



## Robust Motion UX based Direction Education System for Developmental Disorder Children

Tami Im<sup>1</sup>, In-ho Yun<sup>2</sup>, Sang-Youn Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Online Lifelong Education Institute, Korea University of Technology and Education

<sup>2</sup>Advanced Technology Research Center, Department of Computer Science and Engineering, Korea University of Technology and Education

### ABSTRACT

Developmental disorder children commonly have difficulties in sustaining attention, understanding abstract concepts, and transferring of learning. Repeated training, simulation based learning, and experiential learning using five senses have been suggested as effective learning methods for enhancing skill acquisition and behavioral changes for developmental disorder children due to their cognitive and behavioral delay. The most important factor in educational systems for developmental disorder children is to develop educational tool which enhance their perceptual functioning through bodily sensations and motor skills. In this paper, we introduce an enhanced tangible UX-based educational system consists of a motion creating device and a motion input device and found that it is well operated by a user through experiments. A suspension module is fabricated by a 3D printer and is applied to the motion creating device to equally provide the weight to its four wheels. To investigate the trajectory of the developed motion creating device and its velocity, we construct an experimental environment. The experiment results clearly show that the developed tangible UX-based educational system creates motion along 8 directions and controls its velocity. It is suggested that the UX-based educational system is feasible for the educational systems for developmental disorder children. Follow-up studies with special education institutes will be conducted to examine educational effectiveness of suggested system for developmental disorder children.

© 2017 KKITS All rights reserved

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

**ARTICLE INFO:** Received 8 August 2017, Revised 6 September 2017, Accepted 13 October 2017.

\*Corresponding author is with the Department of Computer Science & Engineering, Korea University of

Technology and Education, Tel : +82 41 560 1484  
E-mail address : sykim@koreatech.ac.kr.

## 1. 서론

2016년 통계자료[1]에 따르면 등록 장애인 중 발달장애 유형이 차지하는 비율은 2011년부터 매년 증가 추이를 보이고 있다. 장애 유형별 연령 구성을 살펴보면 발달장애의 경우 0세부터 29세 사이가 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 발달장애는 대개 언어, 사회적 관계 등 일상생활과 밀접한 영역에서 지연을 보이므로, 아동기 때부터 적절한 교육과 훈련이 필요하다.

발달장애아동들은 산만함, 집중력 부족, 추상적 개념 학습의 어려움, 배운 것을 실제 생활에서 적용하는 학습 전이 능력 부족 등을 공통적으로 지니고 있다[2]. 이와 같이 발달장애아동에게서 나타나는 인지적, 행동적 지연을 감안할 때, 기능 습득과 행동 변화를 촉진시키기 위해서는 많은 연구들에서 반복 학습, 시뮬레이션 학습, 오감을 활용한 체험하는 학습이 효과적인 것으로 제안하였다[2-9].

기존의 시각, 청각 자료 위주의 발달장애 아동 교육에 또 하나의 필수적인 감각인 촉각을 활용한 교육 매체는 집중력과 흥미를 향상시키고 결과적으로 높은 교육 효과와 긍정적인 행동 변화를 기대할 수 있는 잠재적 활용 가능성을 가지고 있다. 특히, 학습자들이 직접 만지며 쉽게 조종할 수 있는 교육적 디바이스를 활용한 교육은 흥미 유발이 어렵고 집중력이 부족한 발달장애 아동 교육에 훌륭한 보완이 될 수 있다. 이를 위해 발달장애아동의 동기를 유발하고 학습 효과를 높이기 위한 다양한 교육 디바이스 개발 및 효과성에 대한 연구가 진행되어왔다[2-15]

발달장애아동의 사회성 향상을 위한 모바일 게임 개발에 관한 연구[11]에서는 시나리오 기반으로 4개의 미니 게임을 개발하고 발달장애아동을 대상으로 한 효과성 실험을 통해 아동들의 떼쓰기 행동을 감소시키고 긍정적인 행동을 지원하는 데에

