https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.5.187

JIIBC 2018-5-24

# 시선추적기법을 적용한 편측무시 측정 방법 및 개선 콘텐츠 개발

# Development of Measurement Method and Contents for Unilateral Neglect using Eye-tracking Technique

최정희\*, 신성욱\*, 문호상\*\*, 구세진\*\*, 정성택\*\*\*

Junghee Choi\*, Sung-Wook Shin\*, Ho-Sang Moon\*\*, Sejin Goo\*\*, Sung-Taek Chung\*\*\*

요 약 본 연구는 실시간 시선 및 머리 추적 방식을 사용하여 기존의 지필검사의 실행증으로 인한 검사 오류를 최소화하고, 환자의 머리와 시선 방향의 틀어짐을 정량적으로 평가를 하고자 하였다. 이에 대한 결과로 시선 및 머리 움직임 정보를 정량적으로 측정할 수 있는 소프트웨어를 개발하고, 기존 지필검사로 많이 사용되고 있는 선 나누기 검사와 별 지우기 검사를 전산화하였다. 또한, 재활 훈련을 위해 Warren의 시지각 계층 모델 하위 수준의 시각적 기술에 해당하는 콘텐츠를 구현하여 반복적이고 독립적이게 수행될 수 있도록 하였다. 이를 통해 환자가 능동적으로 재활에 참여하도록 하고 개선된 정도를 정량적으로 비교할 수 있다.

**Abstract** In this study, using real-time gaze tracking and head tracking method, we intended to quantitatively evaluate the deviation between the patient's head and gaze direction while minimizing inspection errors due to apraxia of conventional paper-based examination respectively. As a result, we developed a software that can quantitatively measure gaze and head movement information, and computerized the line bisection and star cancelation test, which are generally used as conventional paper test. In addition, for the rehabilitation training, contents corresponding to the visual technology of Warren's visual hierarchical model lower level are implemented and can be performed repetitively and independently. This allows the patient to actively participate in rehabilitation and quantitatively compare the degree of improvement.

Key Words: Unilateral Neglect, Eye-tracking, Serious Game, Visual Attention

# I. 서 론

편측 무시(Unilateral Neglect)는 시각적인 장애가 없음에도 불구하고 뇌 병변 환자에서 지각 손상으로 발생할 수 있는 것으로 뇌 손상 후 손상된 대뇌반구의 반대쪽 공간에 주어지는 의미 있는 자극에 감지를 못하거나 적절하게 반응하지 않는 것을 의미한다<sup>[1]</sup>.

일반적으로 편측 무시 환자의 90% 이상은 우측 뇌 반구에 병변이 생긴 경우이며, 가장 많은 손상 부위는 우측 측두-두정엽(Temporo-Parietal Lobe)으로서 좌측 편마비 환자에서 자주 나타난다고 알려져 있다. 특히, 좌측에 대한 편측 무시 환자는 만성적으로 지속될 수 있으며, 임상적으로 편측 무시 정도가 심한 환자들은 그들의 일상

접수일자 : 2018년 8월 16일, 수정완료 : 2018년 9월 16일 게재확정일자 : 2018년 10월 5일 Received: 16 August, 2018 / Revised: 16 September, 2018 / Accepted: 5 October, 2018

Professor, Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University, Korea

<sup>\*</sup>정회원, 한국산업기술대학교, 컴퓨터공학과

<sup>\*\*</sup>준회원, 한국산업기술대학교, 컴퓨터공학과

<sup>\*\*\*</sup>정회원, 한국산업기술대학교, 컴퓨터공학과

<sup>\*\*\*\*</sup>Corresponding Author: unitaek@kpu.ac.kr

생활 수행에 있어서 증상을 쉽게 발견할 수 있지만 중증도 혹은 경미한 환자의 경우에는 이를 인지하기까지 상대적으로 오랜 시간이 걸린다고 보고되고 있다<sup>[2]</sup>. 대부분의 편측 무시 증상은 왼쪽의 자극에 대하여 느리게 반응하는 가벼운 정도부터 반쪽 공간을 전혀 인식하지 못하는 심한 경우에 이르기까지 다양하게 나타나고 있다<sup>[3]</sup>. 예를 들어 낙상이 증가되거나 얼굴 한쪽만 면도하고 식사 시 오른쪽 음식만 먹는 것과 같은 일상생활 활동에서 장애가 발생하여 독립성이 떨어지는 경향을 보이기도 한다. 그러므로 편측 무시를 조기에 진단할 수 있는 적절한평가 도구와 재활 훈련을 위한 방법 연구가 이루어져야할 것이다<sup>[4]</sup>.

