

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.1.141>

JIIBC 2020-1-20

가상현실을 이용한 K-CBS 기반의 편측무시 정량적 평가 방법

Quantitative Evaluation Method of Unilateral Neglect based on K-CBS using Virtual Reality

문호상*, 정성택**

Ho-Sang Moon*, Sung-Taek Chung**

요약 뇌혈관 손상으로 인해 발생하는 신경학적 질환인 뇌졸중과 관련이 있는 편측무시(Unilateral neglect)는 대뇌 반구의 반대측 자극에 대하여 인지 또는 반응하지 못하는 증상으로, 주로 우측 대뇌반구 손상에서 나타난다. 본 논문에서는 편측무시에 대한 행동적 평가 척도로 사용되고 있는 한국형 캐서린 버지고 척도(Korean Catherine Bergego Scale)의 10가지 문항과 내용을 기반으로 가상현실(Virtual Reality)을 이용한 콘텐츠를 구현하였다. 구현된 콘텐츠는 편측무시 환자의 증상으로 나타나는 신체 무시, 운동성 무시, 시각 및 공간 무시, 청각 주의 등을 평가할 수 있으며, 시각적으로 인지하고 반응하는 동안의 시간과 머리 회전각을 측정함으로써 질환의 진행 정도를 정량적으로 확인하였다. 이 방법을 이용하여 편리한 편측무시 진단과 이를 응용한 콘텐츠를 활용하여 재활 훈련에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract Unilateral neglect is associated with stroke, a neurological disorder caused by cerebrovascular injury, and is a symptom of not recognizing or responding to the opposite stimulus of the cerebral hemisphere, mainly in the right cerebral hemisphere injury. In this paper, we implemented contents using Virtual Reality based on 10 items and contents of Korean Catherine Bergego Scale(K-CBS), which is used as a behavioral evaluation scale for unilateral neglect. Implemented contents can evaluate body disregard, motility disregard, visual and spatial disregard, auditory attention, etc., which are symptoms of unilateral neglected patients, and can confirmed progression of disease quantitatively by measuring time and rotation angle of head during visual recognition. This method is expected to be useful for rehabilitation training using convenient unilateral neglect diagnosis and its applied contents.

Key Words : Behavioral evaluation, K-CBS, Unilateral neglect, Virtual Reality

1. 서론

편측무시(Unilateral neglect)란 감각이나 운동 능력

에 문제가 없음에도 불구하고 손상된 대뇌반구의 반대편 으로부터 주어지는 의미 있는 자극을 인지하거나 반응하는 능력에 결손을 보이는 증상으로 뇌졸중 후 자주 발생

*준회원, 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

**정회원, 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

접수일자: 2019년 10월 7일, 수정완료: 2020년 1월 7일

계재확정일자: 2020년 2월 7일

Received: 7 October, 2019 / Revised: 7 January, 2020 /

Accepted: 7 February, 2020

**Corresponding Author: unitaek@kpu.ac.kr

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

하는 인지장애로 알려져 있다^[1]. 이것은 촉각, 청각, 시각과 같은 자극을 주었을 때 이것을 감지 못하거나 여기에 대한 반응이 없는 감각성 무시(sensory neglect), 팔에 마비가 없음에도 불구하고 환자의 팔(우반구 병변 경우 오른 팔)이 좌측 공간으로 향하는 운동 능력이 떨어지는 운동성 무시(motor neglect), 관찰자 중심의 조망에서 표상의 반을 생략하는 표상성 무시(representational neglect), 자신의 팔이 자기에게 속한 것임을 인지 못하는 신체 무시(personal neglect), 병변의 반대쪽에 있는 공간을 무시하는 편측 공간 무시(unilateral spatial neglect) 등과 위에서의 여러 가지가 복합된 형태로 나타나기도 한다^[2].

이와 같은 편측무시 평가 방법으로는 지필검사와 행동적 평가가 있다. 지필검사에는 선나누기, 별 지우기, 그리기, 모방하기 검사 등이 있고, 행동적 평가에는 행동적 부주의 평가(Behavioural Inattention Test; BIT), 캐서린 버지고 척도(Catherine Bergego Scale; CBS) 등이 있다.