도움이 되는 것을 발견하였다. 임장현[12]은 발달장애아동의 물건 구입하기를 지원하기 위한 모바일 앱의 사용자 테스트를 통해 학습도구로의 활용 가능성을 확인한 후 이를 바탕으로 문제해결중심의 모바일 앱 게임모델을 제안한 바 있다. 발달장애아동의 놀이 활동을 지원하기 위한 웹앱 개발에 관한 연구[13]에서는 제안한 교육 콘텐츠가 교육 결과를 시간·장소에 관계없이 연계함으로써 발달장애 아동의 교육 내용을 지속적으로 관리·지원할 수 있는 장점이 있음을 강조하였다.

전우천과 황정은의 연구[2]에서는 발달장애아동의 사회적 기술 향상을 위한 현장체험지원학습 시스템을 개발하였고, 본 시스템이 발달장애아동들의 흥미를 유발하고 실제 현장 체험학습에서 현장 적용력과 학습 결과에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였다. 이현진 외[4]의 연구에서는 지시봉, 회전판을 사용하여 발달장애 아동이 직접 콘텐츠와 상호작용할 수 있는 시스템을 개발하여, 발달장애 아동들이 개발된 시스템에 자연스럽게 적응하고, 교육적 효과에서도 긍정적인 활용 가능성을 발견하였다. 김정은 외[3]는 발달장애아동의 감각, 인지훈련을 위해 시각, 청각, 촉각 등의 자극을 제공하는 에듀테인먼트 플랫폼을 개발하여, 제안한 플랫폼이 발달장애 아동들의 주의 집중에 걸리는 시간을 단축하는 데에 효과적이며 아동이 스스로 학습을 할 수 있도록 유도하는 데에 효과적임을 제안하였다.

발달장애아동의 인지능력과 상황대처 능력 향상을 위한 증강현실 기반 훈련 시스템을 개발 연구[14]에서는 제안한 시스템을 활용한 훈련에 참여한 발달장애아동들의 흥미 유발, 인지 속도 및 상황대처 능력 향상에 효과가 있음을 확인하고, 추후 활용 방안을 제안하였다.

앞서 살펴본 바와 같이 다양한 연구가 진행되어 왔음에도 불구하고, 발달장애아동을 위한 교육용 디바이스에 관한 연구는 아직 초기 단계로 아동

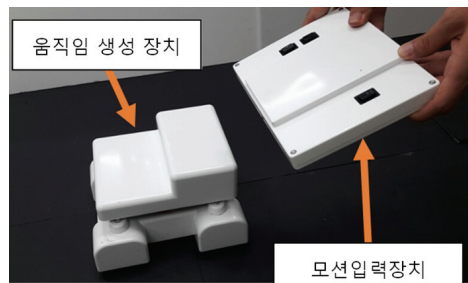
스스로 조적이 어렵거나, 대중화가 어렵고, 사회성 교육에서 주로 이루어지고 있다는 한계를 발견할 수 있다. 그러므로, 발달장애 아동들이 쉽게 조작할 수 있고, 다양한 인지 영역에 대한 학습을 지원하는 교육용 디바이스에 대한 연구·개발·테스트가 필요하다.

이와 같은 한계를 극복하기 위해 진경복 외[15]는 발달장애아동들이 흥미를 갖고 집중할 수 있으며, 우발적 학습을 통해 신체 각 부위의 운동기능을 향상을 시키고 학습준비기능을 향상시킬 수 있는 소프트웨어가 탑재된 임베디드 키트 형태의 시스템을 개발하였다. 그러나 이런 시스템은 발달장애아동들에게 방향교육을 수행할 때 바닥과 시스템과의 미끄러짐과 같은 외란으로 인해 오차가 누적되어 사용시간이 증가하였을 경우, 원하는 방향으로 이동이 매우 어려워진다는 한계를 가지고 있다. 그러므로 본 연구의 목적은 기존의 연구를 확장·보완하여 미끄러짐을 방지하고 네 바퀴로 하중을 일정하게 분포시켜 우적 오차를 최소화할 수 있는 안정적인 모션 기반 방향교육시스템을 개발하는 데 있다.

