

トポロジカルクラスタリングに基づく 3次元空間センシング

学術研究院環境生命自然科学学域(工)

戸田 雄一郎, 尾崎永, 加藤幸長, 池田琉晟, 野本和希, 梅田開

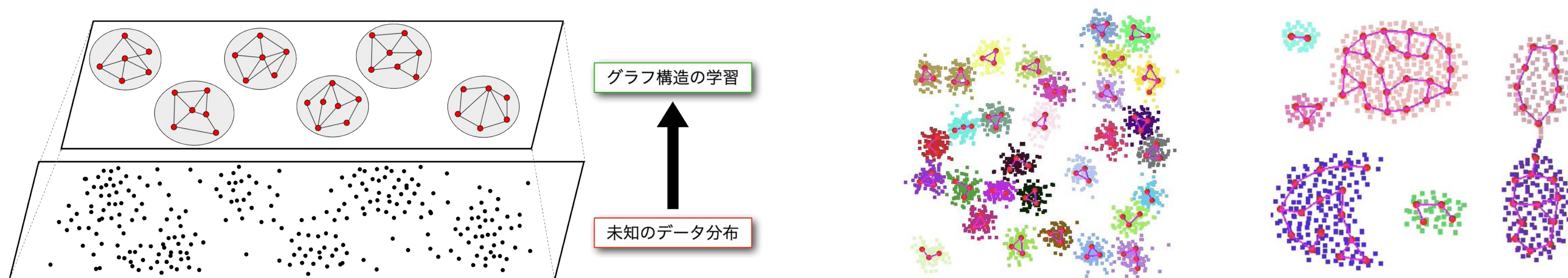
研究のポイント

- ・ 教師なし学習に基づく技術のため, 未知データに対して適用可能
- ・ 従来と比較して, 約 1/100 以下の時間で処理することが可能となり, 実時間で3次元点データを解析することが可能 (5000ノード使用時)
- ・ 階層型手法を用いることで, 100万ノード以上を扱うことが可能となり, 大規模データに対しても適用可能
- ・ 自律移動ロボットの走行技術として容易に実装可能

トポロジカルクラスタリング

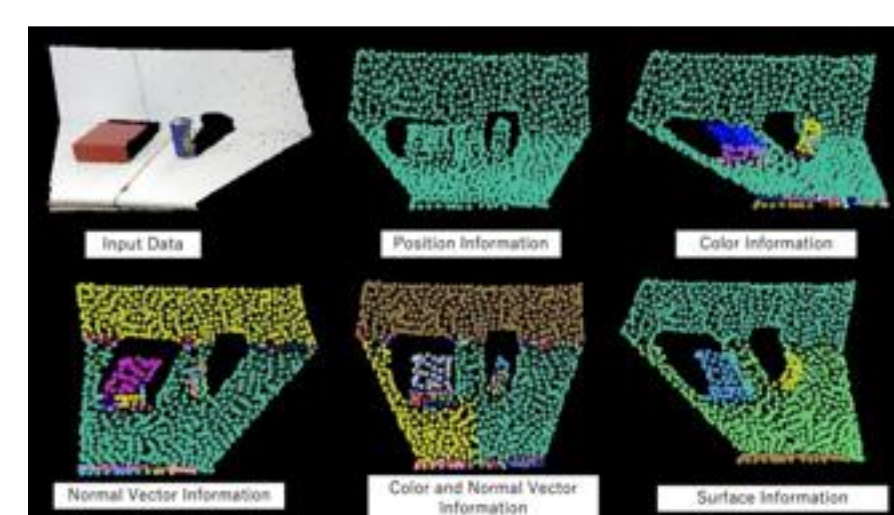
トポロジカルクラスタリングとは？

- ・ 未知のデータ分布に対してグラフ構造を学習する教師なし学習のひとつ
- ・ オンライン学習のアルゴリズムにノードとエッジの追加削除を含む
- ・ 点群処理に必要な, ノイズ除去, ダウンサンプリング, 構造化が可能
- ・ エッジの結合関係を見ることによって, データのクラスタリングが可能



