

研究タイトル:

人間型ロボットによる自己身体モデルの獲得

氏名: 原田 篤/HARADA Atsushi E-mail: harada@yonago-k.ac.jp

職名: 准教授 学位: 博士(工学)

所属学会・協会: システム制御情報学会

キーワード: 人間型ロボット, 知能情報処理

技術相談
提供可能技術:
・サーバ・クライアント型ネットワークシステムによるロボット制御
・数値計算ソフトを用いた知能情報処理



研究内容: 人間型ロボットによる自己身体モデルの自律的な獲得と適応行動に関する研究

近年, 人間型ロボットや多自由度マニピュレータなどの作業空間の多様化が進むことにより, 未知環境で適切に動作することが求められている. また, 工業用ロボットなどは制御対象の動作可能な領域を事前に定めることで, 制御対象の保護, 作業の安全確保を行っている. しかし, 制御対象及び外部環境をモデル化し, 予め可動領域を設定するだけでは, 未知環境への適応が困難となる. 変化する未知環境に適応しながら動作する手法として, 力センサや触覚センサなどの内界センサを用い, 受動的な動作を生成する手法がある. これは, 自身もしくは環境への接触を検出し, 自身の構造体や環境を保護するような動作を生成することで, 未知環境上でも安全に動作する手法となる.

また, センシングによる外部環境のモデル化を逐次行うことで, 自身の持つシミュレータの環境モデルを逐次更新し, 未知環境へ適応する手法もある. これらのことより, 未知環境に適応しながら動作するためには, 自身の動作に基づき, 環境の変化に応じて動作可能な領域である可動領域を逐次学習する必要がある.

本研究では, 人間の自己保存の機能である痛みから着想を得て, 人間型ロボットの腕部を制御対象として, アクチュエータ駆動時に流れる電流を観測するとともに, 腕部が自己及び外部環境などに異常な接触をした場合におけるアクチュエータへの過負荷を検出することで, 駆動部の保護を行いながら, ロボット自身の能動的な動作により, 腕部の可動範囲を獲得するとともに, 自身を含む環境のモデルを可動領域として獲得することを目的とする. 可動領域の能動的な構築手法は図1のように行う.

可動領域の構築には, 過負荷が発生したときの関節角度を学習データとして, ある関節角度を入力したときに過負荷が発生すると予測される確率を混合正規分布モデルと仮定し, その確率モデルを決定する未知パラメータを変分ベイズ学習により求めている. これは可動領域を関節角度空間上にてベイズ識別面として構築していることになる. センサデータから自己の身体に関する情報を確率モデルとして記述する研究には以下のようなものもある. また, 本研究で用いている手法では, 学習フェーズと動作フェーズの別なくタスクを実行するため, 可動領域の逐次更新が可能である.

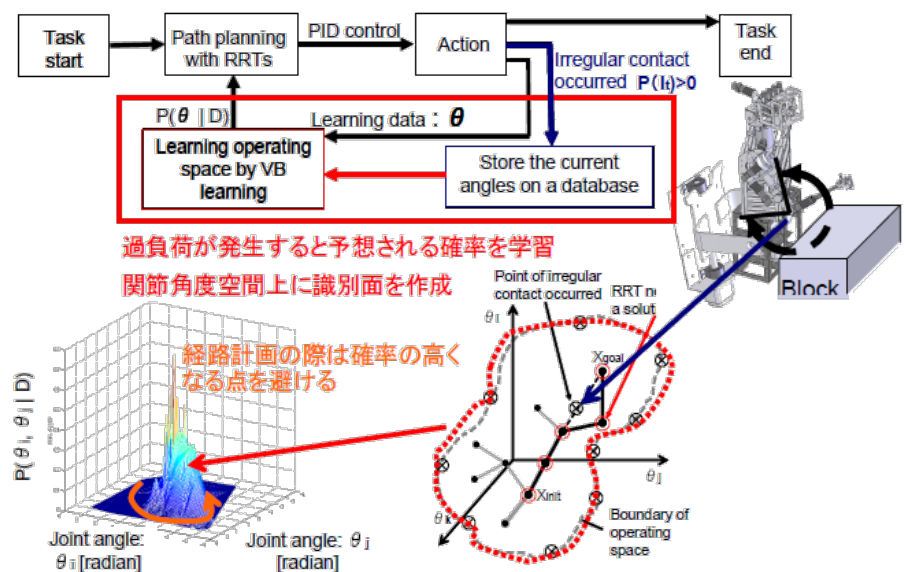


図1. 可動領域の構築手法

研究内容： 人間型ロボットによる自己身体モデルの自律的な獲得と適応行動に関する研究

図2は提案手法により実験を行った結果を示している。この実験では人間型ロボットの左腕部を制御対象として、あるタスクを与え継続して学習することにより自己の可動領域を獲得することができた。初期姿勢を图中、左上のロボットに示したような姿勢とするとともに、目標姿勢を右下に示したような姿勢とし、初期姿勢から目標姿勢へと繰り返し動作させた。初期状態では、障害物が無い状態で腕を初期位置から目標位置まで動作させ、その後、その経路上に図中右上のように障害物を挿入した。人間型ロボットの腕部が

