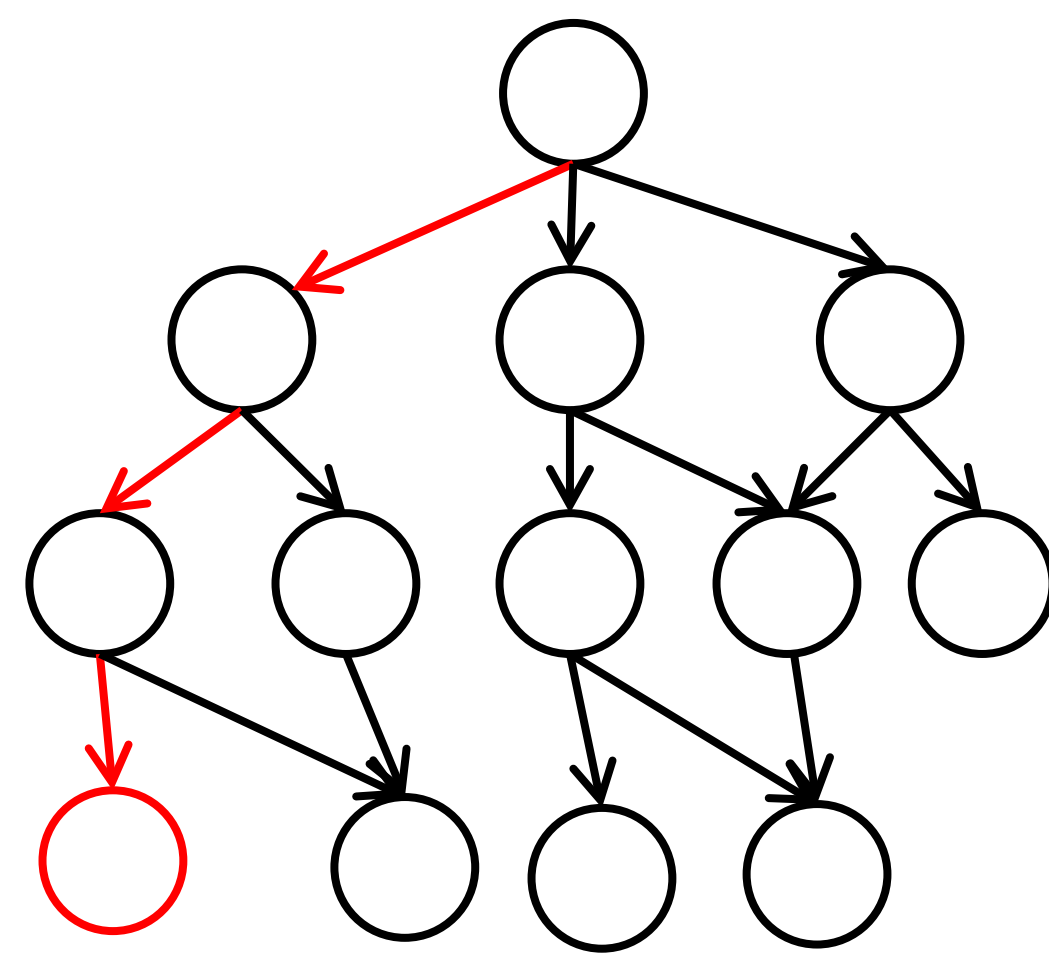
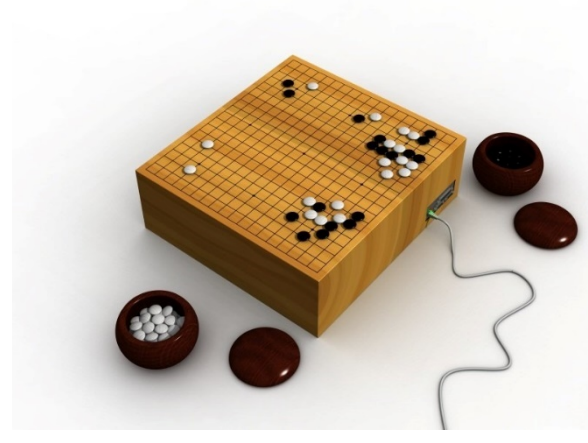
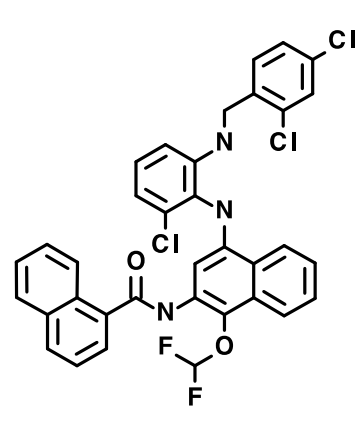
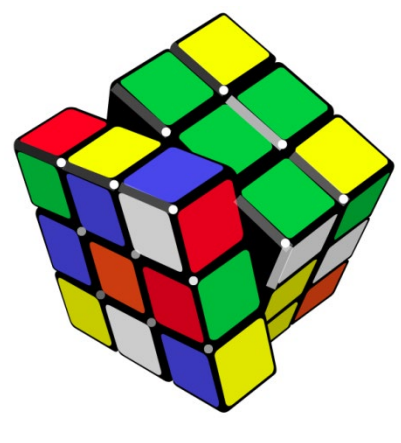
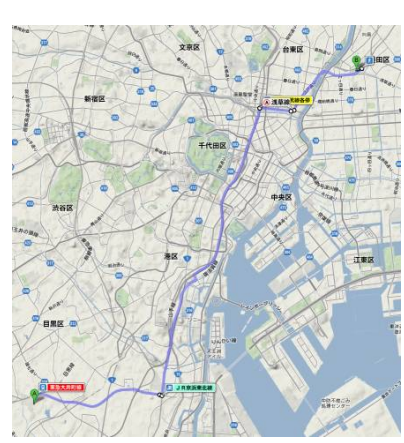


