



Title	未知の動的環境における安全な実時間軌道生成
Author(s)	坂原, 洋人
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49642
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【119】

氏 名	坂 原 洋 人
博士の専攻分野の名称	博 士（工 学）
学 位 記 番 号	第 2 3 0 1 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学 位 論 文 名	未知の動的環境における安全な実時間軌道生成
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 宮 崎 文 夫 (副査) 教 授 辻 本 良 信 教 授 新 井 健 生

論 文 内 容 の 要 旨

近年ロボットの活躍の場は産業分野に限らず多方面に広がり、実行するタスクも多様化している。今後さらなる自律移動ロボットの導入が進んだ場合、各ロボットの円滑な移動が大きな課題となる。ロボットは他のロボットや人間といった障害物との衝突は当然避けなければならないだけでなく、タスクを実行するために、目標地点に到達することが重要となる。さらに、人間が自然に行うように、すれ違えないような狭い通路内で対向したとき、いずれかが退避場所を利用して道を譲るなどの行動ができれば望ましい。

自律移動ロボットにおいて、こういった行動を実現するには、環境のダイナミックな変化や予測不能性に対処するために、許容される時間内に環境情報を取得し、安全な軌道を辿るよう運動計画を更新し実行する実時間運動計画と制御の機能が不可欠と考えられる。また、複数ロボットが互いに情報交換しないで個々に運

動を計画し実行する分散処理の形態が望まれる。本論文では、「人間との共存」を目指したロボット技術の1つとして、人ごみを縫って移動し、目標地点に到達するための運動計画と制御を取り上げ、以下の3つの結果を示す。

- 1) 時空間RRT (StRRT) による移動障害物を考慮したリアルタイム軌道生成。
- 2) より安全な軌道生成手法 (ボロノイベースStRRT) 。
- 3) StRRTによる複数ロボットの譲り合い行動の生成。

StRRTは、動的環境における運動計画問題を時空間の経路探索問題に置き換え、時空間内で確率的にロボットの移動経路を探索する手法である。そのため、移動障害物の回避能力に優れ、人ごみを縫って目標地点まで移動するための軌道をリアルタイムで生成できる。さらに、一般化ボロノイ境界に向かうバイアスをかけた経路探索を可能にするボロノイベースStRRTにより、より安全な軌道を求めることができる。また、同一の環境内にStRRTを実装した複数のロボットが存在する場合、譲り合う行動が必要な状況において、互いに情報交換せずとも自然に譲り合い行動が生成される。

論文審査の結果の要旨

人間は、カクテルパーティのような人ごみの中でも、素早く経路を計画しながら、テーブルや椅子、他の客の間を移動してその目的を達成する。また、狭い通路内で二人の人間が対向したとき、通路の途中にある退避場所以外ではすれ違えないほど通路が狭ければ、いずれかが退避場所を利用して道を譲る。同様の行動をロボットで実現するには、環境のダイナミックな変化や予測不能性に対処するために、許容される時間内に環境情報を取得し、安全な軌道を辿るよう運動計画を更新し実行する実時間運動計画と制御の機能が不可欠と考えられる。また、複数ロボットが互いに情報交換しないで個々に運動を計画し実行する分散処理の形態が望まれる。本論文では、「人間との共存」を目指したロボット技術の1つとして、人ごみを縫って移動し目標地点に到達するための運動計画と制御を取り上げ、以下の3つの結果を示している。

- ・ 時空間RRT (StRRT) による移動障害物を考慮したリアルタイム軌道生成
- ・ ボロノイベースStRRT (Voronoi-based StRRT) による安全を重視した軌道生成
- ・ StRRTによる複数ロボットの譲り合い行動の生成

動的環境における運動計画問題を時間軸を加えた時空間の経路探索問題に置き換え、時空間内で確率的にロボットの移動経路を探索する手法としてStRRTを提案するとともに、移動障害物を回避する能力に優れ、人ごみを縫って目標地点まで移動するための軌道をリアルタイムで生成できることをシミュレーションならびに実機によって検証している。さらに、一般化ボロノイ境界に向かうバイアスをかけた経路探索を可能にするボロノイベース StRRTを提案し、処理をハードウェア化せずとも短時間でより安全な軌道が探索できることを示している。また、同一の環境内にStRRTを実装した複数のロボットが存在する場合、譲り合う行動が必要な状況において、互いに情報交換せずとも自然に譲り合い行動が生成されることを示している。これは、StRRTの持つ処理の実時間性、時空間上での確率的な経路探索によってもたらされる興味深い振る舞いであり、「人間との共存」に適した機能と考えられる。

以上のように本研究は、産業分野を超えて多方面に拡がりつつあるロボットの活躍の場をさらに拡大するための人間との共存を目指したロボット技術の発展に貢献するものであり、博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。