

실천 공학 교육의 사례연구: 약품 공급기

A Case Study on Practical Engineering Education: Medicine Vending Machine

김 문 기*

한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

Moon-Ki Kim*

School of Mechatronics Engineering, KOREATECH, Cheonan 330-708, Korea

[요약]

본 연구에서는 실천 공학적 적용의 하나의 사례연구를 소개하고자 한다. 연구 주제는 약품 공급기이고, 이 장치는 PLC, DC 모터, 스위치, 포토 센서 등으로 구성 된다. 이 기기의 설계 및 제작을 위하여 대학에서 재학 기간 동안 학습한 많은 교과 내용들을 직접 실습하고 구성한다. 특히, 하드웨어와 소프트웨어의 모든 부분을 직접 구성해 봄으로써 단순히 내부 프로세스만이 아니라 자판기의 기계적 메커니즘까지 이해해 볼 수 있도록 한다. 기업의 다른 자판기 제품보다 공급 완성도를 높이기 위하여 사용자 맞춤형 공급이나 정확한 카운팅 등 추가 아이디어를 제안한다. 일상 생활에서 편리하게 사용되어질 수 있는 약품 공급기를 간단하게나마 실제로 구현해 봄으로써 학생들은 창의력과 적응성을 키울 수 있을 뿐만 아니라, 이 연구를 통하여 습득한 기술들이 필요 시에 관련 산업에 적용되어질 수 있다.

[Abstract]

The purpose of this research is to introduce a case study on application of practical engineering. Topic of the study is a medicine vending machine which consists of PLC (Programmable Logic Controller), DC motor, switch, photo sensor and so on. In order to design and manufacture of the device, a lot of subjects which have learned during school year are reviewed and practiced. Especially, not only internal process but mechanical mechanism can be understood by organizing hardware and software of all parts. Also, several ideas like user made supply or exact counting are suggested for high performance. From this case study, students can increase their originality and adaptability for related industry. Also, the technique can be initiated industry if needed.

Key Words: Adaptability, Case study, Medicine vending machine, Practical engineering

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2014.009>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 1 April 2014; **Revised** 22 April 2014

Accepted 2 May 2014

***Corresponding Author**

E-mail: mkkim@koreatech.ac.kr

I. 서론

기술 혁신과 첨단기술의 개발이 활발한 현 산업사회는 기술이 차지하는 비중이 굉장히 크며, 그 중요성은 점점 증대되고 있다. 그래서 실무 능력이 뛰어난 인력을 요구하고, 요구되는 기술 인력은 공학교육의 기초 지식을 토대로 하여 현장 실무 능력을 갖추어야 한다. 이를 위해 대학에서도 산업체에서 필요로 하는 인력 수요에 부응하도록 새로운 공학 교육 방법 개발과 이에 따른 인력 양성이 매우 강조되고 있으며[1], 대학의 공학교육은 산업화 사회에서 산학연을 중요시하여 전문 기술자의 양성이라는 교육 목적을 갖고 이론 중심에서 실천적 교육 방식으로 바뀌고 있다[2].

산업사회에서 필요로 하는 양질의 기술인력 개발을 위하여 학교는 지식, 기술적인 사고력과 창조력 외에 실천적인 태도와 현장 적응 능력을 키울 수 있도록 교육이 이루어져야 한다. 즉, 대학의 산학 협력과 연계 교육을 강화하고 현장 중심의 교육이 이루어져야 하며, 교육 운영도 실무 능력 배양에 중점을 두어야 한다[3]. 대학의 교육과정 기간 동안 전공 분야에 대한 이론적 지식, 설계 능력 및 실기 능력 등을 갖추어, 이들을 기반으로 산업체에서 활용 가능한 장치 또는 제품을 직접 제작하여 본다면 실천 공학적 능력을 키울 수 있는 좋은 기회가 될 뿐만 아니라, 제작과정에서 발생하는 문제점들을 직접 경험하고, 이들을 스스로 해결해 봄으로써 산업 현장에서의 적응력을 키울 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 4년 간 학교 수업을 통해 학습한 많은 교과 내용들을 토대로, 일상 생활에서 사용이 가능한 약품 공급기를 직접 설계 및 제작하였다. 하드웨어와 소프트웨어의 모든 부분을 직접 구성해 봄으로써 단순히 내부 프로세스만이 아니라 시스템의 기계적 메커니즘까지 이해해 볼 수 있도록 하였고, 이 사례 연구를 소개함으로써 산업체의 수요를 충족하는 교육과정 개발에 대한 효율적 접근 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구의 개요

