

양안 시지각 훈련 프로그램에 관한 연구

이승원 · 이옥진 · 강은경*

동남보건대학 안경광학과, *인하대학교 물리학과

투고일(2008년 10월 27일), 수정일(2008년 11월 13일), 게재확정일(2008년 12월 9일)

목적: 본 연구는 양안의 시지각 및 시기능 훈련의 도구로 활용이 가능한 양안 시지각 훈련 프로그램을 제안한다. **방법:** 양안 시지각 훈련 시스템을 모듈별로 설계하였고, 입체시와 버전스 훈련이 가능한 입/출력 모듈을 구현하였다. **결과:** 본 훈련 프로그램은 입력모듈의 경우, 주시시차의 계산을 통해 인지 거리를 추정할 수 있으며 오차는 5% 미만이었다. 출력모듈의 경우는 28명의 훈련자를 대상으로 입체감 및 깊이인지에 대한 평가를 수행하였고 완전한 입체감을 경험하는 것으로 나타났다. **결론:** 따라서, 본 연구에서 제안하는 양안 시지각 훈련프로그램은 시기능 훈련의 도구로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

주제어: 시지각, 입체시, 주시시차

서 론

정보화 시대의 발달로 인하여 컴퓨터 등의 정보기기를 활용한 많은 편의성을 얻고 살아간다. 정보기술 및 전자기술의 발달은 정보기기를 통한 공간 및 운동에 대한 정보의 획득 및 처리가 가능하도록 하며 이는 디지털 신호처리 기술로 이루어 지게 된다. 특히, 디스플레이 기술의 발달은 2차원 영상을 융합하여 3차원 영상으로 재생산하여 실제의 사물처럼 느끼게 하기에 이르렀다.

입체감이란 마치 그 장소에 있는 것 같이 느끼는 것이며, 높은 입체감을 실현하는데 있어서 디스플레이는 필수적이다.

인간시각 시스템의 기능을 컴퓨터로 구현하는 것을 컴퓨터 비전이라 하며, 이는 인간이 시각적으로 인지하는 과정을 모델링 한 것이라 할 수 있다. 3차원의 물체 인식에 있어서 2차원 영상으로부터 3차원 정보를 추출하는 과정은 매우 중요하며, 이는 일반적으로 두 장 이상의 영상으로부터 깊이정보를 추출하는 복시안법을 사용하여 구현하게 되는데 이를 스테레오 비전(Stereo Vision)이라 한다. 스테레오 비전은 인간의 시각구조와 유사하게 자연 조명 상태에서 영상을 취득하여, 취득된 좌우 영상으로부터 일치점의 변위를 구하고 깊이 정보를 검출하는 방법이다.

이러한 기술들을 활용하면, 다양하고 효과적인 양안시 검사에 활용할 수 있으며¹⁾, 최근들어 부각되고 있는 시

능 훈련 프로그램의 개발에 사용할 수 있을 것이다.

본 연구는 먼저 양안시 검사 및 시기능 훈련을 위한 시지각 훈련 시스템을 제안하고, 이 시스템의 구현을 위해 필요한 3차원 입체 영상의 처리와 입체영상에 대한 피검자의 반응도를 평가하였다.

양안 시지각 훈련 프로그램 설계

1. 시지각 및 시기능 치료

안구 운동법 및 시치료에 관한 연구는 북미지역을 중심으로 활발하게 이루어지고 있으며 시기능훈련(Optometric Vision Therapy or Optometric Vision Training)이란 이름으로 더 잘 알려져 있다. 시기능훈련은 눈과 뇌를 포함하는 시각시스템에 대한 생리학적 교정방법이고 이러한 생리학적 교정방법을 통해서 눈을 많이 사용하는 시각적 업무(독서, 근거리작업, 게임중사, 컴퓨터 설계사 등)에 좀더 효율성을 극대화시키고, 눈의 기능성장애로 인해서 생길 수 있는 학습부진, 주의집중문제, 발달장애, 두통, 어지러움, 빈약한 스포츠활동 등의 문제를 해결하고 자신감을 심어줄 수 있다.

현재 우리나라에도 이러한 이론을 적용한 학원식 시력 교실 등이 등장하여 시력향상 및 집중력 향상에 주안점을 두고 교육되어지고 있다. 시기능 훈련의 분류^{2,3)}는 Table 1에 나열하였고, A-3항에서 볼 수 있듯이 시기능 효율을 증

교신저자 연락처: 이승원, 440-714 경기도 수원시 장안구 정지동 937번지 동남보건대학 안경광학과
TEL: 031-249-6513, FAX: 031-249-6510, E-mail: swlee@dongnam.ac.kr

*본 연구는 2007년도 교육인적자원부 재정지원 특성화사업 국고지원으로 연구되었습니다.

