

논문 2009-46IE-3-4

구 좌표계를 이용한 위치 불변 문자 특징 추출

(The Transition Invariant Feature Extraction of the Character using the Spherical Coordinate System)

서 춘 원*

(Choon Weon Seo)

요 약

본 논문에서는 구 좌표계를 이용하여 위치에 대한 불변 특징을 획득할 수 있는 문자 특징 추출 방법을 제시하고자 하였으며, 획득한 문자 특징 정보를 이용하여 해당 문자를 영상 중심으로 이동시켜 인식이 가능하도록 하는 시스템을 제안하고자 하였다. 또한 영상 중심에 이동시키는 방법으로 좌표 평균값에 의한 중심 이동법을 사용하여 인식에 필요한 시스템을 구현하였으며, 추출된 특징에 대하여 특징의 이질도를 검사하여, 각 특징의 이질도가 평균 78.14% 이상의 결과를 얻었다.

본 논문에서는 문자 인식을 위하여 구 좌표계를 이용한 문자 특징 추출 방법을 제시하였으며, 무게 중심법을 이용하여 문자를 중앙에 처리한 상태에서 이질도를 알아봄으로서 인식 가능한 형태의 문자 형태를 얻을 수 있는 가능성을 제시하였다.

Abstract

In this paper, I suggested the character recognition methods which are used the centroid method and included the spherical transform from the rectangle coordination for the character recognition system and obtained the results of the above 78.14% average differential ratio for the character features.

The character feature extraction system using the spherical transform method is suggested in this paper, and the possibilities of the method which is get the invariant feature for the character transition using the centroid are suggested through the differential ratio results.

Keywords: spherical transform, character recognition, invariant feature

1. 서 론

다양한 과학 분야의 발전에 따라 현대 사회에서는 매우 많은 정보를 사용하게 되었으며, 이러한 정보를 빠르고 정확하게 처리할 수 있는 시스템의 개발에 대한 요구가 절실하게 필요하게 되었으며, 이러한 시스템들은 많은 신호 처리, 영상 처리 및 다양한 응용 과학 분야에서 많은 발전이 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 효율적인 결과를 나타내며 많은 발전을 하고 있으며, 영상 처리 및 인식 분야에서 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 분야로는 특히, 로봇 시각 시스템, 자동 감

시 시스템, 자동 표적 인식 시스템과 같이 인간의 시각을 모방한 영상 정보 처리 시스템이 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며 활발히 연구되고 있다. 인간이 획득할 수 다양한 정보 획득 방법 중에서 시각에 의한 영상 획득의 정보가 90% 이상을 차지하며 인간의 시각과 같은 시스템을 구현하기 위해서는 원하고자 하는 정보에 대한 자연적인 변화에 불변한 인식성이 필요로 하며, 이에 목표물에 따른 크기, 위치 및 회전 변화 등이 해당한다.

획득하고자 하는 정보의 불변 특징을 얻는 방법으로는 CHF(circular harmonic filter)^[1] 그리고 Mellin 변환^[2]등에서 회전 및 크기 불변 특성을 획득 얻을 수 있으며, 이러한 불변 알고리즘들은 주파수 영역에서 형성되는 고조파 성분을 이용하기 때문에 입력영상 신호의 푸

* 평생회원, 김포대학 유비쿼터스IT과
(Department of Ubiquitous IT, Kimpo College)
접수일자: 2009년8월2일, 수정완료일: 2009년9월9일

리에 변환이 필수적이다. 그리고 푸리에 변환을 이용하게 되면 위치 변화에 대한 정보를 획득할 수 있다.

그러나 Mellin 등은 입력 영상에 대하여 중심점을 획득하여야 하는 문제가 발생되며, 푸리에 변환은 시간적인 문제에 있어서 계산 시간이 많이 걸린다는 단점을 가지고 있다.

이에 반하여 구 좌표계는 인간의 눈과 같은 형태의 구로 이루어져 있으며, 시각 정보가 눈에 들어오는 경우, 눈의 구조에 맞추어 구 좌표계의 형태로 망막에 맺히게 되며, 이러한 정보의 형태를 이용하여 되면 입력 영상에 대한 인식이 가능하게 됨을 알 수 있다. 구 좌표계에서 얻을 수 있는 세 개의 좌표 정보는 입력 영상에 대한 눈과 같은 역할을 하는 입력 장치와의 거리 및 2차원적인 입력 영상을 구성하고 있는 각 정보의 좌표에 해당하는 2개의 각도로 얻을 수 있다.