A. 작품 선정 및 연구 목적

졸업연구의 일환으로 아이디어 회의를 통해 작품을 선정하는 과정에 있어서 학부과정에서 습득한 관련 지식을 활용하여 실생활에 도움을 줄 수 있는 창의적인 제품을 제작하기로 하였고, 아이템을 생각하던 중 약품공급기를 생각하게 되었다. 결핵이나 당뇨병 등 장 기간의 복용을 요하는 약품에

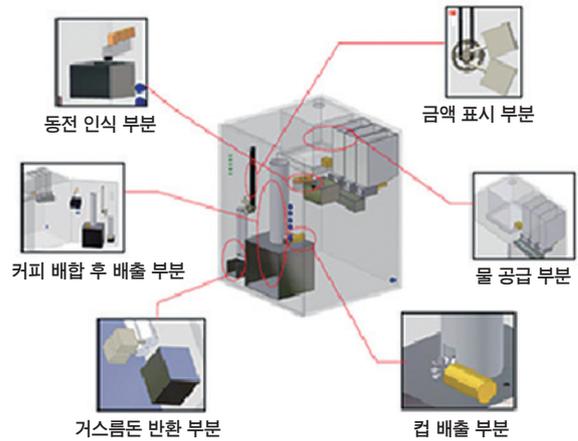


그림 1. 기존 커피 자판기의 모델링
Fig. 1. Modeling of coffee vending machine.

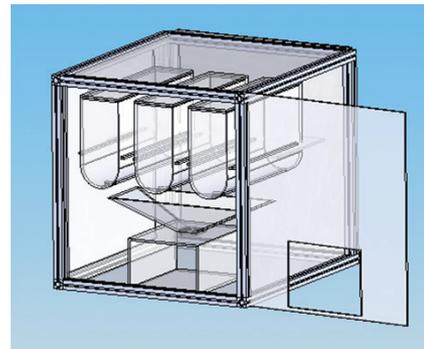


그림 2. 초기 개념도
Fig. 2. Original concept.

대해 효율적인 수납공간을 마련해주고, 정확한 투약관리를 해줄 수 있음은 물론, 학부과정을 통하여 습득한 기계, 전기/전자, 제어 및 마이크로프로세서의 복합적인 지식 등 메카트로닉스 관련 기술들을 직접 실습해보고, 구성해볼 수 있다는 것이 연구의 목적이다.

B. 연구 내용

시중에 없는 제품이라 제작에 어려움이 예상되어 일단은 기존 커피자판기의 형태를 따라가기로 하였다. 하드웨어와 소프트웨어의 모든 부분을 직접 구성해 봄으로써 단순히 내부 프로세스만이 아니라 자판기의 기계적 메커니즘까지 이해해 볼 수 있도록 한다. 또한, 기업의 다른 자판기 제품보다 공급 완성도를 높이기 위하여 사용자 맞춤 공급이나 정확한 카운팅 등 추가 아이디어를 제안한다.