Table 1. Classification of Vision Training^{2,3}

A. Binocular	
1. Pleoptics	(for certain cases of functional amblyopia)
a.	Abnormal fixation
b.	Effects of suppression on visual activity)
2. Orthoptics	
a.	Heterotropia
b.	Heterophoria
3. Visual skills efficiency training	
a.	Poor pursuit or saccadic eye movement
b.	Accommodation infacility
c.	Vergence inefficiencies
d.	Others, e.g., poor stereopsis
B. Non-Binocular	
1. Visual perceptual training	
a.	Poor laterality and directionality
b.	Poor figure-ground perception
c.	Others, e.g., poor vision closure
2. Visual perceptual integrative training	
a.	Visual-auditory mismatching
b.	Visual-tactile/kinesthetic mismatching

대하기 위한 훈련들은 안근육 운동을 포함하는 버전스 및 입체시 훈련이다.

시기능 훈련의 버전스 및 입체시 훈련은 거리에 대한 지각 및 입체의 표현이 보다 효율적인 훈련의 요소라 할 수 있는데, 이는 디지털 영상기술 및 3차원 디스플레이의 응용기술들을 접목하면 보다 효과적인 훈련 프로그램의 개발이 가능할 것으로 판단된다.

2. 양안 시지각 훈련 시스템

본 연구에서 제안하는 양안 시지각 훈련 시스템은 기본적으로 시기능 훈련의 훈련도구로 사용하는 것을 목표로 한다. 공학영역에서 컴퓨터에 시각인지 기능을 갖추도록 하는 컴퓨터비전 기술을 응용하면, 사람의 시지각 능력과 유사한 방식으로 3차원으로 인지된 사물의 정보를 가공이 용이한 상태로 활용할 수 있으며, 이 영상의 좌우안 주시시차는 거리 및 깊이의 인지와 입체감에 대한 시각자극을 원하는 대로 목표하는 만큼 줄 수 있게 된다. 3차원 영상 시각자극을 원하는 대로 표현할 수 있음은 훈련도구로서의 충분한 기능구현이 가능하다 할 수 있다.

양안 시지각 훈련 시스템의 전체적인 구성은 Fig. 1과 같다. 본 시스템은 크게 4가지 모듈로 구성되는데, 각 모듈의 기능은 아래와 같다.

첫째, [Knowledge Base] 모듈은 양안시 이론 및 시기능 훈련의 임상응용 사례를 분석하여 시스템 학습 운용 프로

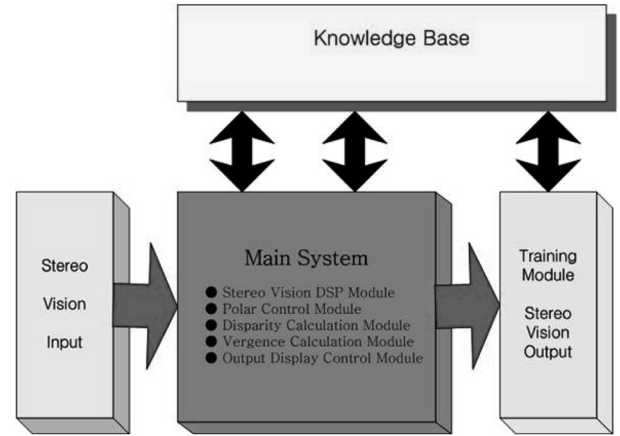


Fig. 1. The Structure of Binocular eye Perception Training System.

그램을 디자인 하는 부분이다.

둘째, [Stereo Vision Input] 모듈은 스테레오 비전 기술을 기반으로 양안 주시시차를 가지는 영상을 획득하는 부분이다.

셋째, [Training/Output] 모듈은 주시시차를 가지는 2개의 영상을 출력하여 훈련자에게 양안의 입체감과 깊이 인지를 가능하도록 하는 부분이다.

넷째, [Main System] 모듈은 위의 3개 모듈이 상호간 잘 연동되도록 하는 프로그램 처리 부분이다.