지금까지 사용되고 있는 편측 무시를 진단하는 평가 도구로는 선 나누기(Line bisection test), 별 지우기 (Star cancellation test), 그림 모방하기(Figure and shape copying), 알버트 검사(Albert's test) 등과 같이 다양하지 만 이들 중에서 선 나누기와 별 지우기 검사가 가장 많이 사용되고 있다<sup>[5]</sup>. 하지만 이와 같은 방법들은 뇌졸중 이 후나 치매 환자에서 자주 발생하는 실행증(apraxia)으로 인한 손의 운동 변수(motor component) 때문에 검사결 과에 영향을 줄 수 있다. 여기서 실행증은 검사자의 지시 에 따라서 피검자가 과제 수행을 하는데 어렵거나 도구 를 정상적으로 사용하지 못하는 증상을 의미한다. 이러 한 실행증의 문제를 해결하기 위하여 기존 검사 도구를 전산화하는 연구들이 많이 진행되었다<sup>[6]</sup>. 하지만 대부분 키보드와 마우스의 입력을 통해 검사가 진행된다는 점에 서 기존의 손의 운동 변수(motor component) 때문에 발 생하는 문제점은 동일하게 가지고 있다.

또한, 편측무시 환자들 대부분은 그림 1(a)과 같이 머리 방향과 주시하는 시선 방향이 서로 일치하지 않는 문제(시선 방향이 뇌가 손상된 방향으로 틀어지는 정도)를 정량적으로 측정하고 편측 무시 재활 치료 전후에 대한 개선 정도를 쉽게 확인할 수 있는 방법이 필요하다. 기기.

기존의 편측무시 치료법 중 임상적인 방법으로는 시각 훑기(Visual Scanning), 프리즘 안경, 강제 유도 치료법, 진동 자극 치료법 등이 사용되며, 작업치료 방법으로는 책 읽기, 글쓰기, 주소 옮겨 적기, 같은 그림 찾기 등과같은 시각적 주의력을 요구하는 과제가 사용되고 있다[7-10]. 작업치료 방법에 제시된 과제들 대부분은 그림 1(b)와 같이 Warren<sup>[11]</sup>의 시지각의 계층적 모델 중 시각 인식(Visual Cognition), 시각 기억(Visual Memory), 패턴 인

식(Pattern Recognition)과 같은 상위 수준의 시각적 기술이 요구되기 때문에 우선적으로 하위 수준의 시각적 주의력 훈련이 선행되어야 더욱 효과가 있다<sup>[12]</sup>.

하위 수준의 과제에는 시각적 탐색(Visual Scanning) 과 시각적 주의력(Visual Attention), 기초적인 시각적 기 술에 해당하는 안구운동 조절(Oculomotor Control), 시각 적 정확성(Visual Acuity), 시야 통합(Visual Field Integrity) 등이 있다.



그림 1. (a) 편측 무시 환자의 머리 방향과 시선 (b) Warren의 시지각 계층 모델

Fig. 1. (a) Head Direction and Gaze of Unilateral Neglect Patient (b) Warren's Hierarchy of Visual Perceptual Skill Model

또 다른 편측 무시 치료 방법으로는 환경적 적응 (Environmental Adaptation), 손상적 접근(Impairment Approach), 기능적 접근(Functional Approach)등으로 분류하여 연구가 이루어졌다<sup>[13]</sup>.

환경적 적응은 환자의 환경적 상해 및 과제 수행에서 의 의존성을 감소시키기 위해 사용하는 방법으로 경쟁적 인 자극 또는 흩어진 자극을 최소화하여 인식하지 못하는 부분에 대한 인식을 높이는 것이다. 에를 들어 밝은색의 음식을 편측에 두거나 편측 손톱에 빨간색 매니큐

어를 바르는 등 일상생활 수행을 통제함으로써 이루어지 는 것이다.

손상적 접근은 자극에 대한 무시의 과정과 원인을 파악하여 이를 조절하거나 차단하는 방법으로, 목 뒤 근육에 진동 자극을 주어 머리의 위치를 조절하는 진동 자극치료, 병변 반대의 사지를 활성화시키는 반구활성화 접근법, 건축 상지에 보조기를 착용하여 건축의 움직임을 제한하는 강제 유도 치료법 등이 있다.

기능적 접근은 편측 무시 증상과 관련된 과제들을 반복적으로 연습시킴으로써 추후 환자가 이를 독립적으로 수행할 수 있도록 훈련하는 방법이다. 시각적 단서를 사용한 시각적인 피드백 훈련 프로그램들로써 환자의 집중과 흥미를 유발할 수 있고 반복적으로 수행 가능하기 때문에 더욱 효과적인 치료방법으로 사용되고 있다.

위와 같은 연구 결과들을 바탕으로 뇌의 주의력을 담당하는 부분의 신경 회로 손상 회복을 위한 하위 수준의 시각적 주의력을 향상시키는 훈련들 중에 기초적인 시각적 기술 영역과 기능적 접근의 반복적인 훈련 및 독립적으로 수행할 수 있는 치료방법 연구가 필요하다.

