



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0137316
(43) 공개일자 2022년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61H 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61H 5/00 (2013.01)

A61H 2201/1604 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0043207

(22) 출원일자 2021년04월02일

심사청구일자 2021년04월02일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

권오상

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

박영신

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 9 항

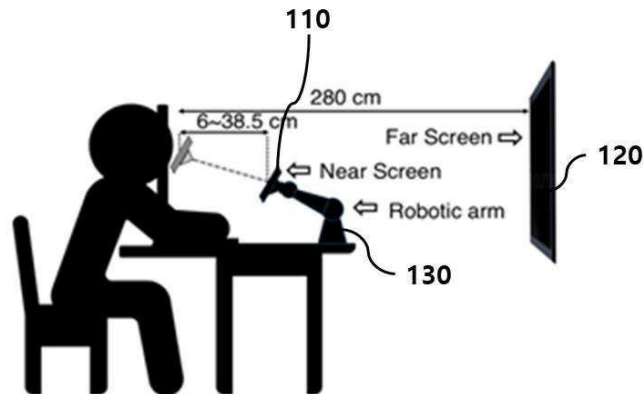
(54) 발명의 명칭 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치

(57) 요약

본 발명은 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는, 사용자와 임계값보다 작은 거리에 위치하고, 사인과 격자(sine wave grating) 및 사각파 격자(square wave grating) 중 하나의 파형 격자를 디스플레이하는 근거리 화면; 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 사용자에게 의한 입력을 획득하는 입력부; 및 상기 사용자에게 의한 입력에 따라 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 조절하는 조절부;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1a

100



(52) CPC특허분류

A61H 2201/50 (2013.01)
A61H 2201/5023 (2013.01)
A61H 2201/5043 (2013.01)
A61H 2205/024 (2013.01)

(72) 발명자

이희승

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

최성규

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

수라이야 자한 리자

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

윤선영

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

김병현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원

명세서

청구범위

청구항 1

사용자와 임계값보다 작은 거리에 위치하고, 사인파 격자(sine wave grating) 및 사각파 격자(square wave grating) 중 하나의 파형 격자를 디스플레이하는 근거리 화면;

상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 사용자에 의한 입력을 획득하는 입력부; 및

상기 사용자에 의한 입력에 따라 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 조절하는 조절부;

를 포함하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 사용자에 의한 입력에 따라 피드백 신호를 출력하는 출력부;

를 더 포함하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 사용자와 상기 임계값보다 큰 거리에 위치하고, 상기 사인파 격자 및 사각파 격자 중 하나의 파형 격자를 디스플레이하는 원거리 화면;

을 더 포함하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 사인파 격자가 상기 사용자에 의한 제1 입력과 대응되고, 상기 사각파 격자가 상기 사용자에 의한 제2 입력과 대응되는 경우, 상기 입력부는, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 제1 입력 및 제2 입력 중 하나를 획득하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수에 기반하여 피드백 정보를 결정하는 제어부;

를 더 포함하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 조절부는, 상기 근거리 화면과 결합되고,

상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되지 않는 경우, 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리가 감소되도록 상기 근거리 화면을 이동시키는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 파형 격자가 디스플레이된 후 상기 사용자에 의한 입력이 획득되는 응답시간을 산출하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수, 상기 파형 격자가 디스플레이된 후 상기 사용자에게 의한 입력이 획득되는 응답시간 및 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리에 기반하여 피드백 정보를 결정하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 측정하는 센서부;

를 더 포함하는,

시력 개선을 위한 안구 훈련 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시력 개선을 위한 초점 거리 변경 기반 안구 훈련 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0003] 노안은 주변 물체에 초점을 맞추는 능력이 저하되는 것을 특징으로 하는 연령 관련 근시력 장애이다. 노안이 있는 개인의 경우 근시력과 대비 감도(contrast sensitivity)가 저하될 수 있다.
- [0004] 사람들은 읽기 능력이 저하되고 일상 활동을 수행하는 데 어려움을 겪는다. 노안을 위한 효율적인 치료법을 개발하는 것은 여전히 중요한 과제입니다. 광학 보정은 많은 일상 활동에 적합하지 않을 수 있다.
- [0005] 굴절 수술은 모든 초점 거리에서 노안을 치료할 수 없으며 부작용을 일으킬 수 있다.
- [0006] 기존 치료의 한계를 감안할 때 비전 훈련은 비수술 및 비침습적 대안 솔루션으로 제안되고 있으나, 안구 훈련에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국등록특허 제10-2183398호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0009] 또한, 본 발명은 화면에 디스플레이되는 파형 격자와 사용자에게 의한 입력이 대응되는지 여부에 따라 사용자와 화면 사이의 거리를 조절하기 위한 안구 훈련 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는, 사용자와 임계값보다 작은 거리에 위치하고, 사인파 격자(sine wave grating) 및 사각파 격자(square wave grating) 중 하나의 파형 격자를 디스플레이하는 근거리 화면; 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 사용자에게 의한 입력을 획득하는 입력부; 및 상기 사용자에게 의한 입력에 따라 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 조절하는 조절부;를 포함할 수 있다.
- [0013] 실시예에서, 상기 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는 상기 사용자에게 의한 입력에 따라 피드백 신호를 출력하는 출력부;를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 실시예에서, 상기 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는 상기 사용자와 상기 임계값보다 큰 거리에 위치하고, 상기 사인파 격자 및 사각파 격자 중 하나의 파형 격자를 디스플레이하는 원거리 화면;을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 실시예에서, 상기 사인파 격자가 상기 사용자에게 의한 제1 입력과 대응되고, 상기 사각파 격자가 상기 사용자에게 의한 제2 입력과 대응되는 경우, 상기 입력부는, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 제1 입력 및 제2 입력 중 하나를 획득할 수 있다.
- [0016] 실시예에서, 상기 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수에 기반하여 피드백 정보를 결정하는 제어부;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 실시예에서, 상기 조절부는, 상기 근거리 화면과 결합되고, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되지 않는 경우, 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리가 감소되도록 상기 근거리 화면을 이동시킬 수 있다.
- [0018] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 파형 격자가 디스플레이된 후 상기 사용자에게 의한 입력이 획득되는 응답시간을 산출할 수 있다.