각 모듈이 연동하여 목표하는 시기능 훈련의 도구로 활용되어지기 위해서는 [Knowledge Base] 모듈의 훈련자별 훈련 시나리오 설정이 가장 중요하다. 시기능 훈련 필요자의 선별 및 훈련 및 학습규칙과 평가척도에 대한 정량화된 설정이 필요할 것이다. 임상적으로 훈련자의 개선 성과부터 개인별로 다른 양상을 보이게 되므로⁴ 일반화된 학습규칙 및 평가지표의 마련이 우선적으로 필요할 것이다.

[Stereo Vision Input] 모듈은 컴퓨터 비전 기술을 응용하여 설계하며, 양안 각각의 시각자극을 구분하여 가해줄 수 있도록 2대의 카메라를 사용하게 된다. 획득한 2개의 영상은 필요에 따라 융합되고 필요에 따라 분리될 수 있도록 해야 하고 뒷 절에서 다루었다.

[Training/Output] 모듈은 실제 훈련이 가능하도록 두 영상을 하나로 융합되게 하여 양안 입체시 및 깊이 지각이 가능하도록 설계되어야 한다. 컴퓨터 상에서 2개의 영상을 동시에 처리할 수 있는 2개의 그래픽 카드와 분리된 두 영상을 각각 영사할 2대의 프로젝터, 시차를 포함하여 영사된 2개의 영상을 양안 각각에 분리하여 인식하도록 훈련자가 착용할 투과축이 서로 다른 편광안경으로 구성되어야 한다.

[Main System] 모듈은 위에서 열거한 모듈간의 통신 및 신호처리가 가능하게 설계되어야 하며, 다음의 기능을 수

행하여야 한다.

1. 두 개 영상의 분리 및 융합
2. 영상의 시차량 계산
3. 거리 및 깊이감에 대한 계산
4. 학습 및 훈련시나리오 설정

3. 시차영상의 구현

본 절에서는 양안시지각 훈련 시스템의 [Stereo Vision Input] 모듈에 대하여 기술한다. 2대의 카메라로 획득한 영상데이터를 서로 매칭시켜서 양안시차를 계산하는 방법에 대하여 기술한다.

인간의 양안 시각계는 좌,우측 눈에 의해 획득한 두 영상을 적절히 정합함으로써 거리정보를 얻게 된다^{5,6}. 컴퓨터 비전에서 인간 시각계를 이용하여 거리추출 능력을 자동화하기 위해 적용하는 분야중 하나가 스테레오 정합 (Stereo Matching)^{7,8}이며, 이는 거리 및 입체에 대한 시지각을 표현해야 하는 본 시스템에 있어서 매우 중요한 부분이다. 스테레오 정합을 이용하여 좌, 우 영상에서 발생하는 양안의 주시시차(Fixation Disparity)를 구할 수 있으며, 이 값을 이용해 사물까지의 거리를 측정할 수 있고, 이는 폭주/개산의 버전스 변화에 따른 영상표현을 정량적으로 가능케 한다.

2차원 영상으로부터 3차원 정보를 추출하는 과정은 매우 중요한 단계로 스테레오 영상을 이용한 양안시법이 주로 사용되며, 양안시법은 두 장 이상의 영상으로부터 거리 정보를 추출할 수 있는 시스템으로 인간의 시각구조와 유사한 방법으로 영상을 취득한다¹⁰. Fig. 2는 본 시스템의 입력모듈의 실제적인 데이터 흐름을 표현하고 있으며 이는 각 단계별로 디지털 신호처리 기법으로 수행한다.

Fig. 3은 좌·우의 카메라 영상을 매칭시킬 때 얻어지는 시차를 도식화하여 표현한 것이며 공간좌표의 설정이 우

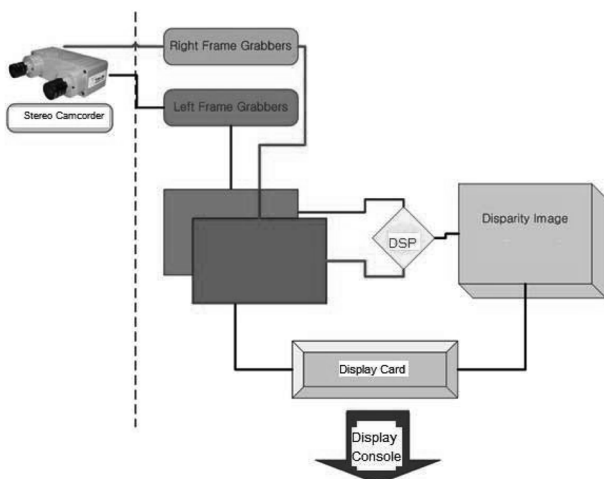


Fig. 2. The Structure of Stereo Vision Input Module.