이에 따라 구 좌표계를 이용하여 문자 정보에 대한 크기 및 위치 정보를 얻을 수 있으며, 이들 정보를 이용하여 입력되는 문자를 입력 영상의 중심으로 이동시키는 방법이 가능하다.

따라서 본 논문에서는 위치에 불변인 특징을 얻을 수 있는 구 좌표계를 이용한 문자 특징 추출 방법을 제시하고자 한다.

II. 영상과 눈

1. 기본적인 눈의 구조

눈의 구성 요소 중 수정체(lens)가 있으며, 이것은 카메라의 렌즈와 같은 역할을 하고 있다.

이러한 눈의 구성 요소로 우리는 동공(pupil)이라고 부르며, 망막(retina)은 마치 카메라의 필름과 같이 영상

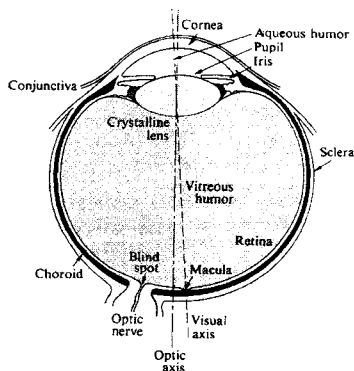


그림 1. 눈의 구조
Fig. 1. The structure of the eye.

이 맺히는 플레이트와 같은 역할을 하고 있다. 렌즈를 통하여 받는 영상은 거꾸로 된 실상으로 이 플레이트에 기록되어 시신경을 통해 두뇌로 전달된다.^[3]

눈을 이루는 구성 요소에는 동공과 망막 이외에도 각막(chornea), 홍채(iris), 초자체강(vitreous cavity), 시신경(optics nerve) 등이 있으며, 각막과 수정체는 투명하고 상(image)이 망막에 투영되도록 빛을 굴절시킨다.

홍채는 각막과 수정체 사이에 존재하며 홍채의 색은 인종별 개인별로 차이가 있을 수 있고 카메라의 조리개처럼 들어오는 빛의 양을 조절한다. 빛은 투명한 젤라틴 물질이 차있는 초자체강을 통과해서 최종적으로 망막에 초점이 맞추어 진다. 망막에 맺혀진 상은(image) 시신경을 통해 뇌에 전달된다.^[4]

2. 눈과 카메라의 기능

그림 2에서와 같이 사람의 눈은 카메라와 매우 유사하다. 상(image)이 카메라의 필름에 초점이 맞추어지듯이 빛은 각막과 수정체를 통과해서 망막에 초점을 맞추게 된다.^[4]

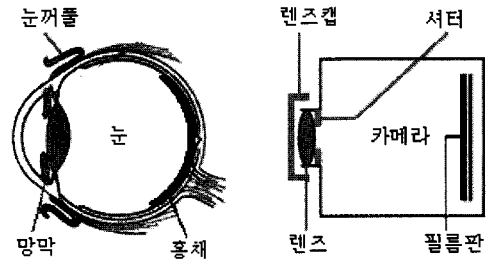


그림 2. 사진기와 눈의 차이점
Fig. 2. Difference between the camera and the eye.

3. 눈에 맺히는 영상의 형태

그림 3에서는 인간의 눈에 비치는 영상의 모습을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 안구는 수정체를 통하여 목표물이 망막에 역상으로 맺히는 것을 볼 수 있다.

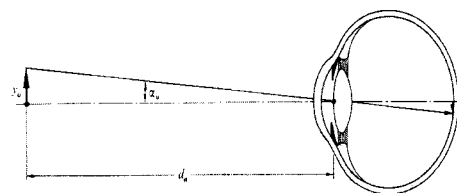


그림 3. 눈에 비치는 영상의 모습
Fig. 3. Imaging through the eye for the object.

이는 안구의 내부를 보면 구 좌표계와 같은 원리로 동작함을 알 수 있으며^[4], 본 논문에서는 안구의 영상 맺힘 원리와 같은 형태로 구 좌표계를 이용하여 문자에 특징 추출에 대한 새로운 방법을 제시하게 된다.