그래서 본 연구에서는 기존의 지필검사의 문제점으로 지적하고 있는 실행증으로 인한 검사 오류를 최소화하고, 환자의 머리 방향과 시선 방향이 틀어진 정도를 정량적으로 평가하기 위하여 실시간 시선 추적을 적용하여 이를 해결 하고자 하였다. tobii 사의 Eye-tracker 4C를 사용하여 실시간으로 사용자의 시선 위치와 머리의 움직임 정보(위치, 거리, 각도)를 정량적으로 측정하는 프로그램과 기존 지필검사로 많이 사용되고 있는 선 나누기 검사와 별 지우기 검사를 전산화하였다. 또한, 치료법의 기능적 접근 방법을 적용하여 Warren의 시지각 계층 모델의하위 수준의 시각적 기술에 해당하는 콘텐츠를 구현함으로써 반복적인 훈련 및 독립적으로 수행할 수 있도록 하였다.

#### Ⅱ. 연구 방법

#### 1. 시선 추적 방법

일반적으로 시선 추적 방식은 카메라 영상으로부터 얻어진 동공의 중심을 인식한 후 시선이 주시하고 있는 모니터의 좌표 값을 이용하여 인간-컴퓨터 간의 인터페 이스 기술이다<sup>[14]</sup>. 하지만 편측무시에 대한 정량적인 평 가에서는 시선 추적 동안 사용자의 머리가 고정되어 있지 않기 때문에 시선의 정확한 위치 측정을 위해서는 머리 움직임에 대한 정보가 필요하다.

그래서 본 논문에서는 실시간으로 사용자의 시선을 추적하고 97%의 정확도를 가지고 있는 tobii 사의 Eye-tracker 4C와 제공된 API를 사용하여 환자 시선의 화면좌표와 환자의 머리의 위치 및 회전 상태에 대한 정 보를 획득하고 이를 시각적으로 보여주기 위한 소프트웨 어를 그림 2와 같이 구현하였다. 제공된 API에서 Eve-tracker와 머리사이의 거리는 실제로는 머리를 추상 화한 구의 중심이 기준이지만 본 논문에서는 편의상 머 리로 표현하였다. 구현된 소프트웨어는 Eye-tracker와 머리 사이의 거리 500~950mm, 좌우 200mm, 상하 150mm 범위 내에서 머리 움직임에 대한 정보(위치, 거 리, 각도)를 정량적으로 획득할 수 있다. 개발 환경은 .NET Framework WPF (4.6.1)을 기반으로 개발되었으 며, 프로그램의 권장사항은 2.0Ghz, Intel i5 프로세서, 8GB 이상의 RAM, 윈도우7 서비스 팩 1 이상의 OS 환경 이다.

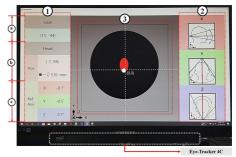


그림 2. tobii 사의 Eye-tracker 4C를 모니터에 부착 모양과 시선 추적을 이용한 머리 움직임 측정 소프트웨어

Fig. 2. tobii's Eye-tracker 4C and Head Movement Measurement Software using Eye-tracking

그림 2에서 ①영역은 Eye-tracker로부터 실시간으로 획득되는 데이터들을 나타내는 것으로 ②(Gaze)와 ⑤ (Head)는 ③화면의 중심 좌표(0,0) 기준으로 현재 시선의 좌표와 현재 머리의 좌표 및 Eye-tracker사이의 거리를 각각 나타낸다. ⓒ(Ref, Axis)는 화면을 정면으로 바라보는 상태를 기준으로 하였을 때, X, Y, Z 기준 축 중심으로 머리가 회전된 상태를 의미한다. 즉, X, Y는 머리가 상하, 좌우로 회전하는 각도이고, Z는 머리를 좌우로 기울이는 각도이다. ②는 ⓒ(Ref, Axis)에 대해서 실시간으로

시각화한 결과들로서 양(+)방향의 최대 기울기는 녹색, 음(-)방향의 최대 기울기는 파란색, 실시간 머리의 기울 기는 빨간색, 검정 점선은 Eye-tracker가 측정할 수 있는 최대 범위를 나타냈다. ③은 사용자의 머리를 검정색 원으로 표현하여 머리 움직임(상하좌우)에 따라 위치가 이동하고, 머리와 Eye-tracker 사이의 거리에 따라 검정색원의 크기가 조절되는 것을 시각화 한 것이다. 사용자의시선은 하얀색원, 머리 회전에 따라 얼굴의 틀어지는 방향은 빨간색 원으로 보였다.

