낯선 공학-소프트 공학

④

글 ■ 윤 중 선 / 부산대학교 기계공학부, 교수
e-mail ■ jsyoon@pnu.edu

이 글에서는 고고학적 공학, 현고학적 공학, 내고학적 공학에 대해 언급하고 공학에 대한 오해들과 근본적인 물음들 등 소프트 공학의 개념을 탐색 하기 위하여 구현이 쉬운 로봇제작 과정인 '부산대 정크로봇 프로젝트화 '공학 철학 강의'의 기획 · 샐행을 소개한다.

사람은 익숙해지면 환경을 의식하지 않게 된다. 대상에서 자유로워지는 것이다. "가장 좋은 기술은 있는 듯 없는 듯 배경으로 사라지는 것"이라고 팔로알토 연구소(PARC)의 마크 와이저는 말한다. 기술이 인간의 삶을 관여하려는 오만과 독선에서 벗어나 사람과 환경과의 어우러짐을 시도하는 것. '인간을 위한'이라는 본연으로서의 기술의 분수만큼 말이다[1].

공학의 분화와 통합

18세기까지만 하더라도 과학(science)이라는 말보다 자연철학(natural philosophy)이란 말이 널리 통용되었다. 이 시대의 철학자들은 자연을 탐구하는 과학자를 겸업했었고, 과학자 역시 지식의 총합을 꾀하던 철학자였던 것이다. 특히 천재의 시대라 일컬어지는 17세기를 대표하는 케플러, 갈릴레이, 데카르트, 파스칼, 뉴톤, 스피노자 등의 이름을 열거해보면 과학이 자연철학이란 큰 이름으로 소속되었던 시대의 지적 풍토를 쉽게 짐작해볼 수 있다.

그러나 19세기에 들어와서 자연철학의 일부분은 과학이라는 명칭으로 분리됨과 동시에 물리학, 화학, 생물학 등으로 더욱 전문화되면서 급속한 개별적인 전개를 펼쳤던 것이다. 이는 르네상스 이후 인본주의자들이 실천하려 했던 지식체계에 있어서 조화와 균형의 감각이 와해되는 순간이기도 했다. 한편 19세기는 과학과 예술을 결정적으로 분리시킨 시기이기도 하다. 한 사람의 레오나르도 다빈치는 두 개의 인격으로 갈라져 과학자형이 됐던지 아니면 예술가형이 되던지 하는 양자택일 할 수밖에 없었다. 종합적인 인간형의 전통이 와해되는 순간이었다.

이러한 19세기적인 유럽문화의 특징은 한국의 서양문화 수입과정에서 많은 오해를 불러일으키고 있다. 말하자면 우리가 받아들인 서양이라는 충격은 15세기 르네상스도 아니고 17세기 천재적인 과학철학의 시대도 아닌 인간적인 지적 노력이 여러 갈래로 분화되기 시작한 19세기라는 한 시기에 국한된 시대 양상이기 때문이다. 그들 나름의 지적 흐름을 잘 모르는 우리의 시각으로 보면 수학을 공부하다 과학과 철학에 몰두하는 바슐라르는 철학자라기보다는 연금술사처럼 보이기가 쉽고, 한 때 일체의 창작을 중단하고 수학공부에 열중했던 시인 폴 발레리의 행동 또한 이해하기가 쉽지 않다.

철학에서 자연철학으로 다시 자연철학에서 과학으로, 그리고 과학은 공학으로 변종하는 동안에 공학은 자연철학적인 상당한 사색을 잃어버렸다. 우리가 서양의 과학을 심각한 현실로 받아들인 것은 19세기 후반이었다. 말하자면 과학도 사상의 형태가 아니라 문물의 형태로 들어왔고 그것은 이미 19세기 낭만주의 굴절을 겪은 형태였던 것이다. 그래서 우리의 과학은 인문이나 예술의 근친관계를 맺을 기회를 놓쳐버린 채 곧바로 공학이나 기술의 원개념으로 이해되어 버렸던 것이다. 따라서 거기에는 사색과 상상력이 결여되

기가 쉬웠다[2].

기술의 진화 : 무기와 악기

그러면 공학은 19세기나 20세기에 와서야 새롭게 분화 생성된 분야인가?

