Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

http://www.kkits.or.kr

A Direction Education System for Developmental Disorder Children

Kyoung-Bok Jin[1], In-ho Yun[2], Gil-Ho Song[2], Sang-Youn Kim[*2]

[1]*Department of Mechatronics, Korea University of Technology and Education*
[2]*Advanced Technology Research Center, Department of Computer Science and Engineering, Korea University of Technology and Education*

ABSTRACT

Natural user interaction systems are widely used for reducing the learning curve of a user to adapt usage of many applications. For example, a user can enlarge or reduce the size of a virtual object by scrolling with two fingers and can move an object by dragging with his/her finger pads or arms. The objective of this research is to develop a motion UX-based educational system that helps sensory, movement and cognitive capabilities of the developmental disorder children and allows them to adapt to teach direction. The tangible UX-based educational system consists of a motion input device and a motion creating device. The motion input device allows the developmental disorder children to intuitively manipulate the motion creating device. The position and the velocity informations created by motion input device are transferred to the motion creating device, and are converted into the speed and the direction for controlling motors which are inserted into the motion creating device. We have conducted an experiment in order to show that developmental disorder children can learn the direction information (the meaning of left, right, front, and back). The experimental result shows that the proposed system can be suitable for training the developmental disorder children to learn the direction information.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Motion-based interaction, Motion input device, Motion creating device, Developmental disorder children.

ARTICLE INFO: Received 10 March 2017, Revised 31 March 2017, Accepted 7 April 2017.

[*]Corresponding author is with the Department of Computer Science & Engineering, Korea University of Technology and Education, Tel : +82 41 560 1484, Fax : +82 41 560 1484.
E-mail address : sykim@koreatech.ac.kr.

www.kci.go.kr

1. 서 론

발달장애아동들은 일반학생들과 같은 기본적 생리, 사회·정서적 요구를 가지고 있으나 모든 발달이 전반적으로 지체되어 있고 특히 감각 · 운동 기능과 지각 기능 면에서 두드러진 지체를 보인다. 발달장애아동들에게 손가락 관절과 손목 관절이 복합적으로 조절된 협응 운동 능력은 발달의 초기에 매우 중요하나 효과적인 지도방법과 도구가 개발되어있지 못하고, 감각 · 운동 기능과 지각 기능 지체로 인하여 적절한 발달과업상의 과제(움직임, 옹알이 등)를 제대로 수행하지 못하며, 이러한 실패에서 오는 성취감의 부재로 인하여 성숙, 학습, 사회 적응과 같은 생활 전반에 어려움을 겪게 된다. 발달장애아동들에게 기본적인 학습과 훈련이 제대로 이루어지기 위해서는 감각 · 운동 기능과 지각 기능의 훈련이 선행되어야하며 학습 전 단계의 기초 학습 과정으로 매우 중요시 되고 있다. 따라서 발달장애학생의 감각 · 운동 기능과 지각 기능을 높여줄 수 있는 교육 도구가 개발되어야 한다[1-5]. 그러므로 발달장애아동의 감각/운동기능과 지각기능을 극대화하기 위한 다양한 연구가 수행되어 왔다 [6-10].

김정배 등은 다양한 디지털 매체에서 사용할 수 있는 N-스크린 기술을 적용하여 발달장애 아동의 놀이 활동 교육시스템을 개발하였다 [11]. 권충훈, 김훈희는 장애아동교육에 적용 가능한 특수교육공학의 콘텐츠 유형을 탐색/제시하였으며 향후 발전 방안을 제안하였다. [13] 이효신 등은 발달지체 아동 교육을 위한 콘텐츠를 개발하고 온라인서비스를 통해 적용된 데이터를 분석하였다 [14]. 양심영과 강은진 등은 발달장애아동의 사회성을 증진시킬 수 있는 휴대용 기능성 게임을 개발하였다 [15]. 조규보 등은 발달장애 아동의 말하기교육을 위해 보완대체의사소통 기법의 기능성게임 콘텐츠를 개발하였다[16]. 이영미 등은 장애아동의 읽기 중재 경험에 대하여 파악하고 읽기 능력증진을 위해 필요한 스마트 기기의 앱에 대하여 분석하였다 [17]. 그리고 김정은 등은 발달장애 아동이 자기 학습적이고 감각/운동 학습을 하게 하기 위해 임베디드 하드웨어를 개발하고 여기서 재생할 콘텐츠를 제작하기 위한 저작도구를 개발하였다 [18].

