

전맹 시각장애인의 교육환경을 개선시키기 위한 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of a Real-time Education Assistive Technology System Based on Haptic Display to Improve Education Environment of Total Blindness People

정정일*, 김흥기*, 조진수**

경원대학교 일반대학원 전자계산학과*, 경원대학교 IT대학 컴퓨터공학과**

Jung-Il Jung(jungjin2623@nate.com)*, Heung-Gi Kim(naverisnaver@nate.com)*,
Jin-Soo Cho(jscho@kyungwon.ac.kr)**

요약

본 논문에서는 전맹 시각장애인(전맹인)의 교육환경을 개선하기 위한 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 교육자용 강의 및 저작 S/W와 기존에 개발한 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W로 구성된다. 교육자용 강의 및 저작 S/W는 전맹인에게 제공할 교육자료를 익숙한 UI(User Interface)를 통해 빠르고 편리하게 저작하는 것을 주 기능으로 하며, 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W는 교육자료를 전맹인이 인지할 수 있는 형태(촉각정보)로 출력하는 것을 주 기능으로 한다. 제안한 시스템을 구현한 결과에서는 기존의 점자정보단말기나 점자프린터 등을 이용했을 때와 유사한 결과를 전맹인에게 제공할 수 있을 뿐만 아니라 저작한 교육자료를 실시간으로 출력할 수 있어 그 성능과 기능이 효과적임을 보여주었다.

■ 중심어 : | 교육보조공학 시스템 | 햅틱 디스플레이 | 전맹 시각장애인 |

Abstract

In this paper, we proposed a real-time education assistive technology system based on haptic display to improve education environment of total blindness people. The proposed system consist of a lecture and writing S/W for educator and a previously developed haptic display H/W for total blindness people. The one has the major function which is quickly and easily writing to the education data, that will be provided to total blindness people, through familiar UI, the other has the major function which print out the tactile information about the education data. The result of implementing system not only provides a similar result using existing braille instrument and printer, but shows that it is effective performance and functionality because it can print out the education data in real time.

■ keyword : | Education Assistive Technology System | Haptic Display | Total Blindness People |

* 본 연구는 2011년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

* 본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(A101866).

접수번호 : #111102-006

접수일자 : 2011년 11월 02일

심사완료일 : 2011년 12월 08일

교신저자 : 조진수 e-mail : jscho@kyungwon.ac.kr

I. 서론

시각장애인은 장애의 특성에 따라 잔존 시력이 남아 있는 상태의 장애인(이하 저시력인)과 시력이 전혀 없는 상태의 장애인(이하 전맹인)으로 구분되는데, 이러한 장애의 특성에 따라 정보의 인지 방법이 달라진다. 전자는 보통 정보를 인지할 시에 오감 중 시각, 청각 및 촉각을 이용하며, 후자는 주로 청각 및 촉각만을 이용한다[1][2]. 이에 시각장애인의 교육환경 내에서도 장애의 특성에 따라 서로 다른 교육자료를 사용하는데, 저시력인과 같은 경우는 글자를 크게 보여주는 확대 독서기를 통해 일반인의 교육환경과 유사하게 정보를 습득하는 반면, 전맹인과 같은 경우는 점자 교과서나 학습 보조도구에 의존하여 정보를 습득한다. 그러나 점자 교과서는 일반 교과서에 비해 도형, 그림 및 삽화와 같은 그래픽 정보가 상당량이 누락되어 교육자료의 수준과 질이 떨어지며, 이를 학습보조도구로 대체하여 전달하기에는 교육시간의 제약과 함께 그 종류가 극히 미비한 문제점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해 전맹인의 교육환경 내에서는 [그림 1]에 보인 바와 같은 점자프린터의 출력물을 주로 이용하는데, 출력물을 생성하는 과정에서 많은 인력과 시간이 요구되어 마찬가지로 전맹인에게 전달할 수 있는 교육자료의 양이 제한적인 문제점을 가지고 있다. 이러한 교육환경은 곧 전맹인들의 교육수준의 저하로 나타나게 된다[3-6].

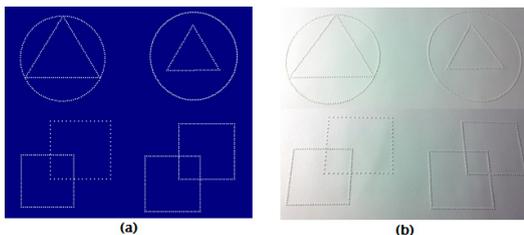


그림 1. 점자프린터:(a) 점자프린터 S/W로 저작한 교육자료; (b)점자프린터 출력물;

따라서 본 논문에서는 전맹인의 현 교육환경에 대한 문제점을 해결하고, 나아가 전맹인의 교육수준과 질을 향상시킬 수 있는 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육

보조공학 시스템을 제안하고자 한다. 제안한 시스템은 교육자가 다양한 교육자료를 빠르고 편리하게 저작할 수 있어 교육자료의 생성 과정에서 요구되는 인력과 시간을 절감시킬 수 있으며, 생성한 교육자료를 전맹인에게 실시간으로 전달하여 다양하고 방대한 교육자료를 제공할 수 있다는 주요 특징을 가진다.