원시시대의 수렵채취 도구로부터 근대의 전쟁 수행 도구 그리고 정보화시대의 정보처리 도구들. 무기로서의 기계의 발전을 생각해보자. 원시시대의 도구(tool)에 의한 인력의 극대화 기술, 산업혁명(industrial revolution) 시대의 증기기관을 통한 힘의 증폭 및 제어 기술과 자동 방적/방직 기술, 정보혁명(information revolution) 시대의 패턴의 추상화 및 복제화에 따른 디지털 기술 등등이 그 대표적인 예가 될 수 있겠다.

그러나 무기(arms)로서의 발달과 달리 감성과 맞닿아 조화로운 악기(instruments or toys)로서의 기계 발전을 생각해볼 수 있겠다. 원시시대의 타악기. 18세기 초에 발명된 피아노는 대표적인 뉴턴 역학적 기계 악기이고 20세기부터는 전자공학적 악기들이 출현하였다. 기계 악기들은 연주자의 몸의 움직임을 우아한 소리의 떨림으로 청중에게 전달하는가 하면 전자 악기들은 사람의 동작을 아날로그나 디지털 신호로 바꾸어 기계가 만들어내지 못하는 다양한 음의 가공을 가능하게 하였다. 악기의 진화에는 항상 동시대의 과학기술과 시대정신이 반영되고 있다[3].

그렇다면 공학은 인류의 역사와 늘 함께 한 셈이다. '인간을 위한'이라는 화두와 함께. 그런데 친근해야 할 공학이 왜 대부분의 사람들에게는 딱딱하고 다가가기 어려운 것인가?

현고학(現考學)적 공학

몸과 공학의 재회

다른 분야에 비하여 공학은 매우 보편적인 특성을 지니고 있다고 믿어왔다. 그러나 절대적인 독립성을 높이 평가해왔던 서양인이 주체성을 강조하는 데 비하여 동양인-한국인은 관계성을 중시한다. 현재 통용되고 있는 서구의 공학은 '인간을 위한'이라는 공학의 출발점에서 벗어나 인간은 배제된 채 객체(object)와 대체물에 집착하여 진화되고 있는 듯 보인다. 대부분의 사람들에게 친근하게 느껴지지 않는 공학에 대한 선입견은 널리 퍼져 있는 이러한 서구의 공학관의 영향과 무관하지 않을 것이다.

본래 예술과 기술은 '테크네'라고 하는 동일한 조어(造語)를 가지고 있다. 신체를 중심으로 감정이나 감성이 확대된 것이 예술이라면 힘이나 기능적으로 확대된 것이 초보적인 공학 혹은 테크놀로지로 볼 수 있다. 아마도 최초의 공학은 구석기시대의 타제석기일 수 있다. 이 경우 석기는 손의 확대로 볼 수 있다. 그러나 기술은 근대 이후, 특히 강력한 증기 동력기관이 발명되고서부터 신체가 연결될 수 없는 상태가 되어버리고 말았다. 전기의 발명과 이용은 이를 더욱 부추겼다. 기술은 이렇게 산업혁명과 정보혁명을 거치며 신체가 확인하거나 개입할 수 없는 절대 독립의 어떤 체계로 자신의 방향을 잡아나가는 듯 했다. 강하고 빠르게 인간에게서 벗어나 버린 공학, 몸으로 파악할 수 없는 공학, 그것은 너무도 낯선 것일 수밖에 없을 것이다.

최근 공학의 발전과 반성은 공학을 다시금 인간의 신체 가까이에 두려고 하는 경향이 있다. 엉뚱하게도 기술을 신체로 가까이 오게 하는 계기는 이 둘을 분리시켰던 장본인인 전기였다. 이번에는 과거의 강전(强電)이 아니고 약전(弱電)이다. 약전은 개전(個電)을 가능케 하여 신체의 바깥으로 저 멀리 도망치게 했던 기술을 신체의 껍질이나 내부로 끌어들이게 했다[4].

