反復法に分けられ、係数行列の要素のほとんどが0である場合は一般的に反復法が用いられる。しかし、問題がさらに大規模な場合、計算時間が非常に長くなってしまいう難点がある。

この問題を解決するためのアプローチとして並列処理があげられる。

本研究の目的は先行研究である通信隠蔽手法を用いた並列 SOR 法と同じ手法を用いて対称 SOR 法の並列化を行うことにより、計算時間の短縮を図ることである。

2. 通信隠蔽手法を用いた並列 SOR 法

先行研究としては既知の係数行列 A , 定数ベクトル b , 未知の解ベクトル x を用いて, $Ax = b$ と表される連立一次方程式の解法であるSOR法のアロリズムに対し通信隠蔽を用いた並列アルゴリズムに改良し, 同じくSOR法の並列アルゴリズムであるマルチカラーオーダーリング法と比較し, 効率が良い場合があることを示した。

3. 通信隠蔽手法を用いた対称 SOR 法の並列化

上記の通信隠蔽手法を用いた並列 SOR 法で用いられた手法を用いて対称 SOR 法のアロリズムの並列化を行う。

4. 数値実験

フロリダ大学疎行列データベースの行列

(pwtk,gridgena,ecology2)を用いて並列対称 SOR 法で反復計算部のスピードアップ(並列化してないときと比較し何倍速くなったか)を求めた。

5. おわりに

通信隠蔽手法を用いた対称 SOR 法の並列化を行った。

今後の課題は並列対称 SOR 法を共役勾配法の前処理に適用することである。

表 1. 実験環境

通信ライブラリ	MPI(MPICH2 1.4.1p1)
コンパイラ	Intel compiler 10.1
プロセッサ	Intel Xeon E5440 2.83GHz(4Core)2 基/ノード
ノード数	4

表 2. 実験に用いた行列

行列名	行数,列数	非ゼロ要素数	非ゼロ要素率
pwtk	217,918	11,634,424	2×10^{-4}
ecology2	999,999	4,995,991	5×10^{-6}
gridgena	48,962	512,084	2×10^{-4}

表 3. スピードアップ

プロセス数	pwtk	gridgena	ecology2
2	2.0	2.2	1.9
4	4.2	3.9	3.9
8	7.7	6.7	8.3
16	17.9	8.2	18.9
32	22.4	9.5	7.8

GPU を用いたベクトル演算の高速化

(発表者・共著者等)

馬場 俊幸 小澤 一文 教授
廣田 千明 准教 中村 真輔 助教

(展示・公開場所)

共通棟 1階
カフェテリア横 東側通路

研究概要

一般的なコンピュータ上では表現できる数の桁数に制限があるため、それを越えた値を用いて計算を行おうとすると、正しく計算されない等の問題が発生する。こういった問題に対し、表現できる桁数がCPUによる制限を受けずユーザが任意に桁数を指定できる値（多倍長数）を用いて計算を行う方法として、これを多倍長演算がある。

多倍長演算はソフトウェア上で実装されるため、計算に重い処理が必要となる本研究では、多倍長による計算を並列化し、これを並列計算能力が高い GPU

(Graphics Processing Unit とは、ディスプレイに高速に画像を表示するための描画処理を行うハードウェアで、そのために高い並列計算能力を持っている。このことが注目され、現在では様々な汎用計算に用いられている。この GPU を用いた汎用計算技術のことを GPGPU と呼んでいる。) を用いて高速化を目指すことを目的としている。

展示内容

研究紹介のポスターを掲示し、多倍長整数の並列加算についての説明を GPU の紹介を交えて行った。

研究の目的は、符号なし 64bit の 2 進数を P 項用いて、1つの多倍長整数を表現し、これらの多倍長整数同士の並列加算を GPU により高速に計算することである。

GPU の内部にはスレッドと呼ばれる演算を行う最小の単位が無数に存在し、これらは複数のブロックと言うまとまりにより管理されている。このブロック 1 つに 1つの多倍長整数同士の加算を行わせることで複数回の多倍長加算を並列に行うことを可能にしていると共に、ブロック内のスレッドにより 64bit で表現された同位置の桁同士の加算を並列に行うことで、加算 1 回を並列に処理している。