3次元空間認識とトポロジカルクラスタリング

- ・ 3次元点群データに特化した学習アルゴリズム
- ・ 異なる特徴のトポロジーを同時に生成可能
- ・ 組み合わせにより, 新たなクラスタを生成可能
- ・ CPUにより, 実時間でのデータ処理が可能



3次元空間センシングへの応用

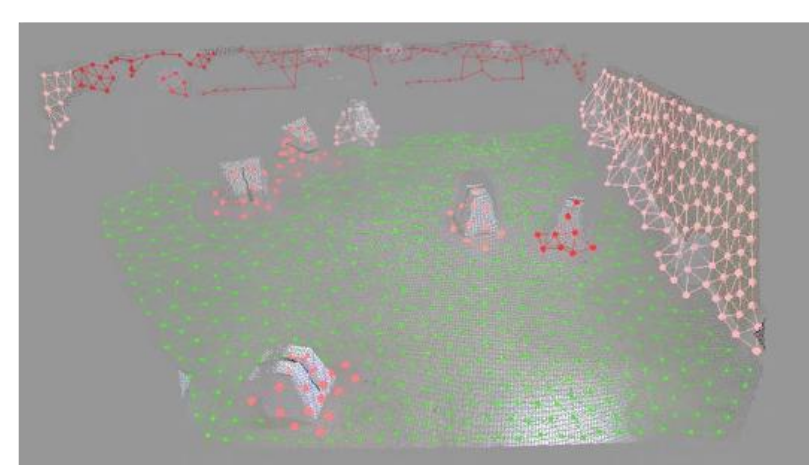
走行可能性知覚とローカルプランニング

- ・ ロボットの走行路可能路面の推定への応用
- ・ 形状・面の向きなどを組み合わせ走行可能性に関するトポロジーを生成
- ・ 生成された走行可能なトポロジーから通過可能な経路を計画

