

大阪大学大学院情報科学研究科

コンピュータサイエンス専攻

伊野研究室

並列処理工学講座

教員

教授：伊野 文彦

准教授：置田 真生

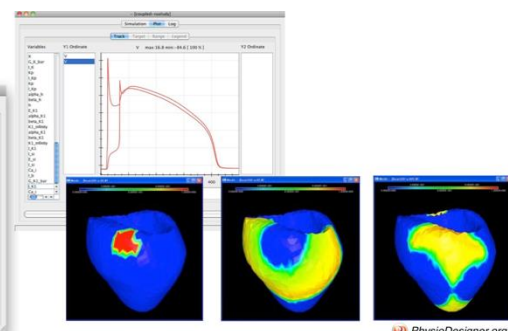
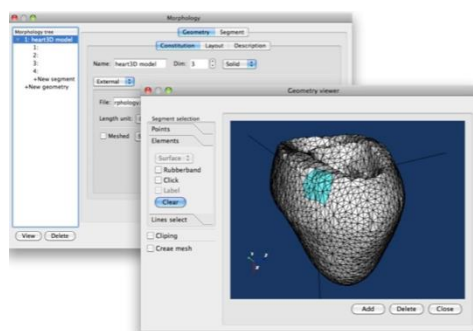
助教：榊井 晃基

連絡先

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5 情報 B 棟 4 階

TEL : 06-6879-4353 FAX : 06-6879-4354

<http://www-ppl.ist.osaka-u.ac.jp/>



PhysioDesigner.org



研究室の様子 ~ どんな感じなの? ~

特徴

よく学び よく遊び よく食べ よく遊び よく寝る

年間行事

2024年度(予定)

- 4月 新歓コンパ
- 8月 院試
- 9月 院試就活お疲れ会
研究室旅行
- 12月 忘年会&クリスマスパーティ
- 1月 新年会
- 2月 卒論・修論発表&打ち上げ
- 3月 追い出しコンパ

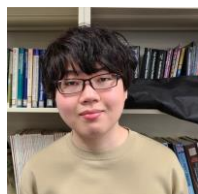
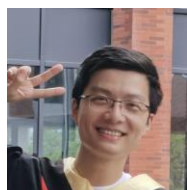


福利厚生

- ボードゲーム (麻雀, ドミノオン, カタン, ニムトなど)
- テレビゲーム (PS3, Wii U, レトロゲームなど)
- 書籍 (ジャンプ, マガジン, Software Design など)
- To3 商店 (後払い制の売店)



