

「松前重義学術奨励賞」

村松 聡

東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 准教授



「人間共存空間で活動可能な 協働ロボットに関する研究」

本研究は駅や商業施設など人間が活動する公共空間においても自己の状態（位置姿勢やタスク、不具合など）や周辺の状態（物体の属性やその位置姿勢、障害物の有無など）を推定・認識し、破綻することなく自律的に行動するための知能システムを持ったロボットの実現を目指すものである。

工場などの環境と異なり、公共空間はロボットのためのインフラやルールが整備されていない（or できない）動的環境であるためこのような環境でロボットが活動するためには高い状況認知能力と行動計画可能な能力が必要不可欠である。

我々はこれまでロボットが活動している空間の動的変化やロボット自身の状態を確率的な情報として扱い、不確実性を多分に含む公共空間においても柔軟に適応可能な状態推定手法や環境モデル化手法を確立し、日本国内における有数のロボット特区である茨城県つくば市での実証実験によりその有効性を実証してきた。

本手法は環境を幾何的にモデル化（環境地図作成）する必要があり、これには多大なコストがかかってしまう問題があった。これを解決する手法としてさらにリモートセンシングにより得られた全地球的な衛星画像を用いて広範囲の環境をモデル化し、これを活用することでモデル化コストを大幅に削減する手法も開発した。

これらの手法は状態が無限に変化する実環境で高い効果を発揮するものであったが、人間の実環境での行動計画や状態推定を鑑みた場合、幾何情報に依らないより抽象度の高いモデルでこれらを実現できていることは明らかであり、このような形で情報を扱うことでより確実に動的環境に適応可能な知能システムが実現できると考えている。

我々は現在、例えば人間のナビゲーションを例にとり、抽象度の高い経路計画手法である「次の曲がり角を左折、その後道なりに進む」といった幾何情報に依らない環境モデル化と状態認識の手法を研究開発しており、これまで深層学習手法による環境認識とグラフによる環境表現手法による人間のような行動計画制御を実現している。

ここでは図1のように交差点や曲がり角、特徴的な建物などを基点としたノードとして、その地点での風景画像や他のノードへの遷移ルール（右へ曲がるなど）を付与しておく、深層学習によりカメラで計測した風景画像中に写っている物体の属性を識別し、それらの相対位置関係の特徴ベクトルとして抽出する。ノードに保持したある風景画像から同様に算出しておいた特徴ベクトルとの比較により、現在存在しているノードの識別を行い、その後目的とするノードまでの遷移ルールをグラフ探索することでシーケンスとして取得し、これに基づいてロボットを制御することで幾何情報に依らない実環境での人間のようなナビゲーションを実現する。本手法は図2のように学内のキャンパスでの実証実験により有効に機能することも確認しており、今後ロボット特区など公共空間での検証を進めていく予定である。

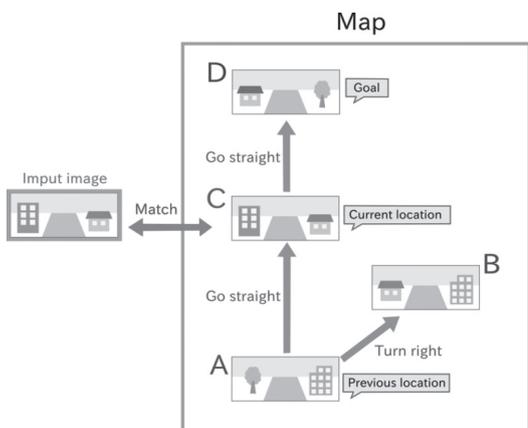


図1 グラフによる環境モデル化

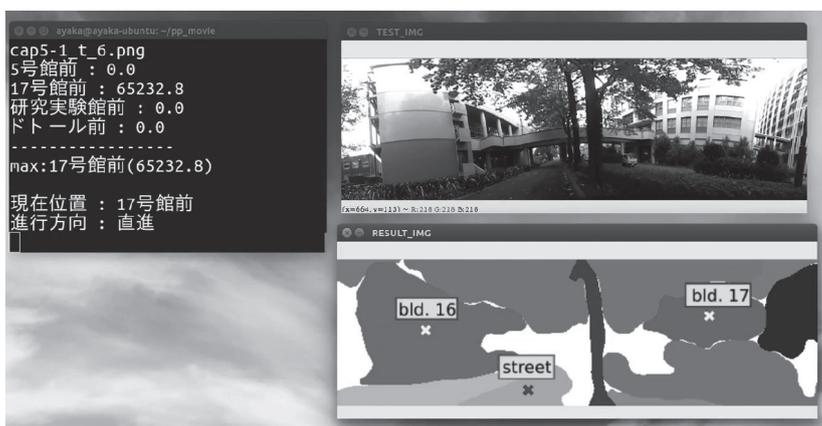


図2 提案手法によるナビゲーションの様子