

氏 名	はら ぐち りん た ろ う 原 口 林 太 郎
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 161 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	瓦 礫 内 探 査 ロ ボ ッ ト お よ び 高 出 力 化 機 構 に 関 す る 研 究

論文調査委員	(主 査) 教 授 杉 江 俊 治	教 授 酒 井 英 昭	教 授 熊 本 博 光
--------	----------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

災害時の救援活動時に役立つ実用的なロボットの開発は、その重要性が近年広く認識されてきている。また、そのような実用ロボットの能力向上に関して、ロボットの高出力化は大きな課題となっている。本論文は、このような救援活動用のロボットの開発と、与えられたアクチュエータの下で、より高出力化できる機構の研究に関するものであり、全5章から構成されている。

第1章では、序論として瓦礫内からの救助作業において使用される機器の必要性と現状について述べ、特に要救助者の探查機器について詳述している。また、機械システムの高出力化達成のための従来手法について述べ、これらの問題点を指摘している。

第2章では、瓦礫内探索ロボットの開発について述べている。災害時に倒壊した建物の瓦礫内部に閉じこめられた要救助者を救出する際には、要救助者の有無や位置を迅速かつ正確に知るが必要となる。ロボットを用いた瓦礫内探索の実現のためには、瓦礫内移動機構が重要となるが、これまで開発が行われてきた移動機構では瓦礫内部を移動するのに十分とはいえない。瓦礫内探索に必要となるロボット移動機構の要件について考察し、これに基づいて新たな瓦礫内探索ロボットの研究開発を行った。要件を満たすロボットの要素・構成を決定し、詳細設計を行っている。実際にロボットを試作し、その基本的な能力の検証を行った。さらに、瓦礫での移動能力を検証するため、実際に瓦礫フィールドにおける検証実験を行い、開発した探索ロボットが従来のロボットをしのぐ瓦礫内移動能力をもっていることを確認した。

第3章では、新しく開発した高出力化機構である複合差動歯車機構について述べている。瓦礫内探索ロボットに限らず、小型かつ強力な実用ロボットを開発する上で重要な要素の1つはロボットの高出力化である。しかし、これは現状のアクチュエータをただ用いるだけでは限界がある。そこで、高出力化を達成する新しい機構の提案を行っている。これは出力干涉機構と呼ばれる、機械システムの持つ複数のアクチュエータ全体を高効率で使用することによって高出力化を達成する機構の一種であり、複合差動歯車機構と名付けられている。この提案する機構について、従来の干涉機構との比較を行った上で、トルクと角速度の入出力の関係式を導出して詳細な解析を行い、さらに、実験機を作成して検証実験を行い、出力干涉機能や機構の特性を確認している。

第4章では、汎用性をさらに増すために開発を行った複合ハーモニックドライブ機構について述べている。第3章での検証の結果、複合差動歯車機構を適用する事によるメリットを明らかにした。しかし、実用化のためには重量と損失の増加を抑える必要があり、この課題を解決するために新しい干涉機構の開発を行った。問題解決の手段として出力干涉機構に減速機能を組み込むことを考え、その機構として複合ハーモニックドライブ機構を提案している。提案機構に関してトルクと角速度の入出力間の関係式を導出し、実験機を用いてその減速能力と出力干涉能力の検証を行い本機構の有効性を確認している。

第5章では、結論として以上の各章の内容を要約している。

論文審査の結果の要旨

本研究は、災害時の救援活動に役立つ実用的なロボットの開発や、そのような実用ロボットを開発する上で重要となる高出力化を実現するための機構の開発に関するものであり、下記の成果を得ている。

- (1) 震災等の災害時に倒壊家屋内部に閉じこめられた要救助者を救出する際には、要救助者の有無や位置を迅速かつ正確に知ることが必要となる。このためには、瓦礫内移動機構が重要となるので、まずその機構に必要な能力について考察を行った。その考察に基づいて、瓦礫内探査ロボットを設計・製作した。さらに、実際の瓦礫環境における検証実験等により、開発したロボットが従来のものをしのぐ瓦礫内移動能力をもつことを確認した。
- (2) 瓦礫内探査ロボットに限らず、小型かつ強力な実用ロボットを開発する上で重要な要素の一つはロボットの高出力化である。そこで、高出力化を達成する新しい出力干渉機構を提案した。これは機械システムの持つ複数のアクチュエータ全体を高効率で使用することによって高出力化を達成するものであり、複合差動歯車機構と名付けた。従来の干渉機構との比較を行った上で、トルクと角速度の入出力の関係式を導出して詳細な解析を行った。さらに、実験機を製作して検証を行い、出力干渉機能や機構の特性を実験により確認した。
- (3) さらに、上記のアイデアを発展させ、より軽量で損失の増加の少ない新たな干渉機構の開発を行った。問題解決の手段として出力干渉機構に減速機能を組み込み、その機構として複合ハーモニックドライブ機構を利用した。これについても、上記と同様に、トルクと角速度の入出力間の関係式を明確にした。さらに、実験機を試作し、減速能力と出力干渉能力の検証を行ってその有効性を確認した。

以上要するに本論文は災害時救援用の探査ロボットの開発およびロボットの高出力化機構に関して、有用な知見を与えたものであり、その成果は学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年2月22日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。