メンバ紹介 ～ どんな人がいるの? ～



D2 青山 昂生
・趣味で競技プログラミングをしています

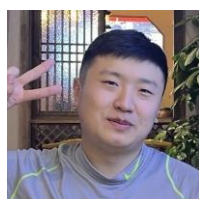


D2 王 珏
・アルパカを飼いたい



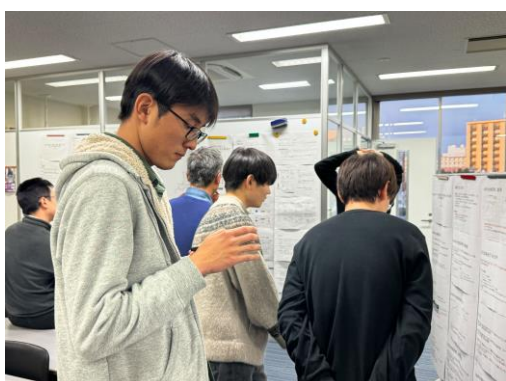
M2 張 梓航
・ノー豆腐, ノーライフ

M2 上木 脩生
・趣味はMLB観戦



M2 中野 秀紀
・趣味はゲームとプロレス観戦

M2 陳 子越
・筋トレしないと眠れない



メンバ紹介 ~ どんな人がいるの? ~



M1 中矢 悠貴

- ・料理動画を見るのにハマってます



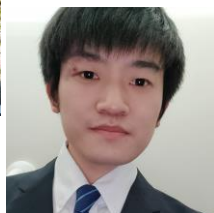
M1 松本 峻

- ・ジョギング頑張ります



M1 山内 和希

- ・カラオケいこうぜ



M1 盖 中会

- ・ミニマリスト



M1 畢 書潭

- ・趣味はゲームとロケットの打ち上げの観覧です



B4 前田 雅志

- ・阪神と麻雀が大好きです



メンバ紹介 ～ どんな人がいるの? ～



教授 伊野 文彦
・誰もが認める日本酒の神

准教授 置田 真生
・今年は卓球にハマっています



助教 榊井 晃基
・スポーツと数学が大好き



秘書 笹川 知子
・穏やかでやさしい秘書さん



研究内容 ～ どんな研究をしているの? ～

研究目標

ハイパフォーマンスコンピューティング技術による高度情報化社会への貢献

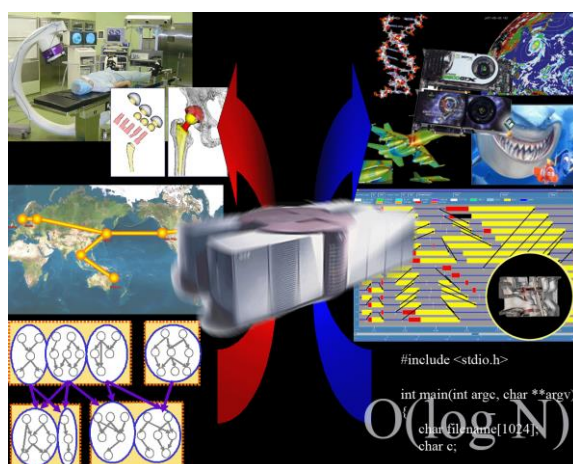
自動運転技術や自動翻訳など、近い将来には解決できないと思われていた問題が、深層学習によって解決されつつあります。これらの画期的な成果は、数千個もの演算器を内包するGPU (Graphics Processing Unit) をはじめとする、大量の計算を高速化できる超並列計算技術が実現したのですが、その技術に精通している人材が不足しています。また、ポストムーア時代を見据えた量子計算への期待とともに、社会は数百万個の演算器や量子コンピュータを自在に扱える人材を強く要望しています。本研究室では、高性能ソフトウェア開発の第一線で活躍できる専門家を育成するために、企業との実用化や異分野研究者との共同研究を通して下記のテーマに取り組んでいます。

研究チームの一覧

- GPU Computing : GPU を開拓するための応用開発
- Deep Learning : 深層学習の基盤となるソフトウェア開発
- Quantum Computing : 量子力学の原理に基づく超並列計算
- Large-scale Computation : 大規模数値計算を実現するシステム開発

研究キーワード

GPU コンピューティング, 高性能計算, 医用画像処理, 3次元可視化, 量子情報科学, 科学シミュレーション, クラウド・クラスタコンピューティング, 自動並列化,

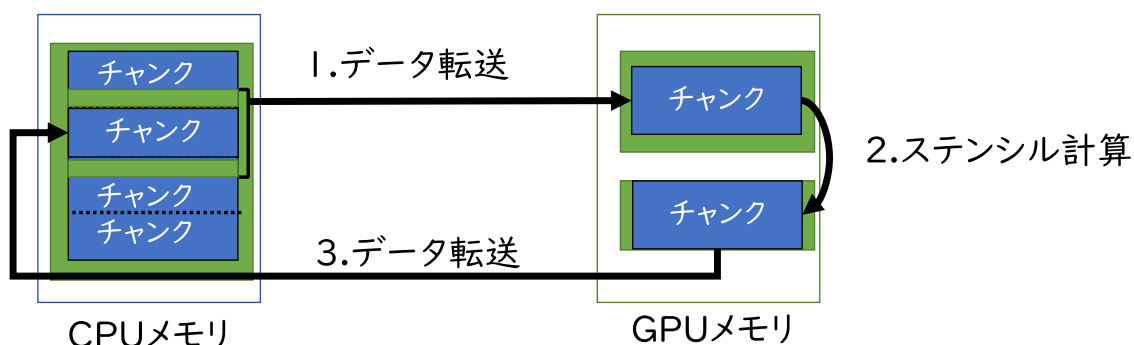


研究紹介 ～ GPU : GPU を開拓するための応用開発 ～

高速化手法が効果を発揮する条件のモデル化

目的：GPU 上のステンシル計算の高速化

- 計算時間を短縮する高速化手法のパラメータは計算機環境に依存
- 解析的な性能予測モデルを使って、予測実行時間が最も短い実行パラメータを採用
- 高速化手法の実装前に効果の程度を見積もろうとする点が難しいかつ面白い

