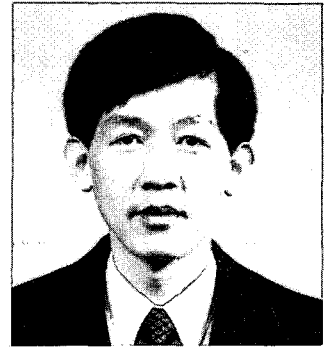


# 공업설계 실험교육과 경연대회

## 서 론

대학교육이 이론위주의 교육이고 대학 졸업생들은 현장에서는 아무 쓸모가 없어서 산업체에서 수개월의 연수과정을 거쳐야 한다는 비판을 많이 들어왔다. 과연 대학에서 현장 업무를 가르칠 수 있는가? 그리고 대학에서의 현장 교육이 효율적인 투자인가 하는 문제는 많은 연구와 토론이 필요하다고 생각한다. 이 문제에 대한 참고자료로 서울대학교 공과대학에서 기계계열과 전기계열 2학년 학생들을 대상으로 실습위주의 공업설계과목을 지도한 경험을 소개하고자 한다.

아직 공학의 개념이 확립되지 않은 2학년 학생들이 정해진 재료를 가지고 지혜를 짜고 서투른 기술로 기구를 직접 만들어 공학의 의미를 직접 체험할 수 있도록 하는 것이 본 과목의 목적이다. 공업설계과목에서는 학기초에 설계의 기본원칙, 기구학, 가공방법 등을 약 5주간 강의한다. 이와 동시에 간단한 공작기계의 작동 실습을 한다. 그 후에 학기 과제물로서 학생들이 설계, 제작할 로봇의 용도를 발표하며 로봇 제작용 재료 세트를 나누어준다. 학생들은 6주 동안 주어진 제한조건내에서 로봇을 설계, 제작하고 그 로봇으로 경연대회를 갖는다.



주 종 남  
서울대학교 기계설계학과 교수

공업설계과목은 미국 MIT 기계공학과에서 약 20년 전부터 시작되었으며 1990년에 일본의 동경 공업대학, 영국의 Cambridge 대학, 그리고 독일의 Darmstadt대학이 합류하여 공동으로 과목을 개설하고 여름방학에 학생대표들이 한자리에 모여서 국제설계대회를 갖게 되었다. 서울대학교는 브라질의 Sao Paulo대학과 함께 1993년부터 공업설계과목을 개설하였으며 또한 국제 설계대회에 참가하기 시작하였다. 로봇 경연대회는 서울대학교 기계설계학과와 제어계측공학과가 공동으로 개설하는 공업설계 과목의 일환으로 기계·전기계열 2학년 학생들이

한 학기 동안 실습을 통해서 설계, 제작한 로봇으로 대회를 갖는 것이다.

### 로봇 경연대회 내용

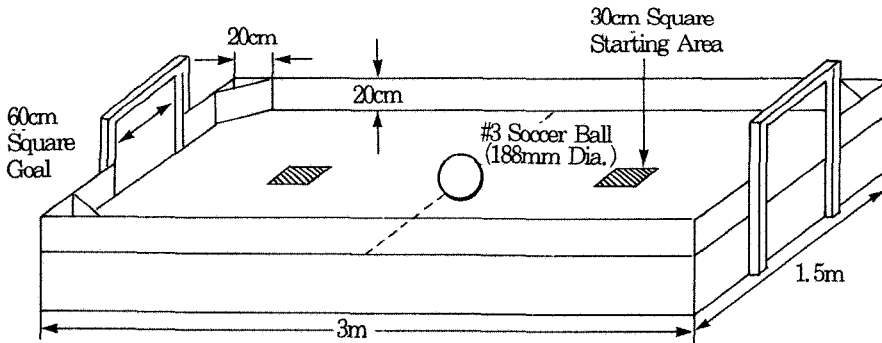
1994년의 로봇 경연대회 내용은 원격 유선 조정되는 로봇을 가지고 토너먼트 방식의 축구를 하는 것이었다(그림 1). 각 경기자는 2인 1조로 제공된 재료세트에 있는 재료만을 이용하여 30cm×30cm×30cm의 공간에 들어가는 유선조정 로봇을 만든다. 경기시간은 45초이며 경기중 상대방을 방해할

수도 있고 상대의 공을 빼어올 수도 있다. 단 로봇의 총 무게는 4kg을 넘지 못한다. 공의 절반 이상이 상대편 골을 통과한 순간 점수를 인정하며 다음의 조치가 뒤따른다.

