

四足歩行型ロボットを用いた情報技術教育に関する研究

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術）

指導教官 伊藤 陽介

1. はじめに

急激なメカトロニクスと情報技術の進歩とともに、我々の生活空間を自律型ロボットが歩行し家事や介護などで活用されることが期待されている。そのため、安定した歩行運動のできるロボットの研究開発が進められている。また、中学校学習指導要領(平成10年)技術・家庭科(技術分野)(以下、技術科と略記)の〔内容B 情報とコンピュータ〕において基礎的な技術・技能に加えセンサやアクチュエータなどを含むシステムについて知らせることが示され、情報技術の発展に対応できる生徒の育成が求められている。

以上の点に鑑み、本論文では、歩行運動を技術的な側面から理解するというねらいを達成するために四足歩行型ロボットを用いた情報技術教育を中学校教育用に構築し、その授業実践結果に基づく教育効果について評価する。

2. ロボットの選定とソフトウェア教材開発

教育用に利用可能な自律型ロボットを3種類挙げ、それぞれの性能と機構、並びに制御用ソフトウェア環境の比較した結果、中学生を対象として四足歩行に関する学習活動に必要な条件を備え、特に動物を模した歩行運動の実験・観察に適しているSONY製犬型ロボットERS-7を選定した。さらに、四足歩行を題材として扱うために必要な歩行パターン作成用表計算シート及び歩行運動確認用プログラムを新規に開発した。

3. 歩行運動と運動学

歩行は「脚を床面から持ち上げ、前方の振り脚を伸ばす遊脚相」と「本体の動きと逆方向に運動し、推進力を得る接地相」を繰り返す運動である。ここでは、遊脚相と接地相が等しい時間で実現できるため、最も理解しやすいトロット歩容と呼ばれる歩行パターンに着目する。トロット歩容は、表1に示す要件を多く満たすことによって滑らかな歩行運動となる。

運動学は脚部先端の空間座標位置とロボットの脚部を構成する関節に備えられたモータへの指示角の関係を数学的関数で表したものである。ロボットの歩行運動は各脚部を指定された座標位置となるように運動学に基づいて周期的に制御することによって実現される。実際にERS-7を使ってトロット歩容させる場合、前後方向の歩幅を50～100mm、上下方向の移動量を20～50mm、一周期0.5～0.8秒程度にすると成立することを実験的に明らかにした。

4. 情報技術教育の構築と授業実践

四足歩行型ロボットを用いた情報技術教育を構築するために、まず、中学生にERS-7を利用可能であるか検証するためにロボット教育プロ

表1 トロット歩容の要件

番号	項目
1	横から見た足の移動形状が、不連続点のない環状であること
2	遊脚相と接地相の時間配分を同じとすること
3	対角線の足の移動が同じ位相であること
4	運動時は、垂直に静止した状態の重心の位置から前方方向に適正な範囲で前傾状態にあること
5	接地相では、床面との摩擦を一定にするために等速運動をすること

グラムⅠを実践し、その結果に基づいて歩行運動を創造するロボット教育プログラムⅡを考案した。両教育プログラムは、鳴門教育大学附属中学校において、2004年2月と6月に技術科の必修教科と選択教科で、それぞれ教育実践した。

(1) ロボット教育プログラムⅠ

四足歩行型ロボットを用いた学習活動の可能性を調査することが主な目的であったため、授業回数は2回(1回45分間)とした。第1回目にロボットの歴史と四足歩行型ロボットの機能と特徴について学習し、第2回目に四足歩行の概要とロボットを歩行させる操作方法を学習する。事後調査の結果、88%の生徒が授業全体に興味を持ってたと回答し、87%の生徒がロボットを使った授業に関心があると回答するなど、四足歩行型ロボットを情報技術教育の実践に利用できることが示された。

(2) ロボット教育プログラムⅡ

表2 学習指導計画 (1回: 45分間×2)

回	学習項目	学習活動
1	・ロボットの機能と特徴について知る。	・ロボットの基本的な構成と機能について調べ、まとめる。 ・ロボットの基本的な操作方法を理解し、的確に操作する。
2	・歩行の原理を考慮に入れて、歩行パターンを考える。	・自分の体を使って四足歩行を行い、観察・討論を通して歩行の原理を解き明かす。 ・ロボットにさせたい動作を、観察台を使って記録し、グラフにまとめる。
3	・表計算ソフトによるデータ作成と歩行実験を行う。	・ロボットの座標系を理解し、座標平面上に示す。 ・表計算ソフトを使って、歩行データを作成する。
4	・歩行データの試行とデータの再検討を行う。	・歩行不能の原因を解き明かし、歩行データの修正を行う。 ・ロボットを使って歩行させる際の注意点を理解し、歩行データに反映させる。
5	・四足歩行型ロボットによる歩行競争を行う。 ・学習のまとめ	・自らが作成したオリジナルの歩行パターンを使って、歩行競争を行う。 ・歩行の種類の違いによる歩行パターン及び歩行速度の違いを理解する。

歩行運動を観察し、技術的な側面から理解するとともに、モデル化を通じて歩行パターンを創造し、我々の生活に存在する現象の科学技術的根拠を生徒が発見できることをねらいとして、表2に示す学習指導計画を立案した。

まず、班活動において生徒は歩行運動の原理を考え、手動で脚部を動かし歩行運動をグラフ用紙に写し取り、環状に配置された16点の座標値を得る。その後、歩行パターン作成用表計算シートに各座標値を入力した後、歩行運動確認プログラムを使って歩行実験を行った。繰り返し実験を行い座標値を調整することによって、より滑らかで、かつ、速い歩行パターンを創造できた。最後に学習成果を発表するためにロボットによる180cm歩行競争を開催し、生徒に成就感を与えた。

事後調査の結果、全生徒が内容に興味を持ち、かつ内容が理解できたと回答した。また、「イヌの歩行について関心がありますか」という質問に対しては、関心があると答えた生徒が、授業前の26%から授業後には100%まで関心が高まり、ロボット教育プログラムⅠ終了後の同内容の質問と比較して興味・関心の高まりがより一層認められた。これらの結果から、四足歩行型ロボットを用いて歩行運動を創造する教育内容の効果が検証された。

6. まとめ

本論文では、四足歩行型ロボットを中学校教育の教材として導入し、歩行運動を題材とする情報技術教育を新しく構築した。技術科における授業実践結果から、その教育的価値を明らかとし、動物の根元的な動作ともいえる歩行運動の原理を理解するとともに、先端技術に触れる授業の展望を開くことができた。