이와 같이 현재까지 개발되어진 PC 또는 스마트폰 기반의 교육 소프트웨어 콘텐츠는 발달장애 아동이 쉽게 활용하기 어려우며 발달장애 아동의 흥미를 이끌기에는 콘텐츠의 조작이 복잡하다는 단점이 있다. 발달장애 아동의 교육 효율을 높이기 위해서는 발달장애 아동의 흥미를 유발하는 것이 매우 중요하며 쉽고 직관적으로 콘텐츠의 이용이 가능해야만 한다. 그러므로 발달장애 아동들이 쉽게 가지고 놀면서 직관적인 UX를 통해 놀면서 학습할 수 있는 교육 시스템이 필요하다.

본 연구에서는 발달장애아동들이 흥미를 갖고 집중할 수 있으며, 우발적 학습을 통해 신체 각 부위의 운동기능을 향상을 시키고 학습준비기능을 향상시킬 수 있는 소프트웨어가 탑재된 모션 UX 기반 임베디드 키트 형태의 시스템을 개발한다. 제안하는 시스템의 장점은 시스템을 다루는 과정에서 우발적 행동 경험을 학습으로 연결시킬 수 있으며, 시스템을 통한 성공적 경험의 누적은 행동 또는 자극에 대한 일관된 반응으로 발달장애 학생들의 주의집중력을 향상시켜 사회적으로 큰 반향을 일으키는 문제 행동을 감소시킬 수 있을 뿐더러 이를 이용한 결과를 데이터베이스화 하여 발달장애학생의 감각발달 단계에 대한 교사의 직관적 평가를 객관적 수치로 나타낼 수 있는 자료를 생성함으로써 기초 학습과정에 보다 정확한 정보를 제공해 줄 수 있다.

2. 방향교육을 위한 인터랙션 시스템

www.kci.go.kr

본 연구에서 제안하는 방향 교육을 위한 인터랙션 시스템은 모션 입력장치, 움직임 생성장치로 구성하였다. <그림 1(a)> 는 사용자가 모션 입력장치를 들고 움직임 생성장치를 제어하는 모습이며, 그림 1(b) 는 제안하는 시스템의 연동 방법을 보여준다. 사용자가 모션 입력장치를 들고 기울이면 기울인 방향 (전, 후, 좌, 우) 및 기울인 각도를 측정하고 이를 위치(x, y)와 속도(v_x, v_y)정보로 바꿔서 통신부를 통해 움직임 생성장치로 115,200 bps 로 전달한다. 움직임 생성장치에서는, 전달받은 위치와 속도 정보를 이용하여 모터를 구동하여 사용자가 원하는 대로 전/후/좌/우 로 방향을 바꾸고 속도를 생성한다. 움직임 생성장치는 입력 신호를 바탕으로 제어신호를 생성하는 움직임 제어기(Motion Controller)와 제어기의 명령에 의해 움직임을 생성하는 구동기(Actuator)로 나누어 개발하였다.