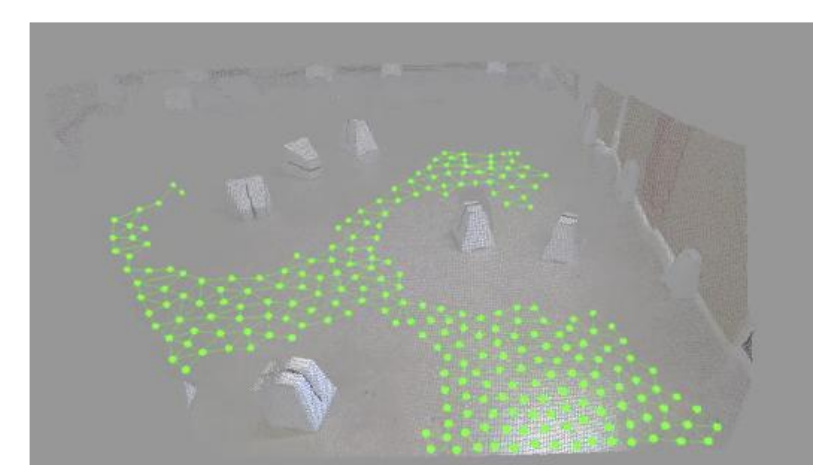
【通過可能性を含んだ走行可能性クラスタの構築】



認識した路面環境



● 走行可能性領域



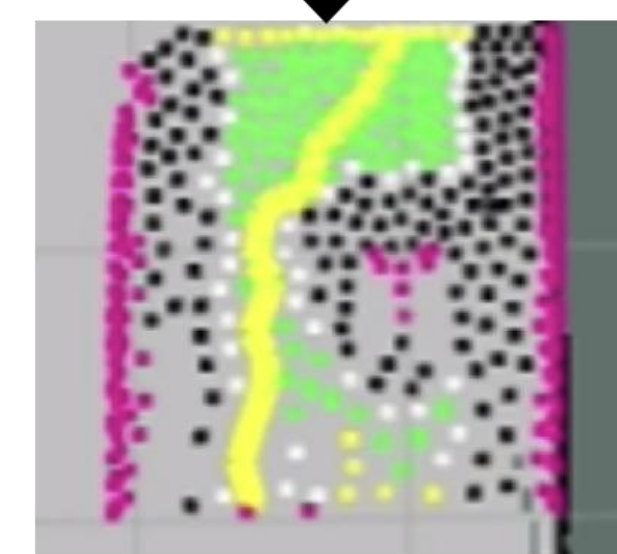
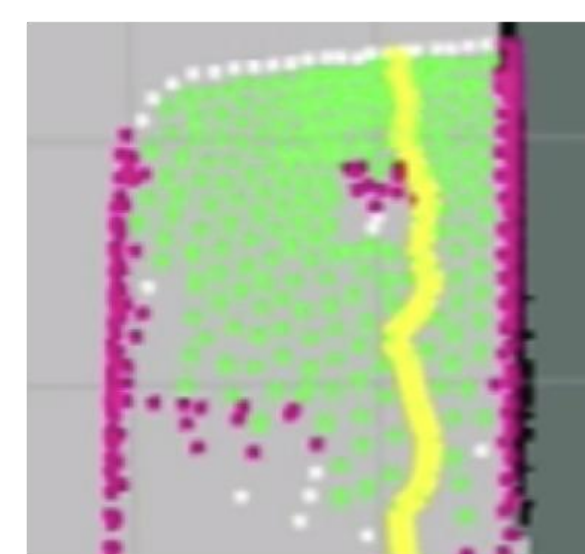
● 通過可否情報を含む
走行可能性領域