일반적으로 지필검사 방법은 대부분 서면 검사이므로 임상에서 편리하게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 최근에는 적외선 카메라를 이용한 시선 추적 방법으로 모니터 상에서 사용자의 시선 움직임 평가와 스마트폰을 사용하여 좌측 공간에 대하여 인지하는 지를 평가하는 연구 등이 이루어지고 있다^[3-4]. 하지만 이 방법은 검사지 또는 모니터의 제한된 주변 공간에 대한 평가가 가능하지만 편측무시 환자에게서 발생할 수 있는 감각성과 운동성 무시에 대한 평가는 어렵다는 단점을 가지고 있다.

행동적 평가 방법의 시각 편측무시 평가를 위한 행동적 부주의 평가에는 선치기, 글자 상쇄, 별 지우기, 모양과 형태 그리기, 선 양분하기, 표상적인 그리기 등으로 6가지의 전통적 지필검사와 행동적 편측 무시 평가를 위한 그림 탐색하기, 전화 걸기, 메뉴 읽기, 기사 읽기, 시간 읽기와 맞추기, 동전 분류하기, 주소와 문장 베끼기, 지도 읽기, 카드 분류하기 등 9가지로 구성되어 있다. 또한, 캐서린 버지고 척도(CBS)는 일상생활 활동에서 나타나는 편측무시의 증상들을 치료가사 옷 입기, 식사하기, 이동하기 등 10가지 문항에 대하여 환자 주변에서 직접 관찰하여 평가하는 것으로 신체 무시, 편측 공간 무시, 신체 외의 공간 무시 등을 평가할 수 있다^[5-6]. 이러한 행동적 평가방법들은 지필검사와 비교하여 편측무시에 대한 민감도가 좀 더 높게 나타났을 뿐만 아니라 일상생활 활동에서도 더 높은 상관관계를 보였다^[7-8]. 특히, 최근 국내에서는 CBS를 한국어로 번역하고, 특정 문항에 한국인의

문화를 적용시켜 K-CBS(Korean Catherine Bergego Scale; K-CBS)를 개발하여 높은 신뢰도와 타당성을 검증하였다^[9].

하지만 위와 같은 여러 가지 행동적 평가 방법은 각 문항의 내용에 따라 검사하기 위한 환경 구성이 필요하기 때문에 비교적 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 수행시 환자의 충돌, 낙상과 같은 안전성의 문제점이 발생할 수 있다. 또한, 치료사가 환자 주변에서 행동을 관찰하여 검사가 이뤄지기 때문에 환자의 시선 및 신체 움직임을 평가하는 부분에서 치료사의 주관적인 평가가 될 수 있기 때문에 이를 보다 객관적으로 측정하고 평가 할 수 있는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 편측무시 환자의 수행능력에 대한 정량적인 평가방법으로 K-CBS의 문항 기반의 HMD(Head Mounted Display; HMD)를 활용한 가상현실 콘텐츠를 제작하여, 기존 검사 시간을 좀 더 줄이고 객관적 평가를 하고자 하였다. 개발된 가상현실 콘텐츠의 유용성 검증은 정상인을 대상으로 디스플레이의 좌측에 대한 시각 정보를 실험군마다 각기 다른 정도로 제한하였을 때 이에 대한 반응속도와 수행능력이 머리 회전각과의 관계를 비교하였다.

II. 본 문

1. 실험 방법

본 연구에서는 정상인 성인 남녀 12명(평균 연령 23세)을 대상으로 뇌손상과 시·지각 손상이 의심되거나 시력이 안경 착용 상태에서 0.5 이하인 경우를 제외하고 이루어졌다. 시각 정보를 제한하는 정도에 따라 얼굴회전각과 반응 속도를 비교하기 위해서 피험자들을 3개의 실험군으로 분류하는 실험으로 주어진 3개의 선을 양분하는 검사(Line Bisection Test)를 수행하였다. 이에 대한 결과로 세 개의 선 중심으로부터의 평균 오차는 $-0.67 \pm 1.13\text{mm}$ 로

표 1. 실험 대상 특징
Table 1. Characteristics of Subjects

Characteristic	Group1 (N=4)	Group2 (N=4)	Group3 (N=4)	Total (N=12)	
성별	남	4	4	3	11
	여	0	0	1	1
선 양분하기(mm)	-0.88 ±0.83	-0.29 ±0.98	-0.84 ±1.41	-0.67 ±1.13	
별 상쇄 검사(점)	54	54	54	54	

나타났으며, 별 상쇄 검사에서는 평균 점수 54점으로 모두 시각적인 편측무시가 없는 정상인임을 표 1에서 나타냈다.