그림 2에서 ①영역은 Eve-tracker로부터 실시간으로 획득되는 데이터들을 나타내는 것으로@(Gaze)와 b (Head)는 ③화면의 중심 좌표(0.0) 기준으로 현재 시선의 좌표와 현재 머리의 좌표 및 Eye-tracker사이의 거리를 각각 나타낸다. ⓒ(Ref, Axis)는 화면을 정면으로 바라보 는 상태를 기준으로 하였을 때, X, Y, Z 기준 축 중심으로 머리가 회전된 상태를 의미한다. 즉, X, Y는 머리가 상 하, 좌우로 회전하는 각도이고, Z는 머리를 좌우로 기울 이는 각도이다. ②는 ⓒ(Ref. Axis)에 대해서 실시간으로 시각화한 결과들로서 양(+)방향의 최대 기울기는 녹색, 음(-)방향의 최대 기울기는 파란색, 실시간 머리의 기울 기는 빨간색, 검정 점선은 Eye-tracker가 측정할 수 있는 최대 범위를 나타냈다. ③은 사용자의 머리를 검정색 원 으로 표현하여 머리 움직임(상하좌우)에 따라 위치가 이 동하고. 머리와 Eve-tracker 사이의 거리에 따라 검정색 원의 크기가 조절되는 것을 시각화 한 것이다. 사용자의 시선은 하얀색 원, 머리 회전에 따라 얼굴의 틀어지는 방 향은 빨간색 원으로 보였다.

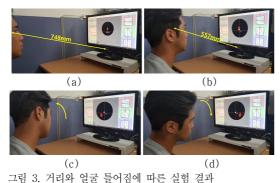


Fig. 3. Experimental results according to distance and facial distortion

이에 대한 Eye-tracker와 머리와의 거리, 머리 또는

얼굴 틀어짐의 실험 결과는 그림 3에서 보여주었다. 그림 3의 (a), (b)와 같이 Eye-Tracker와 머리의 거리가 748mm, 557mm에서 검정색 원의 크기가 변하는 것을 확인할 수 있으며, 그림 3 (c)와 (d)는 얼굴의 틀어진 정도와 방향에 따라 빨간색 원의 모양과 위치가 변하고 있음을 알 수 있다. 머리 회전 인식 범위는 최대 회전 각도가위로 14도, 아래로 16도, 좌우로는 각각 30도에서 유효한인식 범위를 얻었다.

이와 같은 결과를 바탕으로 환자가 정면을 응시하고 있을 때 시선 방향과 얼굴의 틀어진 정도를 정량적으로 측정할 수 있기 때문에 편측무시 환자의 질환 정도를 평가하는 데 필요한 기준 값으로 이용할 수 있다. 또한, 편 측무시 재활 치료 전후에 대한 머리 방향과 시선 방향이 서로 일치하지 않는 문제를 정량적으로 비교할 수 있다.

#### 2. 편측 무시 평가 프로그램

본 연구에서는 편측무시 환자의 질환 정도 및 인식 범위를 측정하기 위하여 일반적으로 사용되고 있는 평가방법들을 전산화하고 측정 프로그램으로부터 얻어진 정량화 된 환자의 머리 위치와 얼굴의 틀어짐 정도를 기준 자세로 설정 한 후 편측무시 개선 콘텐츠에 적용할 수 있도록 하였다. 우선적으로 전산화 한 편측무시 검사는 가장보편적으로 사용되고 있는 선 나누기(Line Bisection Task)와 별지우기 검사(Star Cancellation Test)이다. 환자의 머리 방향과 시선 방향에 대한 기준 자세를 측정한후, 검사 시 기준 자세로부터 변화가 있을 경우 이를 피검자에게 알려주어 바른 자세에서 검사가 이루어 질 수있도록할 수 있다.



그림 4. 전산화된 선 나누기 검사 Fig. 4. Line Bisection Task Screen

선 나누기 검사는 A4 크기의 검사용지 위에 다양한 길이의 선 20개를 무작위로 중앙에 8개, 좌측에 6개, 우측 에 6개로 배열되어 있다. 이것을 피검자의 중앙에 위치시 킨 후 검사자가 맨 위와 맨 아래에 배열된 2개 선들의 중앙지점에 표시하는 것을 예를 보여주면 피검자가 나머지 18개의 선들의 중앙지점을 표시한다<sup>[15]</sup>. 그림 4는 선 나누기 검사를 전산화 한 결과를 보여주고 있으며, 맨 위와아래 2개의 선의 중앙지점을 표시 해주고 나머지 선들은 피검자가 중앙지점을 3초간 응시하면 수직선이 그려지도록 하였다. 이에 대한 평가는 각 선들의 실제 중앙지점과 피검사자가 응시한 중앙지점 사이의 차이를 측정한 값을모두 더하고 이를 선의 개수로 나눈 평균값으로 이루어진다. 오차 거리가 6.33mm 미만인 경우에는 정상, 6.33mm 이상인 경우에는 경증 편측 무시, 12.50mm 이상인 경우 중증 편측 무시로 평가한다<sup>[16]</sup>.