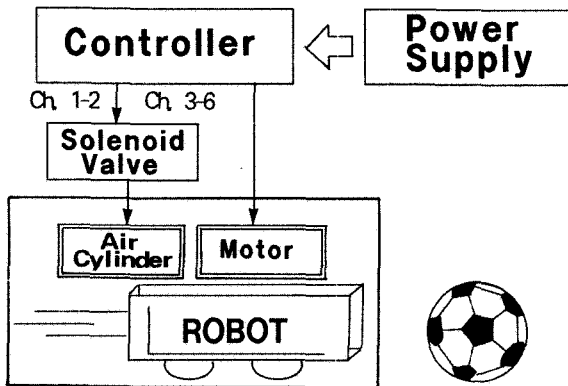
가. 전광판 시계를 경기가 재개될 때까지 멈춘다.

나. 공과 로봇을 시작 지점(starting area)에 위치한 후 경기를 재개한다.

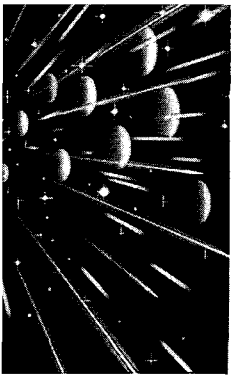
로봇을 구동하기 위한 주요 에너지원은 공기 실린더를 움직이는 압축공기와 직류모터를 구동하는 전기이다(그림 2). 이 에너지원은 유선으로 로봇에게 공급되며 (그림



[그림 1] 로봇 축구 경기장



[그림 2] 로봇에 전달되는 압축공기와 전기

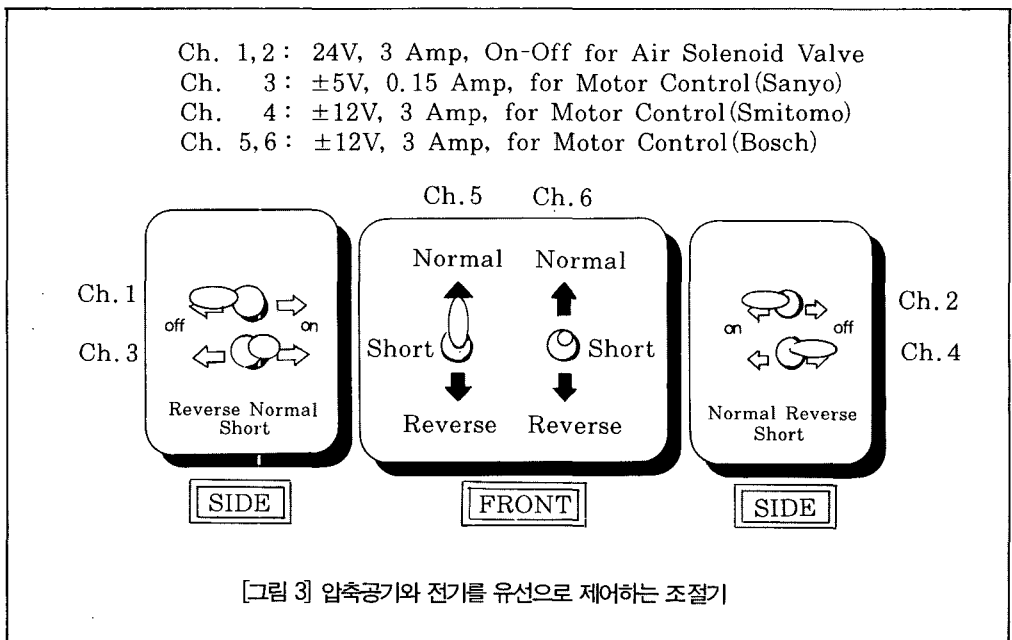


3)에 나와있는 것과 같은 조절기의 스위치를 조작하여 제어한다. 로봇 제작에 사용하도록 배급된 재료는 전기 모터 4개, 공기 실린더 2개, 나무판자, 알루미늄 판, 종이상자, 플라스틱 호스, 스프링, 고무줄 등 주위에서 흔하게 구할 수 있는 것들이다(표 1). 다음의 예외를 제외하고는 주어진 재료만을 이용하여 로봇을 제작하여야 한다.

