

論文要旨

物体の3次元的な位置姿勢の認識は、ロボットによる特定物体のハンドリングやトラッキング、AR/MR等、様々な応用先のある基本的な技術である。本論文では、シーン中に存在する複数物体の識別と位置姿勢認識の問題を同時に解くための手法を提案した。

複数の物体が密に配置されている入力シーンに対して、一般的なモデルマッチング法、すなわち、物体の3Dモデルと入力シーンデータを照合させることによって位置姿勢を計算する手法を適用すると認識性能が低下する。これは、正しい位置における一致度合い（スコア）が、隠れ等の影響を受け、他の位置におけるスコアよりも低下することが原因である。従来のモデルマッチング法では、物体モデルと入力シーンの一部、すなわち局所的な情報のみを使ってスコアを算出していたために、この現象を誤認識と判断することができなかった。

そこで、本論文ではこのような偽の位置への誤認識の抑制機能を持つ物体認識アルゴリズムとして、入力シーン中に存在する全ての形状データを同時に解釈することのできる大局的な整合性によるスコア算出手法を提案する。このために、入力シーン中に存在する各物体の見え方（物体仮説）をモデルマッチング法によって算出し、これらを組み合わせることによって仮のシーンの解釈結果（シーン仮説）を生成し、入力シーンとのスコアを算出する。このスコアを最大化する物体仮説を選択する試行を組み合わせ最適化問題として定式化し、仮説検証法のフレームワークとして物体仮説の組み合わせを探索する。このとき、入力シーンとシーン仮説の一致度だけを評価するだけでなく、シーン仮説中の物体仮説の配置の実現可能性も考慮することによって、多数の物体が密に配置されたシーンにおいても、高信頼にそれぞれの物体を認識できることを示す。

仮説検証法では、モデルマッチングによって得られた物体候補を取捨選択しながら仮説シーンを生成するため、誤った候補を棄却することはできるが、未検出の候補を新たに生成する機能が無い。すなわち、モデルマッチングの時点で確実にすべての物体候補を生成しておくことが重要である。

このために、本論文では入力シーンデータの性質（物体の凹凸密度や、外乱）に合わせた新たなモデルマッチング法についても提案した。凹凸部分の多い物体、平面的な形状の物体に有効なモデルマッチング法であるVPM法、GRF法を提案した。さらに、これらの相補的な性質を持ったマッチング方式を適応的に組み合わせることによって、凹凸密度に依存しない物体認識を実現した。

以上のモデルマッチング法を物体候補検出器とし、これを提案した仮説検証型アルゴリズムの前段に配置することによって、複数物体の位置姿勢を同時認識するためのフレームワークを作成した。さらに、3D物体認識のための公開データベースを利用して提案手法と従来の仮説検証型アルゴリズムの性能を比較し、認識信頼性および処理時間の両観点において優位であることを実証した。