

자동페이지 넘김장치의 개발

이형찬* · 서진석*

Development of the Automatic Page Passing Device

Hyoung-Chan Rhee* and Jin-Seok Seo*

요 약 본 논문은 자동으로 책장을 넘길 수 있는 장치에 대한 시스템 설계 및 제품개발에 관해 다룬다. 악보 또는 책을 손상시키지 않고 책장을 한 장씩 넘기기 위해 흡입모터를 이용했으며, 책장을 넘길 때 책을 고정, 흡입 그리고 책장을 넘기는 일련의 동작을 마이크로프로세서에 의해 다수의 모터를 이용하여 구현하였다. 기존 제품은 사전에 한정된 낱장들을 다수개의 넘김바에 끼워야 하는 반면 본 장치는 사전 작업이 필요 없이 자동으로 낱장들을 넘긴다. 제작된 결과물을 이용하여 실증실험을 통해 본 장치의 효용성을 입증하고자 한다.

Abstract In this study, we deal with the system design and development of the automatic page passing machine. In order to turn pages without injury of a book or a musical note, we used an inhalation motor. Also, when we turn over pages, the successive actions of fixation and inhalation are embodied by motors which are operated by a microprocessor. In traditional products, some limited pages must be fixed into the Turning Bar in advance. On the contrary, proposed equipment is able to turn over the pages of a book without laying the groundwork. Experimental results using produced facilities are presented to demonstrate the efficacy of the proposed equipment.

Key Words : DC motor, Stepping motor Micro-Processor, Automatic Page Passing Device

1. 서 론

손이나 팔이 자유롭지 못한 장애인이나 환자들이 책을 볼 때 책장을 넘기기 위해서는 많은 노력을 기울여야 하며, 또한 악보를 앞에 두고 연주를 해야 하는 음악 관련 분야의 종사자 역시 연주를 하면서 악보를 넘기는데 있어서 많은 어려움을 겪고 있다. 이와 같이 장애인이나 환자 그리고 연주자들이 공통적으로 느끼는 불편함은 책장을 넘기는데 있어 자유롭지 못하다는 점이다.

본 연구에서는 책이나 악보의 페이지를 자동으로 넘길 수 있는 방법을 제시하여 기존에 느끼고 있던 불편함을 최소한으로 줄여서 장애인이나 환자 그리고 병원이나 음악관련 종사자들에게도 효과적인 서비스와 새로운 이점을 가져다 줄 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 자동페이지 넘김장치는 오랫동안 필요성이 제기되었고 또한 연구 개발되어 왔지만 아직까지 실용성 있는 특출한 제품이 나오지 않고 있는 실정이다[1]. 최근들어 국소수의 제품들이 시중에 출시되었으며 책장을 넘기는 방법중의 하나는 여러 개의 넘김바를 이용하였다. 이 제품은 책장을 넘길 때 미리 10장 정도의 페

이지를 수동으로 일일이 끼운 다음 모터를 이용해서 자동으로 넘기게 되어있다[2]. 따라서 이와 같이 반자동으로 책장을 넘길 때 장애인이 이용하기에는 역부족이며 책을 보는 사용자에게도 효율성이 떨어진다. 또한 악기를 연주할 때 효율성이 있지만 10장 이상을 보고 싶을 때는 다시 수동으로 페이지를 부착시키는 불편함이 있다. 이러한 방식은 책장을 넘길 수 있는 양이 제한적이어서 자동이 아닌 반자동임을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 책장을 넘길 때 흡입모터를 사용한 공기흡입 방식을 제시함으로써 넘김 장수의 제한 없이 사용 가능하고 신뢰성이 높은 제품을 연구 개발한다.

따라서 본 연구는 우선 몸이 불편한 장애인과 환자를 위한 다기능 자동페이지 넘김장치를 개발하는데 초점을 두고 있으며, 책장을 넘기는데 불편함이 없도록 원터치로 동작이 되고 페이지 수에 관계없이 정확하게 페이지를 넘길 수 있는 편리함이 최대한 보장되는 범용 자동페이지 넘김장치를 개발하려고 한다.