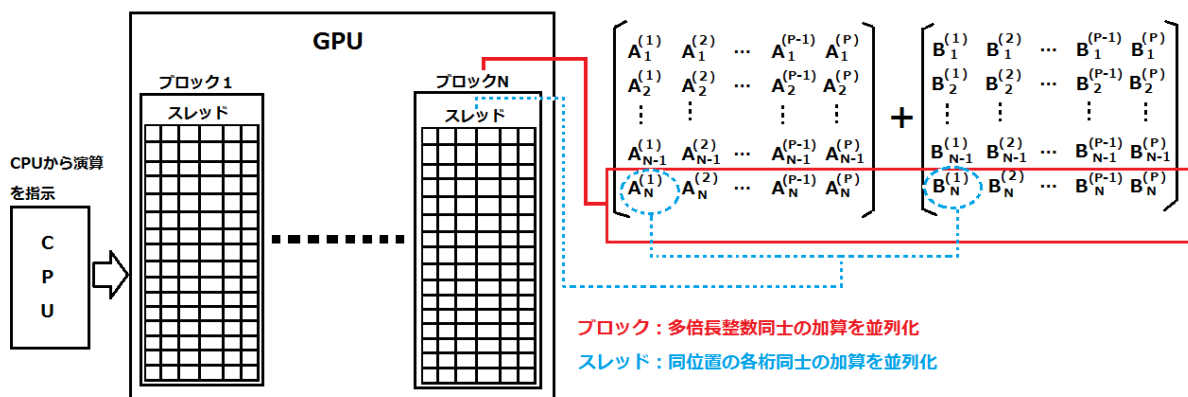


図 1. GPU による並列化の様子

並列計算の速度を体験しよう

(発表者・共著者等)

渡辺和希 鈴木 克
小澤一文 廣田千明 中村真輔

(展示・公開場所)

学部棟 I - 5 階
G 1 - 5 0 6

研究概要

並列処理とは複数の処理を同時に行う方法のことをいう。1台のコンピュータに複数の計算を行わせるとき、その計算が大規模なもの(気象予測等)になると計算時間が長くなり、コンピュータ自体にも大きな負荷がかかってしまう。そこで、コンピュータを複数台用意し、計算を分担させることで計算時間を短縮し、コンピュータの負荷を減らすことができる。並列処理はこういったような場面でよく用いられ、非常に便利なものである。しかし並列処理にも限界があり、ある処理が終わらないと次の処理が行えないという場合はその部分を並列化することができなくなる。

本研究では並列化できない部分も考慮し、コンピュータの負荷の軽減や計算時間の短縮がどのくらいまでできるのかを調べることを目的とする。

展示内容

並列処理についてスライドを用いて説明するとともに、並列計算プログラムを使用して、順番に処理を行う逐次処理と同時に処理を行う並列処理の2つについて計算時間の違いを体験してもらった。発表内容は、並列処理とはなにか、並列処理の種類、並列処理の方法と課題について日常的な例を用いて説明した。

実演に用いた並列計算プログラムは、コンピュータの画面に正形状に配置された点がマウスクールを動かすことにより、その動きに合わせて形が変化するものである。これは家やビルなどを建築する際に建物の強度や設計を考えるために用いられる構造解析を題材にしていて、マウスクールの位置を底辺とし、その位置を変化させることでどのように物体の形が変化するのかをシミュレーションしたものである。ツールを起動したときは逐次処理による方法で表示されるが、マウスをクリックすることで並列処理に切り替えることができ、速度や図形の変化を見比べることができる。また、画面の左下に座標計算一度あたりの計算時間が表示されるようになっていて、計算速度の変化を見ることができる。

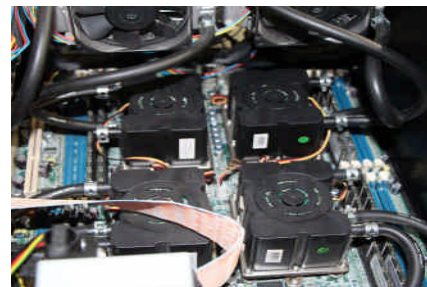


図1 計算機の内蔵
(CPU名:Opteron 844)



図3 計算時間の比較(上:逐次 下:並列)

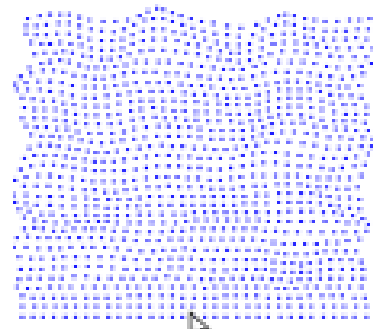


図2 描画図形

渋滞シミュレーション

—最適速度モデルの数値計算—

(発表者・共著者等)

八重樫翔, 廣田千明,
中村真輔, 小澤一文

(展示・公開場所)

学部棟 I - 5階
G I 5 0 6 室

研究概要

渋滞の発生原因としてすぐ思いつくのは工事や事故による通行止めが考えられます。しかし、通行止めがない場所でも渋滞は起きます。このような渋滞は自然渋滞とよばれており、発生原因は解明されていません。2003年に名古屋大学の杉山雄規教授は、何台かの自動車が同一円周上に等間隔に等速で走行するという単純な実験において、渋滞が発生することを示しました(図1)。本研究では、この実験を計算機シミュレーションで再現することを目的とします。