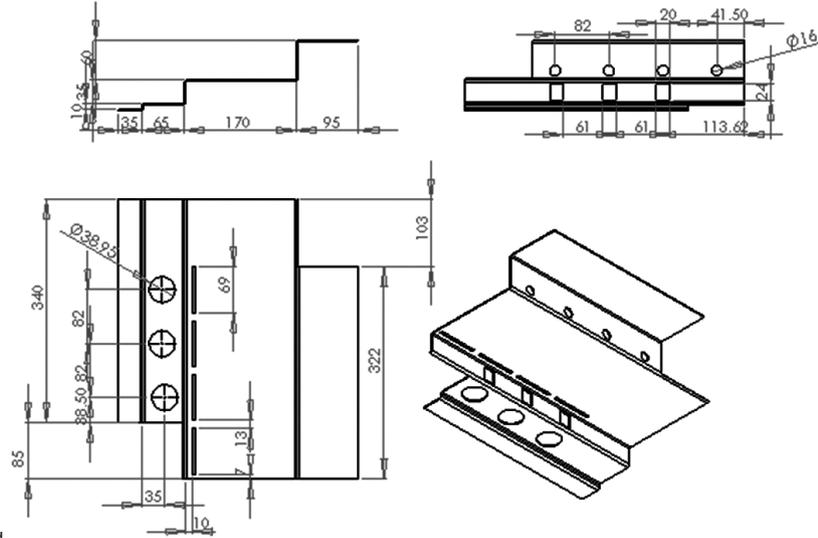


그림 3. 약통 받침대 도면
 Fig. 3. Design of medicine case support.

작업진행과정은 우선, 관련자료 조사 후 계획을 수립하고 자료 분석을 한 다음 시스템 설계를 위한 모델링을 한다. 그리고 시스템을 제작하고 프로그램을 작성 한 후 테스트를 거쳐 작품을 완성하기로 한다. 작동원리는 DC모터 감속기를 이용 약통 내 스크루(screw)의 속도를 제어하면서, 스크루 컨베이어 방식을 이용하여 알약을 이동하고, 포토센서를 이용하여 약품 개수를 정확하게 카운팅 하도록 한다.

C. 시스템 구성

약품공급기는 모든 부분이 한 하드웨어에 들어가는 일체형으로 이루어 지도록 하고, 시스템의 구조를 분석하기 위해 우선 그림 1과 같이 기존 커피 자판기의 구성장치들을 참고 한다.

기존 자판기의 구조를 참고하여, 구성원들 간의 회의를 거쳐 시스템의 전체적인 개요를 그림 2와 같이 골격, 약통, 약통받침대, 컵 투입부 및 약통 깔때기 등으로 구상해 보고, 시스템 제작에 필요한 장치의 구성, 제어방식, 사용 자재 및 사용 장비에 대한 상세 설계 및 구체적인 공정계획을 세운다.

작품의 선정, 구상, 개념 설계, 상세 설계 및 공정 계획 과정 등을 통하여 각 부품들의 정확한 치수, 사용목적에 맞는 재료의 선택, 제작을 위한 자재 구매, 가공 및 조립 방법 등을 결정하고, 설계, PLC 연구, 배선, 배관 및 가공 등 시스템 제작에 필요한 여러 업무들을 구성원들 간의 회의를 통하여 업무 분담을 한다.

III. 시스템 설계 및 제작

A. 개요

약품공급기의 크기는 PLC, 약통, 파워 서플라이, 배선공간, 터치패널 등 모든 부분이 한 하드웨어에 들어갈 수 있도록 500 mm × 500 mm × 600 mm로 결정하였고, 구조의 강도와 내구성을 고려하여 프로파일의 직경은 30 mm 이내로 제작하였다. 스크루 제작 시 알약의 크기를 고려하여야 하므로 적절한 약품으로 직경이 10 mm인 오메가3 건장식품을 선정하고, 그 약품을 대체하여 실험에 사용할 같은 직경의 쇠구슬을 선정하였다.