2. 자동페이지 넘김장치

2.1 장치의 주요 성능

자동페이지 넘김장치가 장애인 및 환자 나아가서는 연주자나 학원 등지에서 폭 넓게 보편적으로 사용되기

*대전대학교 전기공학과의
Tel: 031-539-1913, E-mail: hcrhee@road.daejin.ac.kr

위한 범용 장치로서 역할을 하기 위해서는 다음과 같은 기능을 갖출 수 있도록 장치를 고안하였다.

- 가볍고 이동이 편리해야 한다.
- 원터치로 동작해야 한다.
- 낱장이 정확히 분리되어야 한다.
- 책이 확실하게 고정되어야 한다.
- 모든 동작이 자동이어야 한다.

2.2 자동페이지 넘김장치의 제어기

2.2.1 제어기

개발된 페이지 넘김장치의 제어기는 외부 입력신호에 의해 모터를 제어하는 CPU부와 모터 구동부로 나뉘어진다.

CPU는 마이크로컨트롤러인 PIC 16C84를 사용했으며 모터 구동부는 모터와 구동드라이버용 IC인 L297, L298로 구성된다. 또한 모터는 여러 개의 DC모터와 한 개의 스텝핑 모터를 이용한다.

자동페이지 넘김장치는 PIC 16C84를 사용하여 PIC에 내장되어 있는 EEPROM에 프로그램을 저장하고 PIC의 I/O 포트에 1개의 스텝핑모터와 4개의 DC모터를 연결하여 프로그램에 의해서 순차적으로 정회전 및 역회전을 시킨다.

1) CPU부

본 연구개발에 사용된 PIC 16C84는 18핀을 가진 플라스틱 패키지로써 전기적으로 소거 및 라이팅이 가능한 EEPROM이며, 13개의 I/O핀, 오실레이터회로 리셋 회로 그리고 타이머/카운터회로 등을 내장하고 있다.

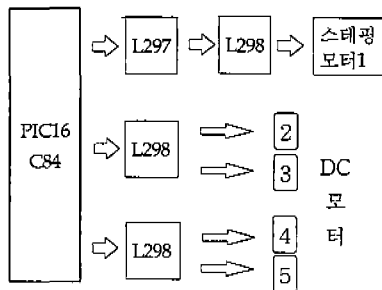


Figure 1. 제어기의 작동원리

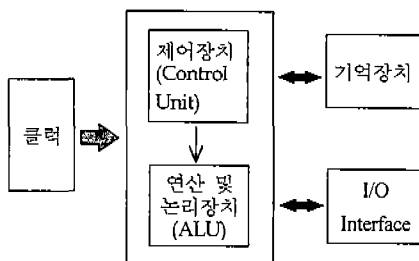


Figure 2. 마이크로 컨트롤러의 기본구성

<PIC16C84의 특징>

- 소형 : 18핀 DIP
- 구성 : RISC형 아키텍처
- 고속 : 최대 1명령 400ns(분기는 800ns)
- 명령수 : 35개의 싱글 워드 명령
- 동작 전압 : 최소 2V부터 6V에서 동작
- 최소 소비전력 30 μ A/15 μ A
- 메모리 : 1K워드의 EEPROM과 64바이트의 EEPROM 데이터 메모리
- 레지스터수 : 16C84는 32개 범용 레지스터를 가진다
- 입출력 핀 : LED 직접 구동 가능한 용량 (싱크 25 mA Max)
- 입력/출력 개별 Programmable 13 PORT
- 발전회로 : X-TAL 발전자, RC 발전의 선택 설정 가능
- 리셋 : Power on Reset 회로 내장
- 이상감시 : 독립 발전회로의 Watch-Dog내장
- 외부 인터럽트 : 타이머, 외부단자에 의한 인터럽트 가능
- 타이머 내장 : 8비트 prescaler가 부가된 8비트 타이머
- 슬립 모드 : 대기시에 Power down 모드로 설정 가능
- 저가격

상기와 같이 PIC 16C84는 CPU, 연산 및 논리장치 (ALU), 기억장치(ROM, RAM), 그리고 I/O 장치로 구성되어 있다. 그 외에는 마이크로 컨트롤러의 동작에 필요한 레지스터, 플럭발생회로 그리고 용도에 따라서 A/D 변환회로, PWM 제어회로 등이 포함되고 있다[4].