- 가. 접착의 용도로 접착제를 사용하는 것.
  - 나. 단순한 지지나 고정을 위해 볼트, 너트, 와셔를 사용하는 것.
  - 다. 전기적 절연을 위한 용도로 접착 테이프를 사용하는 것.
  - 라. 자신의 로봇에 대해 마찰을 줄이기 위한 용도로 윤활유를 사용하는 것.
  - 마. 다른 기능을 하지 않는 장식
- 학생들이 로봇 제작에 사용한 기계는 드릴, 밴드톱, 벨트 연삭기, 점용접기, 글루건 등과 간단한 수공구들이다.

### 로봇 경연대회 세부 사항

1. 심사위원은 안전상 위험하다고 판단되는 로봇을 실격시킬 수 있다.
2. 경기자들은 경기 테이블에서 30초 이내에 경기준비를 완료해야 한다.
3. 로봇은 제공되는 커넥터를 이용한 정상적 방법에 의해 전원에 연결되어야 한다.
4. 커넥터와 공기압 호스는 경기 전 심사위원과 경기자 1명이 연결한다.
5. 각 로봇의 첫시합 이후에는 어떠한 수정이나 대체가 허용되지 않는다.
6. 경기 진행 중에는 경기자가 제거의 작동 외의 다른 방법으로 로봇을 조작할 수 없다.
7. 전원이 제공됨과 함께 시합이 시작되고 45초 후 전원 중단과 동시에 시합이 종료된다. 경기가 종료되면 심사위원은



[표 1] 로봇 제작에 사용하도록 배급된 재료

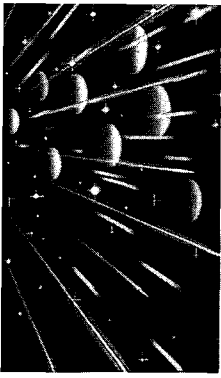
Item	No.	Item	No.
Box	1	Acryl plate 6×155×300mm	1
Brown Paperbag, large	1	Braided cord φ 0.8×3000mm	1
Brown Paperbag, small	1	Braided cord φ 1.6×3000mm	1
Cardboard tube-blue	1	Braided cord φ 3.2×3000mm	1
Cardboard tube-brown	1	Plastic hose φ 46×600mm	1
Cardboard tube-long, thin, brown	1	Bosch motor	2
Cardboard tube-long, thin, light green	2	Sumitomo motor	1
Wood bar 50×12×90mm	1	Sanyo motor	1
Wood bar 40×9×80mm	1	Connector	1
Wood plate 300×300×6mm	1	Air cylinder with control valves	2
Aluminum rod φ 9.5×300mm	1	Spring, constant force	1
Aluminum bar 300×50×6.5mm	1	Gear, black plastic, φ 25mm	2
Aluminum plate 150×150×1.6mm	1	Gear, black plastic, φ 50mm	2
Aluminum plate 150×150×3mm	1	Toothed belt, black	2
Aluminum box section 25×25×300mm	1	Rubber belt, white with holes	2
Aluminum box section 30×80×143mm	1	Nylon cloth 40×40mm	1
Steel rod φ 3×1000mm	1	Gluegun rod φ 11×145mm	1
Steel rod φ 2×1000mm	1	Cable ties	4
Steel tube 31×18×300mm	1	Plastic knob	2
Steel tube 25×13×300mm	1		

움직이던 물체가 모두 정지된 이후에 승자를 결정한다. 만약 경기 과정에서 공이 전혀 움직이지 않았다면 양팀 모두 실격이 된다.

8. 양팀의 득점이 같을 때에는 경기 종료 후 공의 최종 위치가 자기 골(goal)에서 더 멀리 있는 편이 승자가 된다. 단, 경기가 종료되는 순간 골인이 되어 무승부가 되었을 경우에는 15초간의 연장전을 가져 승자를 가린다.
9. 경기장, 공 또는 제어기 등을 파손한 출

전팀은 실격된다.