## 探索アルゴリズムと並列計算 Search algorithms and Parallel computing

## 本ユニットの目的：探索アルゴリズムの改良、高速化等により困難な実問題を解くこと

ここで言う探索とは  
**グラフ構造**から**特定の節点又は経路**  
 を発見すること

「カーナビ」「乗換案内」  
 「最善の組合せ」  
 「ゲームの最善手」などに対応



## 主な研究の方向

- 探索アルゴリズム自体の改良
- 機械学習（深層学習）等を用いた応用範囲の拡大
- 主に並列化による高速化

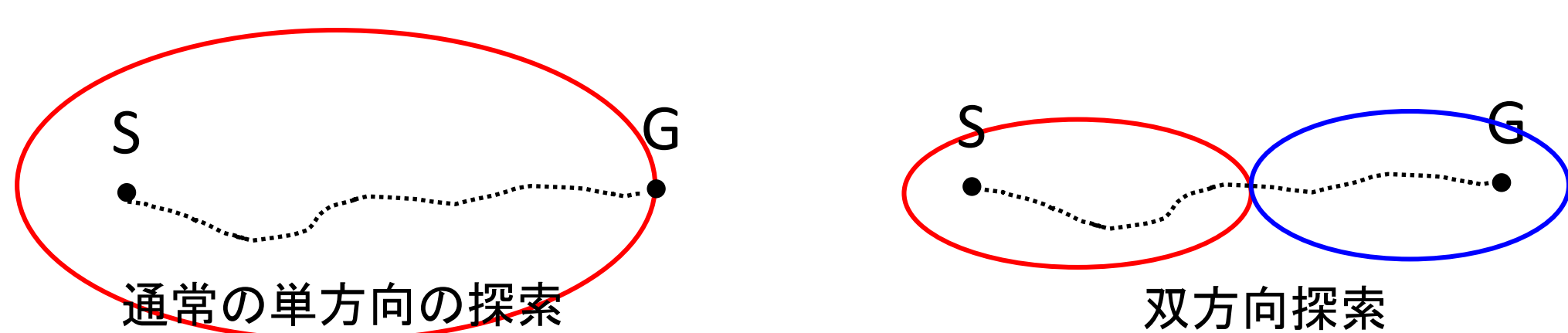
## 取り組んでいる分野

- 並列探索アルゴリズム
- 高速グラフ処理アルゴリズム
- 双方向探索アルゴリズム
- 材料科学への応用
- データマイニングへの応用
- 交通流予測、災害時の交通対策

## 双方向探索アルゴリズムの改良・一般化

ヒューリスティック探索は現実の問題を高速に解くために広く用いられている。出発点 S と到着点 G が定義されている場合、両側から探索して真ん中で落ち合う「双方向探索アルゴリズム」が可能