2) 모터구동부

모터 구동부의 주요 부품은 L297, L298이다. L297은 스텝핑 모터를 정전류 구동하기 위한 모든 회로가 포함된 컨트롤러이며 L298은 바이폴라 구동을 위한 두 개의 브리지 드라이버를 포함하고 있다[5].

L298은 DC모터를 드라이브하기 위한 회로가 2조 있으며, 1조당 2A까지 전류를 흘릴 수 있다. 2조를 병렬

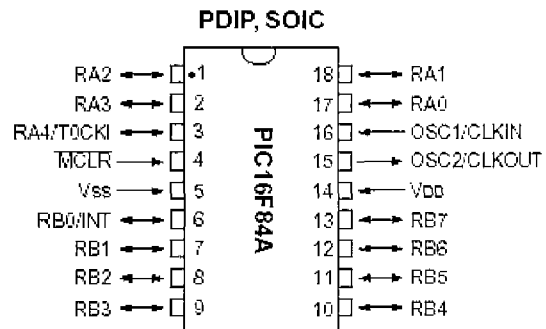


Figure 3. PIC16C84의 외형

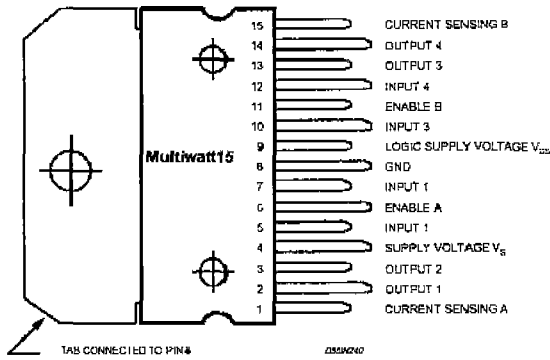


Figure 4. L298의 외형

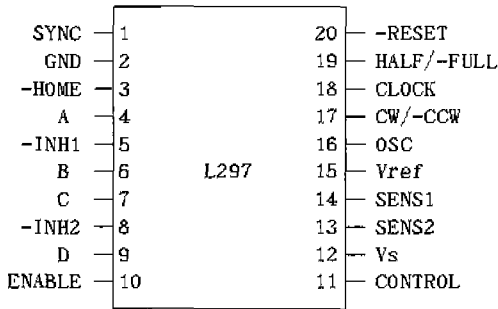


Figure 5. L297의 외형

로 연결하면 4A까지도 가능하다. 또한 L298은 L297과 함께 스텝핑모터 드라이버로 사용되었다. L297의 장점은 회로가 간단하고 크기가 작으며 평균 200에서 250 mA 정도의 적은 소모전류와 2000에서 4000 pps 이상의 고속구동이 가능하다는 것이다. 아래 Figure 4, 5는 장치의 개발에 사용된 L298과 L297의 외형을 나타내고 있다.

아래 Figure 6은 L297과 L298을 이용한 스텝핑 모

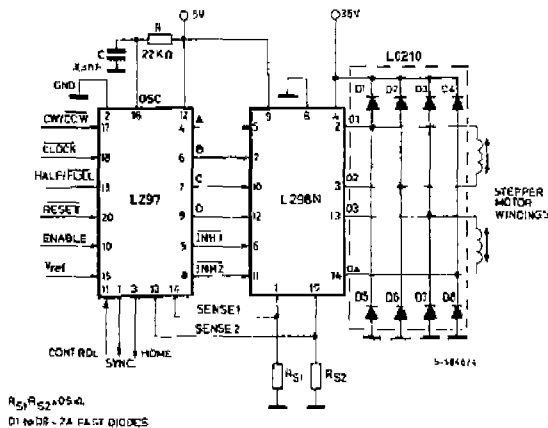


Figure 6. L297과 L298을 이용한 일반적인 스텝핑 모터회로

터 제어회로를 나타내었다. 본 논문에서도 이와 같이 회로를 설계하여 이용하였다.