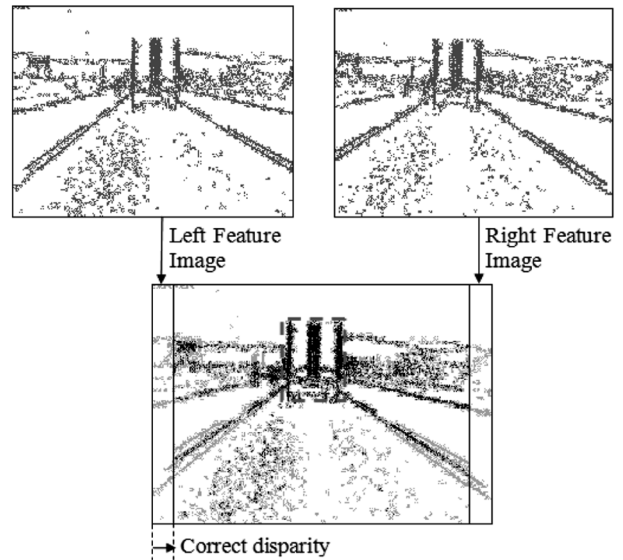


Fig. 3. The Concept of Disparity Calculation.

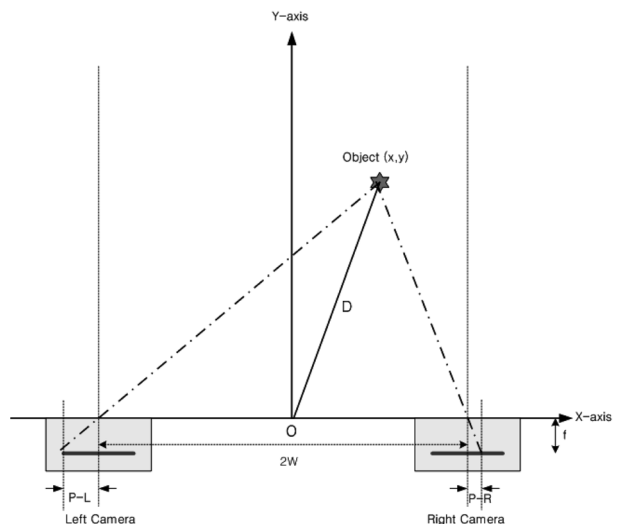


Fig. 4. The Structure of Horizontal Method Stereo Camera.

선적으로 필요하다.

본 시스템의 경우는 평행식 스테레오 카메라를 사용하여 x-y-z축의 3차원이 아닌 2차원 평면을 기준으로 x-z 좌표공간을 기준으로 2차원 영상의 프레임별 윈도우를 획득한다.

이 때 수평시차는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$D_{disparity}(x) = W_L(x) - W_R(x)$$

여기서, $W_L(x)$, $W_R(x)$ 은 각각 좌, 우측 영상의 x축 무게중심이며 기준점을 2윈도우 간에 정렬한 후에 시차계산을 수행하게 된다. 각각 얻어진 2차원 영상 윈도우는 각 픽셀의 RGB값을 가지고 있는 $N \times M$ 행렬이며 N과 M은 수직/수평방향 CCD영상의 픽셀을 의미한다. 윈도우는 촬영된 프레임 하나씩을 의미하며, 동시에 촬영한 2개의 영상을

행렬의 요소별로 차를 구한 행렬이 $D_{disparity}$ 행렬로 얻어진다.

또한, 주시거리의 계산은 Fig. 4에서와 같이

$$D = \frac{W}{P_l + P_r} \sqrt{(P_l + P_r)^2 - 4f^2}$$

로 표현된다. 식에서 W 는 두 카메라의 베이스라인 간격이며, f 는 초점거리이다.

이러한 방법으로 좌, 우 카메라로 각각 획득한 두 개의 영상에서 중심점을 구한후, 시차를 계산하고 주시거리를 계산할 수 있다.

4. 영상의 정합 및 깊이 표현

본 절은 [Training/Output] 모듈의 구현에 관하여 기술한다. 3차원 영상을 융합하여 출력하는 방식과 입체에 대한 깊이인 지 요소에 대하여 기술한다.

