방향정보처리에 의한 영상 인식에 관한 연구

조재현* · 김진환** · 이종희***

A Study on Image Recognition by Orientation Information

Jae-hyun Cho* · Jin-hwan Kim** · Jong-hee Lee***

이 논문은 2008년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

요 약

인간의 시각정보처리는 망막에서 입력된 영상을 시각피질에 전달될 때 많은 특성을 가지고 있다. 그중에서 확대성질과 방향성에 대한 민감도를 분석하여 영상인식에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 확대성질은 중심와의 영역이 시각피질에서 확대영역으로 할당되는 사실을 확대배율이라고 부른다. 방향수직반응의 가중치와 수평 및 대각선반응의 가중치를 여러 가지로 변동하여 영상의 인식률을 비교함으로써 수직반응 정도에 매우 민감함을 보이며 차후 인간시각모델 구성에 적용하고자 한다.

ABSTRACT

There are a lot of characteristics in Human visual information processing when image information is transmitted from retina to visual cortex. Among them, we analyze the sensibility of the orientation and cortical magnification on an image. The fact that the small fovea is allotted a large area on the cortex is called the cortical magnification factor. We compare recognition rates by weight of vertical, horizontal and diagonal response. In statistics analysis, we show that a particular simple cell responds best to a bar with a vertical orientation. After then, we will apply the characteristics to Human visual system.

키워드

시각피질, 망막, 영상인식, 피질확대

Key word

Visual cortex, Retina, Image recognition, Cortical magnification

* 부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과
** 영산대학교 컴퓨터공학과
*** 신라대학교 컴퓨터정보공학부

접수일자 : 2009. 10. 30

Ⅰ. 서 론

인간의 정보처리과정을 이해하기 위하여 생리학이나 심리학에서 많은 연구가 진행되어 왔으며 그 연구들을 토대로 공학에서도 많은 모델들이 제시되었다. 인간 시각시스템은 대뇌에만도 수백 억 개의 신경세포가 있고 또한 그 세포 각각 중에서 많은 것은 1만개 이상의 다른 신경세포에게 출력을 내보내는 등 고도의 병렬회로를 구성하고 있기 때문에 1개의 신경세포의 반응만을 관찰하여 시스템전체의 구조나 기능을 파악할 수는 없다[1-4]. 따라서 공학연구에서는 생리학에서 밝혀진 부분적인 사실을 토대로 연구하고 밝혀지지 않은 부분에 대해서는 적절한 가설을 통하여 통합된 모델에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 또한 모델을 구성할 때에도 신경계가 가지는 성질을 그대로 모방하지 않고 신경계가 가지는 특정 기능에 주목하여 그 기능에 대하서 본질적인 작용을 하고 있다고 생각될만한 성질만을 골라 추상화하여 모델에 삽입하는 연구가 진행되었다 [3,4]. 본 논문에서는 망막에서 처리된 정보를 시각피질에 전달될 때 수직성분에 대한 가중치에 의한 영상 인식률[5]과 그 외 수평 및 대각선 방위성분에 대한 가중치를 변동하여 민감도에 의한 영상인식에 미치는 영향을 보이고자 한다.

Ⅱ. 인공시각 시스템과 시각정보처리과정

2.1 인공 시각 시스템

인공시각 개발에 관한 연구는 크게 4가지부류로 나뉜다. 망막하 자극기(subretinal stimulator), 망막앞자극기(Epiretinal stimulator), 시신경자극기(Optic nerve stimulator), 시피질 자극기(Visual cortex simulator)등 4가지로 분류되며 각각의 특성을 다음과 같다[4,6,7]. 망막하자극기에는 Microphotodiode array (MPDA), Mivroelectrodearray(MEA), Arificial Silicon Retinal(ASR)등 있으며 장점은 망막의 아래쪽에 장치하여 빛 감각과 신경자극을 간단하게 하나의 칩으로 자극할 수 있지만, 망막과 맥락막의 접촉을 방해하여 망막외층의 영양 공급과 노폐물제거를 차단하므로 망막조직에 손상을 줄 수 있는 단점을 가지고 있다.