III. 구 좌표계

1. 기본적인 구 좌표계

그림 4에서는 구 좌표계(spherical coordinate system)을 나타내고 있다. 구 좌표계는 3차원 공간상의 점들을 나타내는 좌표계의 하나로, 보통 $P(r, \theta, \phi)$ 로 나타낸다.

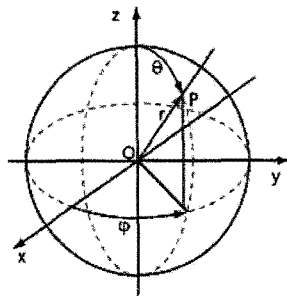


그림 4. 구 좌표계
Fig. 4. The spherical coordinate system.

원점에서의 거리 r 은 0부터 무한대까지, 양의 방향의 z 축과 이루는 각도 θ 는 0부터 π 까지, z 축을 축으로 양의 방향의 x 축과 이루는 각 ϕ 는 0부터 2π 까지 값을 갖는다. θ 는 위도로, ϕ 는 경도로 표현되는 경우도 있다. 이 세 값을 보고, 다음과 같은 방법으로 공간의 점을 찾을 수 있다. 원점 $(0, 0, 0)$ 에서 r 만큼 z 축을 따라 간다. 그 지점에서 $x-z$ 평면 안에 있으면서 z 축에서부터 θ 만큼 회전한다. 이 $x-z$ 평면 전체를 z 축을 축으로 ϕ 만큼 반 시계방향(+ x 축에서 + y 축 방향으로)으로 돌린다.

구면좌표계라는 이름은 구 좌표계에서 ' $r=1$ '이 단 위구를 표현하기 때문에 붙여졌다.

변환식을 통해 직각 좌표계와 변환할 수 있지만, 변환식에 등장하는 삼각함수의 역함수가 일의적이지 않기 때문에, 공간상의 각 점마다 하나의 좌표만 대응하는 직각 좌표계와는 달리, 구 좌표계는 (각의 범위를 제한하지 않으면) 한 점을 나타내는 표현이 여러 가지일 수 있다. 예를 들어, $(1, 0^\circ, 0^\circ)$, $(1, 0^\circ, 45^\circ)$ 과 $(-1, 180^\circ, 270^\circ)$ 는 모두 같은 점을 나타낸다.^[5]

세 좌표의 표시를 위한 여러 가지 다른 약속이 존재한다. 국제 표준 기구의 지침(ISO 31-11)에 따라 물리학에서는 (r, θ, ϕ) 의 문자를 사용하여 원점에서의 거리, 천정과 이루는 각도(고도 또는 양각), 방위각 등을 표시하고, (미국의) 수학에서는 고도와 방위각이 바뀌어 ' ϕ '와 ' θ '로 표시된다.

좌표 (r, θ, ϕ) 는 다음과 같이 정의된다. 주어진 점을 $P(r, \theta, \phi)$ 라 하자.

r : 원점으로부터 P까지의 거리.

θ : z 축의 양의 방향으로부터 원점과 P가 이루는 직선까지의 각

ϕ : x 축의 양의 방향으로부터 원점과 P가 이루는 직선을 $x-y$ 면에 투영시킨 직선까지의 각.

$$\begin{aligned} 0 &\leq r \\ 0 &\leq \theta \leq \pi \\ 0 &\leq \phi \leq 2\pi \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \\ \theta &= \arccos\left(\frac{z}{r}\right) \\ \phi &= \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \end{aligned} \tag{2}$$

구 좌표계의 경우는 좌표 값에 따라 한 점을 여러 좌표가 가리키는 경우가 있으므로, 각 변수의 범위를 보통 식 (1)과 같이 제한한다.

직각 좌표계의 한 점이 (x, y, z) 인 경우에 (r, θ, ϕ) 로 나타내어지는 구 좌표계로 변환하게 되면 식 (2)와 같이 표현될 수 있다.