인터액티브 테크놀로지 : 공간 혁명

산업혁명이 힘의 증폭을 지향한다면 정보혁명은 속도의 증폭을 지향한다. 힘과 속도로 대변되는 고립된 객체(object)로서의 기계와 기술에서

사람과 상관된 환경(environment)으로서의 기계와 기술로의 공학과 기술 전반에 대한 사고의 이동, 인터액티브 테크놀로지(interactive technology)는 인간과 기계 사이와 만남에 대한 새로운 사고 혁명. 즉 인터액티브 혁명(interactive revolution)에 근거한 새로운 공학의 방식을 시도한다. 정보로 이루어진 공간에 대한 이해와 공간을 받아들이는 사람에 대한 이해로부터 사람과 기계의 새로운 만남의 방식을 더듬어 볼 수 있겠다[5].

주체와 객체가 선명한 나라일수록 소리와 빛과 같은 원거리 감각을 좋아하지만 주체와 객체가 엉켜있는 곳에서는 촉각, 미각, 후각 등 근거리 감각이 훨씬 더 설득력이 있다. 한국인은 대체로 손으로 만져보고 확인하기를 좋아한다. 광주 비엔날레와 같은 전시회에서 많은 관람객들이 작품에 손을 대어 작품관리가 힘들었다한다. 이는 교양의 부족에서 온 것만은 아닐 것이다. 이를 보면 한국에서 인터액티브 테크놀로지를 시도하는 일은 서양과는 다른 출발점을 가질 필요가 있다. 사람, 기계, 기술 그리고 환경과의 인터액션에 보다 유리한 몸(身體性)을 가지고 있다는 점에서 그렇다. '인간을 위한 공학'을 구체적으로 확인할 본능적인 몸을 가지고 있기 때문이다[4].

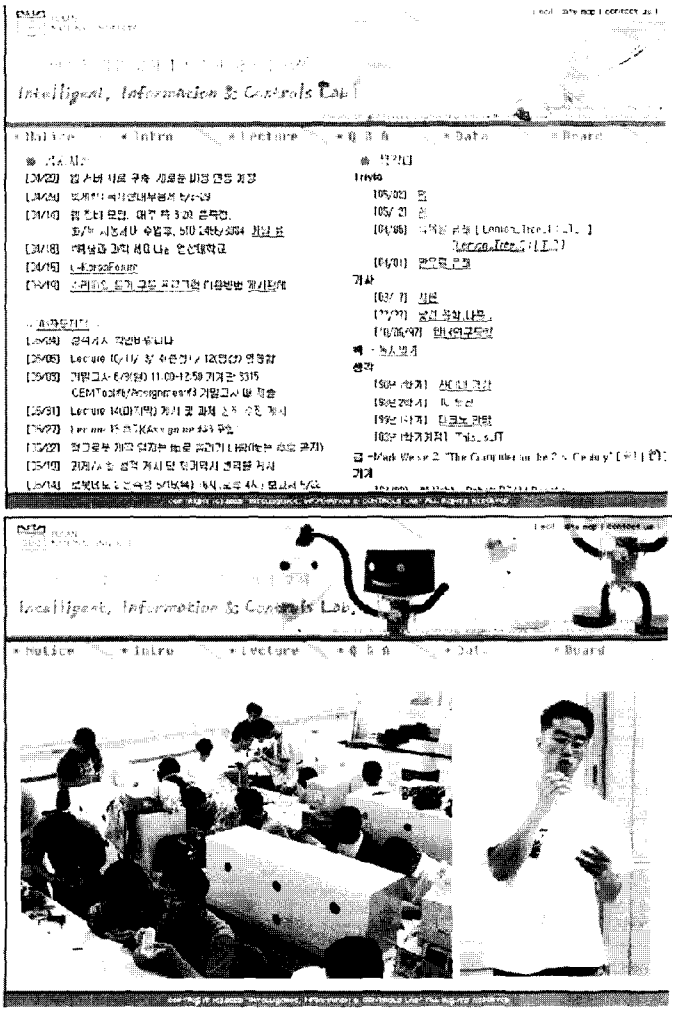

그림 1 인터액티브 웹

공학철학 : 의도와 디자인으로서의 공학

바야흐로 인간과 컴퓨터가 공진화하는 시대이다. 그리고 기존 기술의 재활용 가능성은 기능과 성능 그리고 결과물로서의 공학행위 과정을 되짚어보게 한다. 공학 설계의 의도(intention)와 설계자(designer)로서 공학자의 자질에 대한 근본적인 물음을 묻게 되는 것이다. 인터넷과 휴대폰이 깊숙이 모든 이들의 일상생활을 지배하고 있는 것처럼 이제 기술은 공학행위를 수행하는 소수의 전문집단의 범주를 벗어났다. 바람직한 기술과 공학행위에 대한 탐구인 공학철학은 이제 철학의 주류일 수밖에 없게 되었다. 몸 철학자 메를로-퐁티, 미디어 이