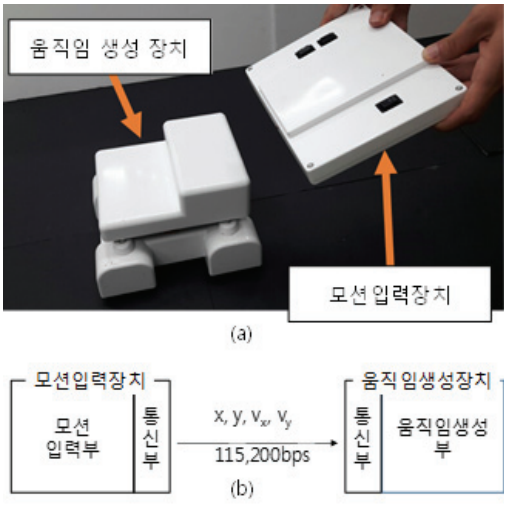

그림 1. 개발한 방향교육을 위한 인터랙션 시스템
Figure 1. Developed Interaction System for Direction Training

모션 입력장치를 통해서 사용자의 모션을 입력받고, 입력받은 정보에 따라 구동기를 제어하기 위한 제어기는 32비트 ARM cortex-M4 코어를 탑재하였으며 최대 84 MIPS까지의 연산 가능한 ARM 社에서 제작한 NUCLEO-F401RE를 이용하여 개발하였다. 움직임 생성장치에서는 폐루프 제어 없이 (closed loop control) 쉽고 정확하게 정해진 각도를 회전할 수 있는 스텝 모터를 이용하였다. 블루투스를 통한 데이터의 전달을 원활하게하기 위해, 패킷의 시작과 끝을 알리는 스타트 비트 'S' 와 엔드 비트 'E' 를 통해 패킷의 시작과 끝을 명확히 하며, 스타트 비트와 엔드 비트의 중복 또는 손실을 검출하였다. 통한 데이터 패킷을 무선으로 전송하기 위해 블루투스 모듈을 사용하였으며 주파수는 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 대역을 사용하였다. 모션 입력장치가 주변의 슬레이브인 움직임 생성장치를 찾으면 (Inquiry), 슬레이브는 자신의 정보를 마스터 (모션 입력장치)에게 송신(Inquiry Response)하고 슬레이브의 정보가 마스터와 일치하면 상호 연결이 이루어지며, 데이터 전송을 가능하게 하였다.

3. 방향교육 시스템 구축

3.1 모션 입력장치

움직임 생성 장치를 제어하기 위하여 사용자의 모션을 입력받는 모션 입력장치를 개발하였다 <그림 2>. 상판, 하판, 제어기, AHRS, 그리고 블루투스로 구성된 모션 입력장치에서 사용자의 모션을 감지하기 위해 본 연구에서는 MEMS 기법으로 제작된 E2BOX 사의 소형 AHRS (Altitude Heading Reference System) 센서를 선정하였다. AHRS 센서를 통하여 얻어지는 가속도 및 각속도를 이용하여 모션 입력장치의 움직임을 감지하며, 각속도 센서 값을 적분하여 현재 모션 입력장치의 각도를 측정하였다. 그리고 또한 센싱된 가속도 값을 이용하여 현재 위치 값을 계산하여 가지고는 있으나, 시스템

www.kci.go.kr

에 적용은 하지 않았다. 그 이유는 위치 값을 얻기 위해 두 번 적분을 수행해야 하며, 적분을 수행하는 과정에서 노이즈 등으로 인하여 오차가 발생하고 누적되기 때문이다.

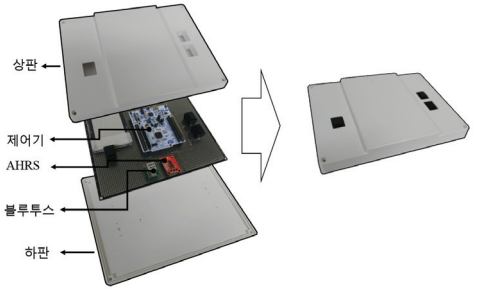

그림 2. 모션 입력 장치
Figure 2. Developed Motion Input Device

<그림 3>은 모션 입력장치의 신호의 흐름도를 보여준다. 사용자가 모션 입력 장치를 기울였을 때 모션 입력 장치내의 AHRS 가 장치의 각속도 및 가속도를 읽어 들이고 이 정보가 제어기로 전달되어 움직임 생성장치를 조종할 위치와 속도로 계산된다.