식 (2)와는 반대로 구 좌표계에서 직각 좌표계로 변환하게 되면 식 (3)과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned} x &= r \sin(\theta) \cos(\phi) \\ y &= r \sin(\theta) \sin(\phi) \\ z &= r \cos(\theta) \end{aligned} \tag{3}$$

2. 제안된 구 좌표계 변환 알고리즘

그림 4에서 보여지는 바와 같이 구 좌표계는 직각 좌표계의 3점 (x, y, z) 으로 구성되며, 이를 구 좌표계로 변환하게 되면 (r, θ, ϕ) 요소로 변환될 수 있다.

여기서 직각 좌표계에서 이루어지는 한 점에 대한 조표를 $R(x, y, z)$ 이라고 하고, 변환되는 구 좌표계에서의 좌표를 $P(r, \theta, \phi)$ 라고 하였을 경우, 함수 R은 함수 P로

좌표 변환이 가능함을 식 (2)를 통해 알 수 있다.

그러나 본 논문에서 제안하는 점은 영상의 위치가 구 좌표계의 구내에 존재하지 않는다는 점이다. 즉, 인간의 눈을 비교하여 구 좌표계 내가 인간의 안구일 경우 인간이 바라보는 목표물은 안구의 내부에 존재하지 않고 안구의 바깥에 존재하게 된다. 이 점을 이용하여 구좌표로의 변환 요소를 특징으로 찾는다.

다음에는 구 좌표계로의 변환에 구 좌표계 내에 직각 좌표계가 존재하는 경우와 구 좌표외부에 직각좌표가 존재하는 경우를 나타내고 있다.

1) 구 좌표내부에 직각 좌표가 존재하는 경우

식 (2)와 같이 표현된다. 이 경우에는 r 의 길이에 매우 민감하며 이에 따라 구 좌표계의 값이 변화될 수 있다.

2) 구 좌표외부에 직각 좌표가 존재하는 경우

직각 좌표가 구면으로부터 충분히 멀리 존재한다고 가정하면 직각 좌표를 구 좌표로 변환하는 경우 식 (2)에서 나타나는 r 값이 x 값에 근접하게 된다. 이는 구 좌표계의 구면에 따라 직각 좌표의 값이 표현되는 것이 아니라 바로 직각 좌표의 값을 구 좌표계의 원점으로 부터의 삼각함수를 이용하여 구 좌표값으로 변환하면 된다. 이는 식 (2)의 표현이 다음과 같이 나타낼 수 있다.

조건 : x 가 충분히 멀리 있는 경우
 $r \approx x$ 이므로 $r = x$ 라고 가정

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{x^2} = x \\ \theta &= \arccos\left(\frac{z}{x}\right) \\ \phi &= \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서, 입력 영상의 중심축과 구 좌표계의 x 축이 동일 축 상에 존재하며, 구 좌표계의 중심으로부터 입력 영상의 거리는 구 좌표계의 중심으로부터 입력 영상이 만나는 x 축 상의 값이 된다.

$$\begin{aligned} 0 &\leq r \\ \frac{\pi}{2} &\leq \theta \leq \frac{3\pi}{2} \\ -\frac{\pi}{2} &\leq \phi \leq \frac{\pi}{2} \end{aligned} \quad (5)$$

본 논문에서는 입력 영상의 중심을 x 축이 지나가도록 설계되었으므로 식 (1)의 조건은 식 (5)의 조건으로 바뀌어 진다.

본 논문에서는 입력 평면의 가로, 세로 크기가 구 좌표계의 지름의 크기로 제한하였으므로 입력 평면이 구 좌표계에서의 구면의 접선에 있는 경우 ϕ 값의 범위는 식 (6)의 범위를 벗어나지 않는다.

$$\begin{aligned} 0 &\leq r \\ \frac{\pi}{2} &\leq \theta \leq \frac{3\pi}{2} \\ -\frac{\pi}{4} &\leq \phi \leq \frac{\pi}{4} \end{aligned} \quad (6)$$

3. 구 좌표계 인수를 이용한 문자영상의 중심화

입력된 영상에서 물체의 중심을 구하는 것은 Centroid 공식으로부터 구할 수 있으며 식 (7)과 (8)와 같다. 임의의 영상을 $f(x, y)$ 라고 할 때 x 축의 Centroid와 y 축의 Centroid는 다음과 같다.^[6]