- [0019] 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수, 상기 파형 격자가 디스플레이된 후 상기 사용자에게 의한 입력이 획득되는 응답시간 및 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리에 기반하여 피드백 정보를 결정할 수 있다.
- [0020] 실시예에서, 상기 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치는, 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 측정하는 센서부;를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0022] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 화면에 디스플레이되는 파형 격자와 사용자에게 의한 입력이 대응되는지 여부에 따라 사용자와 화면 사이의 거리를 조절함으로써, 비수술 및 비침습적 안구 훈련을 수행할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치를 도시한 도면이다.
- 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 파형 격자를 도시한 도면이다.
- 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 파형 격자 기반 안구 훈련을 도시한 도면이다.
- 도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- 도 2b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- 도 2c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- 도 3a 내지 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 근거리 화면과 원거리 화면의 성능 향상 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 5a 및 5b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 방법을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0029] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0030] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있

다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0031] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치를 설명한다.
- [0033] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 장치(100)를 도시한 도면이다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 파형 격자를 도시한 도면이다. 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 파형 격자 기반 안구 훈련을 도시한 도면이다.
- [0034] 도 1a 내지 1c를 참고하면, 안구 훈련 장치(100)는 근거리 화면(110), 원거리 화면(120), 조절부(130), 센서부(미도시), 입력부(미도시), 제어부(미도시) 및 출력부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0035] 근거리 화면(110)은 사용자와 임계값보다 작은 거리에 위치하고, 사인파 격자(sine wave grating) 및 사각파 격자(square wave grating) 중 하나의 파형 격자를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 조절부(130)를 사용하여 근거리 화면(110)의 거리는 6~38.5cm까지 다양하게 조절될 수 있다.
- [0036] 원거리 화면(120)은 사용자와 임계값보다 큰 거리에 위치하고 사인파 격자 및 사각파 격자 중 하나의 파형 격자를 디스플레이할 수 있다. 예를 들어, 원거리 화면(120)의 거리는 280cm로 고정될 수 있다.
- [0037] 고정 거리 훈련에서 사용자는 동일한 설정을 사용했지만 한 번에 한 화면만 사용할 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 근거리 화면(110)과 원거리 화면(120)에 디스플레이되는 파형 격자는 사용자에게 대한 자극(stimulus)을 의미할 수 있다.
- [0039] 일 실시예에서, 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)은 안구 훈련 장치(100)에서 처리되는 정보를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)은 액정 디스플레이(LCD; Liquid Crystal Display), 발광 다이오드(LED; Light Emitting Diode) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(OLED; Organic LED) 디스플레이, 마이크로 전자기계 시스템(MEMS; Micro Electro Mechanical Systems) 디스플레이 및 전자 종이(electronic paper) 디스플레이 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0040] 일 실시예에서, 도 1b를 참고하면, 목표 자극(예: 원거리 및 근거리 화면에 대한 시각 각도 8° 및 10°)은 가우시안 엔벨로프(Gaussian envelope)와 랜덤 방향을 가진 사각파/사인파 격자를 포함할 수 있다.
- [0041] 목표 자극의 가우시안 엔벨로프 시그마는 원거리 화면 및 근거리 화면에서 2.67° 및 3.33° 일 수 있고, 모든 자극은 회색 배경에 표시될 수 있다. 이 경우, 휘도는 원거리 화면의 경우 37.11cd/m^2 , 근거리 화면의 경우 7.15cd/m^2 일 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 근거리 화면 격자 자극(grating stimulus)의 Michelson 대비는 0.3(사각파) 또는 0.4(사인파)일 수 있다. 원거리 화면 격자 자극의 경우 0.8(사각파) 또는 1(사인파)일 수 있다.
- [0043] 두 화면의 사인파/사각파 격자의 대비를 일치시켜 지각적으로 동일하게 구현할 수 있다. 근거리 화면 자극의 공간 주파수는 거리가 감소함에 따라 감소할 수 있다(38.5cm 에서 1.48cpd , 6cm 에서 0.98cpd).
- [0044] 일 실시예에서, 입력부는 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 사용자에게 의한 입력을 획득할 수 있다.
- [0045] 일 실시예에서, 사인파 격자가 사용자에게 의한 제1 입력과 대응되고, 사각파 격자가 사용자에게 의한 제2 입력과 대응되는 경우, 입력부는 상기 디스플레이되는 파형 격자에 따른 제1 입력 및 제2 입력 중 하나를 획득할 수 있다. 예를 들어, 제1 입력은 화면에 대한 사용자의 왼쪽 스와이프(swipe) 터치입력을 포함하고, 제2 입력은 화면에 대한 사용자의 오른쪽 스와이프 터치입력을 포함할 수 있다.
- [0046] 일 실시예에서, 제1 입력은 흐릿 가장자리(blunt-edged) 버튼에 대한 푸시(push) 입력을 포함하고, 제2 입력은 선명 가장자리(sharp-edged) 버튼에 대한 푸시 입력을 포함할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 사용자들은 디스플레이되는 자극이 사각파/사인파 격자인지 여부를 보고하는 선명도 식별 작업을 수행할 수 있다. 사용자들은 자신의 결정을 보고하기 위해 맞춤형 3D 프린팅된 선명 가장자리(sharp-edged) 버튼 또는 흐릿 가장자리(blunt-edged) 버튼을 누를 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 자극 기간은 특정 시간동안(1초) 계속될 수 있다. 사용자는 자극이 시작된 후 5초 이내에 응답해야 할 수 있다. 그렇지 않으면 테스트를 놓친 테스트로 간주될 수 있다. 각각의 정답, 부정확 및 누락된 응답에 대해 청각 피드백이 제공될 수 있다.