망막앞자극기에는 Retinal Implant Project(RIP), Intraocular Retinal Prosthesis(IRP) 등이 있으며 장점으로는 전극 장치의 삽입이 비교적 간단하다. 단점 전극장치를 망막 위에서 고정하기가 어려워 장기간 생체내에 삽입하였을 때 전극자체가 눈 안에서 이동하여 망막에 손상을 줄 수 있다. 시신경 자극기(Optic nerve stimulator)는 Microsystem-based Visual Prosthesis (MIVIP)등이 있으며 장점으로는 안구 뒤에 있는 시신경을 수술하여 전극장치를 삽입하는 것으로 심한 망막손상에도 적용이 가능하다. 그러나 신경에 밀집해 있는 부분에 장치를 삽입하는 것이 어려우며, 원하는 신경섬유만을 선택하여 자극하는 것이 어렵다. 마지막으로 시피질자극기방법을 이용하는 것으로 Dobelle의 Dobelle's eye가 있으며 시각자극 전달의 중간단계를 생략하고 직접 뇌세포를 자극하는 방법으로 환자의 반응을 직접 볼 수 있다는 장점을 가지고 있지만 신호조절과정을 외부에서 해석하여 시각피질에 전달하고 있어 시각피질의 기능에 대해서 고려하지 않은 단점을 가지고 있다.

2.2 시각정보처리과정

인간의 시각 정보처리 흐름은 영상이 망막에 입력되어 광수용기에 상이 맺히게 된다. 망막으로부터 출력되는 전기화학적 신호를 신경절세포로 구성된 시신경(optic nerve)을 통해 일차적으로 망막에서 처리된 후 외측슬상핵(LGN)으로 그 정보가 전달되고 다시 외측슬상핵에서 시각피질로 이동된 이후 인지과정을 거치게 된다. 그림 1에 인간시각처리과정을 나타내었다[8-10]. 시각피질은 크게 단순피질, 복합피질, 그리고 끝멈춤 피질로 구성되어 있다. Hubel과 Wiesel은 세 가지 주요유형의 뉴런들을 확인하고 가장 잘 반응하는 자극의 유형에 따라 분류를 하였다. 단순피질세포의 특성은 특정한 방향으로 놓여 있는 빛의 막대에 가장 잘 반응하도록 되어 있다는 것이다. 즉 수용장의 길이를 따라 놓여있을 때 큰 반응이 발생한다는 것이다[11].

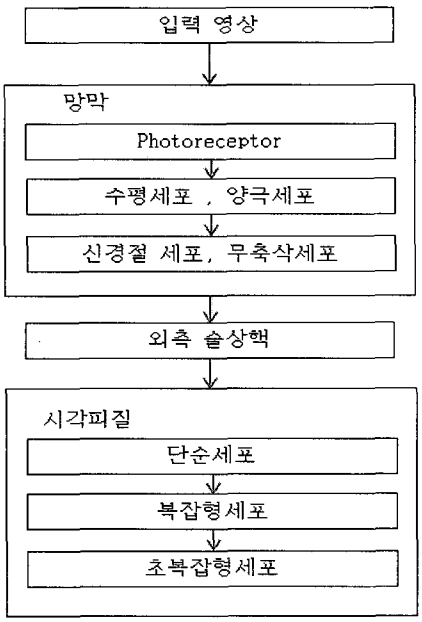

그림 1. 인간시각정보처리과정
Fig. 1 Human visual information processing

Hubel과 Wiesel은 피질조직에서 뉴런의 구성을 알기 위해 피질표면에 수직방향으로 전극을 꼽거나 비스듬하게 꼽아, 뉴런의 속성을 측정하였다. 실험결과 피질이 위치기둥들로 구성되어 있으며 한 위치 기둥내에 있는 뉴런들은 망막의 동일한 위치에 수용장을 갖는다는 결론지었다. 또한 중심와의 작은 망막영역이 동일한 크기의 망막주변부위 영역보다 피질에서 더 큰 공간을 배당받고 있으며 또한 이 효과를 확대배율이라고 정의하였다. 그림 2에 망막위에 영역과 피질내의 영역과의 관계를 나타내었다[9,13].