2. 실험 환경

본 논문에서 사용한 HMD(Head Mounted Device)는 HTC사의 VIVE로 시야각 110°, 해상도 2,160×1,200이다. 이것은 사용자의 헤드 모션 트래킹뿐만 아니라 양쪽 손에 대한 제스처 인식 및 컨트롤이 가능하기 때문에 사용자의 머리 움직임과 손동작인식 측정에 사용하기가 용이하다. 실험환경은 그림 1과 같이 1.8m×2.25m로 영역의 중앙 지점 위치에서 사용자가 수행할 수 있도록 하였다. 제작한 모든 콘텐츠의 각 문항이 시작될 때 정면을 3초 동안 응시하면 사용자의 머리 위치와 회전각이 초기 값으로 설정되도록 하였다. 각 문항의 지시 내용에 따라 수행이 완료하면 사용자를 원래 위치로 복귀시켜 불필요한 머리의 움직임이 발생하지 않도록 제한하였다.

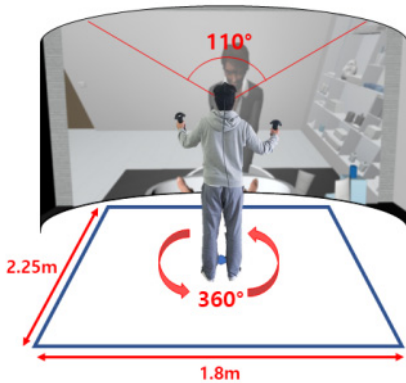


그림 1. HMD 환경에서 사용자의 수행 범위 및 시야각
 Fig. 1. Range of user performance and field of view in HMD environment

3. 측정 방법

일상생활 활동에서 나타나는 신체 무시, 편측 공간 무시, 신체 외의 공간 무시 등을 평가하는 방법으로 많이 사용되는 CBS의 특정 문항을 한국 문화를 적용시켜 개발한 K-CBS는 표 2와 같다. 이것은 각 문항마다 최소 0점에서 최고 3점으로 책정되며, 항상 오른쪽을 먼저 탐색하고 왼쪽을 보는 것을 주저하거나 느리게 볼 때 혹은 가끔 왼쪽을 생략하는 경도 편측무시는 1점, 지속적으로 왼쪽을 생략하거나 사람 또는 사물에 부딪치는 중등도의 편측무시는 2점, 전혀 왼쪽을 탐색하지 않는 고도의 편측

표 2. K-CBS 문항 내용

Table 2. Items and contents of K-CBS

항목
1. 세수, 양치질, 화장 혹은 면도를 할 때 얼굴의 왼쪽 부위를 잊는다.
2. 왼쪽 소매 혹은 왼쪽 슬리퍼를 똑바로 하는데 어려움을 겪는다.
3. 식탁이나 접시의 왼쪽에 놓여 있는 음식 먹는 것을 잊는다.
4. 식사 후에 입의 왼쪽 부위 닦는 것을 잊는다.
5. 왼쪽을 향해 보는 것에 어려움을 겪는다.
6. 자신의 왼쪽 신체부위를 잊는다. (예를 들어, 휠체어에서 왼쪽 팔을 팔걸이에 올려놓거나 왼쪽 발을 발 받침대에 올려놓는 것을 잊는다. 또는 필요시에 왼쪽 팔 사용하는 것을 잊는다.)
7. 왼쪽에서 들려오는 소리 혹은 왼쪽에서 다가오는 사람들에게 주의를 기울이는 것에 어려움이 있다.
8. (걸거나 휠체어를 타는 동안에) 왼쪽에 있는 사람들 혹은 문이나 가구와 같은 사물들에 부딪힌다.
9. 익숙한 장소나 병원에서 이동할 때 왼쪽에 있는 길을 찾는 데 어려움을 겪는다.
10. 방이나 욕실에서 왼쪽에 놓여있는 개인 소지품들을 찾는 데 어려움을 겪는다.