3) 소프트웨어

<PIC의 명령 구조>

모터 제어를 위한 알고리즘 설계에 사용된 PIC의 명령은 다음과 같이 4종류로 대별된다.

- 바이트 처리 명령
- 비트 처리 명령
- 리터럴(literal) 처리 명령
- 점프 명령

<프로그램>

본 연구개발에서는 5개의 모터 축, 1개의 스텝핑모터와 4개의 DC모터를 적절하게 순차적으로 제어를 해야 하기 때문에 각각의 모터가 동작시 서로 간섭이 없도록 정교한 타이밍이 요구된다. 따라서 각각의 모터는 항상 주변의 모터 동작을 고려하여 동작이 되어야 하기 때문에 프로그램 설계에 있어서 다소 복잡하게 구성되었다.

프로그램 설계시 비교적 간단한 프로그램만을 사용하여 PICASM을 사용하였다.

<컴파일러>

컴파일러는 PIC 제조사에서 제공하는 MPASM을 사용하였다[8].

2.3 장치의 전체 구성

2.3.1 주요 구성품

Figure 7의 장치는 장애인이나 연주자 그리고 환자들이 불편함 없이 사용하도록 고안된 장치로써 푸시버튼이나 발판스위치 그리고 리모콘 등 원터치로 동작이 되도록 설계 및 제작되었다. 각 부 명칭을 설명하면 다음과 같다.

(1) 케이스 : 케이스는 장치의 전체적인 지지역할을 하면서 내부에는 각종 모터가 부착되어 있고 상부는 책을 놓을 수 있는 받침대 역할을 한다.

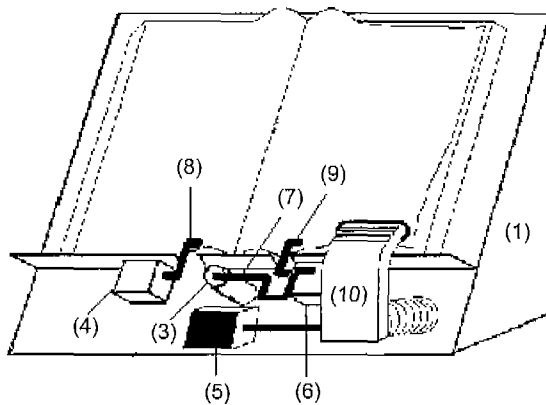


Figure 7. 자동페이지 넘김장치의 전체구성도

(2) 흡입모터 : 케이스 안에 장착되며 책장을 한 장씩 흡입해서 들어올리는 역할을 한다.

(3) 스테핑모터 : 넘김바를 움직일 수 있도록 하는 동력을 제공한다.

(4), (5), (6) DC모터 : 책을 고정시키는 좌측 지지대 및 우측 지지대 그리고 책장 흡입대를 동작시키는 역할을 한다.

(7) 넘김바 : 책장을 왼쪽에서 오른쪽으로 넘길 수 있게 한다.

(8) 좌측지지대, (9) 우측지지대; 책을 좌우에서 고정시킨다.

(10) 책장흡입대 : 책장을 흡입시키는 부분이며 플렉시블 튜브를 통하여 흡입모터와 연결되어 있다.

2.3.2. 전체동작순서

전체 동작순서를 살펴보면 먼저 버튼이나 리모콘스위치에 의해 신호가 들어오면 흡입모터(2)가 작동하여 공기를 흡입하고 있는 상태가 된다. 이 때 책장흡입대(10)는 DC모터에 의해 책장으로 이동하면서 책장흡입대가 책장에 밀착된다. 책장을 들어올리기 위해 책장흡입대에 설치된 리미트 스위치의 접촉이 동작하여 책장흡입대는 날장을 흡입한 상태로 들어올려진다. 일정 위치까지 책장흡입대가 움직이면 책장사이에는 작은 공간이 생기게 된다. 그러면 이 공간에 책장 넘김바(7)를 넣어주게 된다(넘김바 역시 DC모터에 의해서 구동된다). 책장 넘김바가 책장 안으로 삽입되면 책을 고정시키고 있었던 우측지지대(8)가 책장 반대방향으로 움직이게 된다. 따라서 책장 넘김바는 왼쪽으로 이동하게 된다. 우측지지대는 넘김바가 왼쪽으로 이동함과 동시에 원래의 위치로 움직여 책을 고정시키게 된다. 책장 넘김바가 좌측 지지대(9)에 가까워지면 좌측 지지대 역시 같은 방향으로 움직이게 되며, 넘김바는 책장을 왼쪽으로 완전히 넘기게 된다. 좌측지지대 역시 원래의 위치로 움직여 책을 고정시킨다. 그런 다음 넘김바 또한 원래의 위치로 되돌아 가서 초기상태로 된다.