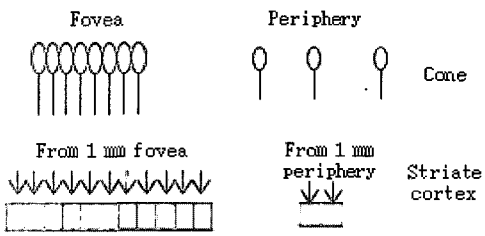

그림 2. 망막위에 영역과 피질내의 영역 관계
Fig. 2 The area relation of a retina and a visual cortex

중심와 부근이 주변부위보다 더 많은 공간을 배정받고 망막위에 크기가 동일한 두 영역이 피질에서 크기가 다른 영역을 제공받음을 알 수 있다. 또한 Hubel과 Wiesel은 세 가지 주요유형의 뉴런들을 확인하고 가장 잘 반응하는 자극의 유형에 따라 분류를 하였다. 단순 피질 세포는 중심-주변 수용장처럼 홍분성과 억제성을 갖는 수용장을 갖고 있지만 이들 영역들은 중심 주변의 모양보다는 측면을 따라 나란히 배열되어 있다[9,11]. 단순 피질세포의 특성은 특정한 방향으로 놓여 있는 빛의 막대에 가장 잘 반응하도록 되어 있다는 것이다. 즉 수용장의 길이를 따라 놓여있을 때 큰 반응이 발생한다는 것이다[9,11].

Ⅲ. 방향 정보 처리에 의한 영상 인식

현재의 컴퓨터시각 이론은 획득한 영상을 영상의 특징을 추출하여 물체를 인식하는 과정을 거치게 된다. 즉 인간 시각의 특징정보 추출과정을 모방하여 물체를 인식하고는 있으나 실제 그 응용 과정 중에 인간의 시각정보처리과정과는 상이한 형태로 발전되어지고 있다. 최근 인간의 뇌의 정보처리과정 및 시각정보처리 과정에 관련한 연구가 진행되고 있으며, 점차 인간의 시각정보처리과정이 규명되고 있다. 현재 세계 각국 및 국내에서도 이러한 모델의 연구 시도가 활발히 일어나고 있다[4,10]. 본 논문에서는 망막의 특성과 시각피질의 특성을 고려한 모델에서 수평정보 및 수직정보 대각선 정보의 가중치를 변동하여 인식률에 미치는 영향을 나타내고자 한다. 가중치를 적용하기 위하여 Kirsh edge detector[8,12]를 사용하였으며 먼저 수직방향의 성분을 2배한 방법[4], 수평 수직 양쪽대각선을 1로 한 방법과 4방향의 가중치를 동일하게, 2방향 즉 수직 수평만 적용, 그리고 수직과 양 대각선 방향 정보, 마지막으로 수직정보를 제외한 수평정보와 양 대각선 방향 정보로 하여 영상인식을 하였다.

먼저 가중치를 적용하기위하여 원영상의 크기를 nSize × nSize 라고 가정할 때 수직성분 및 수평성분 그리고 대각선 성분의 가중치를 다르게 적용하기 위하여 그림 3과 같이 구성하였다.

```
Case 1:
nSize2 = nSize/2; nSize4 = nSize/4;
nSizeX = nSize2; nSizeY = nSize;
F_ImageResize(&V, nSize2, nSize2);
F_ImageResize(&H, nSize2, nSize4);
F_ImageResize(&LD, nSize4, nSize4);
F_ImageResize(&RD, nSize4, nSize4);
Case 2:
nSizeX = nSize; nSizeY = nSize;
Size2 = nSize/2;
F_ImageResize(&V, Size2, Size2);
F_ImageResize(&H, Size2, Size2);
F_ImageResize(&D, Size2, Size2);
F_ImageResize(&D, Size2, Size2);
Case 3:
nSizeX = nSize; nSizeY = nSize/2;
nSize2 = nSize/2;
F_ImageResize(&V, nSize2, nSize2);
F_ImageResize(&H, nSize2, nSize2);
Case 4:
nSizeX = nSize; nSizeY = nSize/2;
nSize2 = nSize/2;
F_ImageResize(&V, nSize2, nSize2);
F_ImageResize(&H, nSize2, nSize2);
Case 5:
nSizeX = nSize;nSizeY = nSize/2;
nSize2 = nSize/2;
F_ImageResize(&V, nSize2, nSize2);
F_ImageResize(&H, nSize2, nSize2);
```

