

競技ロボット製作授業による教育効果

(一関高専) 藤原康宣 (一関高専) 佐藤清忠

1. はじめに

一関高専機械工学科3学年で平成10年から取り組んでいる歩行型競技ロボット製作授業を振り返り、本授業で学生が習得している教育効果を分析する。この分析のために多階層システムのモデルを用い、学習経過の構造的な考察を試みる。授業には特別な設備は設けず、供与部品も最小限であった。詳細な製作指導は行わず、試合結果と途中のレポート評価を目標に、学生が自主努力する運用形態にした。教育効果として主に作業管理のスキルが習得され、技術者としての自覚が高まった。

2. 取り組みの経緯と運用方法

学生の創造性育成と中だるみ解消を目的に、以下のロボット製作授業を実施してきた¹⁾。

- 平成10年, ゴム動力によるロボット相撲
 - 平成11年, モータ動力によるロボット相撲
 - 平成12年, 歩行型機構によるロボット相撲
 - 平成13年, 歩行型+攻撃機構ロボット相撲
 - 平成14年, 跳躍ロボットによる競技
 - 平成15年, 歩行型+攻撃機構ロボット相撲
 - 平成16年, 歩行型+攻撃機構ロボット相撲
 - 平成17年, 歩行型+攻撃機構ロボット相撲
- 本授業の主な運用方法は次の通りである。

- 1) 設計製図授業としてロボット構成部品を手作りし完成図面とレポート提出を行わせた。
- 2) 製作は2~3名程度のグループで行った。
- 3) 競技規則と評価方法の全体説明を行った後は個別指導とした。
- 4) 中間報告をさせ、途中までの開発の評価を行った。
- 5) 競技会の勝敗と中間報告、最終報告書の提出物により個々の学生の成績評価を行った。

以上の運用により、学生はクラス内で他グループとの競い合いを行い、他機種の戦略を調べ、改良を加えた。図1に平成15年度の作品例を示す。競技規則には寸法、重量、駆動方法等の制

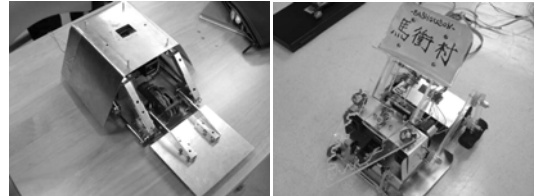


図1 平成15年度の製作事例

限がある。平成12年度の学生のアンケート結果では工学知識の重要性を再認識した者は約95%、さらに改良活動したい希望者は90%、印象に残った事項は加工スキル習得33%、考えること25%、試合21%、友人との相談17%等であった。これらの回答結果は概ね毎年同じ数値である。

3. 教育効果の構造的な考察

3-1 設計作業の構造と部品要素の創出

本授業の教育効果を調査する目的で、図2の多階層システムのモデルを導入する²⁾。学生が設計するロボットは図2の上位の設計目標で作り出す部品の「干渉」に従い下位部品の開発を行い「パフォーマンス・フィードバック」により点検作業を行って完成させていると考える。

ここでは図2の考えに基づき具体的な構成部品を表現するものとして図3の表現を用いる。図3の横軸は部品規模を示すSpan、縦軸は考察の深さを示すDepthと呼ぶ³⁾。図3の D_0, D_1 は、設計目標である。 E_i は設計目標に対する構成部品であり、部品間の横線はその構成や規模を示