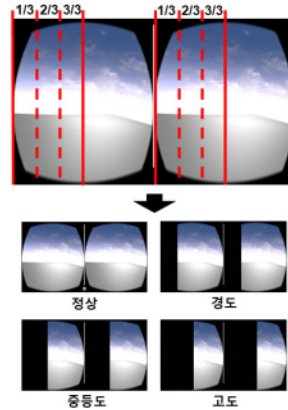


그림 2. 질환 정도에 따른 시야 범위
 Fig. 2. Field of view according to disease level

무시는 3점으로 주어진다. 모든 항목에 대한 점수 합이 0점인 경우 편측무시 없음, 1~10점은 경도 편측무시, 11~20점은 중등도 편측무시, 21~30점은 고도 편측무시로 분류하고 있다^[10].

본 논문에서는 이와 같은 K-CBS의 10개 문항을 기반으로 VR 콘텐츠를 구현하여 편측 무시 평가를 하고자 하였다. 먼저, 편측 무시에 대한 실험을 위해 HMD의 디스플레이에 출력은 그림 3과 같이 좌·우로 구분하여 보여주는데, 좌측의 1/3 이 가려진 정도를 경도, 2/3의 지점까지를 중등도, 3/3의 지점까지를 고도로 설정하여 평가하였다.

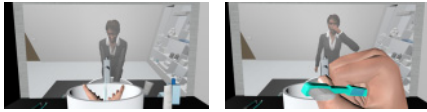

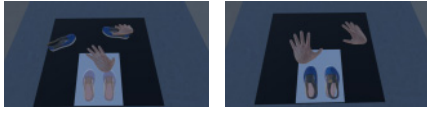





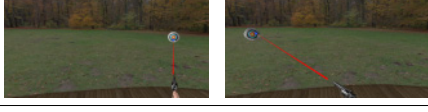

문항	내용	문항	내용
1	몸 단장하기 (Grooming)	6	사지 인식 (Knowledge of left limbs)
			
2	옷 입기 (Dressing)	7	청각 주의 (Auditory attention)
			
3	식사하기 (Eating)	8	충돌 및 부딪침 (Moving and collisions)
			
4	식사 후 청결 (Mouth cleaning)	9	길 찾기 (Spatial orientation)
			
5	시선방향 (Gaze orientation)	10	개인소지품 찾기 (Finding personal belongings)
			

그림 3. K-CBS 문항 기반의 구현된 콘텐츠
 Fig. 3. Implemented contents based on K-CBS

III. VR 콘텐츠 구현

캐서린 버지그 척도 기반으로 구현된 편측무시의 행동적 평가를 위한 모든 가상현실 콘텐츠는 그림 4와 같이 보여주고 있다.

K-CBS의 1번 문항은 몸을 단장하는 동안 신체 좌측에 대한 편측 무시 정도를 평가하는 것으로 세수하기, 양치하기, 로션 바르기의 3가지 과제로 이루어져 있다. 이것은 사용자의 코를 중심으로 좌-우측을 구분하여 주어진 과제를 올바르게 수행하는 동안 컨트롤러가 사용자 얼굴의 좌-우측에 머무르는 시간을 측정하고 비교하는 콘텐츠로 구현되었다. 3가지 과제를 모두 올바르게 수행하고, 좌-우측에 대한 수행시간이 우측으로 편향되지 않고 균형을 이루면 0점(편측무시 없음), 3가지 과제를 모두 올바르게 수행하지만 좌측에 대한 수행시간이 우측보다 상대적으로 떨어지면 1점(경도), 1가지 과제 이상에서 좌측에 대한 편측무시가 보이는 경우를 2점(중등도), 3가지 과제에서 모두에서 좌측에 대한 편측무시가 보이면 3

점(고도)으로 구분하여 평가하도록 하였다.

2번 문항은 옷을 입을 때 좌측 소매를 가지런히 할 수 있는지 혹은 신발을 가지런히 정도할 수 있는지에 대한 평가는 임의의 위치에 흐트러진 신발을 제한된 영역에 가지런히 정돈하는 콘텐츠로 되어 있다. 주어진 시간 30초 내에 신발의 좌-우를 구분하여 제한된 영역에서 올바르게 정돈하였을 경우 0점, 올바르게 정돈하였지만 30초를 초과하였을 경우 1점, 신발의 좌-우를 구분하지 못하였을 경우 2점, 좌측 공간에 놓인 신발을 찾지 못하였을 경우 3점으로 구분하였다.