본 논문의 2장에서는 제안한 시스템의 설계와 주요 기능을 설명하며, 3장에서는 시스템의 구현 결과를 보여준다. 그리고 마지막 4장에서는 제안한 시스템의 결론 및 추후 연구 방향을 제시한다.

또한, 본 논문에서는 제안하는 시스템을 구축하기 위해 개발한 전맹인의 교육환경을 고려한 교육자용 강의 및 저작 S/W 이외에도 시스템의 전반적인 이해를 돕기 위해 기존에 개발한 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W를 함께 설명한다.

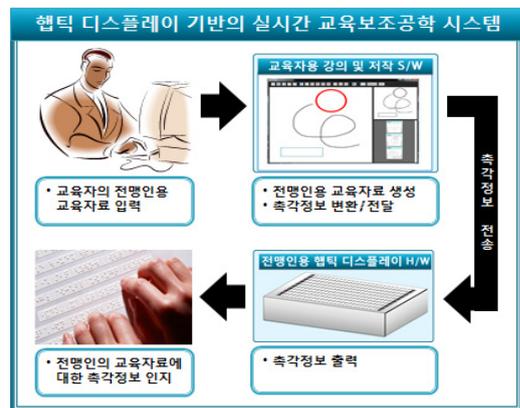


그림 2. 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템

II. 실시간 교육보조공학 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템은 선천적 혹은 후천적으로 모든 시력을 잃은 시각장애인의 교육환경을 개선시키는 것을 그 목적으로 하며, 이는 [그림 2]에 보인 바와 같이 크게 전맹인에게 전달할 교육자료를 저작하고, 이를 촉각 정보로 변환해 주는 교육자용 강의 및 저작 S/W와 전맹인이 교육자료를 인지할 수 있게끔 촉각정보를 출

력하는 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W로 구성된다. 본 장에서는 제안하는 시스템의 S/W 및 H/W의 설계 및 핵심 기능을 설명한다.

1. 교육자용 강의 및 저작 S/W 설계

제안하는 시스템 중 교육자용 강의 및 저작 S/W는 문자와 그래픽 정보가 포함된 교육자료를 익숙한 UI를 통해 교육시간 이전 혹은 교육시간 내에 편리하게 작성하고, 이를 촉각정보로 변환하여 실시간적으로 전맹인에게 배포함으로써, 전맹인에게도 다양하고도 많은 교육정보를 전달하는 것을 그 목적으로 한다. 이를 [그림 3]에 보인 바와 같이 교육자가 강의 및 저작을 하는데 있어 필수적인 핵심 기능들을 가지도록 설계하였고, 본 절에서는 각각의 핵심 기능들을 설명한다.

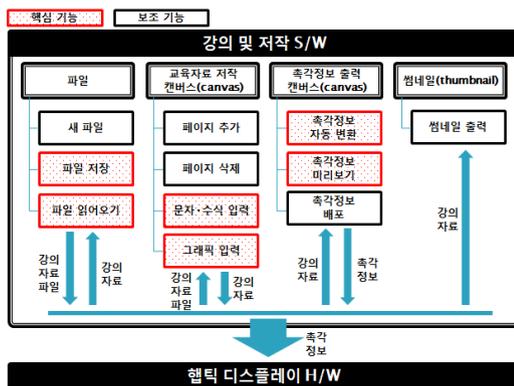


그림 3. 교육자용 강의 및 저작 S/W의 기능 설계

1.1 문자·수식 입력 기능

문자 입력 기능은 전맹인에게 가장 기본적으로 정보를 전달하는 방법으로써, 교육자료를 저작할 시에 문자(혹은 문장)를 작성하는 기능이다. 이 때, 문자는 교육자료 저작 캔버스(canvas) 내에 텍스트 박스(text box)를 생성한 후 위치를 결정하여 입력하는 방식이며, 이를 이용하여 교육자료 전체를 문장으로 구성하거나, 그래픽 정보에 대한 주석으로 활용할 수 있다.

그리고 수식 입력 기능과 같은 경우에는 수학이나 과학과 같은 이공계 과목의 기초가 되는 사칙연산을 문자 입력 기능과 동일한 방식으로 캔버스 내에 입력할 수

있도록 하며, 이를 이용함으로써 지금까지는 H/W나 S/W의 한계로 제공할 수 없었던 필산 기능을 전맹인들에게 제공할 수 있다.