地図上の最短経路、パズル、最適化問題の一部等に適用可能



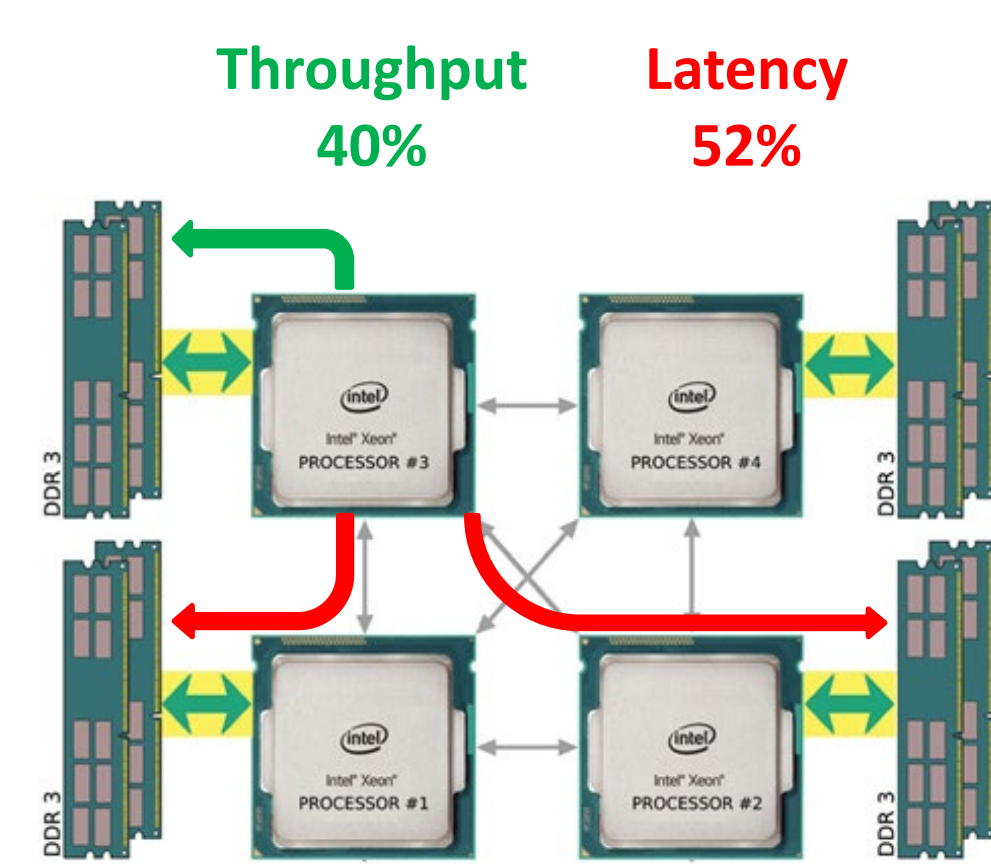
うまく行けば、小さい探索範囲で経路を発見可能

ヒューリスティックの評価値と探索中に判明した経路長の差分などの手がかりを用いて、プランニング問題で従来手法を超える性能を達成。さらに従来手法を一般化し理論を明確化した。（その過程で、知られていなかった論文を発見し紹介するなどの貢献もあり）

国際会議AAAI2020（2020年2月開催）で発表、Outstanding paper, Honorable Mention の評価

"A Unifying View on Individual Bounds and Heuristic Inaccuracies in Bidirectional Search"  
 Vidal Alcazar, Pat Riddle, Mike Barley. AAAI-2020 (Outstanding Paper Award, Honorable Mention)

## 高速グラフ処理フレームワークの開発



複数のCPUを持つ計算機では、それぞれのCPUから近いメモリと遠いメモリがあり、メモリアクセス速度に差がある

この速度差を考慮したアルゴリズムによって大規模グラフ解析の速度を向上させることが可能

しかし、解析対象のグラフの性質（形状）や、アルゴリズムの違いによって最善のアルゴリズムが異なる。従来は事前にどのアルゴリズムを用いるか決めていた

## グラフの例

- 実際の道路のネットワーク
- SNSの友人関係のグラフ
- webページのリンクのグラフ
- 人工的に生成されたグラフ

## アルゴリズムの例

- BFS (幅優先探索)
- Page Rank
- SSSP (最短経路)
- Triangle Counting

そこで、探索中にアルゴリズムを切り替えることによって、事前にグラフとアルゴリズムの性質を把握する必要無く高性能を達成可能なことを示した。既存のツールを上回る速度を達成することを確認。

国際会議 SuperComputing 2019 で発表

"Accelerating BFS and SSSP on a NUMA Machine for the Graph500 Challenge"  
 Tanuj K. AasawatKazuki YoshizoeTahsin RezaMatei Ripeanu, Super Computing 2019

## AI研究加速のために 理研AIPスーパーコンピュータの運用

## RAIDENの企画・運用

理研AIPのスーパーコンピュータ（RAIDEN）のソフト/ハードウェアの選定・調達・保守・ユーザ対応などを担当

## 数少ないAIユーザ専用のスーパーコンピュータ

従来のスーパーコンピュータシステムで培われた高速な計算のノウハウを用いつつ、AI研究者の用途に合わせた使いやすさを目指す。多数のユーザでシェアしながら個別のユーザに合わせた環境を構築するために、バッチジョブシステムと、コンテナ技術に対応（dockerコンテナ）

## 多彩な研究ニーズに応えるシステム構成

- 昨今のAI研究でのスタンダードとなっている **GPU (NVIDIA Volta GPU) 搭載の計算機**
- 大規模並列演算を可能にする**PCクラスタ**
- 大容量かつ高速化を実現した**分散ファイルシステム**
- 主に画像認識・自然言語・強化学習などのAI研究の多彩な用途に柔軟に対応

## 高性能・省エネルギー

## 2017年3月

NVIDIA DGX-1 Tesla P100 24 node

理論性能 (FP16精度) 4PFLOPS

Green500 (June 2017) 4位  
 10.602 GFLOPS/W (FP64精度)

## 2018年3月

NVIDIA DGX-1 Tesla V100 54 node

理論性能 (FP16精度) 54PFLOPS

Green500 (June 2018) 10位  
 11.363 GFLOPS/W (FP64精度)



理研AIP  
RAIDENシステム



Tesla V100  
GPU

さらに自然言語などで用いられる大規模モデルに対応するために  
 NVIDIA DGX-2 (Tesla V100 32GB x 16) を 6 node,  
 および高速ストレージを増設（2019年3月）