3번 문항은 식사하는 동안의 편측무시 정도를 평가하는 내용으로 소리를 통해 지시되는 내용과 알맞은 음식을 사용자가 올바르게 탐지하고 이행하는지 평가할 수 있도록 콘텐츠를 구성하였다. 식탁 위에 놓인 음식의 위치는 왼쪽, 중간과 왼쪽사이, 중간, 중간과 오른쪽사이, 오른쪽으로 모두 5가지 구간으로 분류되며, 전체 15가지 음식에 대해 지시하는 내용을 모두 수행하면 측정이 종료된다.

표 3. 시각 편측 무시 콘텐츠 실험에서의 머리 회전각 및 수행시간 비교 결과

Table 3. Results of comparison of rotation of head and performance time in unilateral visual neglect contents

콘텐츠	상태	좌측		좌측중앙		중앙	
		회전각(도)	수행시간(초)	회전각(도)	수행시간(초)	회전각(도)	수행시간(초)
식사하기	경도	-34.0	3.96	-17.7	3.55	-4.5	3.12
	중등도	-32.5	4.38	-20.8	4.81	-7.3	3.96
	고도	-44.4	4.81	-29.3	4.85	-13.4	4.30
시선방향	경도	-20.04	2.81	X		2.22	2.08
	중등도	-20.50	3.12			-0.63	2.16
	고도	-27.35	3.47			-4.37	2.63
사지 인식	경도	-22.22	3.12	-4.57	2.88	2.35	3.14
	중등도	-30.42	3.38	-14.02	3.34	-1.47	3.81
	고도	-31.58	3.73	-14.24	3.86	-7.86	3.68

4번 문항은 3번 문항이 종료된 직후 입 주변에 묻은 음식물을 닦아내는 지를 알아보는 식사 후 청결과제이다. 콘텐츠에서는 입 주변 좌우에 음식물이 각각 3개씩 붙어있는 얼굴을 제시하여 이것을 닦아내도록 지시하였다. 이때 좌우측의 모든 음식물을 닦아내면 0점, 좌측에 있는 음식물이 1개 남았을 경우 1점, 2개 남았을 경우를 2점으로 하였으며, 좌측에 있는 음식물에 대해 전혀 인식하지 못하는 경우를 3점으로 하였다.

5번 문항은 좌측을 향해 보는 시·지각 능력을 평가하는 것으로 입의 위치에서 과녁이 나타나면 그 과녁을 향해 사격하는 콘텐츠로 구성하였다. 과녁이 제시되는 영역은 좌측, 중앙, 우측 3가지로 구분하였으며, 과녁이 등장하는 제한시간을 10초로 하였다. 모두 9회 사격을 실시하여 모든 영역에 대하여 정확하게 사격을 실시하였을 경우 0점, 좌측 영역에 등장하는 과녁에 대해 1번 수행하지 못하였을 경우 1점, 2번 수행하지 못하였을 경우 2점, 한 번도 인지하지 못하였을 경우 3점으로 하였다.

6번 문항은 일상생활에서 필요시 좌측의 사지를 사용하는 것을 평가하는 것으로 책상 위에 사물들을 배치하여 지시하는 내용과 알맞은 사물을 선택하는 콘텐츠이다. 좌측의 물건은 왼손을 사용하여 집도록 요구하고, 오른쪽의 물건은 오른손을 사용하여 집어 들도록 요구하였다. 좌측면에 배치된 모든 사물을 좌측 손으로 집었을 경우 0점, 우측 사물을 오른손을 이용하여 집었을 경우 1점, 중앙 사물을 오른손으로 집었을 경우 2점, 좌측에 사물을 오른손을 이용하여 집었을 경우를 3점으로 하였다.

7번 문항은 청각 자극에 대한 편측 정도를 평가하는 것으로 횡단보도 위에서 차량의 경적소리에 대한 반응을

측정하기 위한 콘텐츠이다. 사용자가 바라보는 전방을 기준으로 좌우측에 배치된 차량으로부터 울리는 경적 소리를 들을 수 있는 지를 평가하는 것이다. 사용자가 경적소리의 방향과 일치하는 팔을 머리 위로 들면 0점, 좌측 작은 소리에 반응하지 못할 경우 1점, 좌측 중간 소리에 반응하지 못할 경우 2점, 좌측 큰 소리에 반응하지 못할 경우 3점으로 하였다.

