

Title	移動機構を備えた超多自由度マニピュレータの制御に関する研究
Author(s)	田中, 直人
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1146
Rights	
Description	Supervisor: 示村 悦二郎, 情報科学研究科, 修士

移動機構を備えた超多自由度マニピュレータの 制御に関する研究

田中 直人

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1998年2月13日

キーワード： 移動機構, 前方参照形状トラッキング, 超多自由度マニピュレータ, 非ホロノミック拘束, 部分形状トラッキング.

要旨

超多自由度マニピュレータは、多くの運動学的自由度をもつロボットマニピュレータである。この特徴を利用して拘束の厳しい環境の中での作業が可能になる。望山らにより、超多自由度マニピュレータの手先を含む上腕部の形を制御する手法が提案された。この手法は、下腕部の自由度を利用して上腕部の形を前後することを可能にしている。しかし、一端が地面に固定された超多自由度マニピュレータを考えているため、目標とする形状の範囲が限定される。この限定される範囲を拡張するために、本研究では、移動機構を備えた超多自由度マニピュレータの形状を制御する。

本研究で対象とするモデルは、移動機構を備えた超多自由度マニピュレータである。移動機構は、2つの車輪で独立に駆動するものとした。性能のよい制御則を提案するために、本研究の対象モデルは動力学モデルとする。

本研究は、与えられた目標形状に沿って移動機構を備えた超多自由度マニピュレータが前後に移動しながら、マニピュレータの形状を目標形状に常に追従するための制御方法を考える。望山らは、超多自由度マニピュレータの全体の形状を与えられた目標形状に追従させる制御則を逆動力学法とリアプノフ法の2種類の手法に基づいて導出している。しかし、本研究で扱う移動機構では車輪機構を考えるため、非ホロノミックな拘束が生じる。Brockettにより、このような拘束をもつシステムに対して、追従誤差を零とするようなリアプノフ関数を構成できないことが示されている。つまり、本研究の動力学モデルに対して、リアプノフ法に基づく形状トラッキング制御則を導出することができない。

この事実から、本研究は制御則の導出に際してこの目標を達成するために、対象モデルに対して、逆動力学法に基づいた2つの制御則の提案をする。

まず1つ目は、動力学モデルに対して、逆動力学法に基づく部分形状トラッキング制御則である。部分形状トラッキングとは、与えられた目標形状にマニピュレータの上腕部の形状を常に追従させ、目標形状に沿って移動機構を備えた超多自由度マニピュレータを前後させる制御法である。与えられた目標形状に沿って移動機構を備えた超多自由度マニピュレータを前後に移動させながらのマニピュレータの全体の形状を制御したとき、移動機構がもつ非ホロノミック拘束が問題となる。問題を解決するために下腕部の自由度を利用して移動機構の位置を制御する。この制御則の提案により、移動機構がもつ非ホロノミック拘束を回避し、マニピュレータの一部の形状を目標形状に追従することが可能となる。

もう一つは、対象モデルに対し、逆動力学法に基づく前方参照形状トラッキング制御則の提案を行なう。前方参照形状トラッキングとは、与えられた目標形状に沿って対象モデルを前後に移動させながら、マニピュレータの全体の形状を目標形状に常に追従させる制御である。この制御則は、Sarkarらにより、移動機構に対して提案された前方参照制御法を形状トラッキング制御に取り入れた制御である。逆動力学法に基づく前方参照形状トラッキング制御則により、非ホロノミック拘束を回避し、マニピュレータの全体の形状を目標形状に追従させることが可能となる。

本研究では、移動機構を備えた超多自由度マニピュレータの動力学モデルに対し2つの制御則の提案をした。導出した制御則により、平面空間上の任意の位置にマニピュレータの任意の形状を作ることが可能になった。つまり、達成される作業が大幅に拡大したことを意味する。この制御則の提案により、形状制御が移動機構を備えた超多自由度マニピュレータに拡張されたことを意味する。移動機構を備えた超多自由度マニピュレータは自由な移動が可能であり、従来の超多自由度マニピュレータに比べ広範囲に作業ができるであろう。特に拘束の厳しい複雑な環境の中へのもぐり込むような作業をする場合、現在の関節位置からさらに奥行き方向への運動が必要であり、その際に本制御則は有用である。また、様々な大きさ形状の物体を把持し任意の位置へ搬送するなどの作業への応用が期待される。