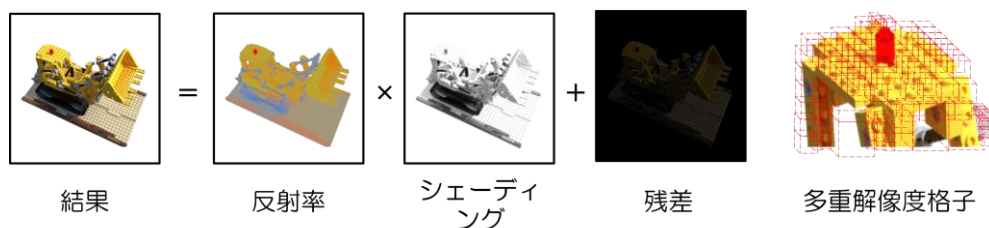


三次元シーン再構築のモデル化

目的：編集可能な画像 AI 「NeRF」 の最適化

高精度に3次元シーンを再構成できる深層学習モデル「NeRF」が注目を集めている

- トレーニング完了後、NeRF に保存されたシーンの編集が困難である
- 編集機能には新しいマッピング関係をトレーニングするための追加時間が必要
- 本質画像分解とツリー構造を利用してシーン特性を分解・保存
- この技術をゲームシーンに拡張し、AAA ゲームに必要なハードウェア要件を低減させ、誰もがトップクラスのゲーム体験を楽しめるようにする