8번 문항은 충돌 및 부딪침에 대한 편측 정도를 평가하는 내용으로 신호등을 배경으로 다가오는 사람에 대해 회피할 수 있는 방향전환 능력을 평가하는 콘텐츠로 구성하였다. 건너오는 사람은 좌우측에 대하여 각각 10명씩 임의로 생성되도록 하였고, 충돌이 전혀 없는 경우 0점, 좌측 충돌횟수가 1번 이상 3번 미만인 경우 1점, 3번 이상 10번 미만인 경우 2점, 10번 모두 회피하지 못한 경우 3점이 된다.

9번 문항은 길 찾기를 하는 동안 좌회전과 우회전하는

표 4. 공간 편측 무시 콘텐츠 실험 결과

Table 4. Result of unilateral spatial neglect contents

콘텐츠	상태	충돌 회수(회)	좌측 90도	좌측 60도	좌측 30도
개인소지품 찾기	경도	X	-77.01	-79.20	-30.64
	중등도		-89.17	-84.92	-35.09
	고도		-107.61	-97.54	-43.67
길 찾기	경도	1.25	X		
	중등도	2.5			
	고도	4.5			

능력에 대하여 평가하는 내용으로 본 논문에서는 일반 가정집 구조를 바탕으로 콘텐츠를 구현하였다. 이것은 현장에서 시작하여 지도에 표시된 위치를 찾아가는 방식으로 진행되며 점수는 길을 찾는 행동 시 발생하는 머리의 회전 비율로 계산하였다. 콘텐츠 수행은 60초 동안 제한되며, 사용자가 제한시간을 초과하지 않고 머리회전이 좌우측에 대해 균형을 이루었을 경우 0점, 제한시간 이내에 도착하였으나 좌측을 바라보는 비율이 우측을 바라보는 비율보다 1/2 미만인 경우를 1점, 좌측을 바라보지만 제한시간을 초과한 경우 2점, 좌측을 바라보지 않고 제한시간을 초과한 경우 3점으로 하였다.

10번 문항은 좌우측에 놓인 개인 소지품을 찾는 것을 통해 편측정도를 평가하는 내용으로 콘텐츠로는 방안에 놓인 개인 소지품들을 좌측 중앙 우측에 대하여 각각 3가지씩 배치하여 청각적으로 제시되는 물건과 알맞은 소지품을 찾도록 하였다. 점수는 좌측에 있는 물건에 대하여 모두 정확하게 찾는 경우 0점, 좌측의 물건 1개를 찾지 못한 경우 1점, 좌측 물건 2개를 찾지 못한 경우 2점, 좌측 물건 3개 모두 찾지 못한 경우 3점으로 하였다.

IV. 실험 결과

시각 정보를 제한하는 정도에 따라 피험자들을 3개의 실험군으로 분류하였으며, 대부분의 편측 무시환자들은 좌측 무시 경향이 있기 때문에, 본 논문에서는 HMD의 디스플레이에 출력에서 좌측의 1/3 이 가려진 정도를 경도, 2/3의 지점까지를 중등도, 3/3의 지점까지를 고도로 설정하여 각 콘텐츠에 대한 실험이 이루어졌다.

먼저 시각편측 무시 관련한 콘텐츠들인 식사하기, 시선방향, 사지인식을 수행 시 머리의 회전각과 수행 반응 시간을 측정된 결과를 표 3에 나타냈다. 식사하기 콘텐츠에서는 경도에서 고도 상태로 진행 할수록 시각 정보에 대해 인지하고 반응하는 동안 머리의 회전각과 반응 시간이 비교적 증가하였다. 마찬가지로 시선방향과 사지인식 콘텐츠에서도 경도에서 고도 상태일수록 머리의 회전각과 반응 시간이 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 좌측에 놓인 사물에 대하여 편측무시가 심할수록 사물을 찾기 위한 머리 회전과 더불어 인지 시간이 증가한다고 할 수 있다.

공간 편측 무시 관련한 콘텐츠의 길찾기는 일반 가정집 배경에서 주어진 공간을 찾아가는 동안 물체에 충돌하는 회수를 평가하여 공간 편측 정도를 확인하는 것이

다. 본 논문의 결과에서는 경도에서 고도로 갈수록 좌측에 대한 평균 충돌 횟수가 표4에 나타난 것처럼 1.25, 2.5, 4.5로 증가하고 있다. 즉, 좌측 편측 무시가 심할수록 좌측 공간에 대한 인지하는 것이 어렵기 때문에 이와 같이 충돌 횟수가 증가한다고 할 수 있다. 또한, 개인 소지품 찾기는 좌측 30도, 60도, 90도에 놓인 사물을 찾는 내용의 콘텐츠이다. 이것은 주어진 사물의 위치에 대해 얼마나 머리 회전각이 이루어지는 지에 대한 실험으로서 시각 정보에 대한 제한이 증가할수록 머리 회전각이 증가하고 있는 것을 표 4에서 알 수 있다.