B. 시스템 설계

골격은 박스 형태로 설계한 후 약통 받침대 하단의 공간에 PLC와 파워 서플라이를 배치한다. 또한, 배선작업을 효율적으로 하기 위하여 여유 공간을 고려한다. 알약이 저장되고 배출되는 공간인 약통 내부는 약통 바닥부분에 스크루를 설치하고 DC 모터와 감속기를 결합하여 느린 속도로 회전 운동을 시켜 알약을 구멍으로 이동시킨다. 알약이 자연스럽게 약통 출구로 향하게 하기 위하여 경사가 있는 구조물을 설치한다. 약통 3개를 지탱할 약통받침대는 아크릴 판으로 제작하기로 하고, 제작을 위한 받침대 도면은 그림 3과 같다[4]. 컵 투입부는 컵을 넣는 부분을 말하며, 3개의 약통에서 나오는 약을 모아주는 역할을 하는 약통 깔때기는 컵 투입부 및



그림 4. 작동 프로세서
 Fig. 4. Operating processor.

부분에 장착한다.

작동 프로세서는 그림 4와 같이 우선, 알약 용량과 컵의 유무를 포토 센서로 확인한 뒤, 이상이 없을 시 메뉴 선택 화면으로 이동한다. 이후 조합 버튼과 단일 버튼을 이용하여 사용자에게 맞는 약품 배합을 하도록 한다. 단일 버튼을 누를 때에는 각 약품의 개수를 사용자가 지정할 수 있으며, 조합 버튼은 사용하는 사용자에게 한해 버튼 한번으로 사용자에게 맞는 약품의 개수가 카운팅되어 나온다.

시스템의 설계 내용을 정리해 보면 다음과 같다.

- ◎ 장치의 구성: 프레임, 약통, 약통받침대, 컵 투입부, 약통 깔때기 등
- ◎ 제어: PLC 제어 방식 등
- ◎ 사용자재: 프로파일, DC 모터, 아크릴, 합판, PVC 닥트, 커플링, 스위치, 포토 센서 등
- ◎ 사용장비: 선반, 밀링, 드릴링 머신, 연마기, 절단기, 소형 컴프레서 등

C. 시스템 제작

1) 하드웨어 제작

앞에서 언급하였듯이 골격은 30 mm 프로파일을 이용하여 제작하였고, 전체 크기는 500 mm × 500 mm × 600 mm로 하였다. 하중을 고려하여 하단부에 지지대를 추가로 부착하였다. 내부 지지대의 경우, 폭은 300 mm 그리고 높이는 200 mm로 하였고, 합판을 이용하여 약통 지지대를 고정하고 배선작업을 용이하게 하기 위해 가운데 부분을 비워놓는 형태로 제작하였다.

알약을 이동시키기 위해 DC모터에 전원을 연결하여 스쿠

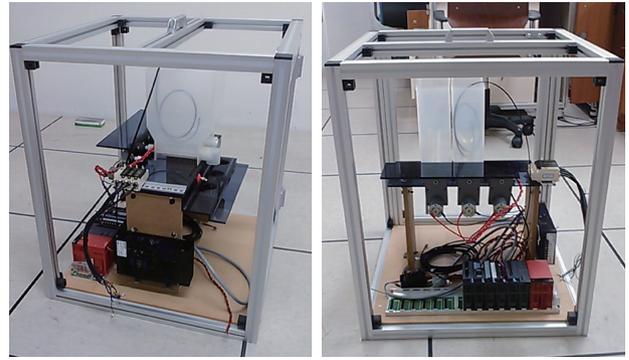


그림 5. 하드웨어 조립
 Fig. 5. Assembly of hardware.

루를 회전 시키는 실험을 하였는데, DC모터는 15V를 사용하며, 감속기를 부착하여 아주 느린 속도로 진행을 하게 하였다[5]. 카운팅 테스트를 위하여 프로펠러와 센서를 이용하여 하드웨어 조립 전 프로그램을 테스트하였다. 프로펠러에 부착되어있는 검은색 인식표식은 센서를 통과할 때 마다, 그 수가 카운팅이 되며 미리 지정한 숫자에 도달할 때 DC모터는 자동으로 멈춘다. 이 테스트를 하면서 약품 출구의 포토 센서를 부착할 공간이 필요함을 인식하였다. 이동된 내용물은 약통 끝부분의 구멍으로 떨어져 하단의 센서로 하여금 카운팅 되게 한다.