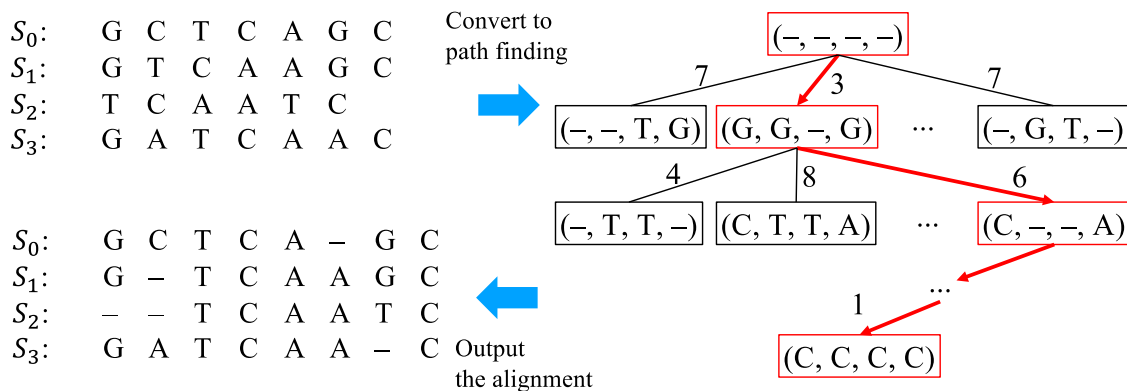


研究紹介 ~ GPU : GPU を開拓するための応用開発 ~

HPC のバイオ情報分野への応用

目的：多重配列アラインメント手法の最適化

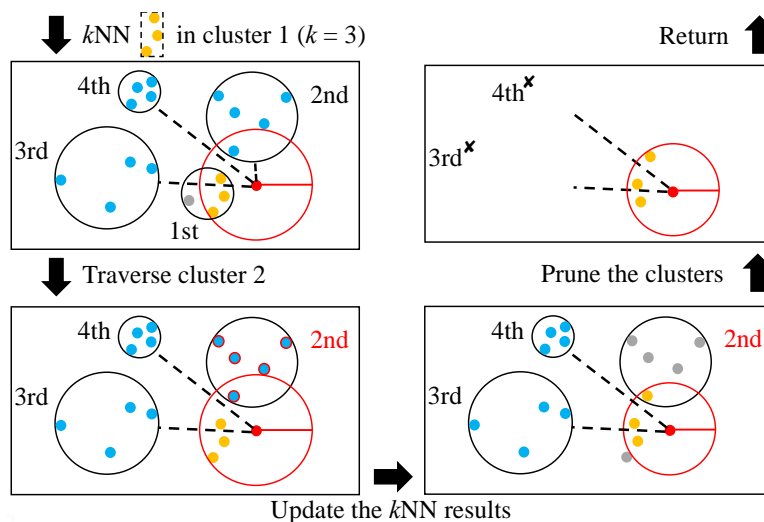
- 今まで実機で実行不可能な多重配列アラインメント問題の計算量を削減し、実装を図る
- アラインメント問題を最短経路問題に変換し、指数的に増加するブランチ数を効率よく枝刈りする
- 局所最適解に陥らない上にメモリ使用量を削減するのが難しい



GPU 向けの並列アルゴリズムの開発

目的：GPU を用いた最近傍探索手法の高速化

- 様々な次元数や距離関数に対応でき、汎用性が高い最近傍探索手法を開発する
- クラスタリングしたデータをソートし、クラスタの枝刈りによって計算量を削減する
- GPU 性能を最大限に引き出す並列アルゴリズムを開発するところに醍醐味がある

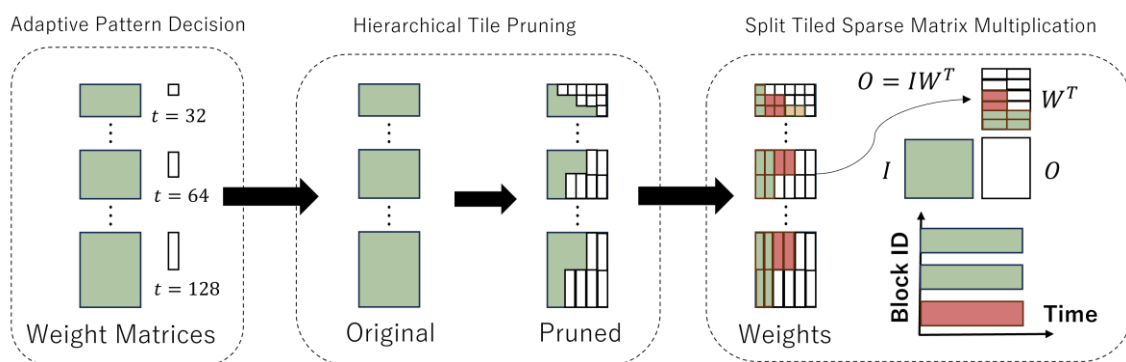


研究紹介 ～ DL：深層学習の基盤となるソフトウェア開発 ～

ニューラルネットワークの圧縮

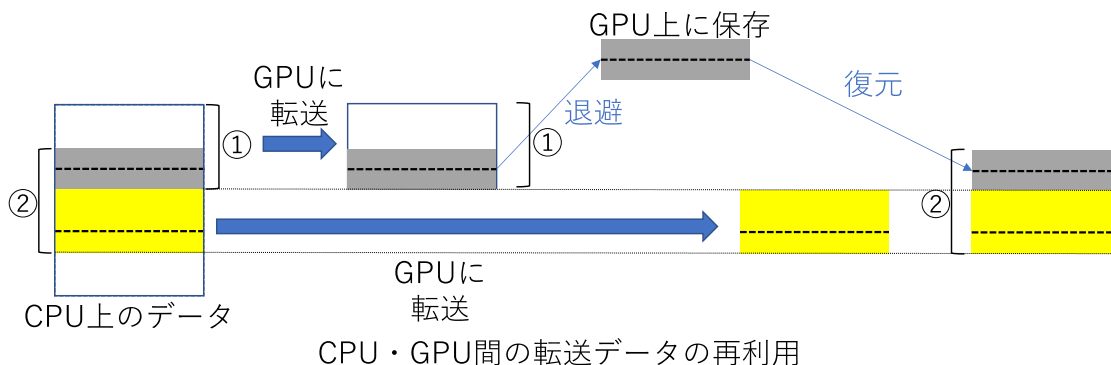
目的：深層学習モデルの空間・時間計算量を削減する

- AIの進化を促すために、深層学習モデルの巨大化が進む
- 不要なパラメータを削除する枝刈り法を改良して、モデルの高速化・軽量化を目指す
- 深層学習モデルの動作原理を理解できる



