

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2010

課題番号：18200013

研究課題名 (和文) 全身ダイナミック接触行動のヒューマノイド知能

研究課題名 (英文) Humanoid intelligence of whole body dynamic contact motion

研究代表者

國吉 康夫 (KUNIYOSHI YASUO)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：10333444

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：感覚行動システム，ヒューマノイド

#### 1. 研究計画の概要

ヒューマノイドロボットは将来，人間と密に接しつつ人間を助ける存在として期待される．全身各部での接触や転がりを積極的に利用した全身接触行動は，これらの期待にこたえるためには不可欠な能力である．

本研究では，ヒューマノイドロボットにおける全身接触行動知能の中核的基盤技術の開拓を目指して，1)全身分布触覚センサの構築方法，2)さまざまな身体部位の接触を活用した自己身体と対象物のダイナミックな運動操作スキル，3)臨機応変な全身接触行動戦略の選択，4)上記全身行動能力の学習に関する研究を行う．

#### 2. 研究の進捗状況

全身ダイナミック接触行動の制御には，全身分布触覚センサが不可欠である．しかし従来，等身大ヒューマノイドロボットの全身に実用的な意味で実装可能で，接触行動制御に十分な性能を有するセンサは存在しなかった．本研究ではそのようなセンサ技術を独自に開発し，世界で初めて，等身大ヒューマノイドロボットの全身表面に 1800 個を超える触覚センサを実装した．この技術は，学会賞等により高く評価され，また，国際特許出願中で，事業化も進められている．

上記の全身触覚付ヒューマノイドロボットに，全身の様々な部位での接触を活用した運動スキルを実装することで，ダイナミック起き上がり動作の触覚に基づく制御と，質量 30kg の重量物の抱えあげ，および質量 66kg の人体ダミーをベッド上で引き寄せる動作に，世界で初めて成功した．この成果は国際会議招待講演等で高く評価されると共に，マ

スメディアでも大きく報道された．

接触行動スキルの体系化，一般化を目指して，人間の動作スキルの計測・解析・モデル化，および，ロボット動作生成法や学習手法の開発と体系化も進め，当初予想以上の成果をあげてきている．

前者については，人間による人体 (ダミー) の抱えあげ動作や背負い動作について，熟練者とそれ以外との対比をしつつ計測・解析を行い，「コツ」に相当する定量的違いを明らかにした．後者については，ヒューマノイドの任意の姿勢 (環境接触状態) 間の遷移運動を自動的に計算する手法を構築した．また，その一部として，初期姿勢と目標姿勢のみ与えられて，それらを結ぶ全身ダイナミック運動を探索し発見する学習手法を新たに構築した．これは従来，計算量の膨大さゆえ極めて困難とされてきたものであるが，「仮想目標」の間欠的な切り替えという独自に考案した運動表現法を導入することで極めて高速な探索が可能となった．これらの成果も，学会賞等で高く評価されている．

#### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している．

より一般性を高め，実用となるために，さらに研究を発展させる必要がある．

#### 4. 今後の研究の推進方策

全身の接触を活用した等身大ヒューマノイドロボットの知能化のためには，さらにヒトの接触行動スキルを計測し，それを活用する方法論を確率する必要がある．ロボットの全身分布触覚センサ技術を応用し，人間の接触行動スキルを計測するシステムを開発し，計

測・解析，接触行動データの蓄積を行うことで，状況に応じたヒューマノイドロボットの接触スキルの実現を行う．

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 18 件)

(査読付国際会議論文含む)

[1] Yoshiyuki Ohmura, Yasuo Kuniyoshi, Humanoid Robot Which Can Lift a 30kg Box by Whole Body Contact and Tactile Feedback, 2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1136-1141, San Diego, USA., Oct. 30, 2007. 査読有

[2] 長久保晶彦, Alirezaei Hassan, 國吉康夫, 逆問題解析に基づく触覚分布センサ, 日本ロボット学会誌, vol.25, no.6, pp.162-171, 2007. 査読有

[3] Koji Terada, Yasuo Kuniyoshi, Automatic Motion Generation Exploiting the Global Structure of Non-Linear Dynamics Based on Finite Time Reachability, Robotics and Autonomous Systems, vol.54, no.8, pp.696-705, 2006. 査読有

他

〔学会発表〕(計 24 件)

[1] 柿谷慧, 國吉康夫, 仮想目標切替パタンの探索による実ロボットの多様な動作獲得, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2008年6月7日, 長野ビックハット

[2] 寺田耕志, 國吉康夫, 境界条件緩和と運動方程式の力学的三次元対称化による二脚ロボットのオンライン運動計画法, 第25回日本ロボット学会学術講演会, 2007年9月13日, 千葉工業大学

[3] 大村吉幸, 國吉康夫, 分布触覚を利用したヒューマノイドの動的起き上がり動作, 第24回日本ロボット学会学術講演会, 2006年9月14日, 岡山大学

他

〔図書〕(計 3 件)

省略

〔産業財産権〕

出願状況 (計 4 件)

出願番号: PCT/JP2006/317541

公開番号: 特開 2007-78382

発明の名称: 触覚センサ用モジュールおよび触覚センサの実装方法

発明人: 國吉康夫, 大村吉幸, 瀬田尚子, 長久保晶彦

出願人: 国立大学法人東京大学・独立行政法

人産業技術総合研究所

外国出願: 米国、カナダ、欧州、中国、韓国  
に移行出願中  
他

〔その他〕

受賞歴

[賞] (計 5 件)

(研究業績賞 1 件, 国内誌論文賞 1 件, 国際会議論文賞 1 件, 国内会議優秀論文賞 1 件, 国内学会研究奨励賞 (指導学生) 1 件)

[1] 東京テクノフォーラム 21 ゴールドメダル, 受賞者: 國吉康夫, 「人型ロボットを用いた動作の“ツボ”の解明と認知発達原理の先駆的研究」, 受賞日: 2009年4月17日

[2] 第14回ロボティクス・シンポジウム 最優秀論文賞, 受賞対象: 長久保晶彦, Alirezaei Hassan, 國吉康夫, “動的伸縮に対して安定計測可能な触覚分布センサ”, 受賞日: 2009年3月16日

他

報道等

テレビ放送 (計 9 件)

[1] 2007年5月25日 17:40~ フジテレビ FNN スーパーニュース「最新ロボット事情 両腕で“よいしょ”重い荷物を抱え上げ」

[2] 2007年3月28日 17:00~ NHK ゆうどきネットワーク「“従来の3倍”持ち上げる人型ロボット」

[3] 2007年3月28日 17:00~ TBS イブニングファイブ「30キロの箱を持ち上げる 世界で初めて 将来は家事や介護も」

他

新聞掲載 (計 26 件)

日付 面 新聞名 題名

[1] 2007年3月29日 日本経済新聞 (企業1) 66キロ人型模型軽々移動 人型ロボ東大が開発 介護支援など視野

[2] 2007年3月28日 毎日新聞 ロボット: 66キロの人体模型を抱き寄せる 東京大で公開

[3] 2007年3月28日 産経新聞 世界初! 人型ロボット 30キロを「よっこらしょ」

他