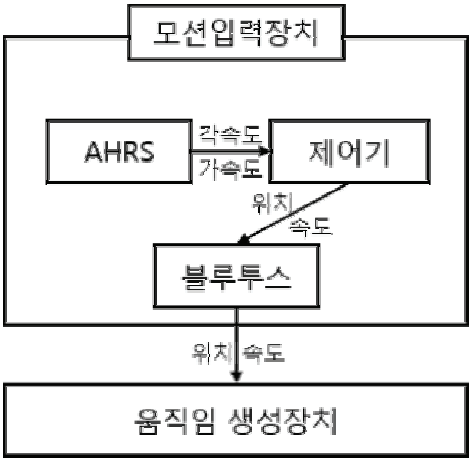

그림 3. 모션 입력 장치의 신호흐름도
Figure 3. Signal flow diagram for the motion input device

각속도 및 가속도 등은 AHRS 내부의 가속도센서, 각속도센서, 그리고 지자기 센서를 통해서 얻어지며 1도(Deg) 단위로 -45부터 +45까지의 범위를 가지도록 하였다. 이렇게 계산된 위치/속도정보는 무선통신 모듈 (블루투스)을 통하여 움직임 생성장치로 전달된다.

3.2 움직임 생성 부

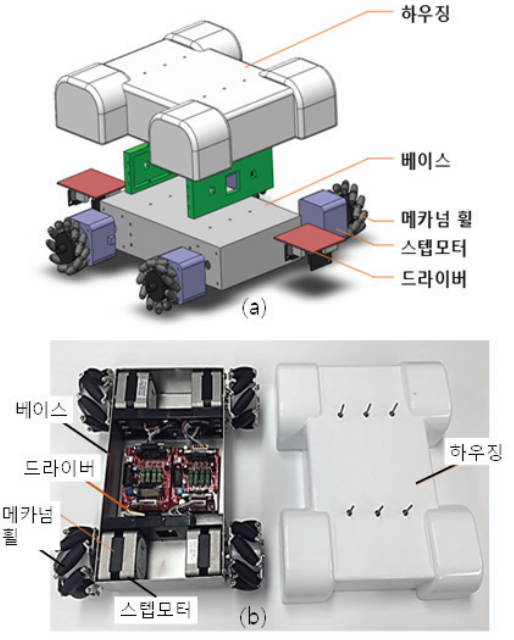

그림 4. 개발한 움직임 생성 장치
Figure 4. Developed motion creating device.

<그림 4(a)> 는 개발된 움직임 생성 장치의 구상도를 보여준다. 그리고 <그림 4(b)> 는 개발된 움직임 생성 장치의 내부 모양을 보여주고 있다. 개발된 움직임 생성 장치는 베이스, 4개의 스텝모터, 2개의 스텝모터 드라이버, 4개의 휠, 그리고 하우징으로 구성하였다. 또한 개발된 움직임 생성장치는 $236 \times 212 \times 57$ mm^3의 크기를 가지며 모든 방향으로의 움직임을 위해 바퀴에 작은 롤러를 45° 대각으로 배열한 메카넘 휠 시스템을 사용하였다. 움직임 생성 모듈의 베이스는 스테인리스 스틸 316L 재질

www.kci.go.kr

을 사용하여 만들었으며, 200×120×44㎣ 의 크기를 가지며 자동차의 프레임과 같이 전체 시스템의 하중을 바퀴에 전달하도록 설계하였다. 움직임 생성 모듈의 동력 생성과 회전 수 제어를 위해 최대 1.7[Kg·cm]토크를 생성할 수 있는 2상 여자방식의 스텝모터 (NEWTC社, SE-SM243)을 사용하였다. 스텝모터 드라이버는 움직임 생성 장치로 전달되는 위치/속도 정보를 스텝모터의 펄스 입력형태로 전환하기 위한 목적으로 사용되었다.