론가 맥루한, 유비쿼토스 컴퓨팅 제안가 와이저 같은 사람은 대표적인 공학철학자이고 Wired와 같은 컴퓨터 문화 잡지, 마이너리티 리포트 및 매트릭스와 같은 공상과학 영화들은 시대를 이끌어가는 대표적인 공학철학서인 셈이다.

공학철학적 물음은 '인간을 위한 기술은 무엇이고 어떻게 설계할 것인가?' 일 수 있다. 기술로서 극복 가능한 가장 비인간적인 인간조건은 무엇인가? 신체의 확장을 꿈꾸는 인간은 신체의 한계를 가졌다는 점에서 누구나 조금씩은 장애인이다. 가장 취약하게 자신을 만든 상태에서 공학을 재점검해보는 것이 공학의 가장 진실된 출발점이 아닐까 한다.

공학은 기본적으로 최적을 추구한다. 그 최적의 대상이 개체나 작동조건뿐 아니라 주변환경에의 대처 방식까지로 확장된다면 매우 어려운 많은 공학의 문제들이 현실적으로 해결될 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 최근 활발히 연구되고 있는 진화공학적 기법은 생명의 진화과정을 재현하여 주어진 의도에 맞는 공학적 해법을 스스로 찾아내는(evolve) 방식을 취한다. 기술은 산업혁명을 통한 힘의 증폭에서 정보혁명을 통한 속도의 증폭으로 그리고 인터액티브 혁명을 통한 의도의 증폭으로 진화하고 있다[6].

그림 2 공학철학 강의

소프트 공학 강의

소프트 공학은 이와 같이 바람직한 기술과 공학행위를 모색하는 분야이다. 우선 강의에 이 생각들을 접목해보는 거다. 수강자와의 인터액션이 가장 중요한 사안일 것이다. 기존 웹에서의 인터액션은 강의 자료를 올리고 받거나 공지 사항이나 의견을 주고받는 정도이다. 언제든지 자료를 받을 수 있는 기능이 오히려 인터액션을 떨어뜨릴 수가 있다. 그림 1과 같은 인터액티브 웹의 구현이 급선무이다. 실시간 방송국의 형태가 적당해 보인다. 그리고 어디서든지 자료를 게시판처럼 올릴 수 있는 구조가 좋겠다. 강의 자료를 웹에 미리 올리고 진행된 강의는 녹음 또는 녹화를 하여 강의 직후 웹