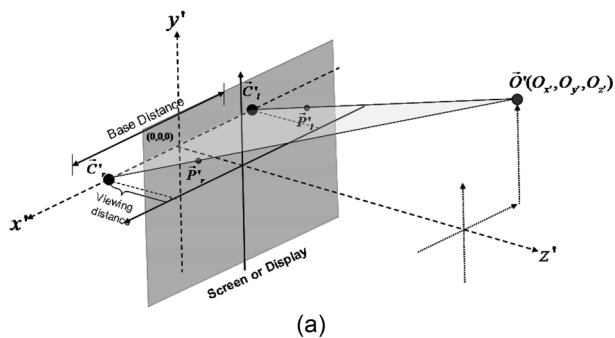
3차원의 입체영상을 구현하는 방식은 크게 스테레오스코픽 디스플레이와 3D 디스플레이의 2가지 방식으로 구분한다¹¹. 스테레오스코픽 디스플레이는 양안시차를 갖는 2개의 2차원 영상을 좌우의 눈에 따로따로 분리, 제시하여 입체시 함으로써 화면의 전후에 깊이감 있는 공간을 재현하는 방식이다. 2대의 카메라로 촬영한 좌우 영상을 표시하기 때문에 한 방향의 시점에서만 입체를 볼 수 있다. 반면에 3D 디스플레이 방식은 물체를 여러 방향에서 여러대의 카메라로 촬영하여 공간상에 영사하기 때문에 관찰자가 어느 방향에서나 3차원 영상을 볼 수 있다. 본 시스템의 경우, 훈련자의 시각에서만 입체감을 인지하는 것으로

충분하므로 스테레오스코픽 디스플레이 방식의 구현으로 충분하다. 스테레오스코픽 디스플레이 방식을 세분화하면 HMD, 애너클리프, 편광방식, 시분할 방식 등 몇가지가 있지만, 현재 가장 구현 완성도가 높은 안경식-편광방식을 이용하였다.

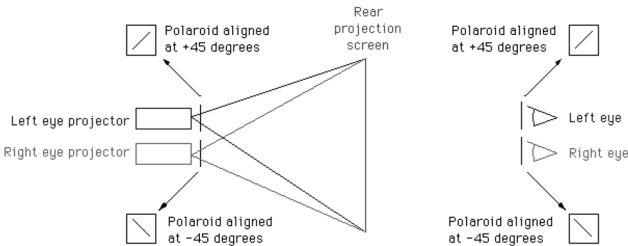
시차를 가지는 2개의 영상은 이를 영사함에 있어서 공간상에서 융합되어 지도록 하여야 한다. Fig. 5(a)에서와 같이 수평방향의 베이스라인 거리를 가지는 2대의 프로젝터 C_r, C_l 은 공간상에 영상을 영사하게 되고 Fig. 5(b)에서처럼 투과축이 서로 90도가 되는 편광안경을 쓰고, 좌우안 각각 영상을 보게된다. 이는 기준이 되는 스크린보다 전방 혹은 후방에 사물이 있는 것처럼 돌출감과 후퇴감 같은 깊이감을 인지하게 된다. 양안시차 방식으로 제작된 시차영상은 두 대의 카메라로부터 얻은 스테레오 이미지의 시차량을 포함하고 있다. 따라서 시차영상을 영사하였을 때, 관찰자는 스크린과 이루는 관찰거리에 따라 좌, 우 눈과 시차영상내 각각의 대응점과 연장선이 이루어 만나는 공간상의 한 점을 원 물체의 깊이감으로 인식한다.

이 때 얻게되는 돌출감과 후퇴감 같은 깊이감은 강한 입체감을 제공하게 되며 돌출감은 폭주훈련, 후퇴감은 개산 훈련에 직접 응용할 수 있다. 깊이감의 방향은 돌출/후퇴의 2방향이며 Fig. 6에서와 같이 스크린을 기준으로 더 멀리 있는 것으로 느끼는 후퇴감은 +시차, 돌출감은 -시차의 감소하는 방향이라 한다. 따라서, 시차량의 크기 및 관찰거리에 따라 깊이감은 변화한다.

시차영상이 허용할 수 있는 깊이감의 척도는 설치된 두 프로젝터의 베이스라인 거리와 스크린이 설치된 거리의 2가지 요소이다. 다시말해, 두 거리를 기준으로 한 각도로



(a)



(b)

Fig. 5. The Concept of Two Image Interpolation.