본 연구에서 사용한 스텝모터 드라이버는 1개당 2개의 스텝모터를 개별 구동할 수 있으며, 1/2스텝, 1/4스텝, 8스텝, 16스텝 모드변환을 통해 스텝모터의 속도와 토크를 사용자가 원하는 대로 제어할 수 있게 구축하였다. 메카넘 휠에 있는 45° 대각 배열로 배치된 작은 롤러들 덕분에 움직임 생성장치는 전/후진뿐만 아니라 좌/우 직선운동 까지 생성할 수 있다. 하우징은 외부 충격으로부터 움직임 생성 모듈을 보호하며, 영/유아 및 발달장애아동들이 쉽게 잡을 수 없도록 제작되었다.

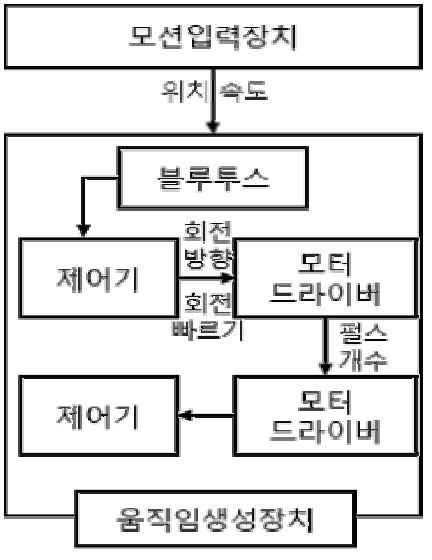

그림 5. 움직임 생성장치의 신호흐름도
Figure 5. Signal flow diagram for the motion creating device

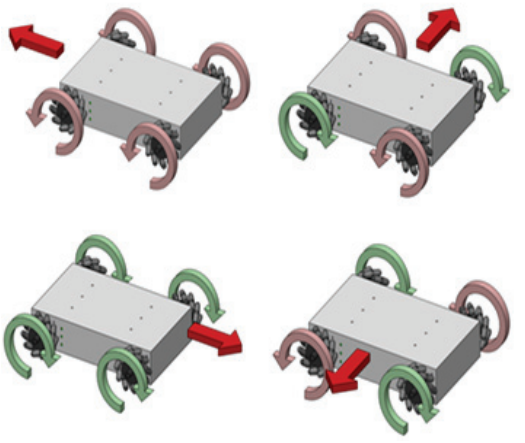

그림 6. 휠의 움직임에 따른 움직임 생성 시스템의 이동방향
Figure 6. Moving direction of the motion creating system according to the wheel's motion.

모션 입력장치에서 블루투스를 통해 받아들인 움직임 생성장치의 위치와 속도 정보가 제어기로 들어가면 제어기는 위치/속도 정보를 이용하여 모터의 활성화, 모터의 회전방향, 모터의 회전 빠르기 정보를 계산하고 이 정보들을 스텝모터드라이버로 전달한다. 스텝모터로부터 구동 신호를 전달받은 드라이버는 2상 여자 방식을 통하여 스텝모터에 펄스 개수를 전달하여 모터를 정회전, 역회전 방향으로 회전시키며 스텝모터는 상응하는 메카넘 휠에 동력을 전달하여 각 휠의 회전 방향, 회전 속도에 따라 움직임 생성 모듈을 전/후/좌/우 전 방향으로 이동하게 한다. <그림 6>은 모든 휠이 등속도일 때 각 휠들의 회전 방향에 따른 최종적인 움직임 생성 모듈의 이동 방향을 보여준다. 모든 휠들이 같은 방향으로 움직이면 움직임 생성모듈은 휠의 움직임과 같은 방향으로 이동하며, 대각선으로 배치되어 있는 휠들끼리 각각 같은 방향으로 움직이고 옆에 있는 휠들이 다른 방향으로 움직이면 모터의 움직이는 방향과 수직으로 움직임 생성 모듈이 이동한다.