- [0049] 일 실시예에서, 센서부는 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 측정할 수 있다.
- [0050] 일 실시예에서, 조절부(130)는 사용자에 의한 입력에 따라 사용자와 근거리 화면 사이의 거리를 조절할 수 있다. 예를 들어, 조절부(130)는 다관절로 구성된 로봇암(robot arm) 형태로 구현될 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 제어부는 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수에 기반하여 피드백 정보를 결정할 수 있다.
- [0052] 일 실시예에서, 제어부(320)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 제어부(320)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다. 제어부(320)는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 장치(300)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 조절부(130)는 근거리 화면(110)과 결합되고, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되지 않는 경우, 사용자와 근거리 화면(110) 사이의 거리가 감소되도록 근거리 화면(110)을 이동시킬 수 있다.
- [0054] 일 실시예에서, 제어부는, 파형 격자가 디스플레이된 후 사용자에 의한 입력이 획득되는 응답시간을 산출할 수 있다.
- [0055] 일 실시예에서, 제어부는, 상기 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수, 파형 격자가 디스플레이된 후 사용자에 의한 입력이 획득되는 응답시간 및 사용자와 근거리 화면 사이의 거리에 기반하여 피드백 정보를 결정할 수 있다.
- [0056] 일 실시예에서, 출력부는 사용자에 의한 입력에 따라 피드백 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 피드백 신호를 사운드 신호를 포함할 수 있으나, 다양한 방식으로 구현될 수 있다.
- [0057] 일 실시예에서, 원거리 화면(120)의 자극의 파장은 1 arcmin 스텝 크기로 각 시도 후 1-up 2-down 계단 방법을 사용하여 변조될 수 있다. 각 블록(block) 후, 근거리 화면(110)의 거리는 90% 거리 임계값(즉, 사용자가 테스트의 90%에서 자극을 정확하게 식별할 수 있는 가장 가까운 거리)으로 조정될 수 있다. 이전 블록에 대한 사용자의 응답을 기반으로 거리 임계값을 결정할 수 있다.
- [0058] 원거리 화면(120)의 작업에 대한 블록의 파장 임계값은 계단의 마지막 세 번 반전(reversal)의 평균 파장이었습니다. 세션의 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)의 작업에 대한 성능 측정을 위해 세션의 모든 블록에서 평균 거리 임계값과 평균 파장 임계값이 사용될 수 있다.
- [0059] 일 실시예에서, 사용자들에게 동기를 부여하기 위해 각 블록에서 그래픽 성능 피드백이 제공될 수 있다.
- [0060] 도 1a를 참고하면, 안구 훈련 장치(100)는 근거리 화면(110), 원거리 화면(120), 조절부(130), 센서부, 입력부, 제어부 및 출력부를 포함할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시 예들에서 안구 훈련 장치(100)는 도 1a에 설명된 구성들이 필수적인 것은 아니어서, 도 1a에 설명된 구성들보다 많은 구성들을 가지거나, 또는 그보다 적은 구성들을 가지는 것으로 구현될 수 있다.
- [0062] 모든 사용자가 사전(pre) 및 사후(post) 테스트의 두 세션을 수행했습니다(하루에 한 세션). 첫 번째 세션은 연습 세션으로 간주하고 두 번째 세션의 데이터를 사용하여 훈련 효과가 평가될 수 있다. 이를 통해, 사전 및 사후 테스트 측정을 안정화하는데 도움이 되며, 테스트 세션에서 사용자는 세 가지 유형의 작업을 실행할 수 있다.
- [0064] 도 2a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- [0065] 도 2a를 참고하면, 안구 훈련 장치(100)는 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증은 'Landolt C 작업' 또는 이와 동등한 용어로 지칭될 수 있다.
- [0066] 안구 훈련 장치(100)는 일부분이 개방(open)된 'C' 형태의 자극을 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)을 통해 디스플레이할 수 있다. 이 경우, C 자극의 개방 방향은 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽으로 랜덤으로 향할 수 있다.

- [0067] 사용자는 Landolt C 자극의 개방 방향을 안구 훈련 장치(100)의 입력부를 통해 입력하고, 마지막 시도의 자극 크기(정도)를 거리 임계값 측정으로 사용할 수 있다.
- [0068] C 자극(그림 2A)을 사용하여 사용자가 원거리(280cm) 및 근거리 목표(10cm, 17cm 및 30cm)와 구별할 수 있는 가장 작은 자극 크기를 측정할 수 있다. 여기서, 자극 크기는, 사용자가 C 자극의 개방 방향을 인식할 수 있는 가장 작은 C 자극의 크기를 의미할 수 있다.
- [0069] 사용자는 해당 화살표 키(위/아래/오른쪽/왼쪽)를 눌러 C 자극의 개방 방향을 입력할 수 있다. QUEST를 사용하여 자극 크기를 선택하고 크기 식별 임계값 75%를 추정할 수 있다. 사용자들은 각 거리에 대해 80번의 테스트를 실행했습니다. 100ms 동안 자극이 제시되었고 사용자들은 자극이 시작된 후 3초 이내에 반응해야 할 수 있다.
- [0070] 안구 훈련 장치(100)는 개방 방향의 정확한 응답, 부정확한 응답, 놓친 응답에 대해 청각적 및 시각적 피드백이 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0072] 도 2b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- [0073] 도 2b를 참고하면, 안구 훈련 장치(100)는 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증은 'ETDRS 작업' 또는 이와 동등한 용어로 지칭될 수 있다.
- [0074] 안구 훈련 장치(100)는 다수의 문자들로 구성된 여러 행들을 포함하는 문자 차트를 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)을 통해 디스플레이할 수 있다.
- [0075] 사용자는 문자 차트에서 가능한 가장 낮은 행(row)과 해당 행에서 읽을 수 있는 글자를 안구 훈련 장치(100)의 입력부를 통해 입력할 수 있다. 문자 차트의 경우 사용자의 눈과의 거리(범위: 6cm~32.5cm)가 가장 작은 단어를 읽을 수 있는 위치로 조정될 수 있다. 시력과 눈까지의 거리를 측정할 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 소형 및 대형 초기 치료 당뇨병 성 망막증 연구(ETDRS) 레터 차트를 사용하여 (그림 2B), LogMAR(Log Minimum Angle of Resolution) 스케일로 근거리 및 원거리(3m) 거리 시력을 측정할 수 있다. 가까운 ETDRS 작업에서 사용자는 차트에서 가장 작은 문자를 읽을 수 있도록 차트를 잡는 조절부를 제어하여 근거리 화면(110)의 문자 차트에서 사용자의 눈까지의 거리를 조정할 수 있다. 예를 들어, 사용자들은 작업을 세 번 반복했으며 초기 거리는 32.5cm, 23.5cm, 14.5cm일 수 있다.
- [0078] 도 2c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 도시한 도면이다.
- [0079] 도 2c를 참고하면, 안구 훈련 장치(100)는 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증은 '대비 감도 작업(Contrast sensitivity task)' 또는 이와 동등한 용어로 지칭될 수 있다.
- [0080] 안구 훈련 장치(100)는 특정 방향으로 구성된 패치 형태(예: Gabor 패치)를 근거리 화면(110) 및 원거리 화면(120)을 통해 디스플레이할 수 있다.
- [0081] 사용자는 Gabor 패치의 방향을 안구 훈련 장치(100)의 입력부를 통해 입력할 수 있고, 안구 훈련 장치(110)는 5개의 qCSF 매개 변수를 측정할 수 있다.
- [0082] qCSF 도구 상자를 사용하여 근거리(17cm) 및 원거리(280cm) 모두에 대한 대비 감도 기능을 측정할 수 있다.
- [0083] 테스트에서 공간 주파수 범위(0.25 cpd~36 cpd)의 격자 자극(정현파, 가우시안 창, 방향: $\pm 45^\circ$, Michelson 대비: 0.001에서 1까지 다양 함)이 150ms 동안 제시될 수 있다.
- [0084] 청각 신호는 자극이 시작되고 오프셋될 때 사용자가 패치의 형태를 알아차릴 수 있도록 제공될 수 있다. 120번의 테스트가 수행될 수 있다.
- [0085] 사용자들은 패치의 격자 방향을 입력할 수 있다. 방향의 정확성에 대한 시각적 피드백이 출력부를 통해 제공될 수 있다. qCSF 도구 상자는 최대 감도, 최대 감도에서의 공간 주파수(spatial frequency), 낮은 공간 주파수에서의 절단 주파수(truncation frequency), 최대에 대한 절반(half-maximum)의 대역폭의 네 가지 매개 변수와 함께 대비 감도 기능을 제공할 수 있다. AULCSF(area under the contrast sensitivity function)는 대비 감도를 정량화하는데 사용될 수 있다.