3. 실험 및 고찰

본 연구에서 개발된 자동페이지 넘김장치의 효율성을 알아보기 위해 각 동작별 상태를 6단계로 나누어 실험을 하고 그에 따른 결과를 고찰하기로 한다. 각 단계별 상태를 다음과 같이 나타내었다.

- 제 1 단계 : 초기상태

Figure 8는 페이지 넘김장치에 견본 책을 올려 놓고 책을 읽을 최초의 면을 펼쳐서 좌측·우측 지지대에 고정시킨 상태이다.

- 제 2 단계 : 1페이지를 흡입한 상태

흡입모터에 의해 책장이 정확히 들어 올려져야 하고

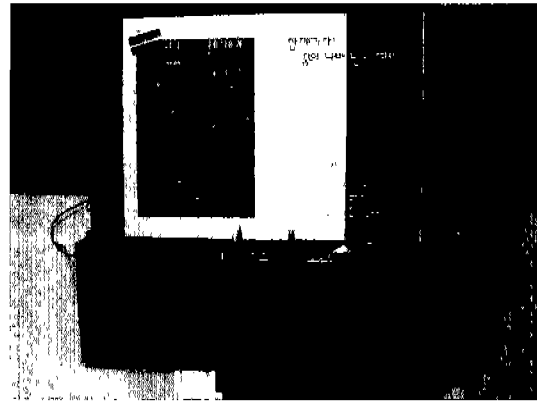


Figure 8. 페이지 넘김장치의 초기상태

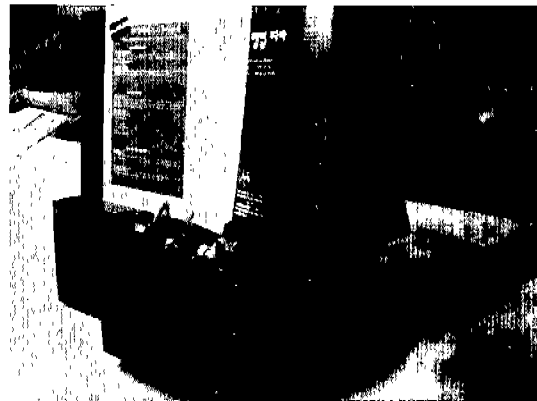


Figure 9. 흡입모터를 통해 1페이지를 흡입한 상태

날장이 들어 올려진 상태에서 책장의 나머지 부분과의 사이에 약간의 공간이 확보되어야 한다. 실험 결과 Figure 9에서와 같이 정확히 날장이 분리되어 흡입모터에 의해 들어 올려졌다.

