

Title	Online Motion Planning for Autonomous Humanoid Robots with 3D Vision Sensing
Author(s)	都留, 将人
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/96116
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (都 留 将 人)

論文題名

Online Motion Planning for Autonomous Humanoid Robots with 3D Vision Sensing
(自律型ヒューマノイドロボットのための3次元ビジョン認識によるオンライン動作計画)

論文内容の要旨

本論文はヒューマノイドの自律動作の実現を目指し、ロボット自身がある場で次の動作を生成するオンライン動作計画に取り組んでいる。特に、従来研究の多くが既知環境を前提としていた事に対し、本研究では3次元ビジョン認識の統合に焦点を当て、地図の無い未知環境や、ロボットの活動中に環境が変化した場合にも柔軟に対応できるロボットシステムを実現した。

未知環境でロボットが動作を実現するためには、まずロボット自身が周辺環境の形状や特徴を理解する必要がある。そこで本研究では、軽量の3D Voxel Mappingシステムを開発・提案した。このシステムを搭載したロボットは、頭部RGB-Dカメラを通して得た観測情報から、3次元の立体的な地図を動的に生成・拡張・更新し続けることが可能になった。

また、ビジョン認識を組み合わせた先行研究でも、認識とロボットの動作を完全に分離して順番に処理するアプローチが多く、ロボットの移動開始前にドローンや人間の介入によって環境全体の地図を事前に生成する必要があった。一方、本研究では動的に更新可能なマップ形態により、ロボットは移動しながら地図を順次拡大していくアプローチに成功している。

更に、本研究の扱う研究領域はビジョン認識のみに留まらず、認識結果を反映した高速な動作計画にも取り組んだ。提案する3D Voxel Mapには、各Voxel内に法線や物体クラスのラベルなど、ロボットの手足の接触に必要な情報を格納する事が可能である。これを活用することで、本研究では動作計画の探索範囲を削減し、高速に動作を計画することに成功した。

最終的に、提案手法は約1.8mの実物大ヒューマノイドロボットに搭載され、二足歩行で直進する単純な命令から、周辺の手すりを握ることで高い段差を踏破することに成功した。

この研究によって、ヒューマノイドロボットが環境に応じて即座に次の動作を選択・計画する事が可能となり、人間のような環境適応性と、行動の判断ができる自律型ロボットの実現に一步近付いた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (都 留 将 人)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	原 田 研 介
	副 査	教 授	飯 國 洋 二
	副 査	教 授	石 黒 浩
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>本論文はヒューマノイドの自律動作の実現を目指し、ロボット自身がある場で次の動作を生成するオンライン動作計画に取り組むものである。特に、従来研究の多くが既知環境を前提としていた事に対し、本研究では3次元ビジョン認識の統合に焦点を当て、地図の無い未知環境や、ロボットの活動中に環境が変化した場合にも柔軟に対応できるロボットシステムを実現した。具体的には、軽量の3D Voxel Mappingシステムを開発・提案した。このシステムを搭載したロボットは、頭部RGB-Dカメラを通して得た観測情報から、3次元の立体的な地図を動的に生成・拡張・更新し続けることが可能になった。また、動的に更新可能なマップ形態により、ロボットは移動しながら地図を順次拡大していくアプローチに成功した。更に、提案する3D Voxel Mapを活用することで、本研究では動作計画の探索範囲を削減し、高速に動作を計画することに成功した。</p> <p>主査、副査で論文の審査をおこなった結果、いくつかの疑問点が挙げられた。それらは主に、①各プロセスの計算速度、②雪や箱など、クラス分類を活用した着地の可否判断、③環境モデリングの解像度と、徹底的なモデル化の必要性、④先行するヒューマノイドロボットに追随するための要素と今後の研究方針、⑤瓦礫の崩れ予測、などであった。審査の際に出た疑問点に関する議論を中心に、最終審査をおこなった。最終審査では都留氏は全ての疑問に明確に回答した。これにより、主査、副査全員一致で本論文は博士（工学）として価値があるものと認められた。</p>			