

# 원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용한 손가락 이동에 의한 커서제어

## Cursor Control by the Finger Motion Using Circular Pattern Vector Algorithm

정향영 · 신일식 · 손영선

Hyang-Young Jung, Il-Sik Shin, and Young-Sun Sohn

동명정보대학교 정보통신공학과

### 요 약

본 논문은 영상 해석 알고리즘의 하나인 원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용하여 손가락으로 커서를 제어하는 시스템을 구현하였다. 이 알고리즘을 적용하기 위하여 영상에서 손 영역에만 해당하는 최대 원을 여러 개 그린 후 가장 큰 원의 중심점을 무게 중심점으로 사용하였으며, 무게 중심점에서 손의 외곽까지의 거리를 구하여 가리키는 손가락을 찾도록 하였다. 화면상의 커서의 수평 방향은 가리키는 손가락 방향을 이용하여 평면 좌표로 해석하여 제어하였고, 수직 방향은 모니터 중앙 상단에 한대의 카메라를 사용하였기 때문에 손가락 길이를 이용하여 불연속적으로 상-중-하의 세 영역으로 제어하였다. 수직 방향의 커서이동이 불연속적이기 때문에, 구축한 인터페이스 화면의 범위를 축소한 후 축소된 범위를 전체 화면으로 확대해 나감으로써 사용자가 원하는 목표지점으로 커서를 이동시킬 수 있었다.

### Abstract

In this paper, we realize a system that moves a cursor with a finger using the circular pattern vector algorithm that is one of the image analysis algorithms. To apply this algorithm, we use the central point of the biggest circle among the various circles that recognize the image of the hand, and find out the pointing finger by looking for the distance of the outline of the hand from the central point. The horizontal direction of the cursor on the display is controlled by converting the direction of the pointing finger to the analysis of the plane coordinate. Because of setting up only one camera on the upper center of the monitor, the vertical direction is controlled by the length of the finger in the range of the upper, the middle and the lower discretely. On account of the discrete movement of the cursor of the vertical direction, we move the cursor to the objective, which the user wants, by expanding the local area to the whole area.

**Key Words** : 원형 패턴 벡터 알고리즘, 영상 처리, 커서 제어

### 1. 서 론

최근 컴퓨터 보급과 사용이 늘어나면서 인간-컴퓨터 사이의 단순하고 자연스러운 정보 교환을 위한 Interface 기술의 중요성이 대두되고 있다[1, 2]. 이로 인해 컴퓨터의 인공 시각에 의한 사용자의 손동작 인식은 인공지능의 한 분야로 중요성이 부각되고 있다[2, 3]. 손동작은 인간-컴퓨터간의 인터페이스로서 사용될 수 있으며 특히 장애인과, 어린이에게 컴퓨터 접근을 쉽게 할 수 있게 한다[4].

본 논문은 컴퓨터에게 인간과 같은 시각 능력을 부여하여 인간과 친밀한 정보 교환을 할 수 있도록 컴퓨터의 커서조작을 손가락의 움직임을 이용하여 제어하는 시스템을 구현하였다.

### 2. 전체 시스템 개요

그림 1의 전체 시스템 흐름도에서 보는 바와 같이 시스템은 CCD 흑백 카메라로 영상을 입력받기 때문에 배경과 손을 분리하기 위해 배경을 어둡게 하였다. 영상에 물체가 탐지되면 손 인식 알고리즘을 이용하여 손의 인식여부를 확인한다. 손이 아닐 경우 영상을 재 입력받고, 손으로 판명될 경우에는 수직·수평 커서 위치를 검출하여 커서를 이동시킨다.

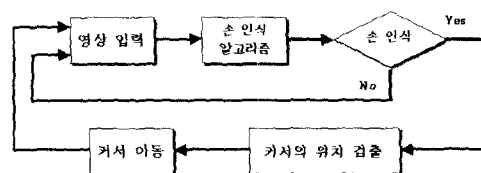


그림 1. 전체 시스템 흐름도  
Fig. 1. Flow of the whole system.

접수일자 : 2001년 9월 15일  
완료일자 : 2001년 12월 1일

### 3. 손 인식 알고리즘

원형 패턴 벡터 알고리즘을 사용하여 손을 인식하였고, 손 인식 알고리즘의 블록도가 그림2에 보여진다.

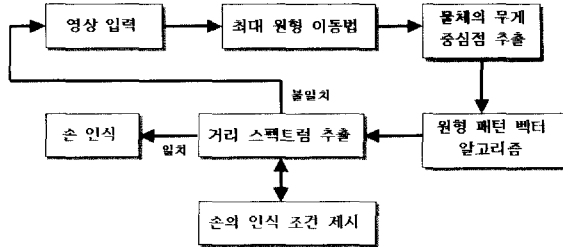


그림 2. 손 인식 알고리즘  
Fig. 2. Recognition of the hand algorithm.