골격 및 작동 장치의 제작이 완료된 후 구성품을 조립하였다. 6개의 포토센서를 약품 지지대 위에 설치를 하였으며, 각각 3개의 약통과 컵의 유무 약통의 용량 확인을 위해 쓰인다. DC모터는 약통의 후면 부 바닥에 설치가 되어있다. 조립이 완성된 하드웨어의 형태는 그림 5와 같다.

마지막으로 외형판을 부착하였는데 합판을 이용하여 크기에 맞게 외형을 제작한 후, 시트지를 부착해 깔끔한 분위기를 연출 하였으며 전면부는 프로그램 설계 후 터치패널을 부착하기 위해 비워두었다.

2) 소프트웨어 제작

소프트웨어 제작을 위해 사용된 도구는 미쯔비시 GX-Developer 9.82 U, GT Designer2 2.99와 미쯔비시 터치패널 GOT-1000이다. 터치 패널 셋팅은 그림 6과 같다[6].

그림 6의 (a)는 전면 부에 부착될 터치패널의 초기 화면이다. 사용자 지정 버튼은 M1000이고, MEMBER버튼은 M1001로 연동되어 있어 다음의 화면으로 이동하게 하며, PLC LADDER와 연결로 공급기 가동의 출발점이 된다. M1000과 M1001은 컵의 유무판단과 약통 내 용량확인 이



그림 6. 터치 패널 셋팅
Fig. 6. Touch panel setting.

루어진 뒤 작동하게 된다. 그림 6의 (b)와 같이 사용자 지정 화면에서 사용자는 각각 약통에서 원하는 알약의 개수를 지정할 수 있다. HOME버튼을 누르면 리셋이 된다. 그림 6의 (c)와 같이 MEMBER 화면에서는 자주 사용하는 사용자가 평소 복용하는 알약 개수가 셋팅이 되어있으며 약통의 용량과 컵의 유무여부가 확인된 후 실행된다. 그림 6의 (d)는 과다 복용을 방지하기 위하여 10개 이상의 약품을 선정 했을 때, 다음과 같은 경고문이 나오며 프로그램은 리셋 됨을 보여준다. 그림 6의 (e)와 같이 A, B, C약통 중 용량이 미달되면 각각의 해당 램프에 불이 들어오게 되고 사용자는 알약을 보충해야 한다. 약통 내 용량이 일정수준에 도달하지 않으면, 다음단계로 진행이 되지 않는다. 그림 6의 (f)는 지시서 내용으로 제작자와 약품공급기의 사용방법에 대해 나타낸다.

IV. 결과 및 고찰

앞에서 제작한 하드웨어 및 터치패널 등 구성장치들을 조합하여 최종적으로 완성된 약품 공급기는 그림 7과 같다.

본 시스템을 구현하는데 있어, 정확한 알약 개수의 카운팅을 제 1의 목표로 하여 진행하였으나, 하드웨어 제작 기술의 부족으로 자연스럽게 스쿠루로 알약을 하나씩 들어가지 못하게 한 것이 개선해야 할 사항이다. 터치패널을 사용하여 전면에 버튼부착을 대신함으로써, 손쉬운 프로그램 변경을

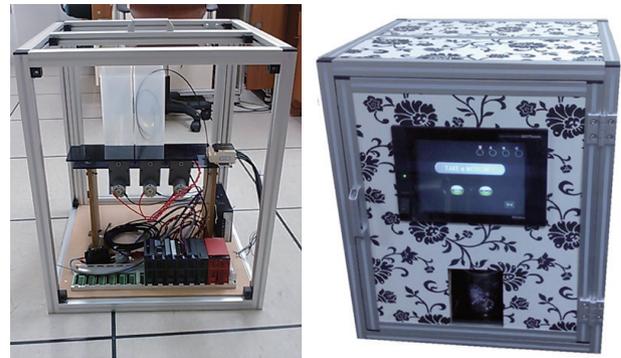


그림 7. 약품공급기
Fig. 7. Medicine vending machine.