이 외에도 문자·수식 입력 기능에서는 영문이나 빈번하게 사용되는 기호들을 교육자료를 저작하는 과정에서 사용할 수 있도록 한다.

1.2 그래픽 입력 기능

그래픽 입력 기능은 선, 사각형, (타)원 혹은 자유 그리기 등을 기반으로 저작한 교육자료를 전맹인에게 제공하는 것을 목적으로 하며, 교육자가 자료를 저작할 시의 편의를 위해 각각의 도형들은 익숙하게 접할 수 있는 템플릿(template) 형식의 UI로 구성된다.

또한, 그래픽 입력 기능에서는 이공계 교육과정에서 기초가 되는 1차·2차 방정식 및 함수의 그래프 그리기 기능을 교육자의 편의를 위하여 제공하는데, 이는 수식 (1)의 a, b, c 와 같이 방정식의 상수 값들만을 결정함으로써 교육자료 저작 캔버스 내에 그래프가 자동적으로 그려지는 기능이다.

$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

1.3 교육자료 저장·읽어오기 기능

교육자료 저장 기능은 교육자가 강의 및 저작 S/W를 통해 저작한 자료들을 저장하고 불러올 수 있는 기능으로써, 교육자가 전맹인에게 전달할 다양한 자료를 사전에 작성해 놓고, 이를 이용하여 교육시간에 전맹인들에게 준비된 자료를 전달할 수 있게끔 한다. 본 기능을 통해 전맹인들은 지금까지와는 다르게 교과서나 학습도구와 같이 특정한 자료로 밖에 습득할 수 없었던 국한된 정보 이외에도 다양하고도 많은 정보들을 제공받을 수 있다.

1.4 촉각정보 자동 변환 및 미리보기 기능

촉각정보 자동 변환 및 미리보기 기능은 교육자가 작성한 교육자료를 햅틱 디스플레이 H/W에 출력하기 위해, 입력된 문자(혹은 문장), 수식 및 그래픽 정보를 촉각정보로 변환하고, 이를 H/W에 배포하기 이전에 강의

및 저작 S/W의 촉각정보 출력 캔버스에서 그 결과를 통해 사전에 확인할 수 있는 기능이다. 이 때, 문자와 수식에 대한 촉각정보는 한국 점자 규정, 영어 점자 규정 및 수학 점자 규정을 기반으로 생성하며[7-9], 그래픽 정보는 otsu 알고리즘을 바탕으로 영상을 이진화하여 H/W의 점자셀 해상도(24x18)에 맞추어 다운샘플링 과정을 수행하여 생성한다[10].

2. 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W 설계

제안하는 시스템 중 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W는 교육자용 강의 및 저작 S/W를 통해 생성된 촉각정보를 전맹인이 인지할 수 있는 점자와 같은 형태로 출력하는 것을 목적으로 한다. 본 절에서는 H/W를 구성하는 주요 모듈들을 기반으로 S/W를 통해 입력된 촉각정보를 전맹인에게 전달하는 과정을 설명한다[11].

햅틱 디스플레이 H/W는 전체 동작을 제어하기 위한 마스터 보드(master board), 세부 동작을 제어하기 위한 슬레이브 보드(slave board), 촉각정보를 출력하는 점자셀(braille cell)에 대한 초소형 선형 초음파모터(TULA, Tiny Ultrasonic Linear Actuator)로 구성된다.

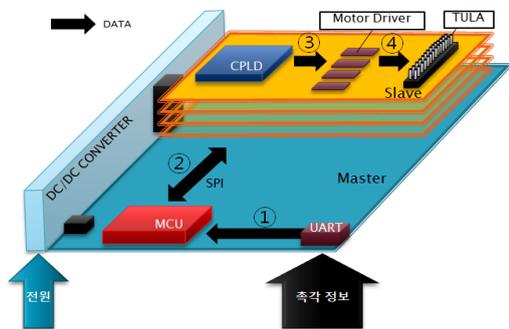


그림 4. 햅틱 디스플레이 H/W 전체 시스템 및 블록 다이어그램

[그림 4]는 이러한 주요 모듈들과 함께 모듈 간의 데이터 흐름을 보여준다. 먼저, 마스터 보드(master board)는 범용 비동기화 송수신기(UART, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)를 통해 강의 및 저작 S/W를 통해 입력된 촉각 정보를 수신하고([그림

4]-①), 이를 마이크로 제어 장치(MCU, Micro Controller Unit)에서 분석 및 분류하여 다수의 슬레이브 보드(slave board)로 전달한다([그림 4]-②). 그리고 슬레이브 보드는 사전에 프로그래밍 된 복합 프로그래머블 논리 소자(CPLD, Complex Programmable Logic Device)를 이용하여 마스터 보드로부터 수신한 데이터를 각각의 모터 드라이버에 동작 신호로 전달한다([그림 4]-③). 다음으로 각각의 모터 드라이버는 동작 신호에 따라 4개의 TULA를 동작시킨다([그림 4]-④).