그림 3. 방향 성분에 대한 가중치
Fig. 3 The weight of orientations

Kirsh 필터를 적용한 출력으로 V는 수직성분, H는 수평성분, LD, RD는 대각선 정보를 나타낸다. Case1은 수직성분을 강조한 것을 나타내면 Case 2는 모두동일하게 성분요소를 적용한 것이며 Case 3은 수직 및 수평정보만을 나타내었으며 Case 4는 수직성분과 대각선 Case 5는 수평성분과 대각선정보로 구성한 것을 나타내었다.

Ⅳ. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 방법은 Pentium 3.4GHz, Window XP환경에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 실험에 적용된 영상은 32×32 크기를 가진 숫자 영상 340개 중에서 220개는 학습 데이터로 적용하였고 120개는 테스트 데이터로 적용하여 반복회수와 학습률에 따라 인식 성능의 민감도를 비교 분석하였다. 영상인식을 위하여 사용된 알고리즘은 Delta-bar-delta 기반 오류 역전파 알고리즘으로써 초기 학습율과 오류 한계 등은 모두 동일한 환경에서 실험하였다. 표 1에서 알 수 있듯이 여러 방향에 의한 가중치적용방법보다 수직성분에 대한 가중치적용이 보다 효율적임을 알 수 있다.

표 1. 초기 학습율과 반복횟수에 따른 인식률
Table. 1 Recognition rate by initial learning rate and iteration

학습률	반복회수	수직	4방향 동일	2방향	3방향 VDD	3방향 HDD
0.3	1000	94.4	89.17	91.67	92.5	87.5
	3000	95.4	93.33	93.33	85.83	80
	5000	95.0	88.33	93.33	92.5	87.5
	10000	94.5	88.33	92.5	85.83	86.67
	15000	94.4	92.5	90.83	90	82.5
0.1	1000	94.67	90.83	94.17	93.33	84.17
	3000	94.75	90.83	91.67	90	86.67
	5000	94.66	90.83	91.67	88.33	85
	10000	95.08	92.5	91.5	91.67	85.83
	15000	94.39	90	90.83	88.33	88.33
0.01	1000	94	90.83	90.83	85	87.5
	3000	94.584	93.3	92.5	90.83	88.33
	5000	94.833	90.83	92.5	90	85
	10000	95.001	88.33	93.33	89.17	81.67
	15000	95.499	91.67	91.67	87.5	90.83

위 표 1에 대한 유의성을 검정하기 위하여 통계적 성능평가 기법으로 확률화 블록 설계법(randomized block design)을 이용하였다[14,15]. 이원배치법(비반복측정)에 의해 분산분석을 하였다. 실험에 사용된 데이터값은 1=원영상, 2=수직성분강조, 3=동일가중치에 의한 4방

향성분, 4=수직성분과 수평성분, 5=수직 및 양대각선정보, 6=수평 및 양대각선정보로 하여 인식율과 반복회수에 대한 유의성을 검증하였다. 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA) 결과는 표 2에 나타내었다.