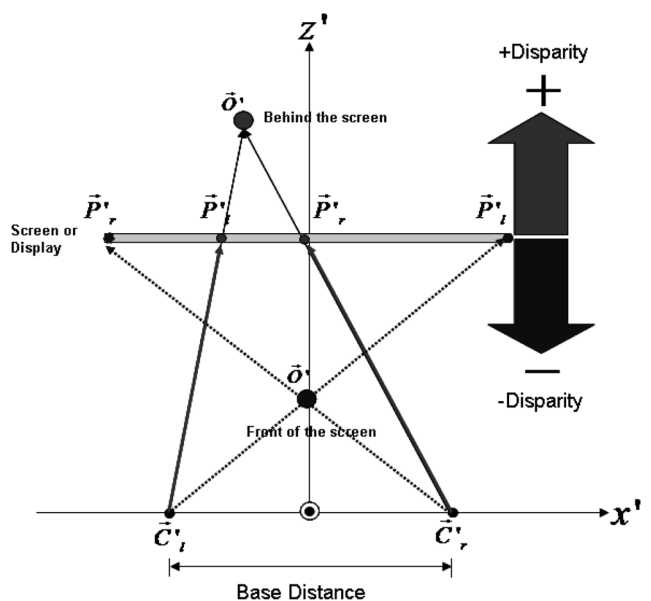


Fig. 6. The Visual Depth Perception and Disparity Sign.

Table 2. Allowed Disparity Value⁵

case	Horizontal		Vertical	
	arc	degree	arc	degree
1	below 80°	1.3°	below 10°	0.16°
2	below 100°	1.6°	below 15°	0.25°
3	over 100°	1.6°	over 15°	0.26°

최대시차량을 표시할 수 있다. 앞서 연구된 바에 의하면 스크린과 관찰자의 거리가 5 m 정도에서 허용수평시차량은 +1.3도, 수직시차량은 +0.16도로 보고되고 있다¹⁴. Table 2는 이를 정리한 것이며, 좌측 열 이격량 내의 1은 입체시가 잘됨, 2는 입체시는 되나 이중상 보임 그리고 3은 입체시 안되고 완전한 이중상을 의미한다.

실험 및 고찰

1. 이동물체의 변위 평가

본 실험에서는 point-grey 사에서 나온 Bumblebee²¹² 스테레오 비전 카메라를 사용하였고, 시스템 특성은 Table 3과 같다.

촬영 대상물은 RC(Remote Control) 자동차에 탁구공을 부착하여 촬영하였고, 영상에서의 기준위치를 얻기 위해 25 cm 간격으로 라인을 그어서 구분할 수 있도록 하였

Table 3. The System Property of the Stereo Camera

Item		Property	
1. Camera installation method		Horizontal	
2. Camera installation gap		120(mm)	
3. Camera lens focal length		3.8(mm)	
4. Camera CCD	Size	1 pixel	
	Resolution	H	7.4×7.4 (μm)
		V	648 dots
5. Frame Rate		48 FPS	

Table 4. The Distance Estimation and the Error Rate unit: meter

Frame Index	Object Distance	Estimate Distance	Error Rate (%)
A	5.0	4.895	-2.1
E	4.0	3.943	-1.4
I	3.0	2.989	-0.4
M	2.0	2.010	+0.1
Q	1.0	1.019	+1.9
M	0.5	0.532	+6.4

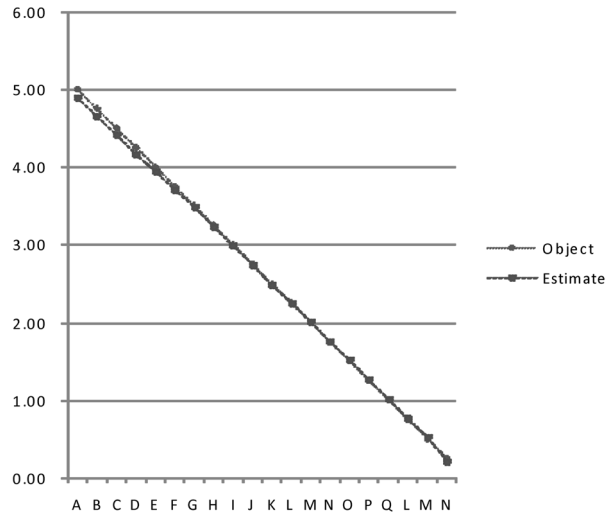


Fig. 7. The Distance Estimation from Far to Near.

으며, 취득한 영상 데이터의 가공 및 처리는 Microsoft사의 Visual C++과 Matheworks사의 Matlab 및 Matlab toolbox¹³을 이용하였다.