www.kci.go.kr

4. 실험 및 평가

발달장애 아동들이 개발한 방향교육 시스템을 사용하여 교육을 받을 수 있는지를 분석하기 위해 실험/평가를 수행하였다. 7세 ~ 20세 사이의 비슷한 발달장애 등급을 갖는 20명의 발달장애아동이 본 실험에 참가하였으며 실험을 위하여 다음과 같은 설문조사를 수행하였다.

① 모션 입력 장치를 기울여서 움직임 생성 모듈을 이동 및 정지시킬 수 있는가?
② 모션 입력 장치를 전/후/좌/우로 기울여서 움직임 생성 모듈의 방향을 조종을 할 수 있는가?
③ 모션 입력 장치의 기울임 정도를 달리하여 움직임 생성 모듈의 속도 조절을 할 수 있는가?
④ 모션 입력 장치를 사용하여 움직임 생성 모듈을 목적지까지 조종할 수 있는가?

①~② 항목은 발달장애 아동들이 개발한 장치를 이용하여 방향을 학습할 수 있는지를 알아보기 위한 질문으로 피 실험자의 대답은 '예' 또는 '아니요'로 제한하였다. 그리고 ③ 항목은 주어진 방향으로 '빨리/천천히'를 학습할 수 있는 지를 알아보기 위한 질문이며, ④ 항목은 선생님이 말씀하신대로 방향과 속도를 제어하여 원하는 곳까지 움직임 생성 시스템을 가게 할 수 있는지를 파악하기 위한 질문이다. ③, ④ 항목역시 ①, ② 항목과 마찬가지로 '예' 또는 '아니요'로 제한하였다.

<그림 7>은 ① ~ ④ 항목에 대한 사용자 응답 결과를 보여주고 있다. 실험 결과에서 보듯이 20명 중 17명의 피 실험자들이 모션 입력 장치를 기울여서 움직임 생성모듈을 현재 놓여있는 방향으로 전진 또는 정지시킬 수 있었으며, 20명중 15명의 발달장애아동들이 선생님들이 원하는 대로 방향을 바꿀 수 있었다. 그리고 16명의 아동들이 원하는 대로 속도를 바꿀 수 있었으며 12명의 아동들이 선생님이 원하는 대로 속도와 방향을 바꿀 수 있었다. 본 실험을 통해 제안하는 시스템이 발달장애 아동의 방향 교육을 위한 플랫폼이 될 수 있음을 파악하였다.

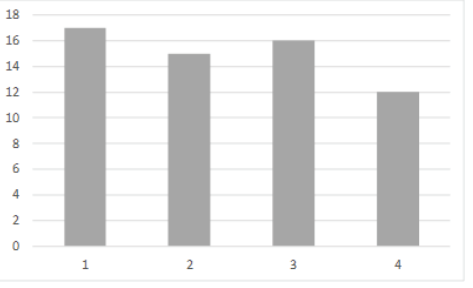

그림 7. 속도 방향 변화에 따른 실험결과
Figure 7. Experimental result for changing velocity and direction of the motion creating system.