障害物と接触し、アクチュエータへの過負荷を検出することで、そのときの姿勢を決定する関節角度を記録するとともに、初期位置に戻ることとした。この図は、このタスク実行時における、可動領域を決定する確率モデルの変化を示している。この実験では左腕部5自由度の内、2自由度のみ(ピッチ方向)を動作させ、他の自由度は初期位置を維持するようにした。その2自由度を横軸にとり、縦軸にその姿勢における過負荷が発生すると予測される確率を示している。このように試行回数を増やす毎に自身が動作可能な領域を獲得していっていることが見て取れる。图中、右下の図は最終的に障害物を回避し、目標姿勢へ到達したときの確率分布を示している。これにより自身が作業可能な空間を自身の能動的な動作により獲得できることを示した。

現在の課題としては、獲得した可動領域を決定する確率モデルを経路計画に積極的に利用できていないことである。本手法で用いている経路計画はランダム探索による手法なのだが、この確率モデルを利用することで、関節角度空間上にて過負荷が発生しにくい経路の生成が可能であると期待される。

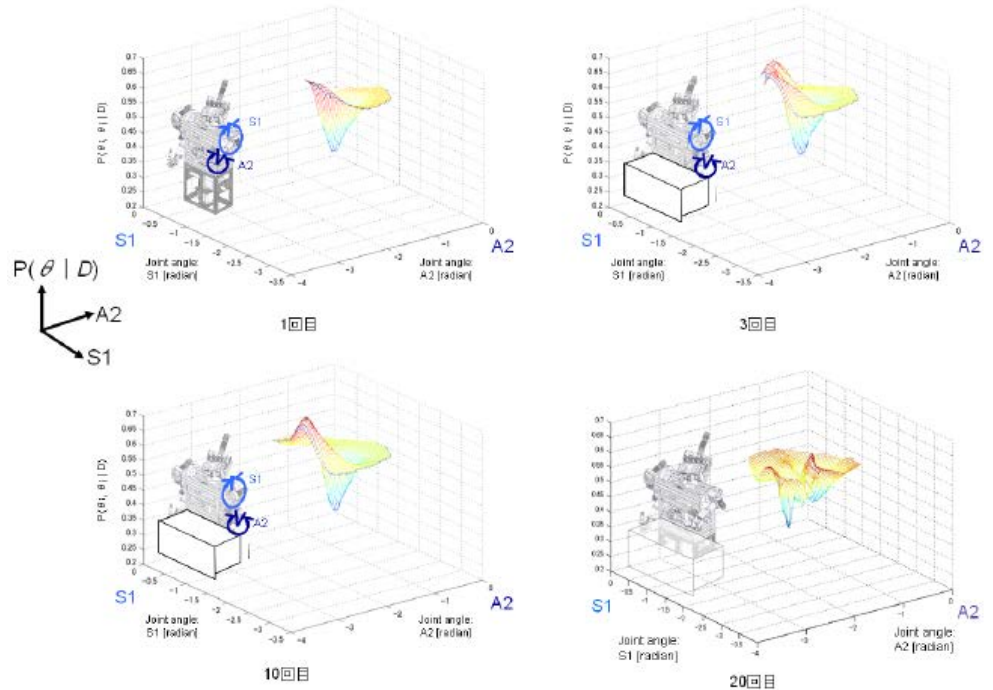


図2. 可動領域の獲得

担当科目	材料力学基礎, シミュレーション工学, 情報リテラシ, 実験実習
過去の実績	・人間型ロボットによる自己身体モデルの自律的な獲得と適応行動に関する研究 (日本学術振興会特別研究員、研究機関 2010-2013)
近年の業績 (研究・教育論文、特許含む)	・学術雑誌論文: 尾崎匠, 原田篤:「独居高齢者のための健康見守りシステムの開発 — LSTM を利用した行動認識」, システム制御情報学会論文誌, Vol. 37, No. 3, pp. 80-90 (2024) ・学術雑誌論文: 原田篤, 鈴木健嗣:「多自由度マニピュレータによる関節負荷に基づく作業空間の学習」, 電気学会論文誌 C, Vol.137, No.12, pp.1659-1668 (2017) ・国際学会論文: Atsushi HARADA and Kenji Suzuki, Action oriented Bayesian learning of the operating space for a humanoid robot, IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION, pp.633-638, 2009. ・国際学会論文: Atsushi HARADA and Kenji Suzuki, Action oriented self-modeling and motion planning for a humanoid robot, IEEE HUMANOIDS 2008, pp.367-372, 2008. ・国際学会論文: Atsushi HARADA and Kenji Suzuki, Active acquisition of operating ranges and path planning for a humanoid robot, IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION, pp.739-744, 2007.

提供可能な設備・機器:

名称・型番(メーカー)

プロセス制御実験実習装置・PRCET11-F/P・L(株)エスワン

小型人間型ロボット・Nao (Aldebaran Robotics)