오브젝트의 거리 계산 알고리즘은 Adaptive Threshold Method¹⁴를 사용하였다.

Table 4와 Fig. 7은 영상의 차로 획득한 시차를 기초로 거리를 추정한 것의 결과이다. 거리의 기준은 촬영된 영상의 카메라 관독에 의해 미리 설정해 놓은 거리라인을 지날 때의 정지영상이 몇 번째 프레임인지를 추출하여 계산하였다. 판별 결과 주로 원거리에서는 실제거리보다 짧게, 근거리에서는 실제거리보다 가깝게 계산되었으며, 오차범위는 평균적으로 5% 이내로 나타났다.

2. 깊이감 인지 평가

깊이감에 대한 인지평가는 피실험자 성인 28명을 대상으로 진행하였고, 성별로는 남성 15명과 여성 13명을 대상으로 하였다. 피실험자 28명의 동공간거리를 측정하였다. 이들의 동공간거리 분포는 Fig. 8과 같다.

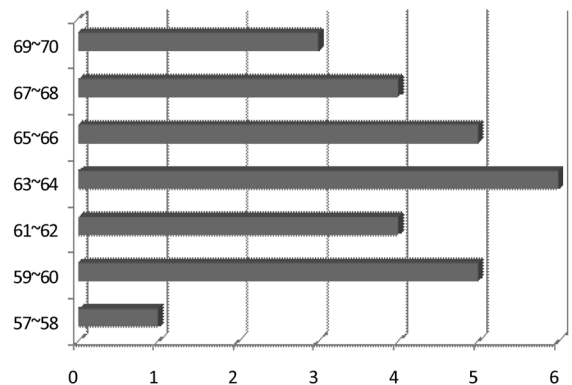


Fig. 8. The P.D. Distribution of the Applicants.

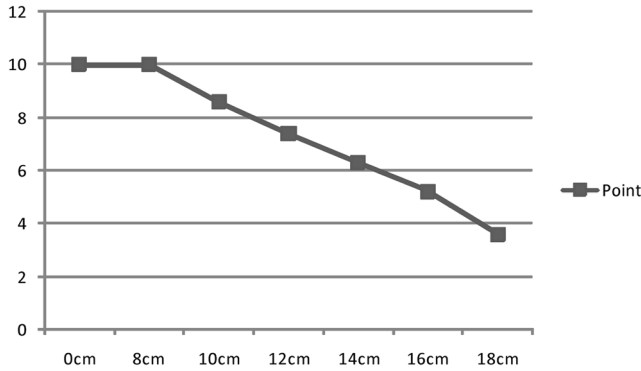


Fig. 9. The Visual Depth Perception of the Applicants.

28명의 피실험자군에 수평으로 증가된 시차량이 포함된 시차영상을 보여주어 융합정도를 4단계로 구분하였다.

융합의 정도는 다음과 같다.

첫째, 상이 하나로 일치하며 입체감이 뚜렷하다.

둘째, 입체감은 있으나 상은 하나가 아니다.

셋째, 입체감은 다소 있으나 상이 두 개로 보인다.

넷째, 입체감은 없고 두 개의 상만 보인다.

각 단계별로 각각 10점, 7점, 4점, 1점을 부여하여 측정 데이터를 정량화 하였다.

관찰자로부터 스크린까지의 거리는 5 m로 하였고, 좌우 각각의 영상을 출력시키는 프로젝터는 수직으로 배열하는 것을 기준으로 하였다.

본 시스템에서는 수평방향의 카메라 배열을 기준으로 영상을 획득하고, 이에 대한 시차의 계산을 기준으로 하였기 때문에, 수직방향의 배열은 두 영상의 융합에 별다른 제한요소로 작용하지 않는다. 먼저, 수직배열한 프로젝터로 시차영상을 영사한 경우, 28명의 훈련자 모두 10점의 점수로 평가하여 완전한 입체감을 느끼게 되는 것으로 나타났다.

입체감의 인지는 동공간거리가 큰 경우에 더 확연하게 느끼게 될 것으로 생각하여 Fig. 8에서와 같이 피실험자의 동공간거리를 실험변수로 고려하였으나, 결과에 있어서는 별다른 상관관계를 찾을 수 없었다. 이는 피실험자의 개개인별 허용시차량이 서로 달라서 영향을 주지 않은 것으로 판단되어진다.

Fig. 9는 프로젝터를 수직방향으로 배열하지 않고 상호간에 수평방향의 이격을 두어, 실제 시차량이 증가되는 실험으로 진행한 결과이다.