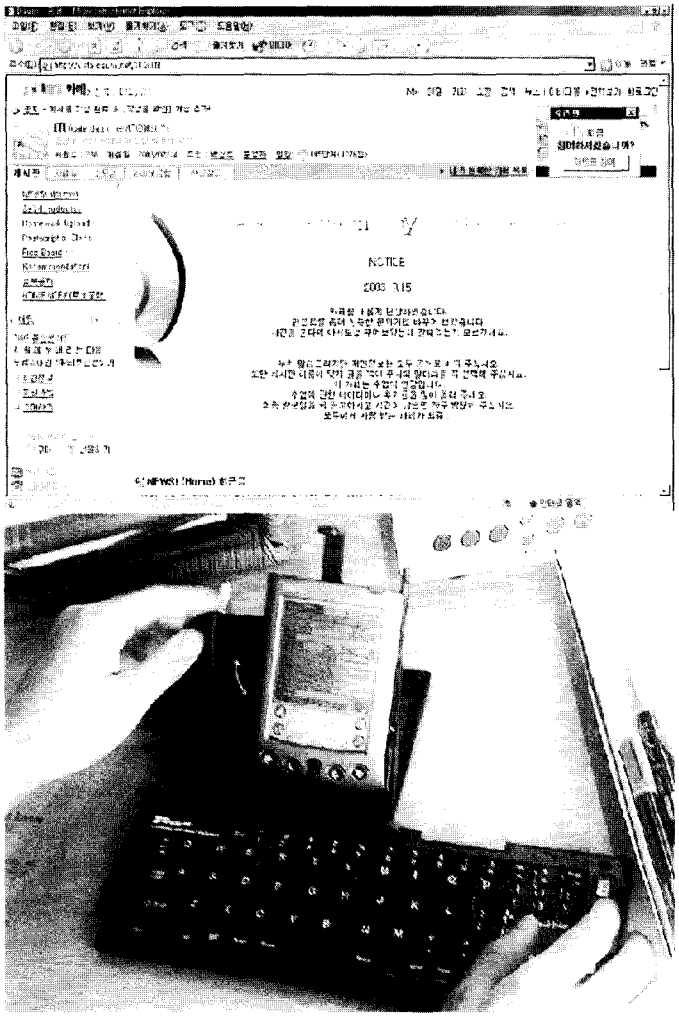

그림 3 공학철학 강의 방식

에 연동시킨다. 실시간 강의가 불가능할 때는 강의실 또는 웹에서 실시간으로 녹화 영상물을 틀고 참여를 유도한다. 실시간 접속으로 참석을 확인하고 채팅 등 실시간 대화 방식을 열어 놓는다. '금주의 기계' 등 연속적인 글을 웹에 올리면 지속적 관심에 도움이 된다.

몇 가지 강의 방식들을 보자.

2003년 1학기 부산대학교 기계공학부 3학년 자동제어 강의, 우선 대표적인 제어 사건을 보여주고 작동원리를 설명하게 하여 제어 개념을 파악하게 한다. 번역 제출된 제어 역사에 관한 글들을 엮어서 웹에 올린다. 그리고 제어 해석 및 설계 프로그램인 매트랩이나 셈툴로 실제 제어 예를 실습한다. 셈툴 프로그램은 소스 코드 답과 함께 제시하고 문제 풀이에 프로그램을 사용하도록 점차 유도한다. 강의는 가장 고전적이며 1차계인 물탱크 높이 조절 장치와 가장 보편적이며 2차계인 모터의 속도 조절장치를 중심으로 진행한다. 모델링, 해석, 설계 모두 이 두 시스템에 점진적으로 적용한다. 물탱크와 모터의 실물과 응용 예를 영상물과 함께 제시한다[7].

2003년 2학기 지능공학, 실상은 그림 2와 같이 공학철학 또는 공학문화에 대한 과목이다. 마이너리티 리포트나 매트릭스 같은 영상물들을 정리하고 생각을 보태서 공학에 대한 문제를 쉽고 흥미롭게 접근해보게 하는 거다. 강의자와 수강자가 같이 강의를 만들어가는 데 큰 의의를 두고 지속적인 참여를 유도한다. 자원봉사 수강자들은 특기와 관심에 따라 컨텐츠 선정, 변환, 편집, 촬영, 기록, 모니터링, 현장 검증, 웹 및 카페 관리, 장비 구매 지원 등으로 나누고 팀장을 정하도록 한다. 필요시 팀장 회의를 하여 역할 분담을 하고 과목 카페 전체나 팀별로 운영하는 카페 소모임을 이용하여 정보를 공유하며 작업을 한다. 제작 컨텐츠에 기여자를 표시하여 참여도를 유지시킨다. 강의 후기와 과제 및 정보교류를 통하여 전체 수강자의 참여를 유지시킨다. 그림 3과 같이 별도의 카페가 만들어져서 강의와 연구 의사소통 채

널로 사용되고 있고 출석은 PDA를 통하여 입력 확인된다[8].

2003년 2학기 4학년 로봇공학 강의, 산업용 로봇의 운동 해석만으로도 쉽지 않은 분야와 분량이다. 지능, 운동, 감지, 판단, 몸, 감성, 상호작용, 미래 등을 다루어야 하기 때문이다. 대표 주제들을 짧게 다룬 자료가 있으면 좋다. 각 2쪽씩 50여 개의 주제를 다룬 책이 있어서 50여 명 수강생들에게 각각 하나씩 번역하여 강의 카페에 올리게 하고 이 글들을 묶으면 1주에 한 권의 책이 나올 수 있다. 강의 중에 1인 당 1분씩 요약 발표하게 하고 녹음하면 50여 분 짜리 오디오 책이 만들어진다. 각자가 주제별로 토의를 끌어가면 효과적인 참여와 강의가 가능하다. 또한 학생 스스로가 로봇이나 컴퓨터의 역할을 하는 로봇 조립 게임이나 튜링 테스트 등의 사유실험을 통하여 복잡한 이론에 대한 이해도를 높인다. 주요 주제들은 로봇 플랫폼으로 실제 상황에서 점검할 수 있도록 한다.