図2 多階層システムモデル

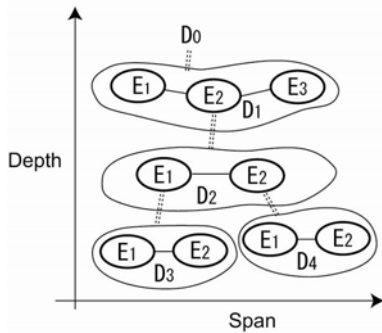


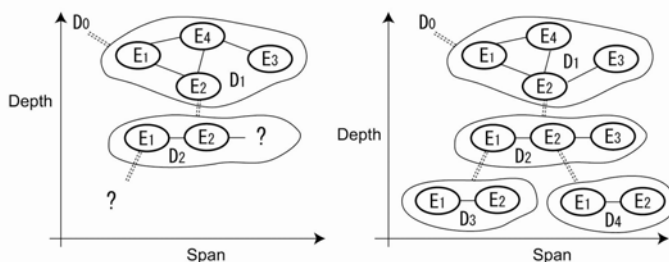
図3 多階層システムモデルによるロボットの設計構造

す。縦方向の2重線はサブシステムのつながりを意味し、上位のDepthは設計目標を示し、下位に対し干渉する。下位のDepthは目標に対する部品の開発が行われ、その成果は上位へフィードバックされ開発の是非が評価される。

図3の D_0 はロボット製作目標で、規則を満足し競技で勝利するという内容である。 D_0 の目標を満足するためにロボットの機能概要 D_1 が考案され、部品として E_1, E_2, E_3 が開発される。それは例えば足回り機構やギヤモータや車体などの構成図のことである。 D_1 は想像図(ポンチ絵)で描かれ、中間報告書での提出内容となる。 D_2, D_3, D_4 は、想像図 D_1 の機能目標を達成するためのサブ目標である。それらにも目標達成のために開発すべき構成部品 E_i がある。

3-2 改良作業の構造

図4に当初の構想案 D_1 に改良を加え完成に至る作業をシステムモデルにより示す。どう実現すればよいか不明であった同図(a)の下位部品の機構 D_2, D_3 等が改良作業で明らかになり、同図(b)に示すように下位Depth方向に対し設計指示が行われる。その結果、新たな部品が選別され確定していく。一方、上位 D_1 でも無理な構想であったことに気付き、機能関係が変化する



(a)ポンチ絵の段階 (b)改良後のシステム

図4 改良作業の構造

ことがある。図4(b)の D_1 の内容は、その変更事例を抽象的に示す。

3-3 改良活動による教育効果

学生が多く時間を費やす活動は図4の改良作業である。この作業をSpanとDepthの軸で観察すると、初期構想案 D_1 に対し、Span軸に関する変更は大きなものにならない。改良の作業は専らDepth軸の部品開発と選択、高信頼性実現を中心としたものとなる。長時間に及ぶこの作業で、学生は主にDepth軸に関する設計のつながりとその管理スキル、すなわち図2で示す干渉とパフォーマンス・フィードバック調停に関する方法論を習得する。その結果、第2節のアンケートで示すように、工学知識の重要性を再認識され、改良活動希望回答者が90%となる教育効果があったと考える。本授業で学生は創造的な思いつきに始まり図4の改良作業を通じて管理スキルを発見的に習得している。その結果、モノづくりにおける作業工程の管理スキルや完成への自信を得たと推測している。

4. おわりに

8年間にわたるロボット設計授業を振り返り、本授業で学生が何を学び取り、どのような設計スキルが育成されていたか、抽象的なモデルの提案により構造的な考察を試みた。そのモデルによると教育効果として、Depth軸に関する部品の創出と改良活動が観察され、その管理スキルを習得している。学生はその後、市民向けイベントに進んで参加協力し設計演習授業に積極的に取り組み、課題を全員提出するようになり、技術者としての自覚が高まったと考える。本教育は2節で示した運用形態で可能であり、運用コストは比較的小さい。学生にとっては印象深い授業であり満足度は高く、実施目的としていた中だるみ解消ができたと考える。

参考文献

- 1) 藤原康宣, 佐藤清忠, 一関高専機械工学科における創造性育成教育, 平成14年度工学・工業教育研究講演会, 114, p.363, 2002
- 2) M.D. Mesarovic, D. Macko, Y. Takahara, Theory of Hierarchical Multilevel Systems, 研野和人監訳, 階層システム論, 共立出版, 1974
- 3) A. ケストラ, 日高・長野訳, 機械の中の幽霊, ペリカン社