- [0087] 도 3a 내지 3d는 본 발명의 일 실시예에 따른 근거리 화면과 원거리 화면의 성능 향상 그래프를 도시한 도면이다.
- [0088] 도 3a를 참고하면, 훈련 일 동안 화면 거리 감소 측면에서 실험 그룹에 대한 근접 화면 성능 향상을 확인할 수 있다.
- [0089] 도 3b를 참고하면, 훈련 일 동안 공간 주파수의 증가 측면에서 실험 그룹에 대한 원거리 화면 성능 향상을 확인할 수 있다.
- [0090] 변경 거리(alternating-distance) 훈련 그룹(도 3a)과 고정 거리(fixed-distance) 훈련 그룹(도 3b) 모두 훈련 작업에서 상당한 성능 향상을 확인할 수 있다. 훈련 효과를 추정하기 위해 세션 전반에 걸쳐 개별 사용자의 데이터에 검정력 함수가 사용될 수 있다.
- [0091] 도 3c를 참고하면, 실험군간에 유의한 차이가 없는 근거리 화면(Distanceday1-Distanceday20)에 대한 학습 지수를 확인할 수 있다.
- [0092] 도 3d를 참고하면, 실험군간에 유의한 차이가 있는 원거리 화면(SFday20-SFday1)에 대한 학습 지수를 확인할 수 있다. 오차 막대는 평균의 표준 오차를 나타낼 수 있다. 회색 테두리가 있는 컬러 원은 개별 데이터를 나타낼 수 있다. 별표는 통계적 유의성을 나타낼 수 있다($p < 0.05$).
- [0093] 첫 번째 세션에서 마지막 세션까지의 성능 향상은 교육 세션 전반에 걸쳐 학습 지표로 사용될 수 있다(도 3c 및 3d).
- [0094] 두 거리와 두 실험 그룹 모두의 학습 지표는 0보다 상당히 컸으며, 이는 유의한 훈련 효과(가까운 변경 거리(near alternating-distance): 19.25cm($t_7=7.54$, $p=1.32e-04$), 가까운 고정 거리(near fixed-distance): 21.42cm($t_7=7.20$, $p=1.77e-04$), 먼 변경 거리(far alternating-distance): 3.76 cpd($t_7=5.79$, $p=6.73e-04$), 및 먼 고정 거리(far fixed-distance): 6.13 cpd($t_7=6.87$, $p=2.37e-04$))를 나타낼 수 있다.
- [0095] 사용자를 무작위 요인으로 고려하고 실험 그룹(즉, 변경, 고정 및 제어)을 고정 요인으로 고려하여 원거리 및 근거리 화면에 대한 두 개의 개별 혼합 모델 ANOVA는 실험 그룹이 학습 지수에 비해 유의미한 영향을 미칠 수 있다.
- [0096] 일 실시예에서, 원거리 화면($F_{1,14}=6.02$, $p=0.03$, $\eta^2=0.30$)이지만 근거리 화면에는 적용되지 않을 수 있다($F_{1,14}=0.23$, $p=0.64$, $\eta^2=0.02$). 또한, 원거리 화면에 대한 독립 샘플 t-검정은 고정 거리 훈련 그룹의 학습 지수가 변경 훈련 그룹($t_{14}=2.50$, $p=0.03$)보다 유의하게 더 컸다는 것을 확인할 수 있다. 두 훈련 그룹의 학습 지표는 근거리 화면에서 크게 다르지 않음을 확인할 수 있다($t_{14}=0.48$, $p=0.64$).
- [0098] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- [0099] 도 4를 참고하면, 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 확인할 수 있다.
- [0100] 제1 실시예에 따른 훈련 성능 검증 작업에 대한 훈련 효과는 임계값 개선 비율로 정량화될 수 있다: $PI=100*(Threshold_{pre}-Threshold_{post})/Threshold_{pre}$.
- [0101] 3개의 근거리 작업(10, 17 및 30cm)에 대한 PI는 측정의 신뢰성을 향상시키기 위해 평균화될 수 있다. 이는 모든 그룹에서 3개의 근거리 사이에 PI에 큰 차이가 없었기 때문일 수 있다. 이는 대상을 차단 변수로 사용하고 거리(10, 17 및 30cm)를 요인(변경: $F_{2,14}=0.80$, $p=0.47$, $\eta^2=0.10$, 고정: $F_{2,14}=2.61$, $p=0.11$, $\eta^2=0.27$ 및 제어: $F_{2,14}=1.37$, $p=0.29$, $\eta^2=0.16$))으로 사용하는 무작위 블록 설계를 적용하여 표시될 수 있다.
- [0102] 그룹(변경, 고정, 제어) 및 거리(원거리, 근거리)를 고정 요인으로, 사용자를 랜덤 요인으로 사용하여 반복 측정 ANOVA를 적용할 수 있다. 그룹 인자의 통계적으로 유의한 주효과를 확인할 수 있다($F_{2,21}=4.23$, $p=0.029$, $\eta^2=0.47$).
- [0103] Tukey 테스트는 변경 훈련 그룹의 PI가 제어의 PI보다 유의하게 높음을 확인할 수 있다(변경 대 제어: $p=0.028$; 고정 대 제어: $p=0.116$; 변경 대 고정: $p=0.764$).
- [0104] 거리의 주 효과($F_{1,21}=0.86$, $p=0.37$, $\eta^2=0.04$)와 거리와 그룹 간의 상호 작용 효과($F_{2,20}=1.65$, $p=0.22$, η

$p=0.14$)는 통계적으로 유의하지 않음을 확인할 수 있다.