햅틱 디스플레이 H/W의 주요 모듈들 중 마스터 보드, 슬레이브 보드 및 TULA에 대한 세부적인 구성 및 기능은 다음과 같다.

첫 번째로, 마스터 보드는 범용 PC부터 임베디드 시스템까지 많은 시스템에서 활용하기 위하여, 범용직렬버스(USB, Universal Serial Bus)를 사용하며, 이를 통해 수신된 데이터를 직렬통신 데이터로 변환하여 MCU에 입력할 수 있도록 UART를 사용한다. 그리고 MCU는 사전에 정의된 프로토콜을 기반으로 입력된 데이터를 분석하여 각 슬레이브 보드에 전달할 제어신호를 분리하고, 이를 직렬 주변 장치 인터페이스(SPI, Serial Peripheral Interface)를 통해 각각의 슬레이브 보드에 전달한다.

두 번째로 슬레이브 보드는 48개(24x2 배열)의 TULA와 이를 제어하기 위한 12개의 초음파 모터드라이버(LT3572), 그리고 초음파 모터드라이버들을 제어하기 위한 CPLD 칩으로 구성된다. 슬레이브 보드의 CPLD는 마스터보드로부터 SPI를 통해 제어신호를 수신하고, 제어신호를 분석하여 12개의 초음파모터 드라이버에 모터 동작 신호를 전달한다. 이때, 각각의 초음파모터 드라이버는 4개의 TULA를 제어하며, 각각의 TULA에 대해 방향과 동작 상태를 결정한다. 마지막으로 시각장애인이 촉각을 통해 실제 감지하는 점자셀을 나타내는 TULA는 [그림 5]에 보인 바와 같이 구성되어 있으며[12], 초음파모터 드라이버에서 발생시키는 방향(Direction) 및 반복적인 동작 신호(TULA Driving Signal)에 따라 상승 및 하강을 수행한다.

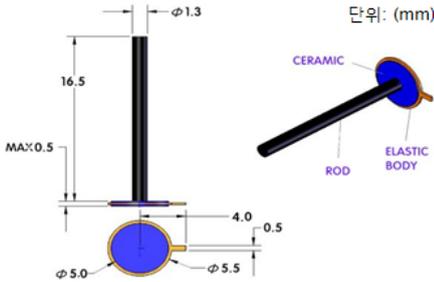


그림 5. TULA의 구성

III. 실시간 교육보조공학 시스템 구현 및 결과

본 장에서는 제안하는 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템을 구성하는 교육자용 강의 및 저작 S/W와 투명인용 햅틱 디스플레이 H/W의 구현 결과를 보여준다.

1. 교육자용 강의 및 저작 S/W

교육자용 강의 및 저작 S/W는 사용자의 편의성을 극대화하기 위하여 보편적으로 사용하는 프레젠테이션 프로그램과 그 기능 및 사용법을 유사하게 구현하였다. 그러나 본 S/W는 저작한 그래픽 자료나 문자 자료를 자동으로 축감정보로 변환해 줌으로써, 점역가들을 통해 일일이 변환 과정을 거쳐야만 했던 기존의 점자 프로그램과는 차별성을 갖는다.

표 1. 교육자용 강의 및 저작 S/W 개발 환경

항목	사양
CPU	Intel Core 2 Duo
Memory	4.00 GB
OS	Windows XP / Windows 7
Language	C / C# / WPF / OpenCV

교육자용 강의 및 저작 S/W는 [표 1]에 나타난 바와 같은 개발 환경에서 구현하였으며, [그림 6]에는 S/W의 전체 UI와 함께 교육자료의 저작을 위한 핵심 기능들과 저작에 도움을 주는 보조 기능들을 나타내었다.

