

論文の内容の要旨

論文題目 実体設計評価機構を備えたロボットの身体行動創成支援システムの構成法

氏名 野田 晋太郎

ロボットの行動設計・身体設計では多くの条件を考慮する必要があり人間の経験と勘のみに頼った開発には限界がある。全身の可動域・関節負荷トルクを評価するためには数十自由度の多リンク系の運動学・力学を考慮した探索が必要であるし、歩行や着座といった接触の変化を伴う行動では接触探索・動力学計算が必要となるが、このような大規模な探索問題を効率良く解くことは、人間にはもちろん、コンピュータにも難しく未だ課題が残っているためである。本論文では、行動と身体環境の設計を探索することで開発の一部を自動化するロボットの身体行動創成支援システムの構成法について論じる。ロボットの現実世界での振る舞いはロボットの身体環境と行動の各設計が与えられることによって一意にシミュレーションすることができる。したがってロボットの振る舞いに応じて設計を変化させ決定するといった設計空間での探索は、1. 行動の探索、2. 身体環境の探索、3. 行動と身体環境の同時探索の三種類に分類できる。1. は所謂モーシヨンプランニングの研究として従来から調べられている内容であり、本論文では、多リンク系の力学・運動学を考慮した姿勢探索の高速化手法、接触遷移に加えて接触遷移方式まで考慮する行動生成問題の拡張法、さらに高速な順動力学を用いた歩行行動探索構成について提案と実装を行う。2. は実世界でのセンサデータとシミュレーション世界でのそれを比較・最小化するよう身体環境を探索することでモデル推定を行う応用が考えられ、本論文ではロボットに搭載されたセンサのみ用いて不完全な運動情報からモデル推定を行う手法を開発し実験を行う。1. と 2. の組み合わせ、あるいは 3. によって行動設計のみならず身体環境設計も探索することができる。身体環境設計を固定することで行動探索が高速に実現できるような問題では 1. と 2. の繰り返し探索によって効率よく身体設計を求めることができる。本論文では脚型ロボットの股関節間距離を歩行に適するよう決定する問題、着座行動時の環境との不適切な接触が起こらないような支持棒長さの探索問題を解く。3. は身体環境と行動が複雑に相互作用するような問題に必要である。本論文では、脚型ロボットの体幹支持バネの強さと歩行行動を同時に探索することでバネ係数と歩行行動の探索問題を解く。また 3. に関連する話題としてプッシュリカバリを扱い、倒れずに歩行できる未知外力の強さを最大化することでロバストな歩行バランス制御探索も扱う。最後に本研究の評価として以上の身体設計支援を踏まえた等身大脚型ロボットを開発し、着座実験・歩行実験を行う。