自動並列化が効果を発揮する条件のモデル化

- 目的：自動並列化を実装すべきか判定する
- プログラムの自動並列化が有効かどうかは計算機環境に依存
- CPU・GPU間の転送データの再利用がプログラム的高速化に寄与するかどうか判定
- 自動並列化の効果の程度を見積もろうとする点が難しいかつ面白い

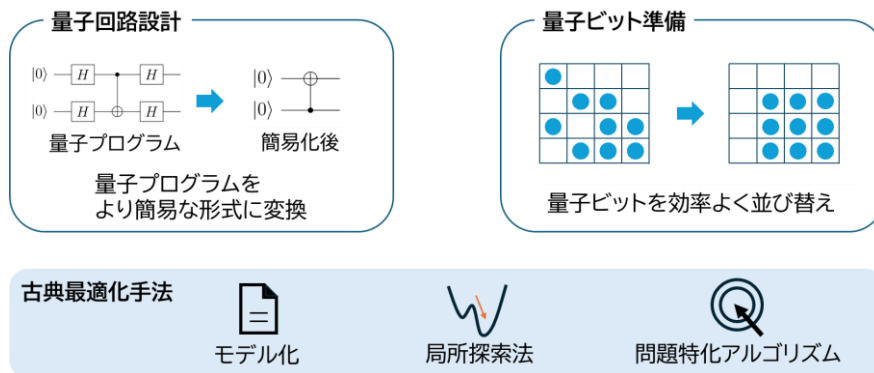


研究紹介 ～ Q：量子計算機のソフトウェア ～

量子計算機のための最適化技術の研究

目的：古典的な最適化手法で量子計算機の性能を引き出す

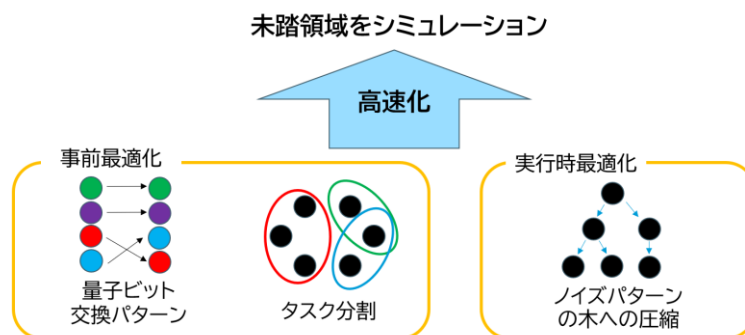
- 量子計算機の動作は通常のコンピュータと似た方法論で最適化できる
 - 量子回路設計：量子プログラムをより簡易な形式に変換 (=コンパイラ最適化！)
 - 量子ビット準備：量子ビットを光罫子で掴み目的位置に動かす (=配送計画問題！)
- ハードウェア側の制約起因と思われていた問題を、ソフトウェア・アルゴリズム面から問題解決することが醍醐味



量子回路シミュレーションの高速化

目的：量子計算機の計算能力を測る

- 量子計算機の実力を測るためには、まず古典計算機の限界を知る必要がある
- 古典計算機上で動作する量子回路シミュレータを高速化
 - 量子ビットの交換パターンやタスク割り当てパターンなどの事前最適化
 - 量子回路の特性と途中計算結果を活かした実行時最適化
- 高速化によって、実行時間の問題で難しかった未開領域のシミュレーションを現実的な時間内に実行することが醍醐味