10. 전원 공급선과 공기압 호스는 본래의 용도로써만 이용될 수 있다.
11. 상대방 로봇을 파손할 목적의 경기진행은 대회 정신에 위배되므로 허용되지 않는다.
12. 경기후 30초 내에 경기자는 테이블에서 로봇과 모든 부속품을 치워야 한다.
13. 경기장 표면의 접착, 문지르기 또는 경기장 손상 등을 이용하여 반동이나 마찰을 얻는 방법은 허용되지 않는다.

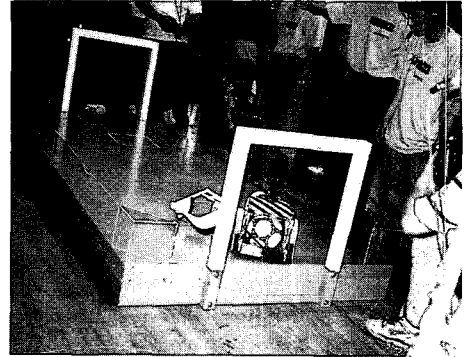


- 14. 윤활유로 경기장이나 상대편 로봇 또는 공을 훼손해서는 안된다.
- 15. 주어진 재료를 화학적으로 변화시킬 수 없으며 모터를 재권선해서도 안된다.
- 16. 규칙 위반이 고의에 의한 것이 아닐지라도 그 결과로 얻은 승리는 인정하지 않는다.

### 로봇 경연대회 결과

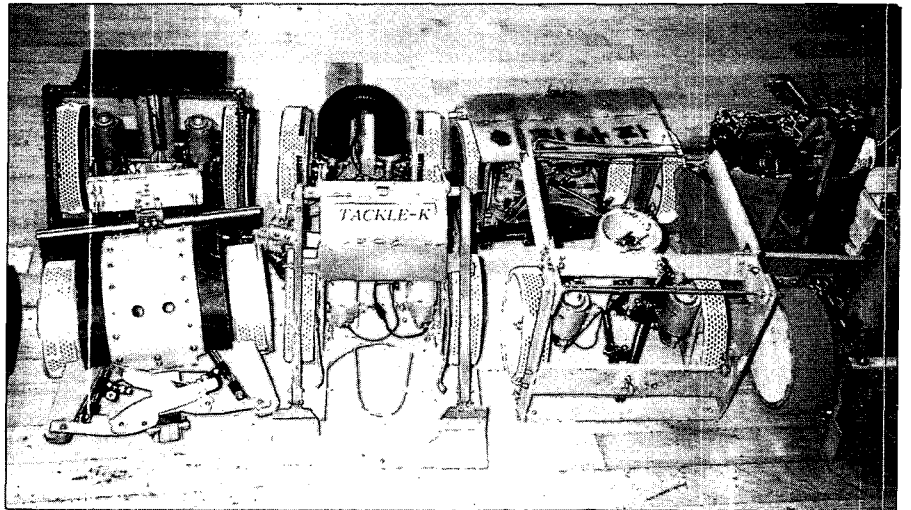
(그림 4)는 로봇 축구 경기장에서 공을 넣는 순간을 보여주고 있다. 주어진 조건에서 학생들은 두가지의 다른 전략을 구사하였다. 첫번째 전략은 로봇의 추진력을 가능한 한 크게 해서 상대방 로봇과 공을 한꺼번에 밀어붙이는 것이고 또 다른 전략은 빠른 기동력으로 공을 잡은 후 상대방 로봇을 피해나가는 전략이었다. 처음 설계를 시작할 때는 추진력을 강조한 조와 기동력을 강조한 조가 약 반씩이었으나 많은 학생들이 도중에 설계 변경을 하여 대부분의 로봇들이

추진력을 우선으로 하게 되었다. 그 이유는 로봇의 시작 지점과 공사이의 거리가 그리 멀지 않아서 기동력의 장점을 살리기 힘들었기 때문이었다. 실제 시험 결과도 기동력을 강조했던 조들은 모두 토너먼트 초반에 탈락했다. 공을 잡는방법은 주로 양 옆의 팔을 모아서 잡거나 고리모양을 위에서 아래로 내려서 잡는 방법을 택하였다(그림 5). 한가지 재미있었던 것은 쓰레받기같이