표 2. 인식률에 대한 분산분석
Table. 2 Analysis of variance for recognition rate

요인	평방합	DF	불편 분산	분산 비	판정 기준	Pr>F
횟수	17.99	4	4.50	1.27	4.94	<0.01
기법	275.04	5	55.01	15.5	4.43	>0.01
오차	70.83	20	3.54			

표 2와 같이 분산분석에서 반복회수사이에는 유의차가 인정되지 않으나 방향성 성분에 의한 인식률에 대한 성능 평가는 유의 수준 1%로 유의적임을 알 수 있다. 즉 제안된 방법 간에는 차이가 있음을 나타낸다. 결론적으로 원영상과 수직성분의 가중치에 의한 인식률에는 별 차이가 없지만 다른 방법과 비교해 볼 때 차이가 남을 알 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 시각피질의 확대성질과 방향성성분에 대한 특성을 고려하여 영상 인식률에 대한 결과와 통계적 분석을 이용하여 유의성을 검증하였다, 수직성분과 확대성질을 이용함으로써 좀 더 인간시각의 정보처리에 근접하여 처리될 수 있음을 나타내었다. 추후 시각피질과 망막의 특성을 결합하여 좀 더 인간시각의 정보 처리 과정과 유사한 모델링을 제시하여 인식 성능을 개선하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

참고문헌

[1] K. Toyama, K. Maekawa and T. Takeda, "Convergence of Retinal Inputs onto visual Cortical Cells, I.A Study of the Cells monosynaptically Exited from Lateral Geniculate Body," Brain Research, Vol. 137, No.2, pp.207-220, 1977.

[2] J.E.Dowling, The Retina: An Approachable Part of the Brain, Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, 1987

[3] H.Wassle, U. Grunert, J. Rohrenbeck and B. B, Boycott, "Retinal Ganglion Cell Density and Cortical Magnification Factor in the Primate," Vision Research, Bol.30, pp.1897-1911,1990

[4] 제성관, "인간시각 정보처리과정에 기반을 둔 영상 확대기법",부산대학교 박사논문, 2007

[5] 조재현, 김도현, 김광백, "망막세포특성에 의한 영상인식에 관한 연구", 한국해양정보통신학회논문지, 제11권, 11호, pp.2143-2149, 2007.

[6] 서울인공안구센터, "서울형 인공망막의 개발," 서울안과 심포지움, 2002.

[7] 서울대 생체전자시스템 연구실, "http://je;ops.snu.ac.kr".

[8] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital image processing, Second edition, Prentice Hall, 2001.

[9] 정찬섭외 공역, 감각과 지각, 시그마프레스, 1995.

[10] 뇌과학연구소, "뇌정보처리에 기반한 인공 시청각 시스템 연구," 학국과학기술원 연구보고서, 과학기술부, 2001.

[11] D. Hubel and T.N Wiesel,"Receptive Fields Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat's Visual Cortex", Journal of Physiology, pp 106-184,1962

[12] 김성우, "Support Vector machine을 이용한 문자 인식에 관한 연구", 부산대학교 석사논문, 2002.

[13] E. Bruce Goldstein, Sensation and Perception, Sixth edition, Wadsworth, 2002.

[14] 김동희, 김충락, 손건태, 정광모, 정윤식, 최용석,홍창곤, 통계학:이론과 응용, 자유아카데미,1999

[15] 정영진, 실용현대통계학, 선진문화사,1982

저자소개

조 재 현(Jae-Hyun Cho)

1998년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)
2001년 3월 ~ 현재 부산가톨릭 대학교 컴퓨터공학과 교수

2005년~현재 해양정보통신학회 논문지 편집위원
※ 관심분야: 신경회로망, 영상인식, 인간시각시스템

김 진 환(Jin-Hwan Kim)

1992년 연세대학교 컴퓨터과학과 (이학석사)
2006년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)

2003년 ~ 현재 : 영산대학교 컴퓨터공학과 조교수
2001년 ~ 현재 (주)마이그룹 대표이사
※ 관심분야: 동적 서명인증, 필기체 문자인식, 다중 바이오인식

이 종 희(Jong-Hee Lee)

1984년 경북대학교 전자공학과 전산공학졸업(공학석사)
1990년 경북대학교 전자공학과 전산공학전공(공학박사)

1979년 ~ 1987년 : 경남정보대학 전자계산과 교수
1988년 ~ 현재: 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
※ 관심분야: 신경회로망, 영상처리, 의료정보