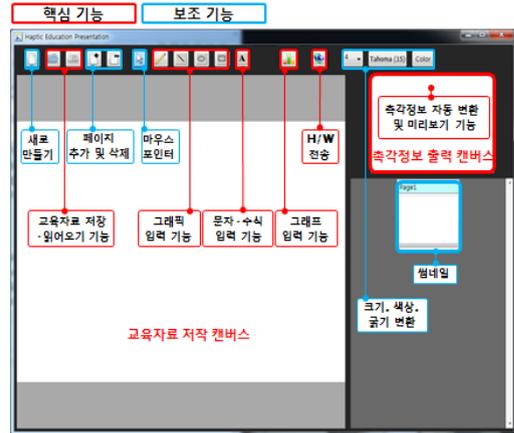


그림 6. 교육자용 강의 및 저작 S/W의 GUI

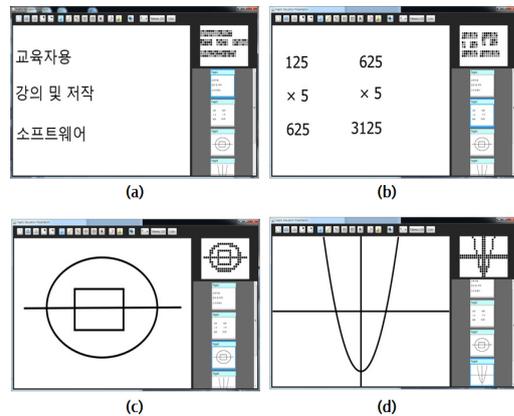


그림 7. 교육자용 S/W를 이용한 강의 자료 저작: (a)문자 (b)수식 (c)그래픽 (d)그래프

먼저, 교육자료는 문자·수식 입력과 그래픽(그래프 포함) 입력 기능을 이용하여 저작할 수 있으며, 정보의 유형에 따라 생성한 결과를 [그림 7]에 나타내었다. [그림 7]의 (a)는 문자 입력 기능을 이용하여 문장을 작성한 결과를 보여주고 있으며, (b)는 산술의 전개 과정을 나타내는 필산을 보여주고 있다. 또한, (c)는 그래픽 입력 기능 중에서 교육자의 편의를 위한 직선, 원 및 사각형에 대한 템플릿을 이용하여 도형을 그리는 결과를 보여 주며, 이 외에도 자유 그리기를 통하여 그래픽 정보를 다양하고 편리하게 작성할 수 있다. 그리고 (d)는 [그림 8]에 보인 바와 같은 그래프 입력 기능을 통하여

1차·2차 방정식에 대한 각 항의 상수 값을 결정하여 그래프를 생성하고, 이를 교육자료 저작 캔버스에 출력한 결과를 보여준다.

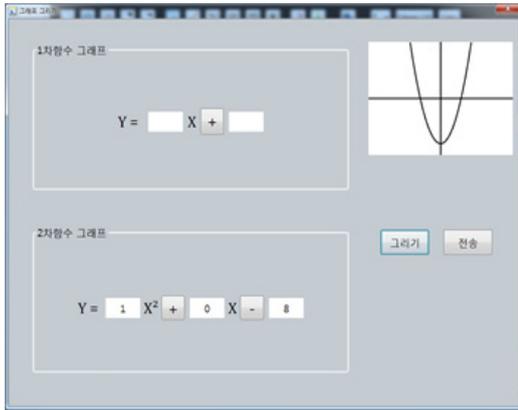


그림 8. 그래픽 입력 기능 중 그래프 그리기

다음으로 작성한 교육자료는 촉각정보 자동 변환 및 미러보기 기능을 통하여 문자·수식은 점자로 자동변환되고, 그래픽 정보는 이진화 및 H/W의 점자셀 해상도 (24x18)에 대한 다운 샘플링을 통해 촉각 정보로 변환된다. 앞서 작성한 교육자료에 대한 촉각정보로의 변환 결과는 [그림 8]의 세부 영상들에서 각각 우측 상단에 위치하는 촉각정보 출력 캔버스에서 확인할 수 있다.

이 때, H/W 전송 기능과 같은 경우는 전맹인에게 촉각정보를 배포하는 강의 기능을 목적으로 사용된다. 또한, 교육자료 저장·읽어오기 기능과 같은 경우는 사전에 생성한 교육자료들을 교육시간 내에 활용할 수 있도록 해준다.

2. 전맹인용 햅틱 디스플레이 H/W

[그림 9]은 전맹인에게 촉각정보를 전달하기 위한 햅틱 디스플레이 H/W의 주요 모듈에 대한 구현 결과를 보여주며, [그림 10]은 마스터보드와 9개의 슬레이브 보드로 구성된 햅틱 디스플레이 H/W의 전체 사양을 보여준다.

먼저, [그림 9]의 (a)는 구현한 마스터보드를 보여주며, 이는 교육자용 강의 및 저작 S/W에서 생성한 촉각

정보를 받기 위한 UART([그림 9]의 (a)-①), 입력된 정보를 각각의 슬레이브 보드에 분배하기 위한 MCU([그림 9]의 (a)-②), 그리고 슬레이브 보드가 장착될 9개의 슬롯으로 구성된다([그림 9]의 (a)-③).