【ロボットの行動計画】

位相構造を用いたダイクストラ法による最短経路を出力

実際に通れる領域 ■ で経路計画を行う

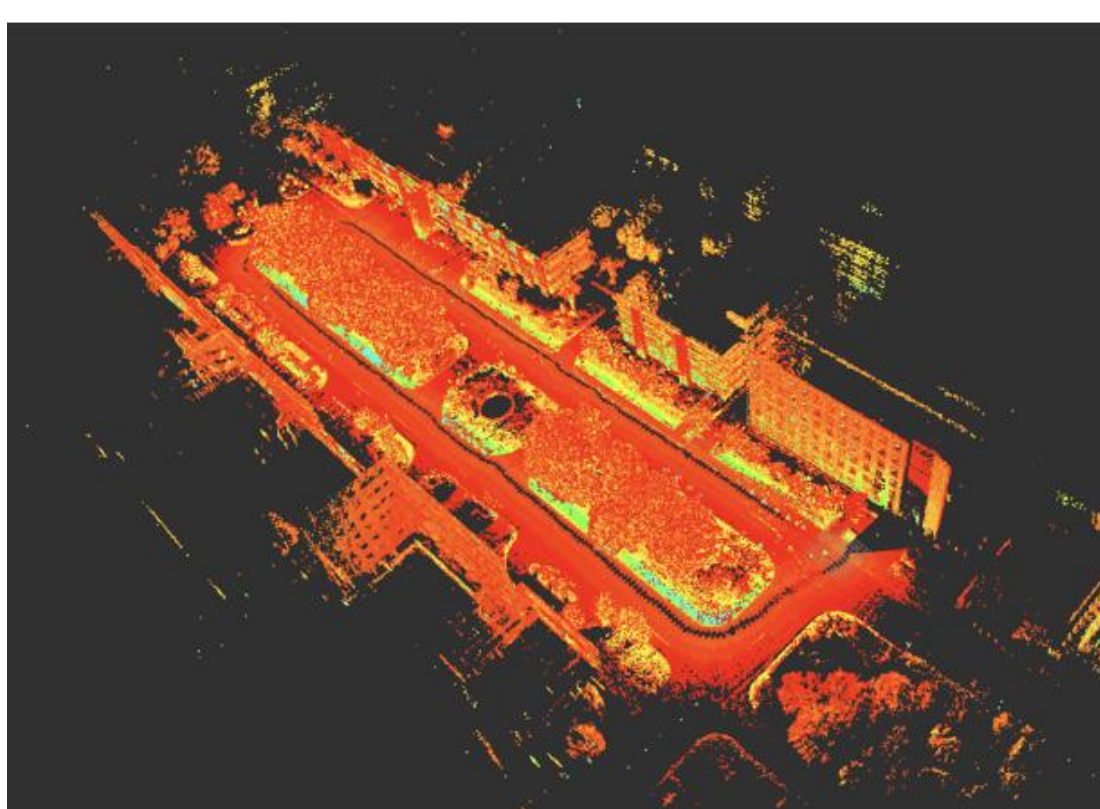
- ▶ 不可能な計画を防ぐ
- ▶ 計算処理低減



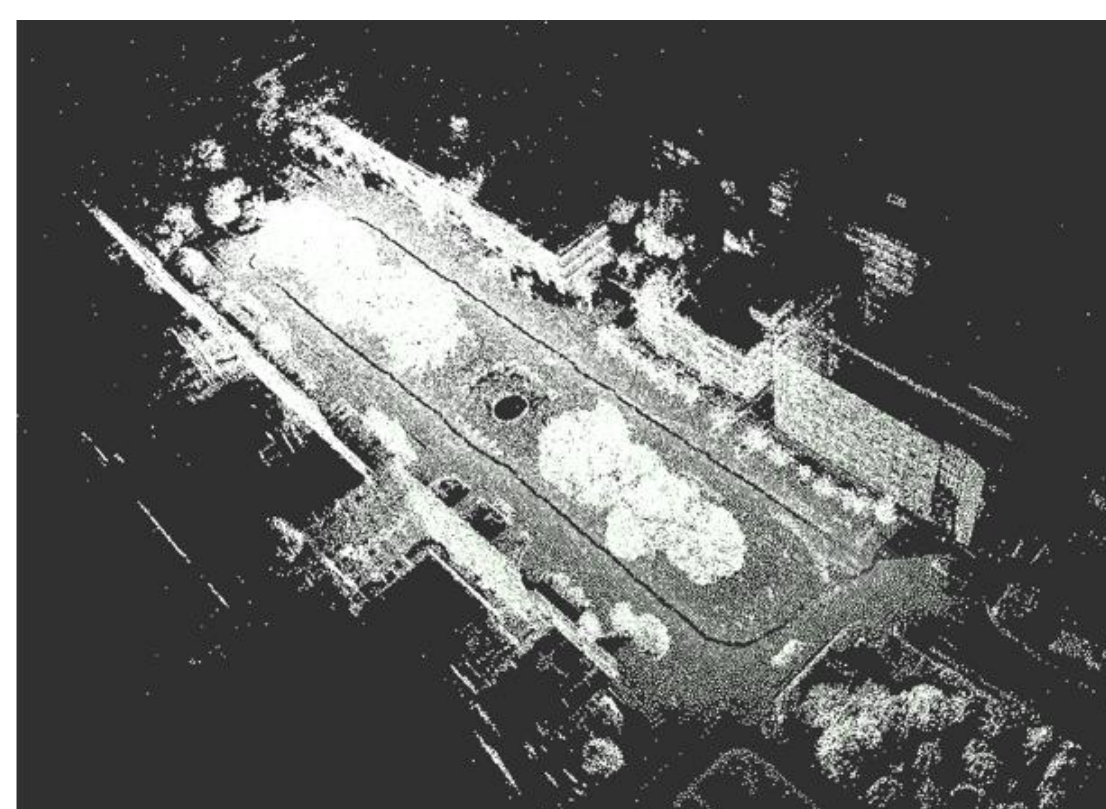
■ 経路計画の様子

大規模環境におけるグラフ地図の構築

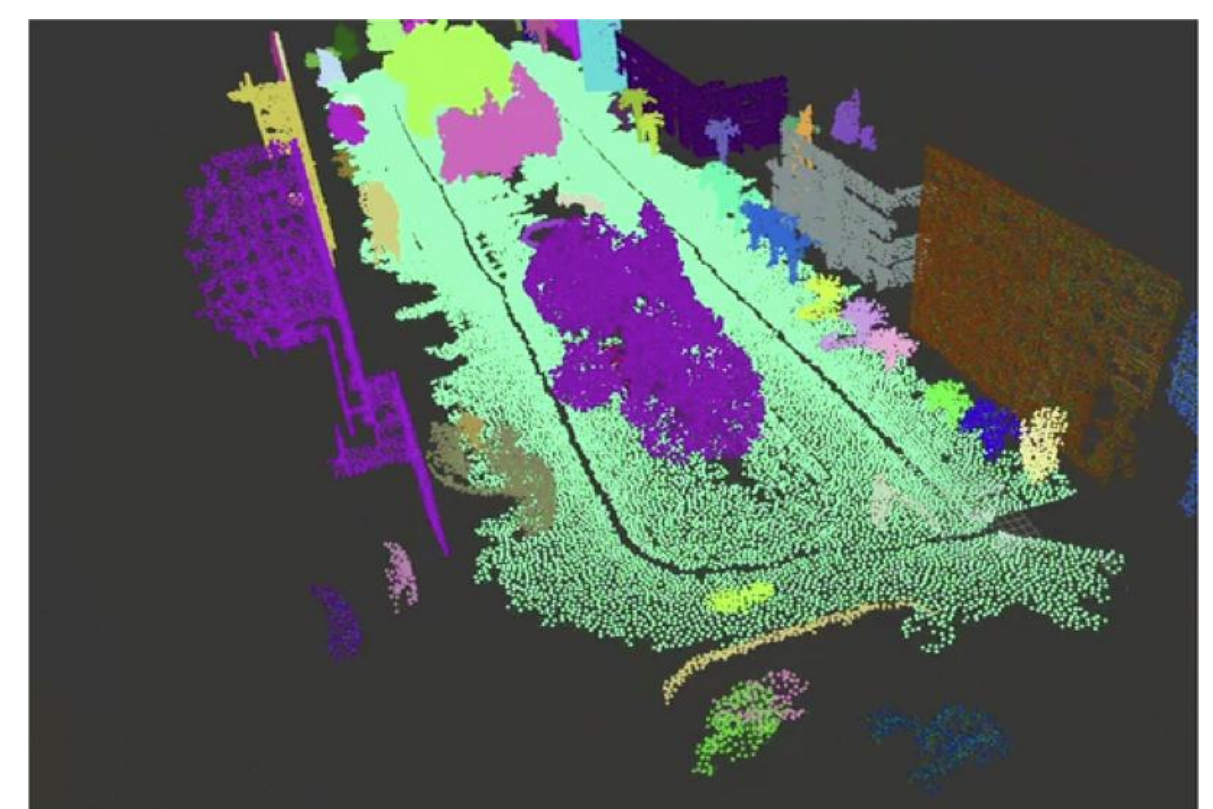
- ・ 適応共鳴理論の学習アルゴリズムを取り入れた学習モデル
- ・ 自己位置と計測点群のみから環境のトポロジカルマップが構築可能
- ・ 設計パラメータは、ノード間隔を指定するのみ
- ・ 3次元空間の解析やロボットの大域的な行動計画に適用可能



点群地図構築結果
(データ数：6002029)



ATC-DT適用結果
(ノード数：135844)



トポロジカルクラスタリング
(ノード数：135844)