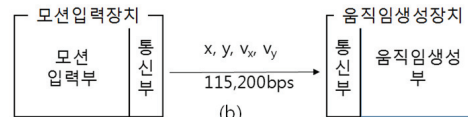
## 2. 방향교육을 위한 인터랙션 시스템

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 사용자

가 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. 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.



(a)



(b)

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

움직임 생성 장치를 제어하기 위한 모션 입력장치는 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. 측정된 각도, 각속도 및 가속도는 움직임 생성장치를 조종할 위치와

속도로 계산되고 무선통신 모듈(블루투스)을 통하여 움직임 생성장치로 전달되었다 [10]. 그러나 기존에 개발한 장치의 경우, 마찰력이 작고 움직임 생성모듈의 하우징 등의 하중이 4개의 바퀴에 골고루 전달되지 않아, 바퀴와 바닥사이의 슬립으로 인하여, 전,후,좌,우의 움직임이 일정하게 발생되지 않았다.

이러한 단점을 극복하기 위해, 메카닉 휠의 슬립을 방지하고 움직임 생성 모듈의 하중을 4개 바퀴에 골고루 전달하기 위한 서스펜션 모듈을 3D 프린터를 이용하여 제작하여 서보 모터에 장착하였다. <그림 2>는 제작한 서스펜션 모듈의 앞면(a), 뒷면(b) 그리고 서스펜션구조가 적용된 움직임 생성 모듈의 외형(c)이다.

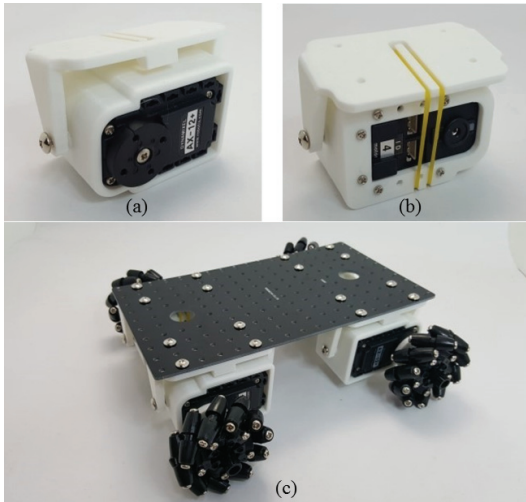


그림 2. 서스펜션구조가 적용된 움직임생성모듈  
Figure 2. Motion Creating system with a suspension

본 연구에서는 기존의 모터를 모터드라이버가 내장된 스텝모터로 대체하여 제어기에서 통신 패킷 전송만으로 스텝모터가 구동되며, 서보 모터의 회전 속도를 사용자가 원하는 대로 제어할 수 있도록 구축하였다. 또한 메카닉 휠에 있는 45도 대

각 배열로 배치된 작은 롤러들 덕분에 움직임 생성 모듈은 전/후/좌/우 뿐만 아니라 직좌/직우/후좌/후우의 대각선 움직임까지 생성이 가능하도록 하였다. <그림 3>은 모든 휠이 등속도일 때 각 휠들의 회전 방향에 따른 최종적인 움직임 생성 모듈의 이동 방향이다. 모든 휠들이 같은 방향으로 움직이면 움직임 생성 모듈은 앞/뒤 방향으로 이동하며, 대각선으로 배치되어 있는 휠들끼리 각각 같은 방향으로 움직이고 옆의 휠들이 다른 방향으로 움직이면 좌/우 방향으로 움직인다. 또한 대각선 2개씩만 모터가 구동되면 <그림 3>과 같이 움직임생성 모듈은 대각선으로 움직인다.

