



Title	移動ロボットによるボールの捕獲戦略に関する研究
Author(s)	森, 亮介
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44334
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	森 亮介
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17926 号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	移動ロボットによるボールの捕獲戦略に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 宮崎 文夫 (副査) 教授 吉川 孝雄 教授 新井 健生

論文内容の要旨

ロボットの研究の方向性として、ヒトの機能や作業をロボットに代替させることを第一の目的とする場合と、ヒトの機能を模擬してデザインされたロボットの動作パターンからヒトの動作パターンを理解することを目的とする場合が考えられる。これまで行われてきたロボットの研究結果から、ヒトが日常生活において特に意識をせずに実行する動作をロボットに行わせることが非常に困難であることが理解されている。これは、ヒトが無意識に行う動作が数々の複雑なプロセスによって形成されており、その一つ一つをロボットに対して適用するためには、まず、そのプロセスに対する理解を深める必要があるためである。

本研究では、この動作生成プロセスの一例としてヒトのボール捕獲タスクを取り上げる。認知行動学の分野では、外野手のボール捕獲時の移動経路を解析し、動作戦略をモデル化する研究が行われておらず、ボール捕獲時の動作戦略として提唱した仮説が、実際に野手がボール捕獲タスクを行った場合に適合することを実験的に検証した。しかしながら、この動作戦略は、ヒトが長年の練習の成果として身につけたヒューマンスキルの一面的な解釈に過ぎず、それを実現する動作生成プロセスにまで踏み込んだものではない。そこで、本研究ではこの動作生成プロセスを明らかにし、ヒトの代わりに視覚をもつ移動ロボットに対して、ボール捕獲タスクのための視覚フィードバック軌道制御手法を導出する。この方法によれば、単眼視でも3次元的に移動するボールを捕獲できることを計算機シミュレーションにより示す。さらに、ヒトのボール捕獲時の動作戦略モデルをもとにロボットに適した動作戦略モデルを提案し、このモデルに基づく軌道制御手法を用いて、移動ロボットによるボール捕獲タスクが実現できることを実験的に検証する。

論文審査の結果の要旨

人間は誰でもいろんな種類のボールを投げ、キャッチできる。ボールが用いられるスポーツは千差万別だが、不思議なことに我々は、どうやってボールをキャッチしているのか正確には理解していない。心理学者達は長い間、この問題を解こうと試みてきた。この中で特に注目すべき仮説が、Chapman (Cornell Aeronautical Laboratory) によって提案された。ボールをキャッチする位置や時刻の予測に基づく従来の仮説と異なり、ボールの落下地点に関する

情報を全く用いず視覚情報を野手の動きに直接結びつけるこの仮説はその後、Dienes と McLeod の OAC (Optical Acceleration Cancellation) 戦略と McBeath らの LOT (Linear Optical Trajectory) 戦略に引き継がれている。しかしこれらは、実際の野手のボール追跡動作の観察結果を説明する戦略仮説に過ぎず、統一的な理論にまで至っていない。

本研究は、視覚情報と動作の関連性をフィードバック制御の観点から眺めることにより、この問題に対する統一的な理論の導出を試みたものである。視覚情報と動作の関連性をヤコビ行列で表現し、さらにボール追跡動作を規定する出力関数を考慮することによって、時々刻々と変化する追跡方向や速度がシステムティックに決定できることを明らかにした。この手法によれば、出力関数の選び方次第で OAC や LOT を含む様々なボール追跡動作が実現できる。また、飛行するボールの軌道面内に野手が居る場合に限られるとされてきた OAC をより一般化した GAG (Gaining Angle of Gaze) 戦略を新たに提案し、ボールの軌道面に拘束されないロバストなボール追跡動作が可能となることを示した。この戦略の妥当性は、ノンホロノミックな拘束条件を有する移動ロボットを用いた実験により確認している。GAG は、単眼視覚でも 3 次元空間を移動するボールの捕獲が可能であるとする画期的な考え方であり、大きな反響を呼びつつある。

以上のように、ボールの追跡・捕獲の問題に対する統一的な理論の導出を試みた本研究は、心理学の分野のみならずロボティクスや宇宙工学の分野にも大きく貢献するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。