그러나 본 논문에서는 입력 영상의 정보가 이미 구 좌표계로 변환된 상태이며, 중심 이동을 위한 영상 정보는 문자 영상의 특성상 정보의 유무를 가지고 영상의 특성을 나타냄으로 무게 중심법과 같은 각 픽셀의 정보에 대한 값을 획득하지 않고, 정보의 위치만을 가지고 중심 이동이 가능하다.

$$H(x) = \sum_{y=0}^N f(x, y) \quad H(y) = \sum_{x=0}^N f(x, y) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} Centroid_x &= \frac{\sum_{x=0}^N xH(x)}{\sum_{x=0}^N H(x)} \\ Centroid_y &= \frac{\sum_{y=0}^N yH(y)}{\sum_{y=0}^N H(y)} \end{aligned} \quad (8)$$

구 좌표계로 변환된 정보 함수를 $f(\phi, \theta)$ 라고 할 경우 식 (9)과 같이 ϕ 값과 θ 값의 좌·우측 값과 상·하측의 값을 구하여 평균값으로 입력 문자 영상의 중심을 구할 수 있으며 식 (10)에 나타나 있다.

$$\begin{aligned} Centroid(\phi) &= Aver [Max(\phi_{i,j}) + Min(\phi_{i,j})] \\ Centroid(\theta) &= Aver [Max(\theta_{i,j}) + Min(\theta_{i,j})] \end{aligned} \quad (9)$$

여기서, Aver은 평균값을 구하는 함수를 나타내며,

i, j 는 구 좌표계로 변환된 문자를 구성하는 유효값의 정보 위치를 나타낸다.

IV. 실험 및 결과 고찰

입력되는 영문자 영상에 대하여 위치에 불변인 특징을 추출하기 위하여 그림 5와 같은 순서에 의하여 특징을 구하였으며, 구해진 특징 값에 따라 매핑을 하였다.

본 논문에서 사용되는 영상 크기는 256×256 그레이 레벨의 RAW 영상을 사용하였으며, 사용되어진 프로그램 언어는 비주얼 C++ 6.0 컴파일러를 사용하였으며, 입력 영상에서 사용된 영문자의 폰트는 Times New Roman 체를 사용하였고, 폰트의 크기는 100×50으로 설정하여 입력 영상을 구현하였다. 사용되어진 영문자는 대문자 A부터 Z까지에 대하여 순서도에 나와 있는 것처럼 구 좌표계의 매핑, 구 좌표계에서의 중심으로 매핑, 구 좌표계에서 평면화로 매핑, 구 좌표계에서 평면화된 중심에 매핑 등의 4가지 결과를 추출하였다.

직각 좌표계에서 x 축을 중심으로 하여 $y-z$ 평면에 입력 영상이 있다고 하였을 경우 구 좌표계에서 반지름 r 에 대하여 원점에서 평면 입력 영상의 거리가 x 라고 간주하였을 경우, 매핑되는 각도는 $0 \leq \theta \leq \pi$, $-\pi \leq \phi \leq \pi$ 의 범위를 갖는다.

그림 6에서는 본 논문에서 입력되는 문자 영상이 중앙에 놓였을 경우의 형태를 보여주고 있다.

그림 7에서는 직각 좌표계에서 'A' 문자의 각 위치상의 입력 형태를 보여주고 있다. 그림 6에서 보여주고

형태의 26개의 문자들은 그림 7의 형태와 같이 각 문자마다 9개의 위치에서 입력 영상을 형성하게 된다. 그림 7에서와 같이 26개의 영문자 각각에 대하여 9개의 입력 위치가 주어짐으로 입력 영상은 전체 234개의 영상으로 구성되어진다.

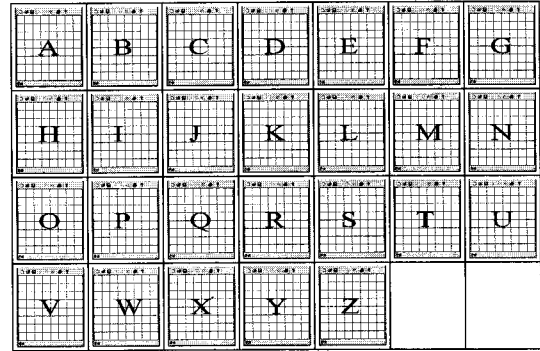


그림 6. 중앙에 놓여진 입력 문자의 영상들
Fig. 6. Input images which characters to be centering.