- [0105] 고정 거리 그룹에서 관찰된 상대적으로 약한 훈련 효과는 단일 이상치에 의해 강력하게 주도될 수 있다. 이상 값을 제외한 후 Tukey 테스트는 두 훈련 그룹의 PI가 제어의 PI보다 유의하게 높음을 확인할 수 있다(변경 대 제어: $p=0.003$; 고정 대 제어: $p=0.003$). 두 훈련 그룹의 PI는 크게 다르지 않음을 확인할 수 있다($p=0.983$). 두 훈련 그룹 모두 훈련의 통계적으로 유의 한 효과를 보여 두 훈련 방법간에 유의 한 차이가 없음을 나타낼 수 있다.
- [0106] 도 4를 참고하면, Landolt C 작업에서 측정한 시력(visual acuity, VA)의 백분율 개선을 확인할 수 있다. VA의 백분율 개선이 표시될 수 있다.
- [0107] 변경 거리 훈련, 고정 거리 훈련 및 통제 그룹은 각각 녹색, 노란색 및 빨간색 원으로 표시될 수 있다. 제어에 비해 변경 거리 훈련 그룹만이 VA를 크게 향상시킴을 확인할 수 있다. 오차 막대는 평균의 표준 오차를 나타낸다. 회색 테두리가 있는 컬러 원은 개별 데이터를 나타낼 수 있다. 별표는 통계적 유의성을 나타낼 수 있다($p < 0.05$).
- [0109] 도 5a 및 5b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- [0110] 도 5a 및 5b를 참고하면, 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 확인할 수 있다.
- [0111] 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증 작업에 대한 훈련 효과는 MAR의 PI에 의해 정량화되었으며, 이는 제1 실시예에 따른 작업의 식별 임계값과 유사할 수 있다. 근거리 작업의 경우 대상에서 눈까지 사용자의 자체 조정 거리를 추가로 측정할 수 있다. 원거리 PI와 MAR의 PI를 평균하여 근거리에서 결합된 PI를 산출할 수 있다.
- [0112] 그룹(변경, 고정, 제어) 및 거리(원거리, 근거리)를 고정 요인으로, 사용자를 랜덤 요인으로 사용하여 반복 측정 ANOVA를 적용할 수 있다. 그룹 인자의 통계적으로 유의한 주효과가 확인할 수 있다($F_{2,21}=10.98$, $p=5.44e-4$, $\eta^2=0.45$).
- [0113] Tukey 테스트는 고정 거리 그룹의 PI가 제어의 PI보다 유의하게 높음을 확인할 수 있다(고정 대 제어: $p=3.56e-4$, 고정 대 변경: $p=0.071$, 변경 대 제어: $p=0.072$).
- [0114] 거리의 주효과($F_{1,21}=0.82$, $p=0.38$, $\eta^2=0.04$)와 거리와 그룹 간의 상호 작용 효과($F_{2,21}=0.70$, $p=0.51$, $\eta^2=0.06$)는 통계적으로 유의하지 않음을 확인할 수 있다.
- [0115] 근거리의 경우 그룹 효과를 고정 인자로, 거리의 PI, MAR의 PI를 종속 변수로 사용하여 MANOVA를 적용하여 훈련 효과를 추가로 검증할 수 있다. 그룹 인자의 통계적으로 유의한 효과가 있음을 확인할 수 있다($F_{2,21}=2.96$, $p=0.031$, Pillai=0.439).
- [0116] 일 실시예에서, Hotelling의 T^2 검정을 적용하여 고정 그룹과 제어 사이에 유의한 평균 차이를 확인할 수 있다(Hotelling의 T^2 ; $T^2(2,13)=5.65$, $p=0.017$).
- [0117] 고정 그룹과 변경 그룹(Hotelling의 T^2 ; $T^2(2,13)=1.27$, $p=0.31$) 또는 변경 그룹과 통제 그룹(Hotelling의 T^2 , $T^2(2,13)=2.88$, $p=0.09$)간에 통계적으로 유의한 차이가 없었습니다.
- [0118] 근거리 및 원거리 ETDRS의 시각적 성능 향상 비율을 확인할 수 있다.
- [0119] 도 5a를 참고하면, VA의 백분율 개선 및 각 그룹의 가까운 거리에서 눈으로 조정될 수 있다. 가로 좌표는 눈과 가까운 거리에서 조정된 PI를 나타내며 세로 좌표는 VA의 PI를 나타낼 수 있다. 검은색 테두리가 있는 점은 각 그룹의 평균 응답을 나타낼 수 있다. 고정 거리 훈련 그룹과 제어 그룹 간의 유의한 차이는 훈련 후 VA가 고정 거리 그룹에 대해서만 크게 향상되었음을 나타낼 수 있다.
- [0120] 도 5b를 참고하면, 근거리 및 원거리 화면 결합 성능이 고정 거리 훈련 그룹에서만 향상됨을 확인할 수 있다. 오차 막대는 평균의 표준 오차를 나타낼 수 있다. 회색 테두리가 있는 컬러 원은 개별 데이터를 나타낼 수 있다. 별표는 통계적 유의성을 나타낼 수 있다($p < 0.05$).
- [0122] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 도시한 도면이다.
- [0123] 도 6을 참고하면, 제3 실시예에 따른 훈련 성능 검증을 통한 시력 개선 그래프를 확인할 수 있다.