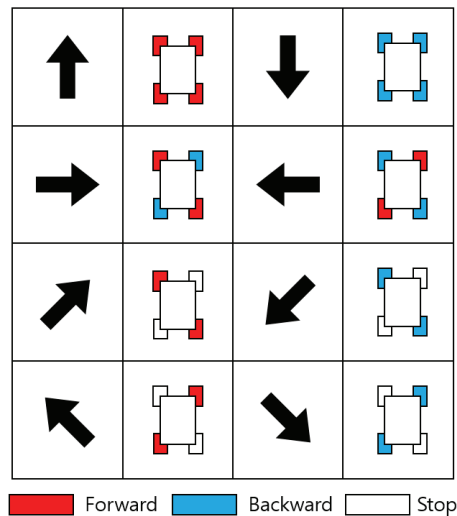


그림 3. 움직임생성모듈의 이동방향  
Figure 3. Moving Direction of the Developed motion creating device.

### 3. 움직임생성모듈의 평가

#### 3.1 실험 환경

개발된 움직임 생성 모듈의 8방향(전/후/좌/우/직좌/직우/후좌/후우)으로의 이동 및 3단계 속도 변화

를 조사하기 위하여 <그림 4>와 같은 실험환경을 구축하였다. 움직임 생성모듈의 윗부분에 3개의 작은 마커를 부착하고 카메라를 설치하여 움직임 생성모듈의 움직임을 영상으로 실시간으로 캡처하였다. 그리고 캡처한 이미지를 PC로 전송하여 영상처리를 통하여 움직임 생성 모듈의 중심점을 추출하여 현재 위치를 파악하였다. 그리고 시간에 따른 위치를 조사함으로써 이동방향 및 이동속도를 확인하였다. <그림 4>는 영상처리를 통하여 움직임 생성 모듈의 좌표를 실시간으로 출력하기 위한 평가방법의 블록 다이어그램이다. 움직임생성모듈의 경우 3차원 공간이 아닌 2차원 평면위를 움직이므로 본 연구에서는 두 대의 카메라가 아닌 한 개의 카메라만을 이용하였다.

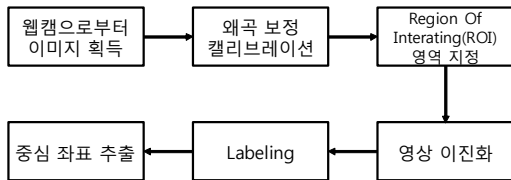


그림 4. 이미지 처리를 위한 블록도  
Figure 4. Block diagram for image processing

### 3.2 실험 및 결과

일반적으로 카메라는 렌즈, 조리개, 필름으로 구성되어 있다. 제품으로 만들어져서 나오는 카메라는 같은 제조공정에서 만들어졌다 해도 렌즈의 크기, 화면의 왜곡정도가 미세하게나마 차이가 생긴다. 따라서 카메라에 들어오는 영상을 제대로 획득하기 위해 투영행렬을 통해 카메라의 특성을 면밀히 파악하고 캘리브레이션하였다. 이를 위해 우선, 카메라가 영상을 얻을 수 있는 다양한 위치에 7x10 체크 보드를 놓은 뒤 왜곡에 대한 캘리브레이션 계수를 추출하였다. <그림 5>는 캘리브레이션된 체크보드 이미지 및 추출된 캘리브레이션 계수

이다. 입력 영상의 픽셀 좌표와 현실 좌표의 매칭을 통한 정확한 동작영역 (workspace)의 계산을 위해 입력 영상의 관심영역 (Region of Interest, ROI)을 지정하였다.