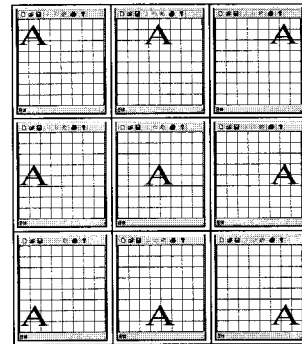


그림 7. 입력 영상을 위한 'A' 문자의 9개의 위치
Fig. 7. Nine position of the character 'A' for input image.

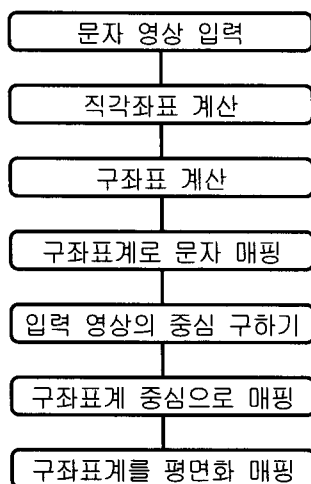


그림 5. 구 좌표계 특징을 구하기 위한 순서도
Fig. 5. Flowchart for to get the spherical coordinate feature.

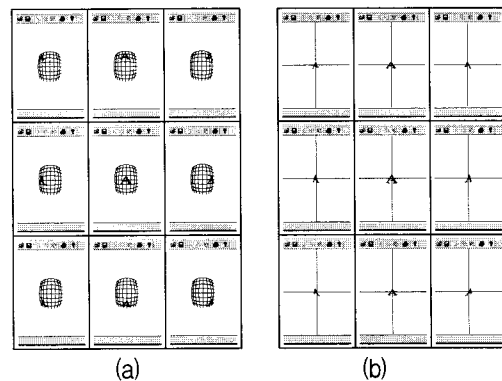


그림 8. 구 좌표계로 매핑하기 ($r > x$)
(a) 투영을 통한 9 위치의 매핑
(b) 중심점에서의 매핑
Fig. 8. Mapping images to the spherical coord.
(a) mapping with 9 positions by the transition
(b) mapping to the centering position

그림 8에서는 각 입력 문자 영상에 대하여 구 좌표계로 매핑한 모습과 구 좌표계로 매핑한 결과를 다시 구 좌표계의 중심으로 위치시킨 모습을 보여주고 있다.

그림 9에서는 구 좌표계에서 보여준 매핑 형태를 평면화 시킨 모습과 평면의 중심으로 매핑시킨 결과를 보여주고 있다.

그림 10에서는 5 영문자 A부터 E까지의 문자를 실험에서 사용했던 한 문자 당 9자리의 위치 중 각각 대표되는 자리를 입력한 경우에 대하여 보여주고 있다.

식 (10)에서는 i 번째 문자에 대해서 A부터 Z의 문자

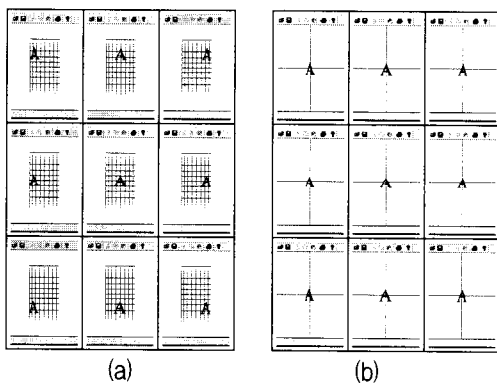


그림 9. 평면화된 구 좌표계로의 매핑 ($r \approx x$)

- (a) 투영을 통한 9 위치의 매핑
- (b) 중심점에서의 매핑

Fig. 9. Mapping images to the planned spherical coord.

