解 説

教示コンテスト紹介

Robot Teaching Contest

柘 植 敏 幸* *日本電装株式会社工業技術研修センター

Toshiyuki Tsuge* *Nippondenso Co., Ltd. Industrial Technology Training Center

1. はじめに

日本電装株式会社（本社：愛知県刈谷市）では、現在約6,000台余りのロボットが稼働している。

ロボットの能力を最大限に引き出し、効率的に使用するためオペレータの育成も盛んに行われている。その数は年間1,000名を超している。

今回紹介するロボット教示コンテスト（以下ロボット上級競技会と呼ぶ）もその一つで図1は競技会風景である。

図1 ロボット上級競技会風景

2. ロボット上級競技会の目的

当社のロボットの多くは、製品の組み付け作業に導入されている。動作速度は最大2,000[mm/sec]、組み付け精度は ± 0.03 [mm]であり、高速・高精度の作業を可能にしている。ロボットの動作チェックにはビデオが使用されるが、その際スロー再生で動作確認をしていることから、いかに動作が高速であるかがうかがえる。ロボットオペレータには、プログラミング及びティーチングを短時間に効率よく行う高度な知識・技能が不可欠となっている。そこで当社では、生産職場のロボットオペレータを集め、高度知的技能の相互研鑽を行うことを目的に競技会を実施している。

競技者は各工場単位で選出され、事前訓練を積み、自分もっている最大の能力を発揮するとともに、工場と個人の名誉をかけて競技会に臨んでいる。

3. 競技の概要

3.1 競技の概要

競技は、図2のパレット上にセットされた①～⑥の部品の組み付けを行うために必要なプログラミング及びティーチングを行い、不安全行動や自動運転中のサイクルタイムなど6種類34項目の採点結果で順位を決める。会場には

図2 課題概要（部品のセット位置と組み付け状態）

10台のロボットが準備され、1グループ10名が同時に競技を開始する。競技は同日2グループ行われ、延べ20名の競技者が参加する。

(1) 競技時間

標準時間 2時間 打ち切り時間 2時間30分

(2) 課題仕様

パレット上の部品をチャックして、組み付け位置に組み付ける。その際、部品①の5本のピンのうち、1本を不良ピンに指定して、不良ピン排出位置に取り出す。

パレットのセットパターンには6種類あり、その一例を図2で示している。

以上の課題仕様は、当日の競技説明時に競技委員長より発表される。

(3) 課題の部品精度

使用部品すべては、 ± 0.01 [mm]の精度に加工され、組

原稿受付 1995年3月27日

キーワード: Technology and Skill

*〒446 愛知県安城市高棚町新道1

*Takatana-cho Anjo-shi, Aichi

み付けクリアランスは0.05[mm]になっている。

3.2 競技のポイント

競技のポイントは二つある。

第一のポイントは、モータ電流制限機能の応用による、ピンの長さの測定である。5本のピンは1[mm]ずつ長さが違うので、不良ピンを判別するためには、ピンの長さを正確に測定しなければならない。

競技会では計測器の使用を禁止して、ロボット自身に長さを測定させ判別している。その方法は、ピンをチャックし、図3のようにパレットに押しつけて停止した時のチャックの位置(座標)をデータとして取り込み記憶する。記憶したデータをもとに、プログラムにて長さを求め判別する。

ピンをパレットに押しつける場合、通常の力で押しつけると部品の破損・変形等を招く。そこで押しつける軸(上下動する軸)のサーボモータの電流を低く制限し、力を制御することにより、適度な力でピンをパレットに押しつけるようにする。このモータ電流制限機能により、長さ測定が可能となっている。

第二のポイントは、図4のように障害物のあるA、B、Cの各エリアから脱出するための、柔軟な動作をするプログラムの作成である。ロボットのハンドをA、B、Cのいずれかのエリアに置いた状態で、組み付け動作を開始する。いずれのエリアからでも障害物を回避して障害物脱出位置まで動作させなければならない。競技者は、プログラムの中でロボットのハンドの位置と障害物の位置を認識し、脱出経路を決めるプログラムを作成する。

図3 ピンの長さ測定

図4 障害物からの脱出

以上のポイントは、生産ラインで稼働するロボットの機能のうち、ニーズの高いものから優先して競技に導入したものである。

4. 採 点

採点内容は、大きく次の6種類に分類される。

- ① ティーチング中の安全確保
- ② サイクルタイム(組み付け動作時間)
- ③ 自動運転時の円滑な動作
- ④ 競技時間
- ⑤ フローチャートのできばえ
- ⑥ プログラムの長さ(メモリの使用容量)

これらの項目は減点法による採点となるが、競技時間が標準時間より短かった場合及びプログラムの長さが競技者全員の平均よりも短かった場合は、加算点が与えられる。競技会では、合否の判定ではなく順位を付ける必要があるため、必ず点差がつくような採点基準となっている。

また、生産ラインで高速・高精度のニーズが高まっていることから、サイクルタイムの短縮が重視され、0.5[sec]毎に2.5点の減点となっておりウエイトが重い。このようにサイクルタイムを最短にするため、ティーチング後の自動運転による動作確認は最大スピードで行われる。そのため、ティーチングポイントに微妙なずれがあると組み付け不良となり、部品の破損、ロボットの異常停止につながり失格となる。競技中は勿論のこと、採点での自動運転は緊張感に満ちあふれている。例年10%から20%の競技者が失格している。

5. あ と が き

ロボット上級競技会は1985年から開始され、10年が経過している。この間ロボットの進歩とともに課題は改善されてきた。常に最新の機能を最大限に引き出すプログラミングとティーチングの技術・技能を要求する課題となっている。ロボットの最新機能の全社普及にもこの競技会は大きな役割を果たしている。

柘植敏幸 (Toshiyuki Tsuge)

1954年5月23日生。1973年愛知県立岡崎工業高校電気科卒業。同年日本電装株式会社入社。1983年より日本電装株式会社工業技術研修センターでパソコン、プログラマブルコントローラ、ロボットをはじめとするFA関連機器の社員教育に従事。