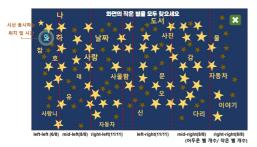


그림 5. 별지우기 검사 화면과 점수 템플릿 영역 분류 Fig. 5. Star Cancellation Test Screen and Score Template Area Classification

그림 5는 별지우기 검사로 큰 별 52개, 작은 별 56개, 무작위로 위치되어 있는 글자 13개, 짧은 단어 10개로 구성되어 있다. 실제 검사에서는 작은 별을 모두 찾아서 줄을 긋지만, 시선 추적 방법에서는 작은 별을 3초간 응시하면 별이 어둡게 변하게 하여 별을 지우는 방법과 유사하게 구현하였다. 반응 결과 시트는 점수 템플릿을 6개의 영역으로 분류하여 영역별 정답률을 평가할 수 있도록하였다.[17]. 지워진 별들의 모든 숫자를 기입하여 점수화하며 별의 총 개수는 56개(왼쪽 27개, 오른쪽 27개, 중간2개) 중 중간 2개를 제외한 최고 점수는 54점이다. 점수가 51점 이하일 때에는 편측 무시가 있는 것으로 판정하는 것으로, 이 평가 방법은 높은 신뢰도와 타당도가 있는 검사법으로 많이 사용되고 있다.

### 3. 편측 무시 개선 훈련 콘텐츠

본 논문에서의 훈련 콘텐츠는 Warren의 시지각의 계층 모델에서 하위 수준의 시각적 주의력 기술을 기반으로 안구운동 조절 훈련 1개, 시각적 주의력 2개, 시각적

탐색 2개로 표 1과 같이 분류하여 구현하였다. 이것은 안 구운동 조절훈련과 시각적 주의력, 시각적 탐색 순으로 계층의 하위 단계 내에서 순차적으로 훈련 할 수 있다. 모든 콘텐츠는 지루함을 없애고 흥미유발을 통한 능동적인 재활 훈련을 유도하기 위하여 게임적 요소로써 캐릭터에 즐거움과 기쁨, 슬픔 등의 감정과 동작 등을 표현하였다.

#### 표 1. 시지각의 계층에 따른 콘텐츠 구성

Table 1. Content composition according to the visual hierarchical model

시지각 계층	콘텐츠 제목
안구운동 조절 Oculomotor Control	쓱싹쓱싹 컬링
시각적 주의력	꼬치 만들기
Visual Attention	길 건너기
시각적 탐색	팔딱팔딱 물고기 도감
Visual Scanning	퍼즐 맞추기

#### 가. 안구운동 조절 훈련

안구운동 조절은 눈의 움직임을 효과적으로 활용 가능하게 해주고 탐색 경로가 빠르고 정확하게 완료되도록 보장해줄 수 있도록 "쓱싹쓱싹 컬링"의 콘텐츠 제목으로 그림 6과 같이 컬링 스포츠를 응용하여 설계하였다. 실제 컬링 경기와 유사하게 스톤이 화면의 우측에서 좌측으로 움직이면 피검자는 시선으로 스톤을 추적한다. 피검자의 시선이 스톤을 추적할 수 있는 위치까지 움직이는 내용 으로 스톤이 좌측 하우스의 중앙에 가까울수록 높은 점 수를 획득하게 된다. 단계가 상승함에 따라 직선으로 움 직이는 스톤이 포물선 또는 지그재그 모양과 속도를 증 가시켜 넓은 범위의 안구 운동이 가능하도록 하였고, 상 대방 스톤 개수를 증가 시켜 게임의 집중도를 높이고자 하였다.



그림 6. 쓱싹쓱싹 컬링 콘텐츠 화면

Fig. 6. Oculomotor Control Contents Screen

#### 나. 시지각 주의력 훈련

시지각 주의력은 시각적 자극에서 필요한 정보들만 기억할 수 있도록 선별적으로 주의를 집중하는 것으로 그림 7의 "꼬치 만들기"와 그림 8의 "길 건너기"로 구성하였다. "꼬치 만들기"는 화면 좌측 상단에 주문자들이 등장하여 본인이 원하는 꼬치를 주문하고 사용자는 시선 추적을 이용하여 주문이 들어온 꼬치의 재료를 선택하여 판매하는 방식이다. 주문자의 요구사항과 꼬치 재료를 찾고 선택하는 과정에서 시지각 주의력과 자연스럽게 시야의 이동을 향상 시킬 수 있다. 단계가 높아질수록 주문 자의 방문 간격이 짧아지고 주문자들이 원하는 재료의 개수와 종류가 증가한다. 사용되는 재료의 종류가 늘어남에 따라 주의력이 요구되고 환측으로의 시야 이동을 유도시킬 수 있다.