研究紹介 ～ L：数値計算 ～

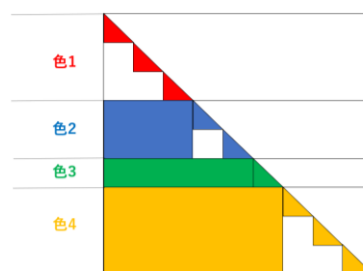
大規模数値計算を実現するシステム開発

目的：高性能な電磁場解析のための反復法の開発

- 電磁場解析の過程で現れる複素数の線形方程式を前処理付き反復法で解く
- 変数は 1,000 万個以上になることも！ できるだけ計算時間を短くしたい需要

並列化のための要素並べ替え

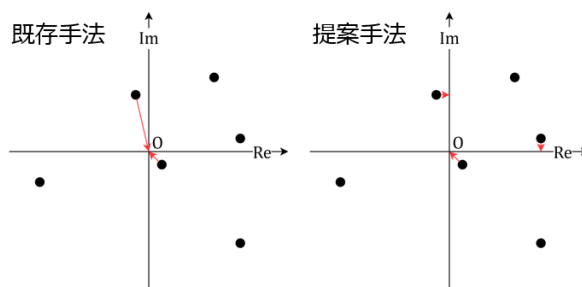
- 前処理行列の要素を並べ替えることで、計算順序の依存性を解消
 - 計算をブロックごとに並列化
- 通常並列化できない部分を、工夫によって並列化可能にすることが面白い



並べ替えた前処理行列

計算処理削減のための要素切り捨て

- 前処理行列の要素のうち、絶対値の小さい実部・虚部要素を切り捨て
 - 処理量とメモリ使用量を削減
 - 既存手法より収束性を落とさない
- 値を切り捨てる基準などパラメータの設定が奥深い



要素切り捨ての複素平面上での図示

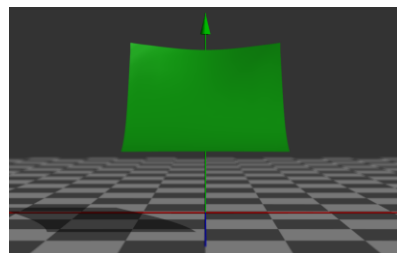
GPU を用いた物理シミュレーションの高速化

目的：高速で安定したリアルタイムシミュレーションの実装

- 最新の GPU アーキテクチャを用いてシミュレーションの高速化を図る
- 運動方程式を数值的に解き、位置や速度などの時間発展を記述する
- 高速化によってシミュレーションの FPS が向上すると面白い



プロペラのシミュレーション

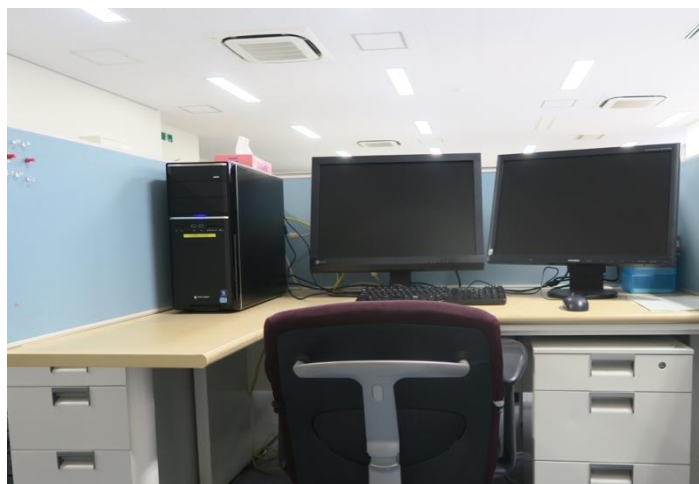


布のシミュレーション

研究環境

個人マシン

- ハイエンドGPU装備
- ディスプレイ（1台 or 2台）



クラスタマシン

- 10万個以上の演算器



最後にちょっとだけ Q&A

Q. 研究は忙しい?バイトとか...

A. 好きな時間に研究できます。バイトもOK

Q. コアタイムはありますか?

A. 登校時間はわりと自由です

Q. プログラミングしますか?

A. C++, Java, Python など色々