- [0124] 대비 감도 측면에서, 제2 실시예에 따른 훈련 성능 검증 작업에 대한 훈련 효과는 AULCSF의 PI에 의해 정량화될 수 있다. 그룹(변경, 고정, 제어) 및 거리(원거리, 근거리)를 고정 요인으로, 사용자를 랜덤 요인으로 사용하여 반복 측정 ANOVA를 적용할 수 있다. 주요 요인(그룹: $F_{2,21}=2.87$, $p=0.08$, $\eta^2=0.26$, 거리: $F_{1,21}=1.82$, $p=0.19$, $\eta^2=0.08$)의 통계적으로 유의한 효과가 없었으며, 거리와 그룹($F_{2,21}=2.86$, $p=0.08$, $\eta^2=0.21$) 사이의 상호 작용이 없음을 확인할 수 있다. 결과는 훈련 효과가 대비 감도로 전달되지 않았음을 나타낼 수 있다.
- [0125] 근거리 및 원거리 qCSF의 시각적 성능 향상 비율을 확인할 수 있으며, 근거리 및 원거리 화면에서 AULCSF의 개선 비율은 모든 그룹에서 중요하지 않을 수 있다. 오차 막대는 평균의 표준 오차를 나타낼 수 있다. 회색 테두리가 있는 컬러 원은 개별 데이터를 나타낼 수 있다.
- [0127] 새로운 선명도 식별 작업을 사용하여 노안이 발생하기 쉬운 사용자에게 대한 시력 훈련의 효과를 조사할 수 있다. 두 교육 그룹 모두 교육 작업에서 상당한 개선을 확인할 수 있다.
- [0128] 훈련 효과가 시력 측정에 사용되는 Landolt C 작업과 ETDRS 작업으로 검증될 수 있다. 두 작업 모두에서 크기 구별 임계값의 개선은 연령 일치 제어 그룹의 개선 사항보다 훨씬 높을 수 있다.
- [0129] 세 가지 사전 사후 작업 각각에는 고유 한 특성이 있다. Landolt C 및 ETDRS 작업은 자극의 Michelson 대비가 상대적으로 높을 때 공간 해상도를 측정하는 데 사용됩니다(Landolt C 작업에서 > 0.33 및 ETDRS 차트에서 > 0.9). qCSF 작업은 자극의 대비가 상대적으로 낮을 때(<0.05) 대비 감도를 측정하는데 사용될 수 있다. 절차 측면에서 Landolt C 및 qCSF 작업은 회색 배경 디스플레이에 간략하게 표시되는 컴퓨터 생성 자극에 응답하기 위해 키보드를 누르는 것을 포함할 수 있다.
- [0131] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시력 개선을 위한 안구 훈련 방법을 도시한 도면이다. 일 실시예에서, 도 7의 각 단계는 안구 훈련 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.
- [0132] 도 7을 참고하면, 710 단계에서, 사용자와 근거리 화면(110)과의 거리를 측정할 수 있다.
- [0133] 720 단계에서, 사용자와 근거리 화면(110) 사이의 거리가 조절되는 경우, 조절된 거리를 측정할 수 있다.
- [0134] 730 단계에서, 사용자와 근거리 화면(110) 사이의 거리에 대응하여, 사인파 격자(sine wave grating) 및 사각파 격자(square wave grating) 중 하나의 파형 격자를 근거리 화면(110)에 디스플레이할 수 있다.
- [0135] 740 단계에서, 디스플레이되는 파형 격자에 따른 상기 사용자에게 의한 입력을 획득할 수 있다.
- [0136] 750 단계에서, 디스플레이되는 파형 격자와 사용자에게 의한 입력이 대응되는지 여부를 판단하고, 파형 격자가 디스플레이된 시점부터 사용자에게 의한 입력이 획득되는 시점까지의 응답시간을 산출할 수 있다.
- [0137] 760 단계에서, 디스플레이되는 파형 격자와 사용자에게 의한 입력이 대응되는지 여부에 따라 피드백 신호를 출력할 수 있다.
- [0138] 770 단계에서, 디스플레이되는 파형 격자와 사용자에게 의한 입력이 대응되는지 여부에 따라 사용자와 근거리 화면(110) 사이의 거리를 조절할 수 있다.
- [0139] 780 단계에서, 디스플레이되는 파형 격자에 대응되는 입력이 획득되는 횟수, 상기 파형 격자가 디스플레이된 후 상기 사용자에게 의한 입력이 획득되는 응답시간 및 상기 사용자와 근거리 화면 사이의 거리에 기반하여 피드백 정보를 결정할 수 있다. 예를 들어, 피드백 정보는 스코어(score) 점수로 산출될 수 있다.
- [0140] 790 단계에서, 710 단계 내지 770 단계를 반복수행할 수 있다. 예를 들어, 710 단계 내지 770 단계를 80번 반복하여 수행할 수 있으며, 이 경우, 80번의 반복 수행은 블록(block) 단위로 구성될 수 있다.
- [0142] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.
- [0143] 본 명세서에 개시된 다양한 실시예들은 순서에 관계없이 수행될 수 있으며, 동시에 또는 별도로 수행될 수 있다.

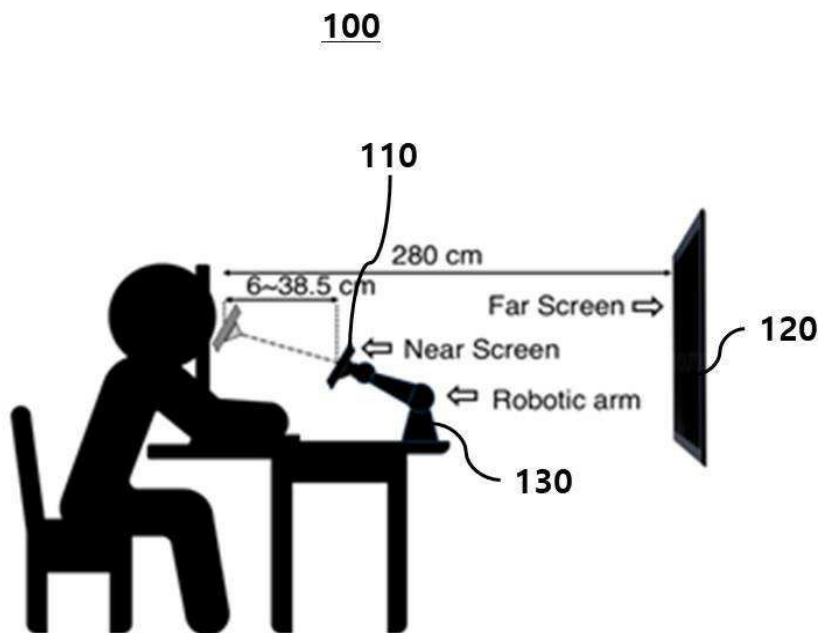
- [0144] 일 실시예에서, 본 명세서에서 설명되는 각 도면에서 적어도 하나의 단계가 생략되거나 추가될 수 있고, 역순으로 수행될 수도 있으며, 동시에 수행될 수도 있다.
- [0145] 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0146] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