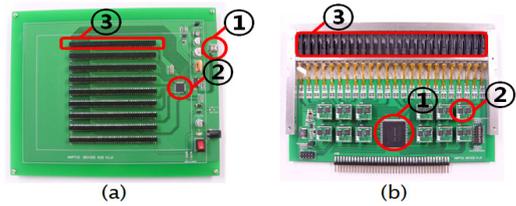


그림 9. 햅틱 디스플레이의 주요 모듈:
(a)마스터보드: ①UART ②MCU ③슬레이브보드 슬롯;
(b)슬레이브보드: ①CPLD ②모터 드라이버 ③TULA

다음으로 [그림 9]의 (b)는 구현한 슬레이브 보드를 보여주며, 이는 마스터보드를 통해 전달된 정보에 따라 신호를 모터 드라이버에 분배하기 위한 CPLD([그림 9]의 (b)-①), 전달된 신호에 따라 TULA를 동작 시키기 위한 12개의 모터 드라이버([그림 9]의 (b)-②) 그리고 최종적으로 전맹인이 촉각정보를 인지할 수 있는 TULA로 구성된다([그림 9]의 (b)-③).

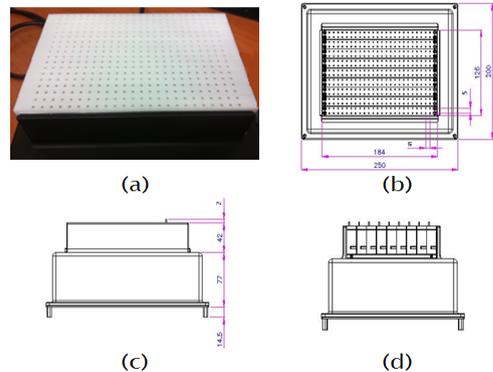


그림 10. 햅틱 디스플레이:
(a)프로토타입 (b)상측도 (c)전면도 (d)측면도

마지막으로 [그림 10]의 (a)는 250x200x65.5mm(가로x세로x높이) 크기로 구현된 햅틱 디스플레이 H/W의 전체 모습을 보여주며, (b)부터 (d)까지는 이에 대한 상

면, 전면, 측면에 대한 사양을 보여준다. 그리고 실제 시각장애인이 정보를 인지하는데 사용하는 TULA 기반의 점자셀은 총 432개의 다중배열(24x18) 형태로 구성되며, 각각의 점자셀 간에는 5mm의 간격을 가지고 2mm의 높이로 상승/하강 동작을 수행한다. 또한, TULA는 5만회 이상의 내구성과 함께 전맹인이 TULA를 감지할 시에 발생하는 압력을 지탱하기 위해 10g.f(force gauge)의 자기유지력을 갖는다.

3. 교육자료에 대한 촉각정보 출력

본 구현 결과에서는 [그림 7]에서 저작한 교육자료를 바탕으로 생성한 촉각정보를 전맹인이 인지할 수 있도록 햅틱 디스플레이로 출력한 결과를 보여준다.

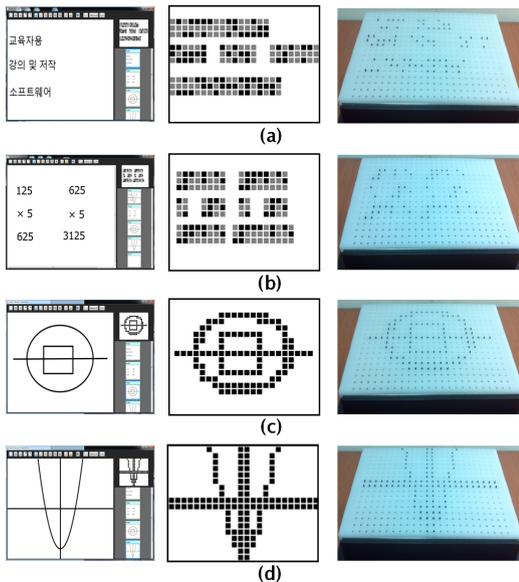


그림 11. 교육자료에 대한 촉각정보 출력 결과
(a)문자(문장) (b)필산 (c)그래픽 (d)그래프

먼저 [그림 11]의 (a)와 (b)는 문자(문장)와 필산 과정으로 구성된 교육자료를 햅틱 디스플레이로 출력한 결과를 보여준다. 이 때 좌측 열의 영상은 교육자용 강의 및 저작 S/W를 이용하여 교육자료를 저작한 결과를 보여주며, 중앙 열의 영상은 교육자료를 자동 접역하여 생성한 촉각정보를 보여준다. 그리고 우측 열의 영상은

생성한 촉각정보를 햅틱 디스플레이에 전송하여 출력한 결과를 보여준다. 본 결과로부터 제안한 시스템으로 기존의 교육환경과 같이 전맹인들에게 문자(문장)에 대한 정보를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 기 보조공학기기들의 한계를 극복하여 산술의 전개에 대한 필산 과정까지도 실시간으로 제공할 수 있음을 알 수 있다.

