

人間 / ロボット協調運搬

ロボット技術による人間能力の拡張

知能システム研究部門 技能・力学研究グループでは、ロボット技術を用いて人間の作業能力を拡張するための手法として、**パワーアシスト技術**および**人間 / ロボット協調運搬技術**の研究を進めています。これらは人間の力をロボットによって増幅する、あるいは人間とロボットで力を分担することによって、各種産業で要求される重量物運搬などの作業における人間の肉体的な負担を軽減することを目的としています。

ここでは、できるだけ簡潔なシステム構成による協調運搬を実現するために、ロボットアーム先端の力センサおよびアーム関節角の情報のみを用いて制御則を構築します。人間と同等な自律性を持たせることよりも、人間が単純な道具として使いこなせるロボットの開発をめざします。

これまでに、人間 / ロボット協調運搬のために以下のような制御手法について研究を行いました。

1) **インピーダンス制御**： ロボットアームの先端に仮想的な慣性・摩擦を設定して、人間が加えた力に柔軟に追従させます。

2) **追従昇降制御**： 対象物の傾きに応じてアーム先端を上下し、対象物を水平に保ちながら人間に追従して昇降させます。

3) **仮想非ホロノミック拘束**： アーム先端に単車輪と等価な拘束を設定し、手押し台車と同様な直観的操作を可能にします。

4) **アームと台車の協調制御**： アームの可操作性と台車の安定性を保ちつつ協調運動を実現します。

これらの要素技術を統合して、人間と協調して大きな物体を運搬することができるアーム付き移動ロボットの開発を進めています。

[コンセプト]

(21世紀の日本社会)
・ 高齢化社会の到来 若年労働者の不足
・ 若者の製造業 (3K作業) 離れ
・ 女性の職場進出



作業現場における肉体的な作業負担 (エルゴノミクス) 改善の必要性



ロボット技術を利用した人間能力の拡張

- ・ パワーアシスト技術
- ・ 人間 / ロボット協調運搬技術

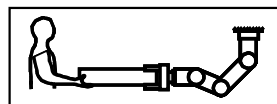
[応用分野]

- ・ 製造業 (マテリアルハンドリング, 組立)
- ・ 物流業 (重量物搬送)
- ・ 土木・建設業 (資材運搬, 据付)
- ・ 農林水産業, 食品業 (生産物運搬)

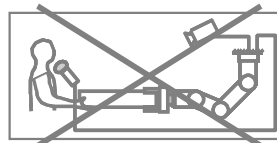
...

[技術の特徴]

非・知能的アプローチ



- ・ 人間が扱いやすい単純な道具としてのロボット
- ・ 簡潔な装置構成
- ・ 実装簡単で動作が確実な下位レベル制御 (サーボ制御, 力制御)



- ・ 自律知能ロボット
- ・ 視聴覚情報 様々なセンサ
- ・ 画像 / 音声認識, 意図理解, 作業計画などの複雑な処理

[保有特許]

- ・ 特許 2,761,574 号 (1998.3.27)
- ・ 特許 3,099,067 号 (2000.8.18)
- ・ 特許 3,163,346 号 (2001.3.2)
- ・ 特許 3,188,953 号 (2001.5.18)
- ・ U.S. Patent No. 5,551,308 (1996.9.3)
- ・ U.S. Patent No. 6,430,473 (2002.8.6)

パワーアシスト技術



1自由度パワーアシスト
実験(1995)



多自由度パワーアシスト
実験(1996)



エグゾスケルトン(外骨格)型
アシスト装置(1997)

人間/ロボット 協調運搬技術



人間とロボットによる
長尺物の協調運搬
(2000)



人間とロボットが負荷を分担して物体を運ぶ
方法について研究しています。



人間とアーム付き移動ロボット
による協調運搬
(2002)

移動マニピュレー ション技術



全方向移動台車と
アシストアームの協調制御
(1999)



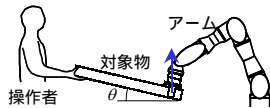
移動台車にアームを搭載し、パワーアシストによる
作業範囲を拡張する手法を研究しています。

インピーダンス制御：

アーム先端に仮想的な慣性・摩擦を設定
人間が加えた力に柔軟に従

追従昇降制御：

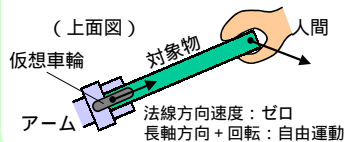
対象物の傾きに応じアーム先端を上下
対象物を水平に保ちながら昇降



制御技術の研究開発

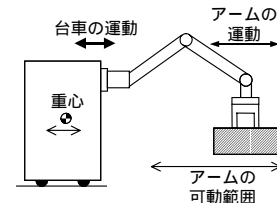
仮想非ホロノミック拘束：

アーム先端に単車輪と等価な拘束
手押し台車と同様な直観的操作



アームと台車の協調制御：

アームの可操作性と台車の安定性
を保ちながら協調運動を実現



【発表文献】

- 1) 林原, 谷江, 荒井: パワーアシスト装置の研究(第1報: 重力負荷と動的負荷に異なるアシスト比を設定する制御法の提案), 日本機械学会論文集C編, Vol. 61, No. 591, pp. 4318-4325, 1995.
- 2) 林原, 谷江, 荒井, 渡嘉敷: パワーアシスト装置におけるアシスト比の操作感に基づく評価, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), 117-C-5, pp. 534-539, 1997.
- 3) 林原, 谷江, 荒井, 渡嘉敷: パワーアシスト装置の研究(第2報: 重力負荷と動的負荷に異なるアシスト比を設定する制御法の多自由度システムへの適用), 日本機械学会論文集C編, Vol. 65, No. 629, pp. 198-205, 1999.
- 4) 田窪, 荒井, 谷江, 林原: 人とロボットによる長尺物の協調運搬(仮想非ホロノミック拘束による水平面内の制御手法), 日本機械学会論文集C編, Vol. 66, No. 648, pp. 2677-2684, 2000.
- 5) 林原, 園田, 田窪, 荒井, 谷江: 人とロボットによる長尺物の協調運搬(人の協調挙動に基づく鉛直平面内の制御手法の検討), 日本機械学会論文集C編, Vol. 67, No. 653, pp. 162-169, 2001.
- 6) 田窪, 荒井, 林原, 谷江: 人とロボットによる長尺物の協調運搬(仮想非ホロノミック拘束による3次元空間内の制御手法), 日本機械学会論文集C編, Vol. 68, No. 667, pp. 906-913, 2002.