- (a) mapping with 9 positions by the transition
- (b) mapping to the centering position

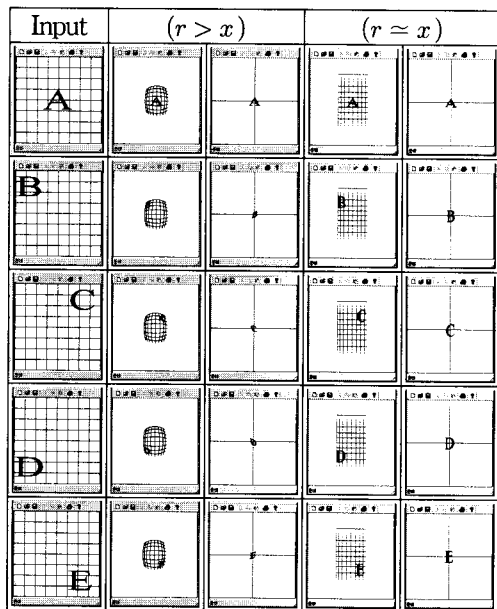


그림 10. 'A'부터 'E'까지의 매핑 결과

Fig. 10. Mapping results for 'A'-'E'.

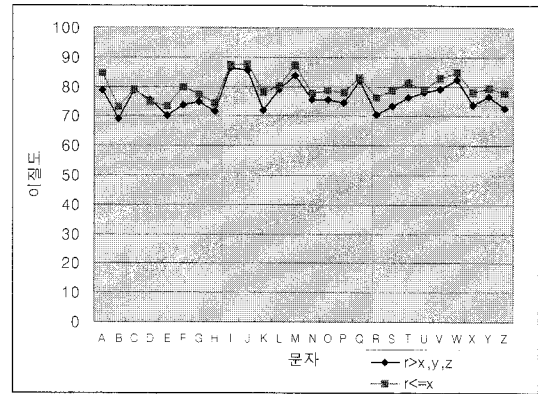


그림 11. 구 좌표계 중심으로 변환된 26개 문자 234개의 영상에 대한 각 문자의 이질도

Fig. 11. 234 mapped images to the centering of the spherical coord. for 26 characters.

에 대한 이질도를 나타내고 있다.^[7] 이식에 의하여 한 문자에 대한 다른 문자와의 이질도를 검사할 수 있으며, 그림 11에서 나타내고 있다.

식 (10)에서 DPN_{ij} 는 i 번째 문자와 j 번째 문자의 다른 픽셀의 숫자를 나타내며, TPN_i 는 i 번째 문자의 전체 픽셀수를 나타내고, $TCCN$ 은 비교되는 문자의 전체 수를 나타낸다.

$$D_i = \frac{\sum_{j=A}^Z [(\frac{DPN_{ij}}{TPN_i}) \times 100]}{TCCN} \quad (10)$$

제안된 구 좌표계 변환에 의하여 변환되어 추출된 영문자의 특징은 좌표계의 변환에 딸 픽셀 매핑에 의하여 추출함으로서 픽셀의 유사성이 다를수록 이질도가 높아지게 되어 있다.

이에 따라 나타나는 이질도는 그림 12에서와 같이 입력 문자들은 다른 문자들과의 이질 정도가 평균 78.14% 정도의 값을 얻을 수 있다. 그림 12에서 얻어진 이질도는 ($r > x$)인 경우 최저 69.20%, 평균 76.54% 이며, ($r \approx x$)인 경우 최저 73.00%, 평균 79.74%에 이른다.

제안된 구 좌표계 변환에 의한 문자의 특징 추출에 의한 방법으로 비교되는 다른 문자들과의 영상 특성이 상이하게 다름을 알 수 있으며, 이는 패턴 인식 시스템에 기준 입력 패턴으로 사용이 가능하며, 패턴 매칭 등의 방법으로 인식이 가능함을 알 수 있다. 본 논문에서는 영문자 인식에 대한 위치 불변 특징 획득에 대한 가능성을 제시하였으며, 차후 한글에 대한 인식 특징의 추출 방법에 대한 지속적인 연구의 필요성이 요구된다.

V. 결 론

본 논문에서는 직각 좌표계에서의 입력 영상에 대하여 구 좌표계로의 변환을 이용하여 문자에 대한 인식 가능한 특징을 추출하고, 획득한 특징들의 이질도를 분석함으로써 특징 결과가 인식 가능한 불변 특징으로서의 가능성을 제시하였다. 더불어 얻어진 이질도의 평균 값이 78.14%로서 각각의 문자의 특징 정도가 인식에 충분한 입력 형태로서 사용가능하여 짐을 제시하였다.