다음으로 [그림 11]의 (c)와 (d)는 교육자료를 도형과 그래프로 구성하고, 이를 햅틱 디스플레이로 출력한 결과를 보여준다. 영상의 구성은 이전 결과와 마찬가지로 좌측 열은 강의 및 저작 S/W로 저작한 교육자료를 보여주며 중앙 열은 교육자료를 촉각정보로 변환한 결과를 보여준다. 그리고 우측 열은 촉각정보를 햅틱 디스플레이로 출력한 결과로 보여준다. 기존에는 이러한 그래픽 정보에 대한 촉각정보는 점자 프린터만을 통하여 전맹인들에게 전달할 수 있었고, 출력한 결과물에 대하여 수정 및 보완이 불가능한 단점을 가지고 있었다. 그러나 본 결과를 통하여 제안한 시스템으로는 그래픽 정보에 대한 촉각정보 생성 및 결과에 대한 즉각적인 수정 및 보완이 가능하여 전맹인에게 다양한 그래픽 정보를 실시간으로 제공할 수 있음을 보여준다.

4. 제안한 시스템의 적용 가능성 평가

제안한 시스템 중 햅틱 디스플레이 H/W에 대한 성능(전맹인의 인지율 및 인지속도)은 기 실험을 통하여 보여주었으며[11], 본 논문에서는 전맹인의 실 교육환경에 제안한 시스템의 적용 가능성을 검증하기 위하여 맹학교 교육자들(8인)의 협조를 통해 실험 평가를 수행하였다. 실험 평가는 교육자용 강의 및 저작 S/W를 바탕으로 교육자들이 실제로 교육자료를 저작하고, 이를 햅틱 디스플레이에 배포하는 과정까지를 수행한 후, '매우만족', '만족', '보통', '불만족'의 항목에 대해 평가하는 것으로 진행하였다.

평가 결과에서 총 8인 중 5인은 '매우만족'을 나타내었고 3인은 '만족'을 나타내었는데, 교육자들은 S/W의 사용방법이 어렵지 않으며 특히, 그래픽 정보와 문자 정보를 혼용하여 저작한 교육자료를 촉각정보로 자동 변환하고, 이를 전맹인들이 인지할 수 있도록 출력하는 기능에 높은 만족도를 나타내었다. 또한, 교재 및 학습

도구를 제외한 교육자료는 현재까지도 [그림 12]에 보인 바와 같은 교육자료의 저작 과정과 점역 과정을 거쳐야만 생성할 수 있었으나, 제안한 시스템을 통해 교육자료를 단시간 내에 저작하고 배포할 수 있음에 높은 만족도를 보였다. 이는 제안한 시스템을 특정한 교육과정 없이도 현 교육환경에 적용하여 유용하게 활용할 수 있음을 보여준다.

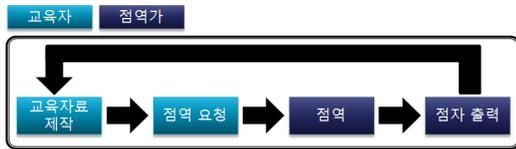


그림 12. 교육자료의 생성 과정

5. 보완 사항

본 장의 구현결과에서는 제안한 시스템으로 교육자료를 실시간으로 생성하거나 사전에 저작해 놓음으로써 다양한 정보를 전맹인들에게 제공하여, 기존의 점자 교과서 및 학습도구를 바탕으로 국한된 정보만을 제공할 수 밖에 없었던 전맹인의 교육환경에 대한 단점을 보완할 수 있음을 보여주었다. 그러나 구현결과에서 보여준 햅틱 디스플레이 H/W는 제안한 시스템의 프로토타입으로써, 점자셀의 해상도가 낮아 1회에 전달할 수 있는 정보량이 적다는 단점과 점자셀의 간격이 일반적인 보조공학기기에 비해 넓고, 셀의 출력 높이가 높아 전맹인들이 이를 인지하는데 익숙하지 않다는 단점을 가지고 있다[11].

따라서 본 시스템의 성능을 향상시키기 위하여 현재에는 점자셀의 해상도를 64x64로 확장함과 함께, 점자셀의 간격이나 출력 높이를 전맹인들이 익숙하게 사용하고 있는 일반적인 보조공학기기에 맞추어 동일하게 구현하고 있다. 또한, S/W 측면에서도 교육자료를 촉각정보로 변환할 시에 발생하는 에일리어싱(aliasing) 현상을 보완하기 위해, 햅틱 디스플레이 H/W에 특화된 알고리즘을 고안 중이다.