シミュレーションを行うためには、モデルが必要となります。ここでは最適速度モデルというモデルを用いています。以下で、このモデルについて簡単に説明します。車を運転する時、車間距離が短ければ速度を出すことができませんが、長ければ制限速度まで速度を上げることができます。各車が車間距離に応じた最適な速度に近づくよう行動するモデルが最適速度モデルです。このモデルを用いてシミュレーションした結果が図2です。シミュレーションにおいても、渋滞が発生することが観測できます。

展示内容

渋滞シミュレーションについて説明を行い、シミュレーションにより図1の実験が再現できていることを確認してもらいました(図3)。なお、来場者は20名程度でした。



図1 渋滞の発生実験
(<http://www.youtube.com/watch?v=Suugn-p5C1M> より)

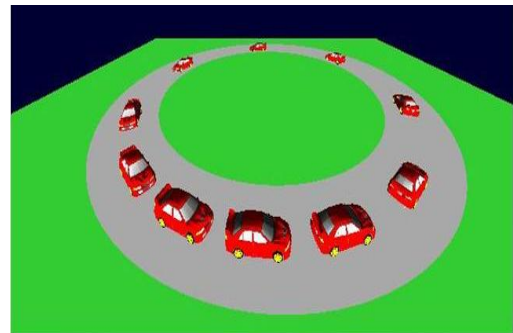


図2 自然渋滞のシミュレーション



図3 展示の様子

衛星画像からの降雪地域の抽出

(発表者・共著者等)

潘 湃湃, 猿田 和樹, 寺田 裕樹, 陳 国躍

(展示・公開場所)

メディア・交流棟 1階

研究概要

積雪の解けによる農業と水資源への影響は大きい。そのため、積雪への観測を行う必要がある。伝統的な方法で積雪を観測するのはデータが真実、客観、時間序列が長いであるが、一方、観測点の不均一によるテスト中止、リークテストの現象は常に発生しているから、データの時間連続性が悪い。衛星リモートセンシングは伝統方法の不足を補えるのみならず、人間の目で見えない情報を知ることができる。

本研究では秋田県を着目し、MODIS 画像を用いた降雪地域を抽出する手法を検討する。ただ NDSI 指数で降雪地域を抽出する従来法と比べ、秋田県の多山多森林の状況に対し、NDVI と NDSI 両指数を結合し、降雪地域を抽出する新手法を提案した。評価実験により、提案手法は従来法より山地や森林地において高い検知精度を得たのみならず、同時に誤差を削減する一方、アメダスの雪データとより高い照合を得た。図 1 に一枚の衛星画像から秋田県を切り出した例を示す。

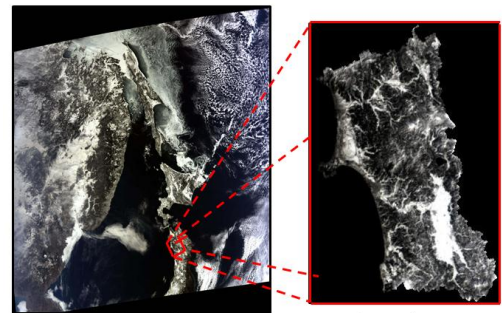


図 1 研究地域の切り出しの例

展示内容

提案手法について説明するための展示用のポスターを作成した。各指数や処理のフローチャットの通りにステップを解説し、降雪地域の結果を図に示す。さらに、提案手法の信ぴょう性を検証した。また、コアタイムの時間帯 (13:00~15:00) に発表を行った。

図 2 に展示用のポスターを示す。

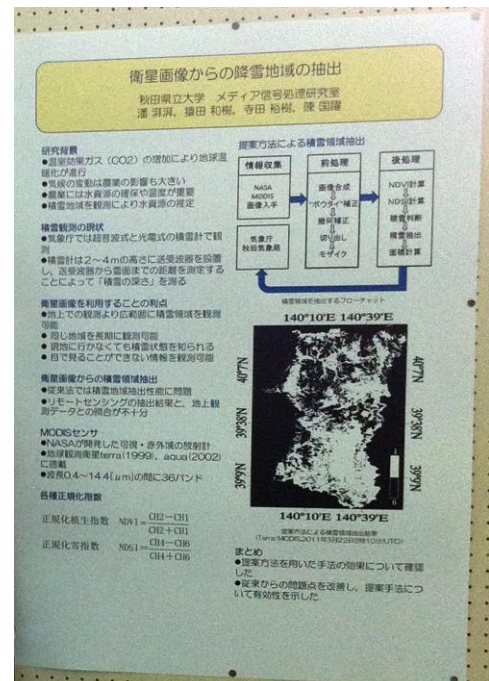


図 2 展示用のポスター