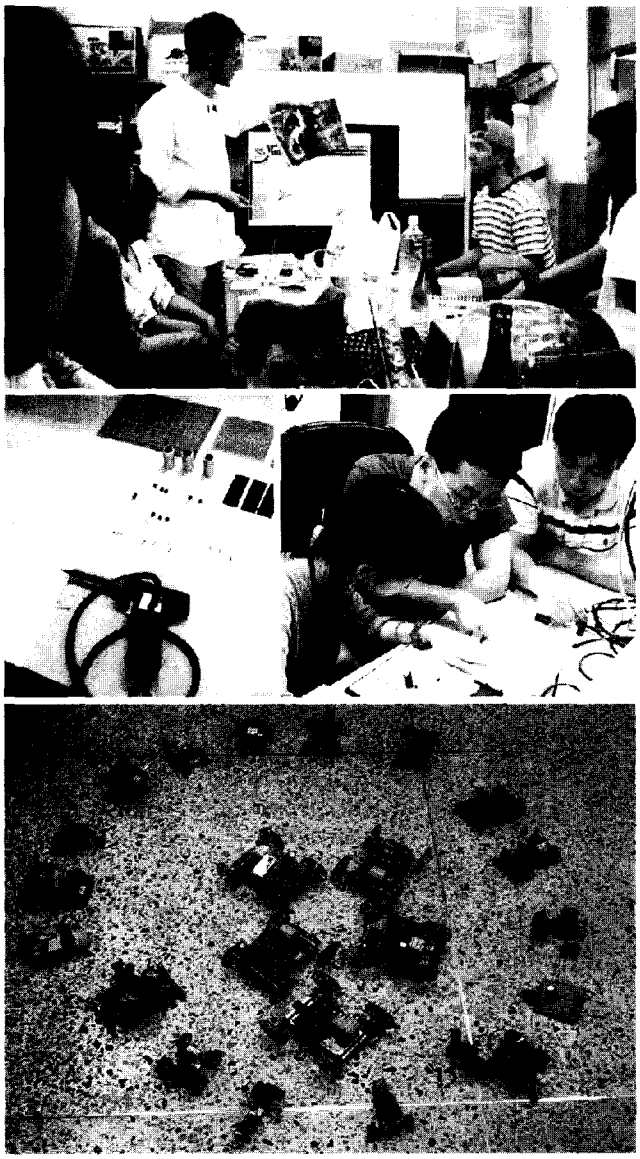

그림 4 정크로봇 프로젝트

이제 강의 내용을 이야기해보자. 소프트 공학의 개념을 쉽게 구현하기 위하여 급속조형(rapid prototyping) 기법에 의한 로봇 제작 과제인 "부산대 정크로봇 프로젝트(PNU junk robot project)"와 "유비쿼토스 부산대: u-PNU"를 기획하고 실행해 보았다.

2003년 1학기 중 부산대학교 기계공학부 3학년 학생 60명을 대상으로 부품 및 제작 과정에 대한 정보를 제공하고 주어진 가이드에 따라 태양전지로 움직이는 팽이나 자동차를 제작하도록 하였다. 자급자족의 원칙대로 컴퓨터 및 전자제품 폐자재를 준비하도록 하고 부품은 부산지역 특히 전포동 전자 부품상가에서 구하고 태양전지는 인터넷 부품상가에서 구입하도록 하였다. 자동제어 과목과 연계하여 모터의 작동원리와 구조 및 제어에 대한 영상물을 보여주고 동료 학생들에 의하여 미리 제작된 로봇의 동영상 및 해당 웹 사이트를 보여준다. 준비된 부품으로 제작도를 좇아 만능기판(bread board)

위에서 조립하고 일반전지와 모터로 성능을 확인하도록 하였다. 확인된 시작품은 기계적 구조와 납땜 작업을 통하여 제작자의 의도가 들어간 디자인 구현으로 완성도를 높이도록 하였다. 평가를 위하여 제작가격과 제작시간을 태양전지 3,000원 포함 5,000원 이내와 1시간 여로 제한시켰다. 또한 재현의 용이성을 염두에 두고 제작 과정을 정리한 보고서를 현물과 함께 제출하도록 하였다. 부산판 '청계천 공학'인 정크로봇 프로젝트는 실내외에서 그림 4와 같이 전시를 수행하였다[7].