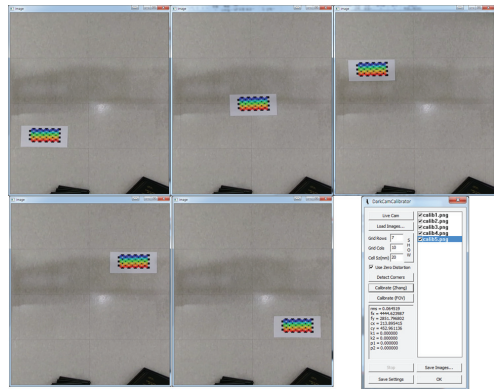


그림 5. 캘리브레이션 된 체크보드 이미지  
Figure 5. Calibrated Checkboard image

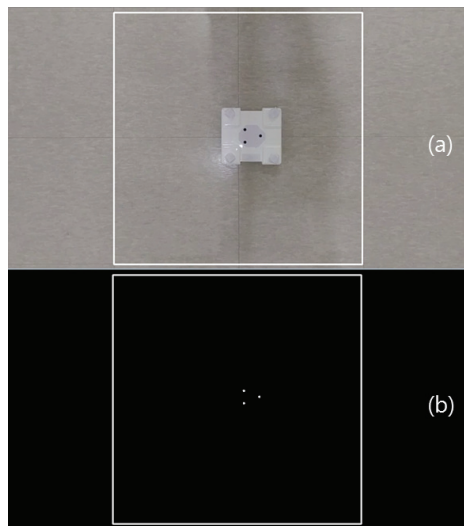


그림 5. (a) 설정된 ROI와 (b) 획득된 이진화 영상  
Figure 5. (a) Established ROI and (b) obtained image

본 연구에서는 <그림 6>과 같이 초기영역을 기준으로 한 0.9m x 0.9m의 영역을 ROI로 지정하였으며 이를 기준으로 하여 픽셀 좌표계와 현실 좌

표계의 비율을 계산하여 실제 이동 거리 및 이동 속도를 계산하는데 사용하였다.

획득된 ROI 영역의 이진화를 위해 영상을 그레이 스케일 (Gray scale)로 변환하고 가우시안 가중 평균기법을 이용하여 이진화를 위한 문턱치 (threshold) 값을 추출하였다. 그리고 추출된 문턱치를 기반으로 하여 변환된 영상의 이진화를 수행하였다 <그림 5(b)>. 이렇게 입력된 영상은 움직임 생성 모듈위의 3개의 점 및 ROI 경계는 흰색으로 표시되며 나머지 모든 부분은 검은색으로 표현된다. 그러므로 OpenCV를 이용하여 ROI 영역 내부의 흰 점들에 대한 Labeling 및 각 Label 객체에 대한 중심점의 좌표를 실시간으로 계산하여 저장하였다. 또한 프레임별 영상처리를 수행하고 시간별 움직임 생성모듈의 위치정보들을 이용하여 움직임 생성모듈의 이동 방향 및 이동 속도를 계산하였다.

모션생성장치의 움직인 위치를 파악하고자 모션 입력장치를 왼쪽 -> 오른쪽 -> 위쪽 -> 아래쪽 -> 왼쪽위 -> 오른쪽아래 -> 오른쪽위 -> 오른쪽아래의 순서로 기울였으며, 모션입력장치의 기울임에 따라 변화한 움직임 생성모듈의 위치를 파악로 저장하고 저장된 데이터를 기반으로 하여 그래프로 출력하였다.

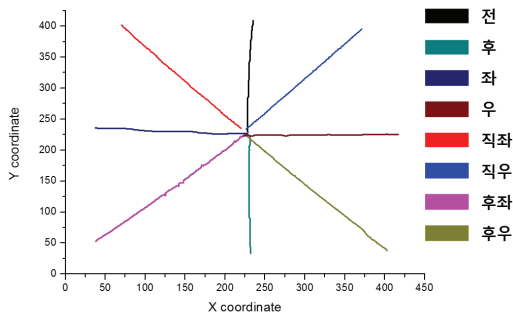


그림 6. 움직임 생성모듈의 측정값

Figure 6. Measured Position Value of the motion creating device

<그림 6>은 움직임 생성 모듈의 전/후/좌/우/직좌

/직우/후좌/후우 8방향 이동에 대한 실험 결과이다. x 축 및 y축은 움직임 생성 모듈의 실제 위치 좌표이다.