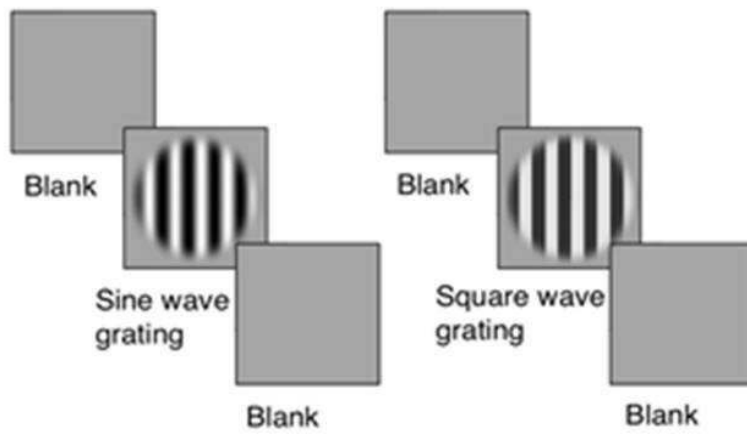
- [0148] 100: 안구 훈련 장치
- 110: 근거리 화면
- 120: 원거리 화면
- 130: 조절부

도면

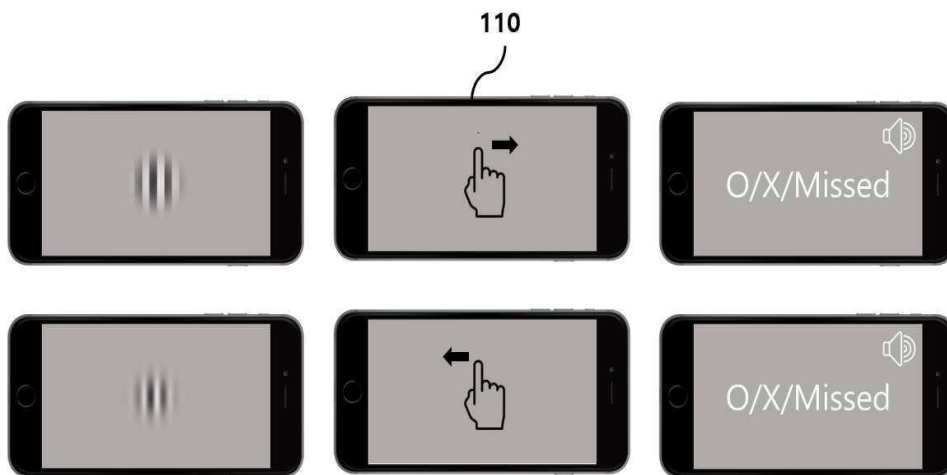
도면1a



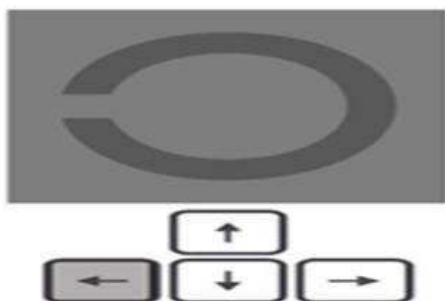
도면1b



도면1c



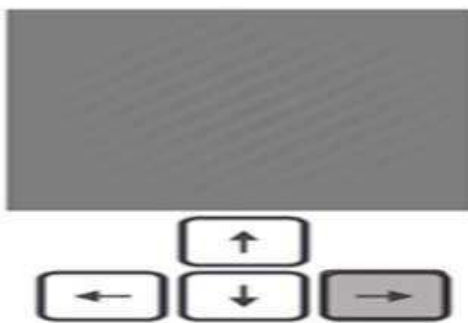
도면2a



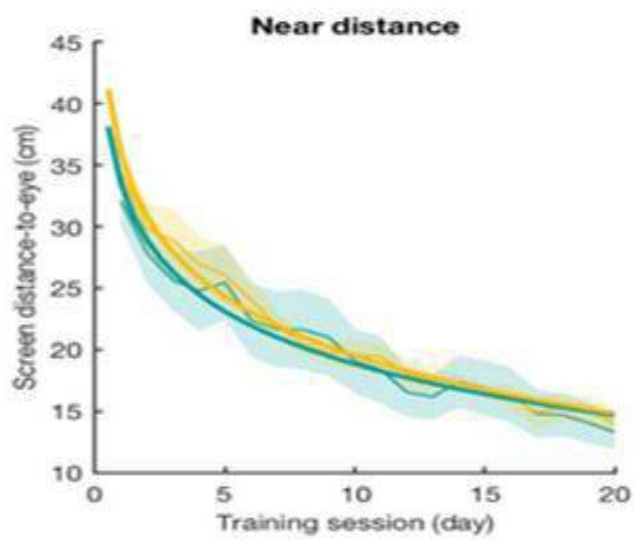
도면2b



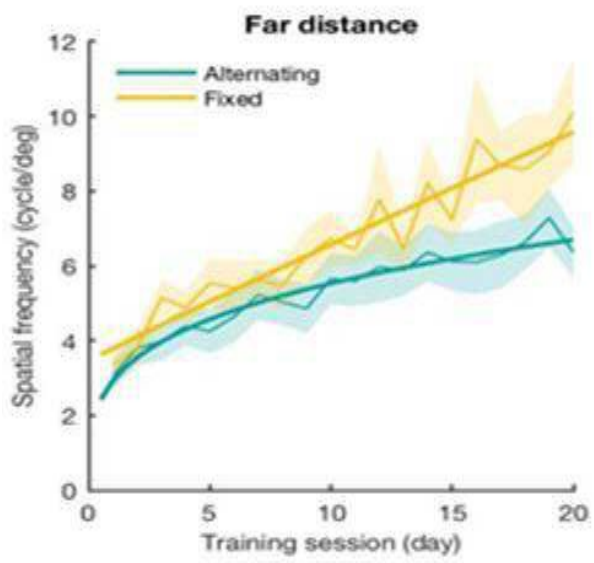