가능하게 하였으며 사용자 변화에 따라 유연하게 버튼의 기능을 수정하게 하였다. 이렇듯, 시스템이 완성되기까지 수많은 애로 사항들을 접하면서 스스로 해결책을 찾았다.

프로파일을 이용하여 골격을 제작해 튼튼한 인장강도를 바탕으로 한 안정감과 고급스러움을 부각 시켰으며, 합판을 이용하여 외형을 제작한 후, 시트지를 부착하여 시각적으로 깔끔함과 위생적으로 안전하게 느끼게 하였다.

배선작업에서는 배선의 루트와 작업순서를 생각하여야 했고, 작업 과정 중 어려운 부분들이 많이 있었지만, 시행착오를 거쳐 하나씩 해결할 수 있었다.

V. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 학부 과정에서 습득한 이론적 지식 및 실기 능력을 활용하여, 일상생활에서 유용하게 사용될 수 있는 약품공급기를 설계 및 제작하였다. 전체적인 시스템은 학부에서 터득한 PLC기술로 하였고, DC모터에 감속기를 부착하여, 느린 속도로 스크루를 회전시켜 알약을 이동시키는 방법을 이용하였으며, 포터센서로 떨어지는 알약을 감지하여 개수를 카운팅 하였다. 비록 알약 배출 시 막힘 현상 및 부정확한 카운팅이 발생하였지만 이렇게 전공 교과에서 배운 내용을 실습해 보면서 전공 지식을 재확인 해 볼 수 있었다.

또한, 일상생활에서 활용 가능한 장치를 선정하여, 학생들 스스로 직접 처음부터 끝까지 설계 및 제작해 봄으로써 실천 공학적 능력을 키울 수 있었고, 제작과정에서 발생하는 문제점들을 직접 경험하고 이들을 스스로 해결해 봄으로써 자신감 및 문제해결 능력을 키울 수 있었을 뿐만 아니라, 창의력 및 현장 적응능력을 키우고, 구성원들 간의 협동심과 공동의식을 높일 수 있었다.

현재 국내에서 가정용 약품공급기는 개발된 사례가 없어서 이번 연구를 토대로 산학연계에 의한 실용화 과정을 통한다면, 고가의 영양제 및 장기간의 투약을 필요로 하는 의약품을 구매한 가정에 많은 수요를 창출할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Y. J. Won, "Development and diffusion project of capstone design program," Ministry of Commerce Industry and Energy, Technical Report, 2006.
- [2] E. J. Song, "Practical engineering teaching method: A study on methodology for teaching improvement on the university," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 4, no. 1, pp. 45-50, Jun. 2012.
- [3] C. H. Oh, B. H. Kim, J. I. Kim, J. H. Ha, K. H. Ahn, and N. S. Kim, "Research on actual state and improving suggestion for practical engineering technician," KUT-HRD Research Center, Research Report 2010-01, Feb. 2011.
- [4] Korea University of Technology and Education, *Solid-Works 2001 Plus Training Guide*. 2001.
- [5] W. H. Lee, *Motor Control Technology for Mechatronics*. Seoul: Sungan Dang, 2005.
- [6] T. P. Kim, *Applied PLC Control Technology*. Seoul: Gidari, 2003.



김 문 기 (Moon-Ki Kim)_정회원

1991년 6월 : 일리노이주립대(Ph.D)

1992년 1월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 교수
(관심분야) 전산응용가공, 공장자동화, 생산관리