[그림 4] 로봇 축구 경기중 공을 넣는 순간

[그림 5] 여러가지 모양의 팔을 가진 로봇들



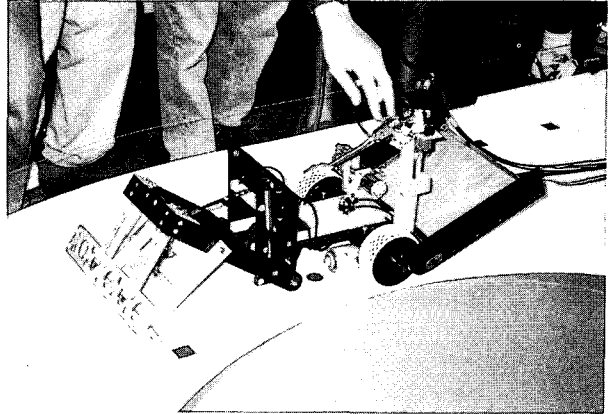
생긴 팔로 공을 들어올리는 로봇이 2대가 있었는데 한팀은 우승을 했고 다른 팀은 8강까지 진출했다. 공을 잡는 방법으로는 그리 좋은 방법이 아니었지만 다른 로봇이 공을 먼저 잡았을 때에 상대 로봇을 들어올려서 무기력화 하는데 큰 역할을 했던 것이다.

예년의 로봇들에 비해서 금년의 로봇들은 다양성이 적었고 경기중에 로봇들 간의 접촉이 아주 많았다. 경기 내용을 실제 축구와 비슷하게 하려고 한 담당교수들의 잘못이었던 것 같다. 작은 공 여러개를 동시에 놓고 경기를 했다면 더 다양하고 재미있는 로봇이 많이 만들어졌을 것이란 아쉬움이 남는다.

우리나라 학생들이 1993년 국제 로봇경연대회에서 외국학생들에 비해 아무 손색없이 경연대회를 치루었던 것이 자랑스럽다. 국제 대회에서는 각나라 학생들 1명씩 총 6명이 한 조를 이루어서 로봇을 설계, 제작하였다. 미국 학생들이 가장 활발하고 중심적인 역할을 하였으며 독일 학생들은 조용하면서도 역시 탁월한 제조능력을 보여주었다. 일본학생들은 언어장벽 때문이었는지 아주 소극적이었으나 한국학생들은 적극적으로 참여하였으며 미국학생들과 비슷하게 활달한 면모를 보여서 외국 교수들을 놀라게 하였다. 1993년 국내 경기 로봇들도 외국의 로봇과 비교하여 손색이 없었다. 다만 독일 국내 경기에서 만들어진 로봇들은 깔끔하게 마무리 되어 있어 그들의 제조기술과 장인정신을 가늠할 수 있었다(그림 6).

## 결 론

국내 로봇 경연대회 성적과 학생들의 1학년 때의 학점 평점과의 상관관계가 뚜렷이 나타난 것이 재미있는 결과이다. 역시 학점이 높은 학생들이 성실하게 실습에 임하였



[그림 6] 1993년 독일 국내대회에서 쓰레기 수거용으로 만든 로봇

던 것이라고 생각된다. 마찬가지로 로봇 경연대회 성적과 실습 출석률 사이에도 뚜렷한 상관관계가 있었다. 창의성은 무엇으로도 평가하기가 곤란하였다. 학생들이 직접 만든 로봇이 모두 다 창의적이었다고 말할 수 밖에 없을 것 같다.

또한 강의와 실습 내용상 기계계열 학생들이 추가 되는 공업설계과목이 전기계열 학생들이 자체적으로 실시한 학과목 평가에서 가장 높은 호응도를 얻은 것은 고무적인 일이다. 공업설계 과목 및 로봇 경연대회를 통해서 학생들은 기계의 설계 및 생산 그리고 실제 사용에 있어서의 문제점을 어느정도 느꼈으리라고 생각된다. 최초의 설계 의도대로 만들어진 로봇은 한대도 없었으며 많은 시행착오를 겪으며 수정 보완했던 과정이 가장 값진 교육효과가 아닌가 생각한다. 다만 예산과 시설의 한계로 인하여 이 과목 수강을 원하는 많은 학생들을 다 수용하지 못하고 추첨으로 100명의 수강생을 선발해야 하는 현실이 안타까우며 이 로봇 경연대회를 위해 협찬을 해준 대우전자(주)에 감사를 드린다.