- 제 3 단계 : 흡입 후 넘김바가 책장으로 들어간 상태

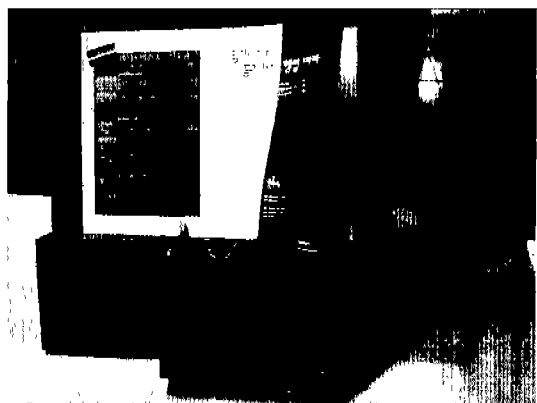


Figure 10. 흡입 후 넘김바가 책장으로 들어간 상태

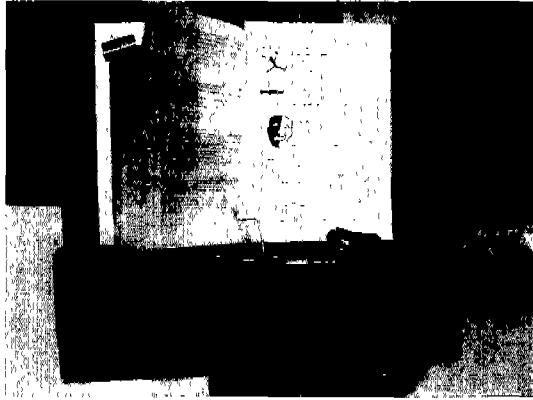


Figure 11. 넘김바가 1페이지를 넘긴 상태

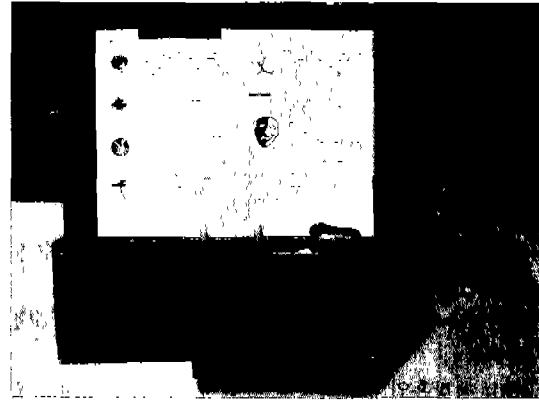


Figure 13. 1페이지 넘김 완료상태

흡입모터가 동작된 후 넘김바가 들어 올려진 날장과 책장의 나머지 부분 사이의 공간으로 이동하는지를 관찰한다. 이 때 책장을 고정시키고 있었던 우측지지대가 책장 반대방향으로 움직이게 된다. 실험 결과 Figure 10에서와 같이 원하는 위치에 넘김바가 정확히 들어갔다.

• 제 4 단계 : 넘김바가 1페이지를 넘긴상태

실험 결과 Figure 11에서와 같이 넘김바가 우측에서 좌측으로 이동하면서 1페이지를 넘긴다. 이 때 넘김바가 좌측으로 완전히 이동하기 전에 좌측 지지대는 책장과 반대방향으로 움직이게 된다.

• 제 5 단계 : 좌 · 우측 지지대가 페이지를 고정한상태

실험 결과 Figure 12에서 보는 바와 같이 넘김바가 1페이지를 넘긴 후 들어 올려졌던 좌측 지지대 역시 원래의 위치로 움직여 책을 고정시키고 있다.

• 제 6 단계 : 1페이지 넘김 완료상태

마지막 단계에서는 Figure 13와 같이 1 페이지를 완전히 넘긴 후 넘김바는 원래의 상태로 되돌아 가서 초기 상태로 됨을 알 수 있다.