IV. 결론

본 논문에서는 일반인과 저시력인에 비해 교육자료를 저작하는 과정에 많은 자원이 요구되어, 교육의 수준과 질이 떨어지는 전맹인의 교육환경을 개선시키기 위한 햅틱 디스플레이 기반의 실시간 교육보조공학 시스템을 제안하였다.

제안한 시스템은 크게 강의 및 저작 S/W와 햅틱 디스플레이 H/W로 구성된다. 먼저, 강의 및 저작 S/W는 교육자가 다양한 자료를 익숙한 UI를 통해 손쉽게 저작하고, 이를 촉각정보로 변환하는 것을 주 기능으로 하며, 햅틱 디스플레이 H/W는 S/W로부터 입력된 교육자료에 대한 촉각정보를 전맹인에게 전달하는 것을 주 기능으로 한다. 구현 및 평가 결과에서는 제안한 시스템을 통해 전맹인에게 기존보다 다양하고도 많은 정보를 실시간으로 전달할 수 있음을 보여 그 기능이 효과적임을 보여주었다. 따라서 추후 제안한 시스템을 전맹인의 실 교육환경에 적용한다면, 전맹인들에게 보다 더 많은 교육자료를 제공함으로써 그들의 교육 수준과 질을 한층 더 높일 수 있을 것으로 기대된다.

다만, 본 논문에서 구현한 시스템은 프로토타입으로써 전맹인의 인지특성에 보다 더 특화된 방법을 고려하여 정보를 전달할 필요성이 있으며, 이를 위해 현재 H/W의 해상도, 점자셀의 촉감 및 셀 간의 간격, 그리고 S/W의 촉각정보 변환 알고리즘 등을 고안 중에 있다.

참고 문헌

- [1] 한국보건사회연구원, 2005년도 장애인 실태조사, 보건복지가족부, 2006년
- [2] 구양희, 정무용 “시각장애인의 공간지각, 인지특성과 Wayfinding 측면을 고려한 건축계획에 관한 연구,” 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제23권, 제2호, pp.303-306, 2003.
- [3] 이가나, “학습도구를 활용한 시각장애인 박물관 교육프로그램 개발과 운영방안 연구,” 중앙대학교 석사학위논문, 2010.

- [4] 장진섭, 성수국, *최신 특수교육학*, 대성사, 2005.
- [5] 이정애, “장애학생의 직업교육 실태에 관한 연구”, 계명대학교 석사학위논문, 2004.
- [6] 권정민, 남보람, “햅틱 테크놀로지를 활용한 장애 아동 교육 콘텐츠 연구”, 한국콘텐츠학회 논문지, 제11권, 제3호, pp.505-517, 2011.
- [7] 한국점자연구위원회, 국립국어원, *한글 점자 규정*, 문화체육관광부, 2006.
- [8] 박성수, *또 하나의 국어, 점자(영어)*, 하상장애인복지관, 2005.
- [9] 한국점자연구위원회, 국립국어원, *한국 점자 규정 (수학)*, 문화체육관광부, 2006.
- [10] WANG Hongzhi and DONG Ying, "An Improved Image Segmentation Algorithm Based on Otsu Method," SPIE, Vol.6625, pp.1-8, 2007.
- [11] 정정일, 조진수, “시각장애인을 위한 실시간 햅틱 디스플레이 시스템 설계 및 구현”, 대한전자공학회, 제48권, 제CI편, 제2호, pp.1-8, 2011.
- [12] www.piezo-tech.com/product/ultrasonic.asp

저 자 소 개

정 정 일(Jung-II Jung)

준회원



- 2003년 ~ 2009년 : 경원대학교 전자거래학과 학사
- 2009년 ~ 2011년 : 경원대학교 전자계산학과 석사
- 2011년 ~ 현재 : 경원대학교 강사

<관심분야> : 영상처리, 3D 그래픽스, 멀티미디어, 코덱, 교육보조공학 기기

김 흥 기(Heung-Gi Kim)

준회원



- 2004년 ~ 2011년 : 경원대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2011년 ~ 현재 : 경원대학교 전자계산학과 석사과정

<관심분야> : 영상처리, 3D 그래픽스, 멀티미디어, 교육보조공학 기기

조 진 수(Jin-Soo Cho)

정회원



- 1994년 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
- 1998년 : Columbia University 전자공학과(공학석사)
- 2003년 : Georgia Institute of Technology 전자공학과(공학박사)

- 2001년 ~ 2002년 : EG Technology Inc. Software Engineer
 - 2004년 ~ 2006년 : 삼성전자 책임연구원
 - 2006년 ~ 현재 : 경원대학교 컴퓨터공학과 조교수
- <관심분야> : 영상처리, 신호처리, 3D 그래픽스, 멀티미디어, 코덱, 교육보조공학 기기