그림 7. 꼬치 만들기 콘텐츠 화면 Fig. 7. Visual Attention Contents 1 Screen

"길 건너기" 콘텐츠는 편측무시 환자들의 일상생활에 서 위험에 노출 될 수 있는 충돌, 낙상 등의 문제에서 착 안하여 장애물을 피하는 것으로 설계하였다. 화면 하단 의 중앙에 사용자의 팩맨 캐릭터가 있고 도로에 유령들 이 지나다니게 된다. 사용자는 팩맨 캐릭터의 좌우를 살 피며 유령을 피하여 안전하게 길을 건너는 것을 목표로 하고 팩맨 캐릭터를 응시하면 앞으로 이동, 시선을 이동 하면 멈추는 방식으로 진행된다. 평가 프로그램의 결과 에 맞춰 유령의 방향과 속도가 환자에 맞춰 설정되고 심 플한 디자인과 눈에 잘 띄는 색감으로 구성하여 유령을 빠르게 인식할 수 있도록 구성하였다. 콘텐츠를 진행하 는 동안 캐릭터가 유령에 닿으면 화면 좌측 상단의 하트 가 줄어들며 총 3개의 목숨이 주어진다. 단계가 높아질수 록 유령의 속도가 빨라지며 길의 형태와 유령의 종류를 다양하게 변경되게 하여 흥미를 지속적으로 유지시키고 자 하였다. 전체적으로 콘텐츠를 수행하는 동안 사용자 의 캐릭터 주위를 지속적으로 관찰하는 동작을 통해 시 각적 주의력을 요구하는 과제 수행에 맞춰져 있다.

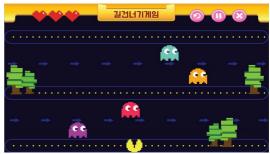


그림 8. 길 건너기 게임 콘텐츠 화면 Fig. 8. Visual Attention Contents 2 Screen

#### 다. 시지각 탐색 훈련

시지각 탐색은 중요한 패턴을 인식하고 정보를 추출하기 위해 중요 정보와 불필요한 정보를 구분 하는 것으로 그림 9의 "팔딱팔딱 물고기 도감"과 그림 10의 "퍼즐 맞추기" 으로 구성하였다. "팔딱팔딱 물고기 도감"은 화면 우측에 있는 물고기의 실루엣과 좌측의 물고기들을 비교하여 동일한 물고기를 찾은 후 시선을 고정하는 방법으로 모든 물고기를 찾아 물고기 도감을 완성해 나가는 콘텐츠이다. 단계가 올라갈수록 물고기의 종류와 비슷한 모양의 물고기들이 많아지고 물고기들이 움직이는속도에 따라 난이도가 조절된다. 이것은 우측의 실루엣의 정보에서 필요한 정보를 구분하며 시지각 탐색 능력을 훈련할 수 있는 것이다.



그림 9. 팔딱팔딱 물고기 도감 콘텐츠 화면 Fig. 9. Visual Scanning Contents 1 Screen

"퍼즐 맞추기"는 화면 좌측에 퍼즐 판이 배치되어 있고 우측에 퍼즐 조각이 놓여있다. 좌측의 퍼즐 판의 패턴을 확인하고 우측의 알맞은 퍼즐 조각을 응시하여 선택

한 뒤 퍼즐 판에 넣어서 퍼즐을 완성시키는 방식으로 진행된다. 단계를 클리어 해 나갈수록 퍼즐의 조각수가 늘어나고 퍼즐 조각의 모양들이 비슷한 모양으로 주어지면서 클리어 조건을 어렵게 한다. 퍼즐 판의 패턴에 대한정보를 인식하며 필요한 정보를 구분함으로써 시지각 탐색 훈련을 할 수 있다.



그림 10. 퍼글 맞구기 곤렌스 와먼 Fig. 10. Visual Scanning Contents 2 Screen

# Ⅲ. 결 론

본 논문은 기존의 지필검사의 문제점으로 지적하고 있는 실행증으로 인한 검사 오류를 최소화하고, 환자의 머리 방향과 시선 방향이 틀어진 정도를 정량적으로 평가하기 위하여 실시간 시선 추적 방식을 사용하였다. 이에 대한 결과로 실시간으로 머리 움직임과 시선 방향에 대한 정보를 정량적으로 측정할 수 있는 소프트웨어를 개발하고, 기존 지필검사 방법 중에서 선 나누기 검사와별 지우기 검사를 전산화하여 손의 운동 변수를 최소화하였다.