특히, 문자 영상 입력에 대하여 인식하고자 하는 문자의 특징을 추출하기 위하여 인간의 안구와 유사한 구 좌표계로의 변환을 이용하여 위치 불변 특징을 추출하였으며, 이 변환 방법으로 인하여 입력 영상의 문자에 대한 위치에 불변인 특징을 추출할 수 있었으며, 이는 휴머니드와 가까운 접근 방식을 새로이 제시하였다고 볼 수 있다.

본 논문에서 제시한 구 좌표계 변환에 따른 특징 추출 방식과 변환된 추출 데이터를 이용하여 문자의 중심 이동이 가능하도록 하는 시스템으로의 접근이 용이하게 되었다. 또한 일반적인 2차원 평면 형식을 벗어난 3차원 형식의 인간 안구와 유사한 구 좌표계를 이용함으로써 디지털 기술과 광학적 요소가 적절하게 사용되어지는 결과를 얻을 수 있다고 볼 수 있으며, 특히 일반적으로 언급하는 불변 특징 중의 하나인 위치 불변에 대한 특성을 기존의 푸리에 방식을 사용하지 않고 구 좌표계의 성분을 이용하여 특징을 추출하였다는 점에 대하여 문자 인식 시스템으로서의 쉬운 기술 접근 및 구현 가능성을 높였다고 할 수 있다.

본 논문에서는 직각 좌표계에서의 영문 대문자를 입력 데이터로 사용하였으며, 이는 인공지능의 인식 분야에 새로운 가능성을 제시하였다고 볼 수 있으며, 인간 모델형 특징 추출 방법으로 인하여 가장 휴먼 모델형 특징 추출 방식을 제시하였다고 볼 수 있다. 또한 얻어진 특징 영상으로 인하여 신경망 등과의 연계성을 한층 더 높였다고 볼 수 있다.

이에 본 논문에서 제시하고 있는 구 좌표계 변환에 따른 문자 특징 추출에 대한 방법은 영상 문자 인식 시스템에 한층 더 효율성을 높였음을 제시할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Ramesh C. Jain, "Segmentation of Frame

Sequences Obtained by a Moving Observer", *IEEE* vol.PAMI-6, no.5, pp.624-629, September, 1984.

- [2] Saburo Tsuji, Michiharu Osada and Masahiko Yachida, "Tracking and Segmentation of Moving Objects in Dynamic Line Images", *IEEE* vol.PAMI-2, no.6, pp.516-522, November, 1980.
- [3] Kyung-Hea Jang, *Science of the Light*, Sanghak dang, 2001.
- [4] Hecht, *Optics 2ed*, Addison-Wesley, 1996.
- [5] <http://ko.wikipedia.org>
- [6] Skolnick M.M., Brown, R.H., Bhagvati, C., Wolf, B.R., "Morphological algorithms for centroid normalization in relational matching", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, vol.2, 987-990, 1989.
- [7] Choon W. Seo, Sung .W. KO, and Byung S. Lee, "Image Character Recognition using the Mellin Transform and BPEJTC", *J. of the KIIEE*, vol.17, no.4, pp.26-35, 2003.
- [8] Y. N. Hsu and H. H. Arsenault, "Optical Pattern Recognition using the Circular Harmonic Expansion", *Appl. Opt.*, vol.21, pp.4016-4025, 1982.
- [9] R. Jain, S. Bartlett, and N. O'Brien, "Some Experiments in Ego-motion Complex Logarithmic Mapping", *Advances in Computer Vision and Image Processing*, vol.3, pp.145-177, 1988.
- [10] D. Casasent, S. F. Xia, A. J. Lee and J. Z. Jung, "Real-time Deformation Invariant Optical Pattern Recognition using Coordinate Transformations", *Appl. Opt.*, vol.26, no.9, pp.938-942, 1987.

저 자 소 개



서 춘 원(평생회원)

1988년 광운대학교 전자공학사.

1990년 광운대학교 대학원
공학석사.

1997년 광운대학교 대학원
공학박사.

1998년~2000년 서울정보기능
대학 전자과 전임강사.

2000년~현재 김포대학 유비쿼터스IT과 조교수
<주관심분야 : 패턴인식, 신경망, 영상처리, 스테레오 비전 시스템>