

電子・情報工学専攻	学籍番号	051202	指導 教員	寺嶋 一彦
申請者 氏名	上野 祐樹			三好 孝典

## 論文要旨 (博士)

論文題目	全方向移動ロボットのための差動駆動操舵機構の開発
------	--------------------------

(要旨 1,200字程度)

産業分野で培われてきたロボット技術は、医療・福祉や農業など様々な分野への応用が進んでいる。昨今社会的問題として取り上げられている高齢化による老老介護において、要介護者の自立的な生活の支援や介護者の身体的負担軽減を目的とした福祉分野のロボットは非常に有効であり、応用が期待されている。

ロボットの移動性能はロボットの活動範囲に直結する。車輪移動機構は、リンク機構による移動などに比べ実現が容易でありエネルギー効率も高いため、様々な機器の移動機構として応用されている。ホロノミックな全方向移動機構は、平面上の並進2自由度と旋回1自由度をいかなる姿勢においても独立に操作可能であり、動作方向に制限がなく、狭所での移動に有利である。全方向移動機構はこれまで、フリーローラを車輪の周囲に配置したオムニホイールやメカナムホイールなどが一般的であったが、段差乗り越え性能などの運動性能が低いことや、振動や騒音の発生、車輪のスリップやそれによる位置計測誤差が大きいなどの問題を抱えている。一方通常のゴムタイヤや空気入りタイヤなどを用いることのできるアクティブキャスタ機構は、運動性能が高く振動吸収性能などを備えているため、全方向移動機構の運用範囲の拡大が期待できる。しかし、1車輪あたり2台のモータを使用するため、モータの使用台数が増えることや、動作により特定のモータを使用しない状況が発生することからモータ運用効率が低下するなどの問題を抱えている。

そこで本研究では、全方向移動機構における運動性能向上とモータ運用効率向上の二律相反的な課題に対して、差動駆動操舵機構 (Differential Drive Steering System: 以下 DDSS) を提案する。DDSSは、アクティブキャスタ機構に差動歯車機構を応用した全方向移動機構である。差動歯車機構は、二つの動力を合成し、独立した二自由度の出力が可能な動力分配機構である。本機構をアクティブキャスタ機構へ応用することでモータ運用効率の向上を可能とする。本研究では、機構の特性解析や設計手法を提案する。また、DDSSを用いた応用機器として、パワーアシストによる操作が可能な電動車いすやベッドなどの開発を行った。パワーアシストシステムは、センサにより検出した操作入力を速度指令値へ変換することで実現する。従来は全方向移動車いすに対して本システムが構築されていたが、本研究では、他の機器への応用性や機器による違いについて検証し、幅広い範囲に応用可能で、かつ操作性を保障することでパワーアシスト移動機器の応用性を高めることに貢献する。

本研究における新規性は、運動性能向上やモータ運用効率向上を両立できる全方向移動機構の提案、及び本機構を有するパワーアシスト機器の開発と応用性の検証である。

2014 Jan. 16

Department	Electronics and Information Engineering	ID	051202	Supervisor	Prof. Kazuhiko Terashima
Name	Yuki Ueno				Prof. Takanori Miyoshi

Abstract

Title	Development of Differential Drive Steering System for Omni-Directional Mobile Robot
-------	---

(800 words)

Robot technology have been applying to various fields not only industries but also medical, welfare, agriculture field and so on. An aged society yields a problem of an elder-to-elder nursing, moreover, this problem will be accelerated according to the increase of aged population and the decrease of younger population in future. From this background, the development of a welfare robot which is able to support both of the care-taker and the challenged person is expected.

The ability of the movement of the robot is directly linked to the range of the work of the robot. Wheeled locomotion is applied as a mobile mechanism for many robots, because it is easy to realize and more effective than the link mechanism from the view point of the efficiency. A mobile platform which has holonomic constraint can control three degree of freedom (two-translation velocity, one-angular velocity) independently in arbitrary pose on the flat plane. This ability enables a robot the move freely at tight spaces. In an omni-directional mechanism, free-roller mechanism which has free rollers on the around of the wheel such as omni-wheel or mehanum-wheel is the most common mechanism due to the ease of the realization of holonomic movement. However, these mechanisms have problems which are the low mobility capability, the generation of the vibration and noise and slippery. On the other hand, since the active caster mechanism has high mobility capability and vibration absorbency because a normal tire can be used, expansion of the range of motion of the omni-directional mobile robot is expected. However, this mechanism contains problems of the increase of motor capacity and the decrease of efficiency of using motors.

In this research, against the antinomy problem between the improvement of the mobility capability and the efficiency of the motors, the Differential Drive Steering System (DDSS) is proposed. The DDSS is a mechanism which is applied a differential gearing mechanism consist from spur gears to the active caster mechanism. The differential gearing mechanism is called an energy distribution mechanism, and it can synthesize two inputs and distribute to two outputs. Improvement of the efficiency of motors in the active caster mechanism can be realized by applying this mechanism. This paper describes a characteristic analysis of the mechanism and a design method. In addition, in this research, an omni-directional mobile wheelchair, an omni-directional mobile bed and a three-wheeled platform are developed in order to verify the effectiveness of the proposed mechanism. All of omnidirectional mobile robots developed in this research have a power-assist system. Power-assist can be realized by transforming input forces to velocities. In conventional research, although the power-assist system for the omni-directional mobile wheelchair is developed, the applicability is not mentioned. Therefore, experiments are conducted to verify similarities and differences of the power-assist system between the robots.

Contributions of this research are the development of the mechanism which can manage both of the high mobility capability and the high efficiency of motors, and the evaluation of the effectiveness of this mechanism by developing several applications.