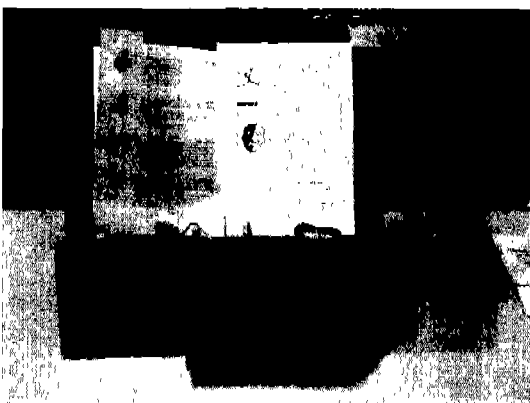


Figure 12. 좌 · 우측 지지대가 페이지를 고정한 상태

일반적인 서적을 통하여 상기와 같이 각 단계별 실험을 한 결과 각 단계별 원하는 결과를 얻었고 2.1절에서 언급한 자동페이지 넘김장치의 기능을 만족함을 실제로 확인할 수 있었다. 기존의 제품에서는 실험에 사용되었던 서적의 쪽수가 한정되며 사용자가 날장별로 사전에 다수개의 넘김바를 고정시켜 다수개의 넘김바를 순차적으로 넘기는 형태의 반자동 장치였던 반면, 본 연구 개발에서 설계 및 제작된 장치는 서적의 쪽수에 관계없이 1개의 넘김바로 다수의 책장을 넘길 수 있는 전자동 페이지 넘김 장치이다. 따라서 본 장치는 기존 제품에 비해 사전 준비작업이 훨씬 덜 소요된다. 따라서 이와 같은 장점은 기존의 제품에 비해 장애인이나 환자 그리고 연주가들에게 훨씬 적합한 서비스를 제공할 수 있음을 말해주고 있다.

본 실험을 통해 나타난 기술적인 문제점을 고찰해 보면, 책장이 한 번에 2장을 흡입하는 경우가 생기며 흡입모터 동작시 모터 자체에서 나는 소음이 발생하였다.

따라서 본 연구에서 개발된 자동페이지 넘김장치는 본래 의도했던 데로 장애인이나 환자 그리고 연주자 등에 편리함을 제공하여 그 동안에 겪었던 많은 불편함을 해소시켜줄 뿐만 아니라 새로운 서비스향상을 제시할 수 있는 획기적인 계기가 될 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구에서는 공기흡입모터를 이용한 흡입방식에 의한 자동페이지 넘김 장치를 설계하여 장기간의 사용에도 기구의 마찰에 의해 발생하는 손상이나 마모없이 페이지를 넘길 수 있도록 하였다. 자동페이지 넘김 장치는 다음과 같이 남의 도움 없이 스스로 책장을 넘기고자 하는 악기 다루는 연주자들(특히 야외에서 피아노, 바이올린, 첼로 등을 연주하는 연주자들) 두 팔을 쓰지 못하는 장애인, 책장을 편안히 넘기고자하는 일반인들,

병원에서 입원하고 있는 환자들, 나이트 클럽에서 연주하는 연주자들(본 아이템에 전구를 달아서 사용), 악기를 가르치는 모든 학원, 사회복지센터, 병원, 장애인 학교 등에 필요로 할것이다.

따라서 본 연구에서와 같은 제품의 설계는 이들에게 많은 도움을 줄 수 있다. 그러나 기존의 제품들에서는 가격이 비싸거나, 또는 수동에 가까운 설계로 인하여 제품의 일반화에는 실패하였다. 향후 연구과제로서 가격경쟁력을 높이고 흡입모터의 소음을 줄인다면 좀더 좋은 제품이 개발 될 수 있을 것이다. 또한 모터를 여러 개 쓰는 만큼 전력 소모를 최소화한다면 자동페이지 넘김장치의 대중화에 큰 보탬이 될 수 있을 것으로 기대 된다.

후 기

본 논문은 2000년 9월 대전대학교 연구년제 결과물로서 그 핵심내용은 장애인이나 연주자가 책장 및 악보를 넘길 때 보조자 없이도 자동으로 책장을 넘길 수 있도록 개발된 신제품 기술이다.

참고문헌

- [1] 이형찬, “자동페이지 넘김장치”, 특허등록, 특허 제 0284327호, 1999.
- [2] (주)카리스 코리아(www.kariskorea.com) “제품명 : 턴 맨”, 2000. 12.
- [3] 이규영, “PIC Study Center Project Book”, 컴파 일테크 놀로지, pp140-192, 9월, 2001.
- [4] Muhammed H. Rashid “Power Electronics”, Prentice-Hall, 1988.
- [5] 이근철, 이형수 “마이크로컴퓨터에 의한 모터의 제어”, 기전연구소, 1998.
- [6] 이왕현, “모터 제어 기술”, 성안당, pp70-141 1월, 2000
- [7] Microchip Technology Inc. “PIC16C84 Datasheet”.
- [8] 진달복, “PIC16C84/71 마이크로컨트롤러”, 양서 각, pp124-195, 8월, 1997.
- [9] Microchip Technology Inc. “MPASM™, Assembler User's Guide with MPLINK™, Object Linker and MPLIB™”.