실험 결과 개발된 움직임 생성 모듈은 전/후/좌/우/직좌/직우/후좌/후우 8방향으로의 이동이 가능한 것을 확인하였다. 전/후/좌/우 방향보다 직좌/직우/후좌/후우 방향으로 이동 시에 속도가 늦어지는 것을 확인하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 개선된 발달장애아동을 위한 방향교육 시스템을 개발하였다. 본 연구에서는 바닥과 바퀴사이의 마찰력을 증가시키고 움직임 생성 모듈에서의 하중에 4개의 바퀴에 골고루 전달되어 발달장애아동들의 쉽게 원하는 방향으로 조종할 수 있도록 하기 위해서, 서스펜션 모듈을 3D 프린터를 이용하여 제작하여 서보 모터에 장착하였다.

움직임 생성모듈의 움직임을 파악하기 위해 투영행렬을 통해 카메라의 특성을 면밀히 파악하고 캘리브레이션을 수행하였으며, 프레임별 영상처리를 수행하고 시간별 움직임 생성모듈의 위치정보들을 이용하여 움직임 생성모듈의 이동 방향 및 이동 속도를 계산하였다.

본 연구로부터 개발된 장치를 발달장애아동 교육기관에서 효과적으로 사용하기 위해서는 교육기관과 협력하여 학습데이터를 수집할 필요가 있으므로, 발달장애아동을 위한 교육기관과 협업하여 본 개발한 장치의 교육 효용성을 검토할 예정이다. 본 연구의 결과물을 바탕으로 교육 커리큘럼과 연계되고 사용성을 고려한 교육용 완구가 개발된다면 발달장애아동들의 흥미를 유발하고 교육 효과성을 증대시킬 수 있는 교육도구로 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이와 같은 교육용 완구는 유아 교육 등 다양한 교육대상에게 확장 가능성이 있어 더욱 유용할 것으로 전망된다.

## References

- [1] 2016 Disability Statistics at a glance, Korea Employment Agency for the Disabled, Employment Development Institute.
- [2] W. C. Jun, and J. G. Hwang., *Design and Implementation of a field experience activity support system for improving social skills of children with developmental disabilities*, Journal of Digital Contents Society, Vol. 12, No. 1, pp. 33-48, 2011.
- [3] J. E. Kim, E. K. Choi, and B. S. Shin, *Development of edutainment platform for developmental disability children*, Journal of Korea Game Society, Vol. 8, No. 4, 2008.
- [4] H. J. Lee, D. S. Suh, and M. Y. Choi, *A study on design and development of a VR-tangible interaction therapy system for autism children*, Journal of Korean Society of Design Science, Vol. 20, No. 3, pp. 215-224, May 2007.
- [5] A. A. Nesterova, R. M. Aysina, and T. F. Suslova, *Recent technologies to improving social and communication skills in children with asd: Systematization of approaches and methods*, Modern Applied Science, Vol. 9, No. 11, pp. 38-50, 2015.
- [6] P. Winoto, *Reflections on the adoption of virtual reality-based application on word recognition for Chinese children with autism*, Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children, ACM, pp. 589-594, 2016.
- [7] N. Aresti-Bartolome, and B. Garcia-Zapirain, (2015), *Cognitive rehabilitation system for children with autism spectrum disorder using serious games: A pilot study*. Bio-medical materials and engineering, Vol. 26, No. 1, pp. 811-824, 2015.
- [8] N. Aresti-Bartolome, and B. Garcia-Zapirain, *Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: a systematic review*. International journal of environmental research and public health, Vol. 11, No. 8, pp. 7767-7802, 2014.
- [9] E. M. Whyte, J. M. Smyth, and K. S. Scherf, *Designing serious game interventions for individuals with autism*. Journal of autism and developmental disorders, Vol. 45, No. 12, pp. 3820-3831, 2015.
- [10] S. J. Biggs, and M. A. Srinivasan, *Haptic interfaces, Handbook of virtual environments*, Lawrence Erlbaum, 2002.
- [11] S. Y. Yang, and E. J. Kang, *Development of serious mobile game improving social abilities for children with developmental disorder*, Korean Journal of Children's Media, Vol. 10, No. 2, 23-43, 2011.
- [12] J. H. Lim, *Functional Mobile application game model study using problem solving strategies for persons with developmental disabilities*, The Korean Society for Computer Game, Vol. 25, No. 4, 2012.
- [13] J. B. Kang, 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 the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 28, No. 4, pp. 1-8, 2013.
- [14] J. I. Choi, K. R. Kim, and T. Y. Kim, *A situational training system based on augmented reality for developmentally disabled people*, Journal of Korea