5. 결 론

본 연구에서는 발달장애아동의 직관적 방향인지 교육을 위한 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 임베디드 하드웨어 디바이스, 디바이스에서 운용되는 임베디드 소프트웨어를 포함하며, 발달장애 아동의 자기 진취적이고 창조적인 학습을 위해서 사람의 자연스러운 모션을 이용하였으며 흥미를 위해서 이동형 로봇타입의 움직임 생성모듈을 개발하였다. 본 연구를 통하여 발달장애아동을 학습시키기 위한 응용프로그램에 적용되는 제어기술을 확보하였으며 임베디드 시스템을 이용한 놀이/교육 콘텐츠 기반기술 확보하였다. 본 연구는 발달 장애 아동에 국한된 기술이 아니라, 정상 영아를 위한 IQ/EQ 개발에도 적용 될 수 있는 콘텐츠 제공하며 유아교육 교재 및 문화적 배경과 신체적 특성이 다른 모든 일반인에게 다방면으로 활용이 가능하고 효과적으로 사용될 수 있다.

www.kci.go.kr

References

[1] B.H. Connolly, *Theapeutic exercise in development disabilities*, Book, Yeongmun, 2011.

[2] H. H. Kim, B. G. Hwang, and B. K. Yoo, *The effects of the hand-function training applied sensory integration group treatment program on the hand-function and ADL ability of children with developmental disability*, Korean Journal of Physical, Multiple, & Health Disabilities, Vol. 54, No.1, pp. 127-143, 2011.

[3] M. Y. Choi, H. J. Lee, J. H. Lee, *Design and development of interactive therapy system for children with autism,* Korean Journal of the science of Emotion & sensibility, Vol. 13, No. 4, pp. 777-788, 2010.

[4] D. Y. Eum, *effects of observation learning on motor learning of children with development disability*, Master thesis, Korea University, 2011.

[5] H. K. Lee, *Domestic research trend on special education exploiting new media and development of storytelling contents to improve sociality*, The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 16, No. 3, pp. 513-524, 2016.

[6] J. H. Lee, and S. H. Byun, *Developmental disability diagnosis assessment systems implementation using multimedia authorizing tool,* The journal of The Korean Society of Business Venturing, Vol. 3, No. 1, pp. 57-72, 2008.

[7] S. J. Kim, T. Y. Kim, and C. S. Lim, *Mixed-Reality based situation training system for the developmental disabled*, Journal of The Korea Computer Graphics Society, Vol. 14, No. 2, pp. 1-8, 2008.

[8] M. Y. Choi, H. J. Lee, and J. H. Lee, *Design and development of interactive therapy system for children with autism,* Korean Journal of the science of Emotion & sensibility, Vol. 13, No. 4, pp. 777-788, 2010.

[9] H. K. Kim, H. J. Lee, and M. Y. Choi, *Design of global UI for the autism remedy system,* Korea Society of Design Studies, pp. 136-137, 2005.

[10] Y. S. Min, *A study on the relationship between Social Supports and stress which non-disabled experience in a family with developmental disabled children*, Master thesis, The Catholic university of korea, 2004.

[11] J. B. Kim, J. H. Kim, C. G. Kim, and B.S. Song, *Development of web application based on n-screen for play activities of children with developmental disorder*, Journal of Korea Society of Industrial Information Systems, Vol. 18, No. 4, pp. 1-8, 2013.

[12] J. M. Kwon, *Serious game content proposal for children with autism spectrum disorder*, Journal of Korea Society of Computer Game, Vol. 24, No. 3, pp. 65-73, 2011.

[13] C. H. Kwon and H. W. Kim, *Types of special educational technology contents for children with disabilities*, Journal of Korea Contents Association, Vol. 7, No. 8, pp. 207-214, 2007.

www.kci.go.kr

[14] H. S. Lee, K. Y. Lee, J. Y. Yun, S. J. Jang, S. J. Kim, and N. H. Lim, *A study on development and application of intervention for toddler and preschooler with developmental disabilities*, Journal of Special Education & Rehabilitation Science. Vol. 9, pp. 309-329, 2010.

[15] S. Y. Yang, and E. J. Kang, *Development of serious mobile game improving social abilities for children with developmental disorder*, Journal of Korea Society of Children's Media, Vol. 10, No. 2, pp. 23-43, 2011.