도면2c



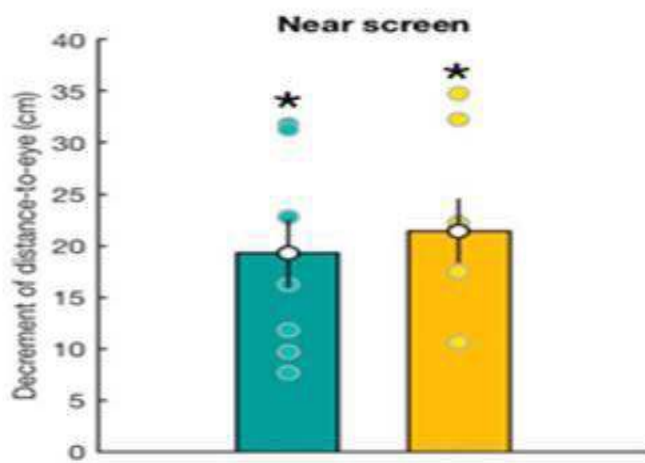
도면3a



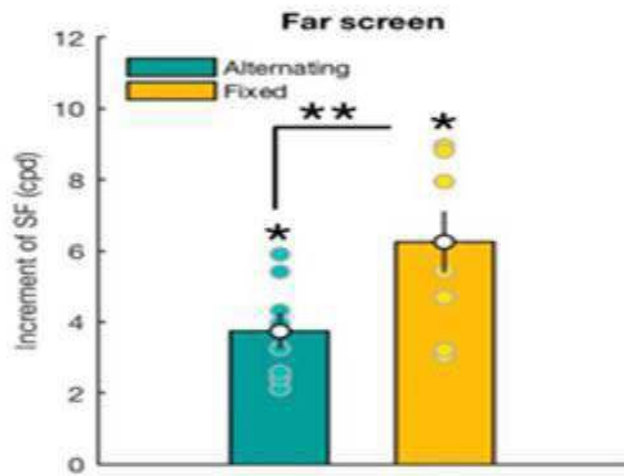
도면3b



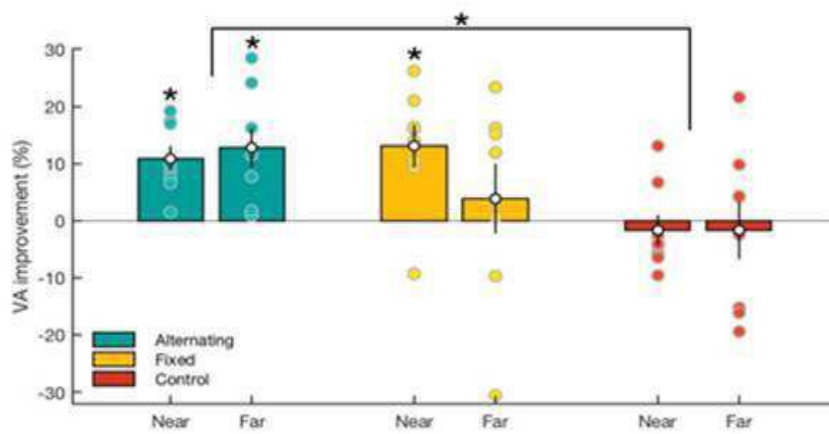
도면3c



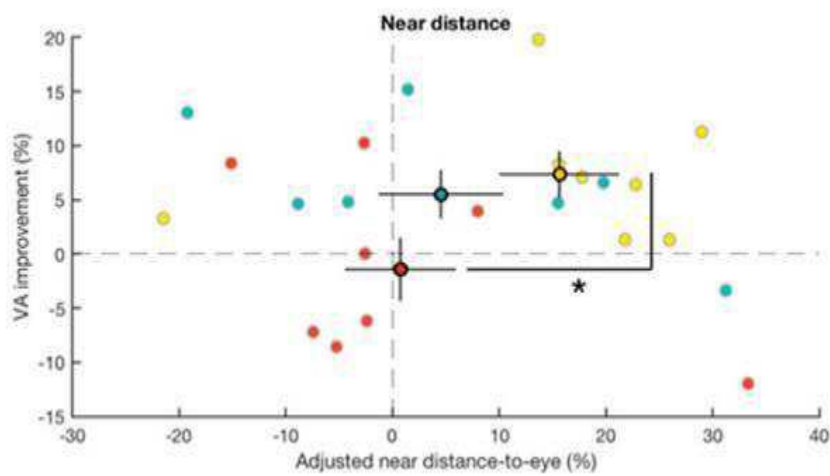
도면3d



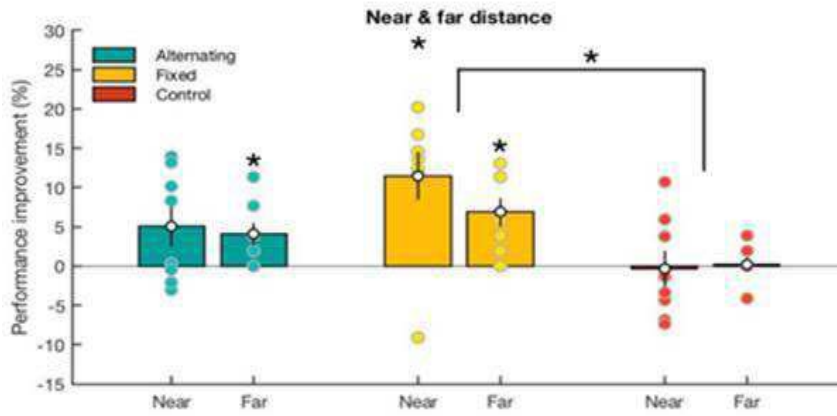
도면4



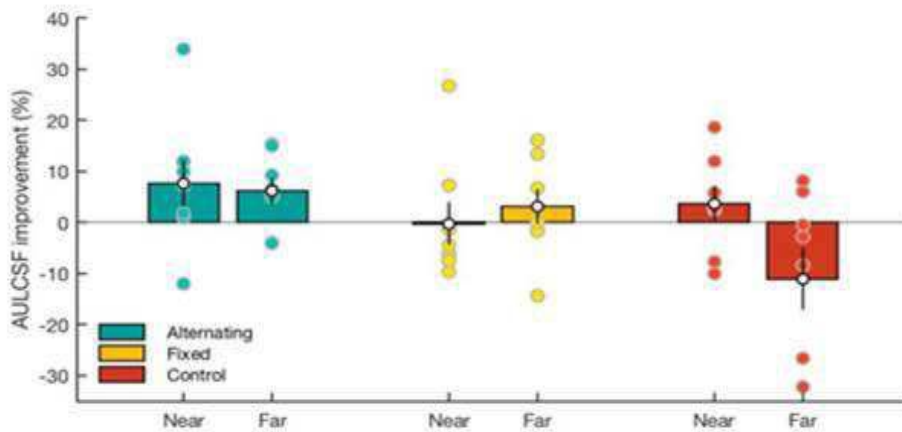
도면5a



도면5b



도면6



도면7