Multimedia Society, Vol. 16, No. 5, 2013.

- [15] K. B. Jin, I. H. Yun, G. H. Song, and S. Y. Kim, *A direction education system for developmental disorder children*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 12, No. 2, 2017.

## 발달장애아동을 위한 방향 교육 시스템

임다미<sup>1</sup>, 윤인호<sup>2</sup>, 김상연<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국기술교육대학교 온라인평생교육원

<sup>2</sup> 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

### 요 약

발달장애아동들은 집중력 부족, 추상적 개념 학습의 어려움, 배운 것을 실제 생활에서 적용하는 학습 전이 능력 부족 등을 공통적으로 지니고 있다. 발달장애아동에게서 나타나는 인지적, 행동적 지연을 감안할 때, 기능 습득과 행동 변화를 촉진시키기 위해서는 반복 학습, 시뮬레이션 학습, 오감을 활용한 체험하는 학습이 효과적인 것으로 제안되었다. 발달장애아동들을 위한 교육시스템에서 가장 중요한 요소 중 하나는 장애아동들의 움직임이나 모션정보 등을 기반으로 하여 아동들의 자각기능들을 향상시킬 수 있는 교육 도구를 개발하는 것이다. 본 연구에서는 모션생성장치와 모션입력장치로 구성된 고도화된 모션 UX 기반의 교육시스템을 제안한다. 그리고 제안한 장치가 잘 구동되는가를 실험을 통해 조사하였다. 모션생성장치가 미끄러짐 등 오동작 없이 동작하게 하기 위해 네 바퀴에 끌고루 무게를 할당하게 하기 위한 서스펜션 구조를 3D프린터를 이용하여 개발하였다. 개발한 모션생성장치의 궤적 및 속도를 조사하기 위해 실험환경을 구축하였다. 실험을 통해서 개발한 모션 UX 기반 교육시스템이 장애아동들에 의해 8방향으로의 움직임을 생성할 수 있음을 확인하였으며, 발달장애아동들의 교육시스템에 잘 적용될 수 있는 가능성을 파악하였다. 후속 연구로 발달장애아동을 위한 교육기관과 협업하여 본 개발한 장치의 교육 효용성을 검토할 예정이다.

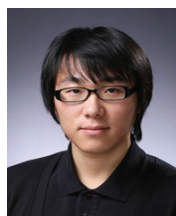
## 감사의 글

본 연구는 2017년도 한국기술교육대학교 교무팀의 교육연구진흥과제 (가상현실을 이용한 몰입형 교육시스템, 2017-0276)의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한 본 연구는 산업통상자원부 산업기술혁신사업 (과제명 : 비정형 다물체 피킹이 가능한 형상적응형 전기접착식 (Electro-Adhesion) 그리퍼 개발, 10077643)의 지원을 받아 수행되었습니다.



**Tami Im** received the B.S. (2005) from Korea University, and the Ph.D. (2012) from Instructional Systems at Florida State University. She is a research professor of Online Lifelong Education Institute at Korea University of Technology and Education. Her current research interests include Virtual Reality based Education, Instructional Design, Evaluation, and Motivation.

*E-mail address:* tami0630@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



**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 Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). In 2005, he was a research staff at Samsung Advanced 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