또한, 뇌의 주의력을 담당하는 부분의 신경 회로 손상 회복을 위한 하위 수준의 시각적 주의력을 향상시키는 훈련들 중에 기초적인 시각적 기술 영역과 기능적 접근의 반복적인 훈련 및 독립적으로 수행하기 위한 콘텐츠를 구현하였다. 이에 대한 콘텐츠들은 편측무시의 치료법에서 기능적인 접근방법으로 반복적인 훈련과 환자의독립적인 수행이 가능하도록 설계하였다. 개발된 훈련콘텐츠는 3개의 영역에 대하여 5종류의 내용으로 편측무시의 회복에서 중요한 시각적 주의력을 향상시킬 수 있는 안구 운동 조절, 시각적 주의력, 시각적 탐색으로 구성하였다. 특히, 환자들의 자발적인 게임 참여와 재활 훈련간의 흥미유발을 위해 내적 동기부여 요소인 개인적 동

기, 즐거움, 만족감 등을 고려하였다. 환자들도 쉽게 적용할 수 있도록 콘텐츠를 2D 기반으로 쉽게 설계하였으며, 사용자가 콘텐츠 수행에 대한 성공 여부의 감정 표현을 캐릭터로 표현하여 몰입할 수 있게 하였다. 그리고 난이도가 높아질수록 정답을 맞혀야 하는 시간이 점점 빨라지거나 클리어 조건을 점점 어렵게 하여 긴장감을 높이고, 높은 난이도를 해결했다는 만족감을 줄 수 있도록 하였다. 이와 같은 콘텐츠 수행으로 기존의 단순 반복으로 구성된 치료 방법보다 환자에게 재미를 주고 능동적인 참여를 유도할 수 있는 치료 방법은 더욱 높은 효과를 가져다 줄 수 있다. 덧붙여서 콘텐츠를 사용한 재활 훈련의 개선 정도는 본 연구에서 개발된 소프트웨어를 사용하면 머리 움직임과 시선 방향을 측정하여 정량적으로 비교할 수 있는 장점이 있다.

하지만 시선 추적 장치와 컴퓨터 모니터 환경의 한계 때문에 화면의 주변 공간에 대해서만 편측무시를 평가하는 문제로 환자의 전체 시야에 대한 공간적 평가와 훈련에 제약을 가지고 있다. 그래서 이에 대한 해결 방법으로 본 연구에서 제안한 시선 추적 방식의 정량적 측정 방법과 공간적 평가가 가능한 VR과 연동한다면 감각성무시, 운동성 무시와 같은 행동적 평가와 훈련이 가능할 것이다.

## References

- [1] Yoo-Im Choi, "The Effects of Mental Practice for Performing of Functional Activities to Unilateral Neglect and ADL in Person with Stroke", Journal of the Korea Academia-Industrial coopreation Society, Vol. 10, No. 12, pp. 2879–2997, 2009.
- [2] A. Farne, L. J. Buxbaum, M. Ferraro, F. Frassinetti, J. Whyte, T. Veramonti, V. Angeli, H. B. Coslett, E. Ladavas, "Patterns of spontaneous recovery of neglect and associated disorders in acute right brain-damaged patients", Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, Vol. 75, No.10, pp.1401-1410, 2004.
  - DOI: http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2002.003095
- [3] Sylvie Chokron, Eve Dupierrix, Matthias Tabert, Paolo Bartolomeo, "Experimental remission of

unilateral spatial neglect", Neuropsychologia, Vol. 45, Issue 14 pp. 3127–3148, 2007.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia. 2007.08.001

- [4] Sang-Woo Han, Doc-Young Oh, Sin-Ae Song, Seu-La Ryu, Su-Kyoung Kim, "The Effect of Dynavision Rehabilitation on Visual Attention and Unilateral Neglect in Stroke Patients: A Single Subject Research Design", The Journal of Korean Society of Occupational Therapy, Vol 15. No. 3, pp. 73-82, 2007.
- [5] P. Plummer, M. E. Morris, J. Dunai, "Assessment of unilateral neglect", Physical Therapy, Vol. 83, Issue 8, pp. 732–740, 2003.

DOI: https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.732

[6] M. Y. Kim, S. I. Chun, E. S. Park, J. J. Lee, J. H. Kim, "A Trial of Diagnostic Program Using a Computer for Unilateral Visual Neglect", Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine, Vol. 25, No. 1, pp. 39–50, 2001.

DOI: https://www.e-arm.org/journal/view.php? number=2302

[7] HO. Karnath, "Spatial attention systems in spatial neglect", Neuropsychologia, Vol. 75, pp. 61–73, 2015.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia. 2015.05.019

- [8] Georg Kerkhoff, "Rehabilitation of visuospatial cognition and visual exploration in neglect: a cross-over study", Restorative neurology and neuroscience, Vol. 12, No.1 pp. 27-40, 1998.
- [9] Yves Rossetti, Gilles Rode, Laure Pisella, Alessandro Farné, Ling Li, Dominique Boisson, Marie-Thérèse Perenin, "Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect", Nature, Volume 395, Issue 6698, pp. 166–169, 1998.