또한 인간과 로봇이 유비쿼토스 정보 환경(ubiquitous computing) 하에서 인터액티브하게 공존하는 환경을 대학 공간 속에서 모색하여 보았다. 유비쿼토스 부산대 "u-PNU"는 태그(tag), 패드(pad), 보드(board)를 인간, 로봇, 공공시설인 연구실, 운동장, 버스, 주차장, 도서열람실 등과 같은 환경에 심고 네트워크를 구성하여 인터액티브한 동선을 허용하도록 구성하였다. 구성의 편리를 위하여 무선 네트워크가 가능한 센서들이 채택되었고 간편한 구성이 가능한 로봇 플랫폼 등이 선정되었다. 대표적 플랫폼으로는 레고로봇과 노트북 컴퓨터를 탑재하면 인식과 대응이 가능한 Evolutionary Robotics 사의 진화로봇이 선정되었다[6].

생각 몇 가지

공학에 대한 오해들, 공학에 대한 근본적인 물음들, 이러한 소프트 공학의 개념을 탐색하기 위하여 구현이 쉬운 로봇 제작 과제인 '부산대 정크로봇 프로젝트'와 '공학철학 강의'를 기획하고 실행해 보았다.

정크로봇 프로젝트는 공학 행위와 도구가 인간에 가장 가깝고 충실했던 원시 수렵시대의 생존 행위를 현대적으로 재현하는 방식을 택한다. 기술과 재료의 재활용(recycling), 자연 에너지를 이용한 동력(power)의 자립성, 환경친화적 기술의 사용, 쉬운 구성과 구현을 통한 공학 대중화 등이 주요 개념이다. 정크로봇은 태양에너지를 모았다가 조금씩 움직이는 인공생명체 형태로 야외에서 흥미로운 인공생태계를 구성해볼 수 있을 것으로 보인다. 2학기 중에 미술학도 20여 명과 기계공학도 50여 명이 공동으로 로봇을 디자인하고 제작하고 있다. 학제간 공동 작업의 상승효과와 상호 차이점을 살펴볼 수 있는 좋은 기회로 보인다. 이 프로젝트는 계속적으로 보완 축적하여 공학 대중화 작업으로 활용될 예정이다[6].

새로운 매체와 경험을 통한 공학철학 강의는 인터액션의 좋은 실험의 장이 되고 있다. 다양한 전공과 학년의 학생 200여 명이 강의 컨텐츠를 공동 제작하고 카페와 웹을 통하여 바람직한 공학과 공학 행위에 대한 활발한 논의를 벌이고 있다. 이러한 모색을 통하여 진정한 '인간을 위한' 공학의 출현을 기대해본다.

[참고문헌]

(1) Weiser, M., 1991, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, No. 9, pp. 66~75.

(2) 황인, 1995, 철에 대한 사색, 갤러리 신라.

(3) 윤중선, 1999, "지능 접속을 위한 인체 운동 포착 및 재현 시스템," 제어·자동화·시스템공학 논문지, 5호, pp. 585~592.

(4) 윤중선, 2000, "인터액티브 테크놀로지와 진화로봇," 제15차 한국자동제어학술회의 논문집, CD- ROM.

(5) 윤중선, 2003, "탠저블 사운드와 인터액티브 테크놀로지," 한국정밀공학회 2003년도 춘계학술대회논문집.

(6) 윤중선, 2003, 인터액티브 테크놀로지에 의한 진화 로봇, 과학재단 특정기초연구 2차년도 보고서.

(7) 부산대학교 지능정보제어실험실, http://iic.me.pusan.ac.kr.

(8) 인터액티브 테크놀로지 카페, http://daum.net.cafe/ITI2003.