두 프로젝터의 중심점 거리차를 0 cm(수직배열), 8 cm(수평 이격), 10 cm, 12 cm로 2 cm씩 단계별로 늘려나갈 때, 관찰자는 융합의 기능이 깨지는 종말점에 도달하게 되고, 이는 본 실험에서 어느정도 양안시가 잘 이루어진 기준을 6점 이상으로 평가할 때, 12 cm에서 14 cm 사이로 나타났다.

결 론

본 연구를 통하여 양안의 시지각 및 시기능 훈련의 도구로 활용이 가능한 양안 시지각 훈련 프로그램을 제안하였다. 양안 시지각 훈련 시스템을 모듈별로 설계하였고, 입체시와 버전스 훈련이 가능한 입/출력 모듈을 구현하였다. 또한, 본 양안 시지각 훈련 시스템에 대하여 입력부와 출력부의 평가를 수행한 결과는 다음과 같았다. 스테레오 카메라로 얻어진 시차영상은 계산을 통해 입체시의 표현이 가능하였으며, 거리에 대한 인지가 가능하였다. 사물에 대한 위치를 계산한 결과, 원거리와 근거리별로 오차량이 $-/+$ 부호로 반전되는 경향을 보였으나 오차 범위는 평균적으로 5% 이내로 나타났다. 시차영상을 출력하여 입체시를 구현하는 출력부에 있어서는 28명의 훈련자를 대상으로 평가한 결과, 베이스라인을 짧게 유지하는 경우 28명 모두 강한 입체감을 느끼는 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서 제안하는 양안 시지각 훈련 프로그램은 시기능 훈련의 도구로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이학준, "VDT를 이용한 굴절검사에 대한 연구", 한국안광학회지, 5(2):49-53(2000).
2. John R. and Griffin, "Binocular Anomalies: Procedures for Vision Therapy", 2nd Ed., Chicago Professional Press, New York, pp. 161(1976).
3. 박현주, "시기능 교정의 임상사례", 한국안광학회지, 11(1):35-41(2006).
4. 최선미, 이성욱, "폭주부족에 대한 시기능 훈련 임상 사례", 대한시과학회지, 9(4):451-458(2007).
5. 김은수, 이승현, "3차원 영상의 기초", 기다리, 한국, pp. 121-143(1998).
6. Jain A. K. and Flynn P. J., "Three-Dimensional Object Recognition Systems", Elsevier Science, USA, pp. 156-159(1993).
7. Wang Z. F. and Ohnish N., "Intensity-based Stereo Vision: from 3-D to 3-D", SPIE, 2354:434-443(1994).
8. Yau W. Y. and Wang H., "Fast relative Depth Computation for an Active Stereo Vision System", Proc. Real-Time Imaging, 5(3):189-202(1999).
9. 서효기, "시차 정보를 이용한 스테레오 영상의 배경 분리 연구", 광운대학교 석사학위 논문, 한국, pp. 72-96(1999).
10. Grinberg V. S., Podnar G. W., and Siegel M. W., "Geometry of Binocular Imaging", Proc. SPIE, 2177:56-65(1994).
11. 이승현, "3D 디스플레이 기술", 조명·전기설비학회지, 22(3):26-38(2007).
12. 이윤희, 김동식, 정호기, 윤팔주, "Stereo Vision 기반 전방 장애물 거리 감시 시스템", 한국자동차공학회, 2(1):1181-

- 1187(2005).
13. Available from: URL: http://www.ptgrey.com/products/bumblebee2/bumblebee2_xb3_datasheet.pdf
14. Available from: URL: http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/

A Study on Binocular Eye Visual Perception Training Program

Seung-Won Lee, Ok-Jin Lee and Eun-Kyoung Kang*

Department of Optometry and Vision Science, Dongnam Health College, Korea

*Department of Physics, Inha University, Korea

(Received October 27, 2008: Revised November 13, 2008: Accepted December 9, 2008)

Purpose: The aim of this research was to propose a program that can be used the Binocular Eye Visual Perception Training. **Methods:** This program can be used as a tool for binocular vision and vision training. The system that was made up of module was available in the stereopsis and the vergence training. **Results:** In case of input module, this program could estimate the distance by using fixation disparity. Also, our margin of error is less than 5%. In case of output module, 28 trainers were examined by stereoscopic vision and visual depth perception. **Conclusions:** Therefore, the system can be used as a tool for the vision training.

Key words: Visual Perception, Stereopsis, Fixation Disparity