[16] K. B. Cho, S. H. Lee, and M. K. Sung, *Development of realistic experience serious game content using AAC techniques for improving speaking children with developmental disorders*, Vol. 27, No. 3, pp. 35-43, 2014.

[17] Y. Lee, Y. T. Kim, and E. H. Park, *Analysis on current practice and needs based survey of parents and speech-language pathologists for reading intervention with smart device applications*, Communication Science and Disorders, Vol. 21, No. 3, pp. 502-514, 2016.

[18] J. E. Kim, *Development of edutainment platform for developmental disability children*, Master Thesis, Inha University, 2009.

발달장애아동을 위한 방향 교육 시스템

진경복[1], 윤인호[2], 송길호[2], 김상연[2]

[1] *한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부*

[2] *한국기술교육대학교 컴퓨터공학부*

요 약

최근 들어 손가락 제스쳐 등을 이용하여 물체를 확대/축소/이동하는 등의 자연스러운 상호작용 기술이 많은 응용처에서 채택되어 학습속도를 현저하게 줄일 수 있는 용도로 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 발달장애아동의 감각/운동/인지능력을 향상시킬 수 있는 모션 UX 기반의 교육 시스템을 개발하고 이를 통해서 방향을 인지할 수 있는 환경을 구축했다. 개발한 모션 UX 기반 교육 시스템은 모션 입력장치와 모션 생성장치로 나누어 개발하였다. 모션 입력장치는 발달장애아동들에게 모션 생성장치를 직관적으로 조작할 수 있도록 해준다. 모션 입력장치에서 생성된 정보들은 통신을 통해서 모션 생성장치로 전달되며, 모션 생성장치를 움직일 방향 및 속도로 변경되고, 변경된 방향/속도는 모션 생성장치 내에 탑재된 모터들로 전달되어 모터를 구동하게 된다. 개발한 시스템이 발달장애아동의 방향 인지 (전, 후, 좌, 우)를 인지하게 할 수 있는지를 파악하기 위해 실험을 수행하였다. 실험 결과 제안하는 장치는 발달장애아동의 방향인지 교육에 적합함을 파악하였다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 한국기술교육대학교 교육연구진흥사업 (과제명: 멀티포인트 인터랙션 디바이스 개발, 2016-0110) 및 보건복지부 한국보건산업진흥원의 의료기기기술개발 사업 (과제명 : 완구형 교육시스템의 개발, HI14C0765)의 지원을 받아 수행되었습니다.

www.kci.go.kr

Kyoung-Bok Jin received the B.S. and M.S. in the Department of Electrical Engineering from Hanyang University. He received the Ph.D. degree in the Department of Control and Measurement Division from KAIST in 1999. He is a professor of Mechatronics Engineering at Korea University of Technology and Education. His current research interests include Robotics and Human-Computer Interaction.

E-mail address: kbjin@koreatech.ac.kr

In-ho Yun received a B.S.(2012) from the Korea University of Technology and Education. And now he is undertaking a master and doctoral course as a member of the Interaction lab at Korea University of Technology and Education. His current research interests include Haptics, Kinesthetic Actuators, Torque feedback actuators.

E-mail address: dogooly@koreatech.ac.kr

Gil-Ho Song received the M.S. degree in the Department of Computer Engineering from Korea University of Technology and Education. in 2014.

E-mail address: ime05skh@koreatech.ac.kr

Sang-Youn Kim received the B.S. (1994) from Korea University, Korea and the M.S.E. (1996) and the Ph.D. (2004) in the department of mechanical engineering at Korea Advacned Institite of Science and Technology (KAIST). In 2005, he was a research staff at Samsung Advacned Institute of Technology. He is a professor of Computer Science and Engineering at Korea University of Technology and Education. His current research interests include Human-Computer Interaction, Virtual Reality, and Haptics.

E-mail address: sykim@koreatech.ac.kr

www.kci.go.kr