위에서의 시각 정보에 대한 제한이 높아질수록, 즉 좌측 편측무시가 심할수록 시각과 공간에 대한 인지하고 반응하는 시간과 사물을 찾는 데 머리 회전각의 증가가 필요하다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

일반적으로 VR을 사용한 재활 훈련은 공간의 제약이 없는 훈련 환경을 제공할 수 있기 때문에 이를 활용한 여러 가지 재활 훈련 콘텐츠가 많이 연구되고 있으며, 이에 대한 효과도 긍정적으로 나타나고 있다^[11-13].

본 논문에서는 위와 같은 VR 콘텐츠의 장점을 활용하여 행동적 편측무시 평가도구인 K-CBS의 문항을 기반으로 기존 방법에서 발생할 수 있는 충돌 및 낙상과 같은 위험을 줄이고 보다 객관적인 평가가 이루어질 수 있도록 이를 VR 콘텐츠로 구현하였다. 또한, 구현한 콘텐츠들의 유용성을 확인하기 위해 정상인을 대상으로 HMD의 디스플레이로부터 출력되는 화면의 시각적 정보를 좌측 시각에 대한 정보가 1/3 차단된 정도를 경도, 2/3를 중등도, 3/3을 고도로 실험군을 분류하여 실험하였다.

신체 무시, 운동성 무시, 감각성 무시를 평가하기 위한 몸단장하기, 옷 입기, 식사 후 청결, 청각 주의, 충돌 및 부딪침의 콘텐츠 실험결과에서는 정적인 자세에서 동작을 수행하며 시각 정보와의 관련성이 떨어지기 때문에 실험군 간의 차이가 나타나지 않았다. 하지만 시각과 공간에 대한 편측 무시 정도를 평가하는 콘텐츠들인 식사하기, 시선방향, 사지인식, 길찾기, 개인소지품에서는 시각 정보를 활용하기 때문에 실험군 간의 차이는 시각이 차단된 정도에 따라 수행시간과 머리의 움직임에서 나타났다. 시각과 관련한 콘텐츠 식사하기, 시선방향, 사지인식에서는 경도에서 고도의 상태로 진행될수록 동일한 사물의 위치에 대해 인지하고 수행하기까지의 시간이 증가

하였으며, 반응하는 동안 머리 회전각이 높아지는 것을 확인하였다. 또한, 공간에 대한 편측 무시 정도를 평가하는 길찾기와 개인소지품에서는 고도의 상태일수록 사물에 대한 충돌횟수가 증가하였고, 시각 편측 무시 콘텐츠와 마찬가지로 머리의 회전각이 증가하는 결과를 보였다.

이러한 결과를 바탕으로 본 논문에서 제안하는 VR 콘텐츠는 평가하는 동안 사용자의 활동 정보를 수치화하여 제공하기 때문에 질환의 정도에 대하여 보다 더 정량적인 평가가 가능하며, 동일한 환경에서 반복적인 평가가 이루어질 수 있으므로 재현성이 높다. 기존의 지필 검사와 이를 기반으로 구현한 전산화 평가 도구의 운동성 무시와 감각성 무시에 대한 한계점을 VR을 활용한 문제해결을 통해 좀 더 복합적인 평가가 기대될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구의 실험이 정상인을 대상으로 시각적인 부분만 제한하여 진행하였기 때문에 정확한 콘텐츠의 유용성 검증을 위해 실제 편측무시 환자를 대상으로 진행하여 기존 검사 방법과 비교하는 연구가 필요하다.