DOI: http://dx.doi.org/10.1038/25988

[10] Johanna H. van der Lee, Robert C. Wagenaar, Gustaaf J. Lankhorst, Tanneke W. Vogelaar, Walter L. Devillé, Lex M. Bouter, "Forced Use of the Upper Extremity in Chronic Stroke Patients: Results From a Single-Blind Randomized Clinical Trial", Stroke, Vol. 30, No. 11, 1999.

DOI: https://doi.org/10.1161/str.30.11.2369

[11] Mary Warren, "A hierarchical model for evaluation and treatment of visual perceptual dysfunction in adult acquired brain injury, part 1", American Journal of Occupational Therapy, Vol. 47, No.1, pp. 42–54, 1993.

DOI: 10.5014/ajot.47.1.42

[12] Peter Klavora, Mary Warren, "Rehabilitation of visuomotor skills in poststroke patients using the Dynavision apparatus", Perceptual and motor skills, Vol. 86 No. 1 pp. 23-30, 1998.

DOI: https://doi.org/10.2466/pms.1998.86.1.23

[13] Mylene C. Dault , Mirjam de Haart, Alexander C.H. Geurts, Ilse M.P. Arts, Bart Nienhuis, "Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients", Human Movement Science, Vol. 22, No. 3, pp. 221–236, 2003.

DOI: https://doi.org/10.1016/S0167-9457(03)00034-4

[14] Byung-Hun Oh, Kwang-Woo Chung, Kwang-Seok Hong, "Gaze Recognition System using Random Forests in Vehicular Environment based on Smart-Phone", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 15, No. 1, pp. 191-197, 2015.

DOI: http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.1.191

[15] T. Schenkenberg, D. C. Bradford, E. T. Ajax, "Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment", Neurology, Vol. 30, No.5, pp. 509–509, 1980.

DOI: https://doi.org/10.1212/WNL.30.5.509

[16] B. Zoltan, "Vision, perception, and cognition: A manual for the evaluation and treatment of adult with acquired brain injury", Journal of the American Academy of Optometry, Vol. 84, Issue 10, pp. 934, 2007.

DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181580dbc

[17] T. Tanaka, S. Sugihara, H. Nara, S. Ino, T.

Ifukube, "A preliminary study of clinical assessment of left unilateral spatial neglect using a head mounted display system (HMD) in rehabilitation engineering technology", Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Vol. 2, No. 31, pp. 1–9, 2005.

DOI: https://doi.org/10.1186/1743-0003-2-31

[18] Christian Eichhorn, David A. Plecher, Gudrun Klinker ,Martin Lurz, Nadja Leipold, Markus Böhm, Helmut Krcmar, Angela Ott, Dorothee Volkert, Atsushi Hiyama, "Innovative Game Concepts for Alzheimer Patients", International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population, Springer, Cham, pp. 526–545, 2018.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92037-5\_37

#### 저자 소개

#### 최 정 희(정회원)



 Junghee Choi studied Communications, received her B.A.(1996) from Concordia University, Compter Arts B.F.A(2002) from Academy of art University. complete a doctorate from Korea Polytechnic University (2018). She is currently a professor

at the department of Media Design at Gyonggi college of science and technology. Her research interests include Virtual reality, Serious game, Rehabilitation & Healthcare, etc.

#### 신 성 욱(정회원)



 Sung-Wook Shin studied Computer Engineering, and received his B.S.(2011), M.S.(2013) and Ph.D. (2016) from Korea Polytechnic University. He is currently a professor at the department of Computer Engineering at Korea

Polytechnic University. His research interests include Embedded system, Serious game, Rehabilitation & Healthcare, etc.

#### 문 호 상(준회원)



 Ho-Sang Moon studied Computer Engineering, and received his B.S.(2018) from Korea Polytechnic University. He is currently a master of science course at the department of Computer Engineering from Korea Polytechnic University. His research

interests include Embedded system, Serious game, Rehabilitation & Healthcare, etc.

#### 구 세 진(준회원)



 Sejin Goo is currently a bachelor of science course at the department of Computer Engineering from Korea Polytechnic University. His research interests include Embedded system, Serious game, Rehabilitation & Healthcare, etc.

#### 정 성 택(정회원)



 Sung-Teak Chung studied Electrical Engineering, and received his B.S. (1992), M.S.(1995) and Ph.D. (2000) from KAIST. He is currently a professor at the department of Computer Engineering at Korea Polytechnic University. His research

interests include Image processing, Biomedical signal processing and Serious game, etc..