

物理モデリングによる天井移動体の行動獲得

北海道大学 大学院情報科学研究科 白石直樹, 鈴木育男, 山本雅人, 古川正志

An Acquisition of Ceiling Movement Behavior by Physics Modeling

Hokkaido University Naoki SHIRAISHI, Ikuo SUZUKI, Masahito YAMAMOTO, Masashi FURUKAWA

We have studied an acquisition of ceiling movement behavior by simulation using physics modeling. In this study, we propose hanging behavior model, and simulate an hanging behavior on some ceiling with difference projection. As a result, we present the proposed model can hang on some type ceiling.

1. はじめに

現在, 建設現場や介護現場など, 我々の生活空間で利用できる作業ロボット・作業補助ロボットの重要性が高まってきている。これらの作業ロボットは, 従来の自動車組み立てなどの大規模な工場の生産ラインで働くロボットとは異なり, 随時変化する作業環境下での安定動作が要求される。

従来の作業ロボットなどの開発研究では, 実機を作成しそれを実験環境で動作確認しながら開発・研究を行うことが一般的な手法である。しかし, 実際の現場は実験環境と異なり, キャリブレーションに時間がかかるため, 結果として, 導入コストが増大するということが大きな問題となっている。

本研究では, この導入コストを削減するための方法として, 作業環境を仮想物理環境 [5] 上に構築し, その環境下で作業ロボットを自動化するための研究開発方法の提案を行う。

これまで, シミュレーションでの開発は行われているが, 実際に物理環境を導入しながら自動化の手法を探る研究例は少数である。また, 仮想空間を利用することにより, 多様な環境での動作確認ができるため, キャリブレーション作業が短時間でできるという利点があると考えられる。

本論文では, 天井などの吊下げ型作業ロボットに注目し, 移動可能なモデルを提案する。特に, 天井に任意の突起物を設置し, 提案モデルがぶらさがり可能であることを検証する。

2. 人工吊り下げ型モデル・制御

2.1 関連研究

現在, 作業ロボットの活躍の場も多様になっており, 人間が作業するには危険な場所や到達が困難な場所での需要が高まっている。大道ら [1] は, 天井ボードの解体に作業ロボットを持ち込むための新工法について研究している。そこでは作業ロボットについて天井の軽量鉄骨を破壊しないような工夫がなされているが, 下からの作業となるため, 高所での利用には不向きである。これを解決するためには, 軽量ロボットによるぶら下がり作業が必要となると考えられる。そのような場所では, 移動に不整地走破性が求められる。その中には天井や壁, 急斜面などの状況も考えられる。

天井や壁等を移動するロボットとして, フック等を利用して移動する腕脚統合型ロボット [2], 粘着性の素材を利用して移動するロボット [3] などがあるが, フックや粘着性の素材を利用したものでは, 滑らかな面や専用の突起物が存在する面でしか, 移動することができない。また, 山本ら [4] はクローラタイプでの天井移動により作業ロボットの利用を行っているが, 全ての環境で利用できるとは限らない。

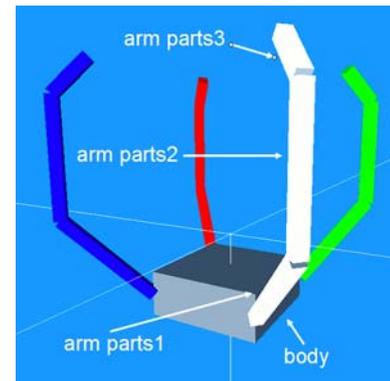


Fig.1 hanging robot model

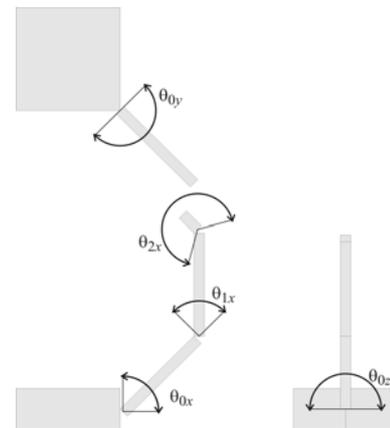


Fig.2 motion range of arms

そこで, 本研究では, 多様な天井環境に対応可能な吊り下げ型作業ロボットに注目し, 移動可能なモデルを提案する。

2.2 提案モデル

本研究では図1のような3関節から成る4本のアームを持つモデルを提案する。このモデルは関節にかかる力や関節角度を調節することによって様々な形状の突起物に対応できると考えられる。

