

平成13年 12月 25日

電子・情報工学専攻	
申請者氏名	鈴木 新雄

紹介教官氏名	寺嶋 一彦 教授
--------	----------

論文要旨 (博士)

論文題目	天井走行クレーンのフルオート制御システムとセミオート制御システムに関する研究
------	--

(要旨 1,200字程度)

クレーンは、重量のある荷物を上方へ持ち上げ、水平および垂直に移動させることができる機械であり、地上に置かれた荷物と干渉することなく搬送することができるため、生産工場、工事現場、港などで多種多様なクレーンが用いられている。しかし、上方からロープで荷物を吊るす構造のため、クレーンの走行原動機に与える入力の大さやタイミングによっては、荷物が振れる特性を持っている。熟練した操縦者は、この入力の大さやタイミングなどを経験で理解しており、スムーズに搬送を行えるが、未熟な操縦者では、荷物を大きく振らせてしまい、搬送後に残留振動をなくすために熟練者より大幅に時間がかかることがある。意図しない荷振れは荷崩れを起し、搬送荷物と周囲に損害を与える場合があり、また、熟練した操縦者でも、操作ミスにより大きな荷振れを発生させたりクレーンを周囲にぶつけたりし、重大な災害につながる可能性を持っている。

これらのことより、望まれるクレーンは、未熟な操縦や操作ミスがあっても荷振れを抑えつつ搬送するシステムである。また、搬送始点と終点が決まっている操業の場合、直接的な操縦者なしに、自動的に障害物を回避し、荷振れを抑制しながら搬送できるシステムも必要である。これらの目的を達成するために、自動的に障害物を回避しながらクレーンで荷物を搬送させるフルオート制御システムと、従来の操縦者を補助し負担を軽減させるセミオート制御システムの二方式を提案する。

前半では障害物の認識から障害物回避動作までを人手を介さずに完全に自動的に行うフルオート制御システムを構築する。このシステムには、障害物認識、目標軌道生成、荷振れ抑制搬送位置決め制御の三つの要素技術が必要である。障害物情報取得には、障害物の陰が無くなるように複数のレーザラインマーカとCCDカメラによる光切断法を用い、静止状態の障害物の情報をオフラインで取得し、障害物回避に必要な障害物環境地図を生成する。次に、この障害物環境地図を基に、障害物と接触しない安全な搬送軌道を生成する。軌道生成には搬送空間に濃度分布を持たせる拡散方程式を利用したポテンシャル法を用いる。本論ではクレーンの三次元経路計画のために、従来二次元で展開されてきた拡散方程式に基づくアルゴリズムを三次元に拡張させた。そして、従来の各軸独立に設計した荷振れ抑制搬送位置決めコントローラの同期化を図るためにホールド法を提案する。この方法は従来のコントローラがそのまま使え、なおかつ曲線搬送時に目標軌道追従性を劣化させない方法である。

後半では操縦者が逐次決めた指令により搬送し、荷物の振れ抑制制御と障害物近傍での障害物衝突回避のみを自動化したセミオート制御システムを提案する。このシステムでは、人間の目視によるリアルタイムでの障害物認識能力、および、人間の意思決定能力を利用し、経験や勘などに頼っていた荷物の振れを抑えることや操作ミスによる障害物との接触を回避することを自動的に行う。また、人間の目視により認識し決定した経路情報と、フルオート制御システムと同様の画像処理などによる環境地図情報とを、あるルールの下に統合化することにより、人間の誤操作による衝突を回避する半球法を提案する。これにより、障害物の無い所では操縦者の指令を優先し、障害物近傍では予め測定した障害物情報より得られるポテンシャル場を優先して、搬送荷物が障害物に接触するのを回避する搬送指令を生成する。得られた搬送指令に対しフルオート制御システムで用いた制御系を応用することにより、操縦者の速度指令に対して搬送制御と荷振れ抑制制御を行う。

本研究の成果により、天井クレーンをより安全に操業することができ、工学分野の発展に寄与するものと考えられる。