References

- [1] A. Philippe, J. C. Sophie & L. Jacques, "Rehabilitation of unilateral neglect: Evidence-based medicine", *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, Vol. 60, Issue. 3, pp. 191-197, June, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.10.006>
- [2] Woo-Kyoung Yoo, "Subtypes of Spatial Neglect and Assessment", *Brain & NeuroRehabilitation*, Vol. 2, No. 1, pp. 46-50, March, 2009.
DOI: [10.12786/bn.2009.2.1.46](https://doi.org/10.12786/bn.2009.2.1.46)
- [3] J. H. Choi, S. W. Shin, H. S. Moon, S. J. Goo, & S. T. Chung, "Development of Measurement Method and Contents for Unilateral Neglect using Eye-tracking Technique", *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, pp. Vol. 18, No. 5, pp. 187-195, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.5.187>
- [4] P. Cipresso, et al., "Assessment of Unilateral Spatial Neglect using a free mobile application for Italian clinicians", *Frontiers in psychology* 9, Vol. 9, pp. 1-11, Nov, 2018.
DOI: [10.3389/fpsyg.2018.02241](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02241)
- [5] A. Hartman-Maeir & N. Katz, "Validity of the Behavioral Inattention Test (BIT): relationships with functional tasks", *American Journal of Occupational Therapy*, Vol. 49, Issue. 6, pp. 507-516, June, 1995.
DOI: [10.5014/ajot.49.6.507](https://doi.org/10.5014/ajot.49.6.507)
- [6] P. Chen, K. Hreha, P. Fortis, K. M. Goedert & A. M. Barrett, "Functional assessment of spatial neglect: a review of the Catherine Bergego Scale and an introduction of the Kessler Foundation Neglect Assessment Process", *Topics in stroke rehabilitation*, Vol. 19, Issue. 5, pp. 423-435, Sep, 2012.
DOI: [10.1310/tsr1905-423](https://doi.org/10.1310/tsr1905-423)
- [7] Eun-Young Heo, Hyuk-Cheol Kwon & Ki-Cheol Hwang, "The Comparison Between CBS and Pencil and Paper Test in Patients With Unilateral Neglect", *Therapeutic Science for Neurorehabilitation*, Vol. 2, No. 1, pp. 48-56, 2013.
- [8] C. L. S. Marques, et al., "Validation of the Catherine Bergego Scale in patients with unilateral spatial neglect after stroke", *Dementia & neuropsychologia*, Vol. 13, No. 1, pp. 82-88, 2019.
DOI: [10.1590/1980-57642018dn13-010009](https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-010009)
- [9] B. Y. Lee, H. Y. Choi & S. J. Han, "Reliability and Validity of Korean Catherine Bergego Scale for Evaluation of Unilateral Neglect in Stroke Patients", *Korean Society of Occupational Therapy*, Vol. 23, No. 2, No. 4-6, pp. 45-56, 2015.
DOI: [10.14519/jksot.2015.23.2.04](https://doi.org/10.14519/jksot.2015.23.2.04)
- [10] P. Azouvi, P. Bartolomeo, J. M. Beis, D. Perennou, P. Pradat-Diehl & M. Rousseaux, "A battery of tests for the quantitative assessment of unilateral neglect", *Restorative Neurology and Neuroscience*, Vol. 24, pp. 273-285, June, 2006.
- [11] J. H. Kim, et al., "Virtual Environment Training System for Rehabilitation of Stroke Patients with Unilateral Neglect: Crossing the Virtual Street", *Cyber Psychology*, Vol. 10, No. 1, pp. 7-15, 2007.
DOI: [10.1089/cpb.2006.9998](https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9998)
- [12] Y. M. Kim, M. H. Chun, G. J. Yun, Y. J. Song & H. E. Young, "The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients", *Annals of rehabilitation medicine*, Vol. 35, No. 3, pp. 309-315, 2011.
DOI: [10.5535/arm.2011.35.3.309](https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.3.309)
- [13] T. Ogourtsova, P. S. Archambault & A. Lamontagne, "Post-stroke unilateral spatial neglect: virtual reality-based navigation and detection tasks reveal lateralized and non-lateralized deficits in tasks of varying perceptual and cognitive demands", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, Vol. 15, No. 34, 2018.
DOI: [10.1186/s12984-018-0374-y](https://doi.org/10.1186/s12984-018-0374-y)

저 자 소 개

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 Rehabilitation & Healthcare, etc.

정 성 택(정회원)



• Sung-Teak Chung studied Electrical Engineering, and received his Ph.D. (2000) from KAIST. He is currently a professor at the department of Computer Engineering at Korea Polytechnic University. His research interests include biomedical image & signal processing ,and serious game, etc.

※ 본 논문은 산업통상자원부 R&D사업 '창조혁신형 디자인고급인력양성사업(N0001436)'의 지원으로 진행되었습니다.