モデルのサイズは表1の通りである。モデルはボディとそれぞれ3つのパーツから成るアームによって構成されている。アームの回転角度は表2の通りであり, 図2はアームの稼動範囲を示した概念図である。

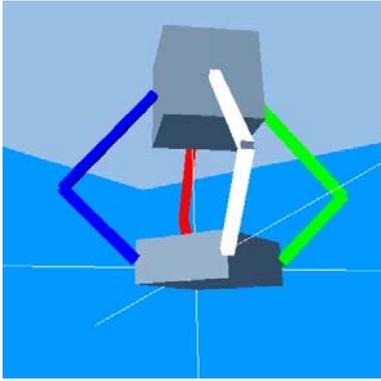


Fig.3 cube projection

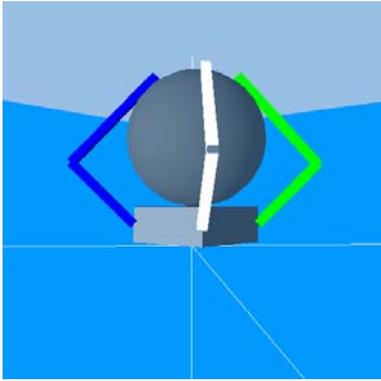


Fig.4 sphere projection

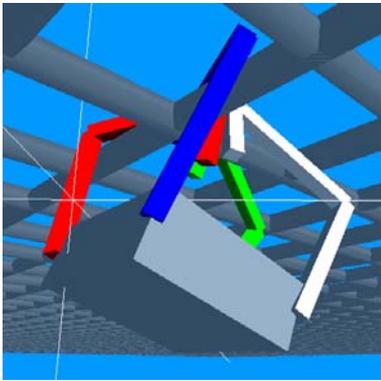


Fig.5 mesh projection

3. ぶら下がり実験

提案モデルの把持能力を確認するため立方体方突起物，球体型突起物，網型突起物の3つの突起物をもつ天井について把持実験を行った。

図3，図4，図5はそれぞれの突起物に対する実験の様子のスナップショットである。立方体型突起物の場合では，左右からつかんだアームの圧力によって，突起物の側面に静摩擦が発生し，静摩擦が重力にうちかつことにより，把持可能となる。球体型突起物の場合では，球体をアームで包み込むようにはさむことによって，形状的な制約が発生し，ひっかけることで，把持可能と

Table1 physical parameters for robot

model	size(width×height×depth)[m]
body	1.0×0.4×1.0
arm parts1	0.1×1.0×0.1
arm parts2	0.1×1.0×0.1
arm parts3	0.1×0.4×0.1

Table2 angle range for arms

model	x-axis	y-axis	z-axis
arm parts1	-45 ~ 45°	-90 ~ 90°	-90 ~ 90°
arm parts2	-45 ~ 45°	0°	0°
arm parts3	-120 ~ 120°	0°	0°

なる。また，網型突起物の場合では，アームを鉤形に変形させ，網に引っ掛けることで，把持可能となる。これらのことから，提案モデルは多様なタイプの天井で把持が可能であることが検証された。

4. おわりに

本研究では天井移動できるロボットのモデルとしてアームを用いて突起物を把持することによって天井にぶら下がるモデルを提案し，仮想物理環境によって提案モデルの挙動のシミュレーションを行った。本稿では基礎実験として異なる形状の突起を持つ3種の天井について提案モデルのぶら下がり実験を行い，提案モデルが多様なタイプの天井で把持が可能であることを示した。今後は提案モデルに関節アクチュエータの制御器を実装し，自律的な移動動作の獲得を目指す。

参考文献

- 1) Takeo Oomichi(Meijo Univ.), M.Wakita, T.Inayama and J.Maeda, "The robot system for dismantling ceiling board of buildings", ROBOTICS Symposia 14th, 2009.
- 2) S.Fujii, K.Inoue, T.Takubo, Y.Mae, and T.Arai, "Ladder Climbing Control for Limb Mechanism Robot "ASTERISK"" , Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 2008.
- 3) B.Aksak, M.Murphy and M.Sitti, "Gecko inspired micro-fibrillar adhesives for wall climbing robots on micro/nanoscale rough surfaces", IEEE ICRA, 2008.
- 4) Motoji Yamamoto(Kyushu Univ.), T.Ikeda, P.gao and K.Hironaka, "Flexible Spoke Type Wheeled Mobile Robot for Wiring Task Under the Roof", ROBOTICS Symposia 14th, 2009.
- 5) NVIDIA PhysX: <http://www.nvidia.com/object/physx-new.html>