#### 3.1 최대 원형 이동법 [5]

최대 원형 이동법은 그림 3(a)에 보여지듯이 화상에서 선 성분만을 추출한다든지, 선 성분의 굵기 등의 특징을 추출하는 방법으로 선에 내접하는 최대의 원을 차례로 이동해 가는 방법이다. 그림 3(b)에 보여지듯이 외곽정보의 중심점에서 A를 반지름으로 하는 원을 만들어 식(1)에 의해 임의의 일정한  $\theta$  값에 따른 좌표 값 S를 구한다. 좌표 값과 외곽정보의 차이 값 d를 얻어 식(2)에 의해 반지름 r을 구할 수 있었다.  $\theta$  만큼 표본화 한 값들 중 최소 반지름 r을 찾으면 선 성분의 굵기를 알 수 있다.

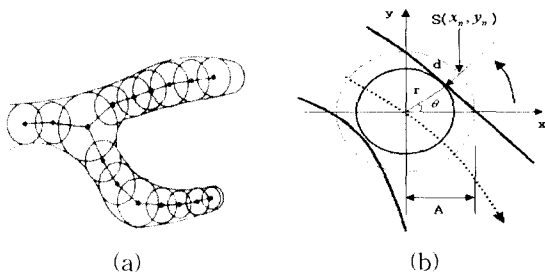


그림 3. 최대 원형 이동법  
Fig. 3. The biggest circular movement.

$$\begin{cases} x_n = A \cos \theta_n \\ y_n = A \sin \theta_n \end{cases} \quad (1)$$

$$r_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} - \sqrt{(x_n - x_n')^2 + (y_n - y_n')^2} \quad (2)$$

손의 영상에서 무게 중심점이 일정한 지점에 추출되어야 하기 때문에 최대 원형 이동법을 이용하여 손의 굵기 정보를 추출한 후, 반지름 r이 최대인 지점에 원형의 중심을 찾아 손의 무게 중심점을 추출한다.

#### 3.2 원형 패턴 벡터 알고리즘 [6]

원형 패턴 벡터 알고리즘은 그림 4에서 보여지듯이 일정한  $\theta$  간격으로 표본화하여 물체의 무게 중심점에서 외곽까지의 거리를 1차원 함수로 표현한 것이다. 이 알고리즘은 상수 A와 식(1)을 이용하여 일정한 간격  $\theta$  값으로 직선 방정식을 유도하여 이 방정식으로 무게 중심점에서 물체의 외곽까지의 거리 탐색을 한 후, 식(3)에

의해 물체 무게 중심점에서 외곽까지의 거리 값 r들을 구하는 것이다.

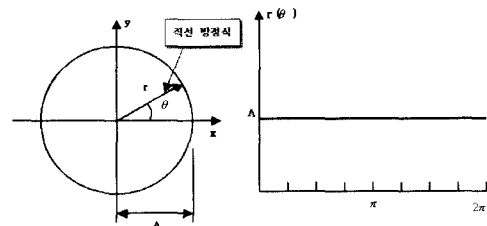


그림 4. 원형 패턴 벡터 알고리즘  
Fig. 4. Circular pattern vector algorithm.

$$r(\theta_n) = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \quad (n=1, 2, \dots, i) \quad (3)$$

무게 중심점을 중심으로  $2^\circ$  간격으로 샘플링 하여 180개의 거리 스펙트럼 데이터를 구하였다. 이 때 얻어지는 손과 거리 스펙트럼의 관계가 그림 5에 보여진다.

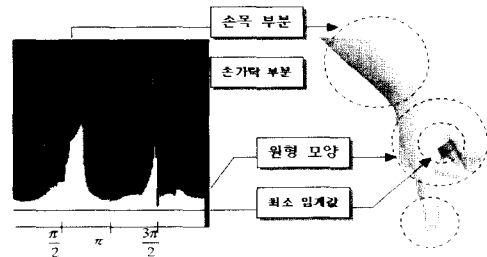


그림 5. 손과 거리 스펙트럼의 관계  
Fig. 5. Relations between hand and distance spectrum.

#### 3.3 손 인식

손을 인식하기 위하여 많은 표준 패턴을 저장하여 비교하는 것은 비효율적이므로 거리 스펙트럼에서 다음의 3가지 조건을 만족할 때 손으로 인식하게 하였다.

- ① 손에 대한 거리 스펙트럼은 그림 5에 보여 지듯이 손가락과 손목의 정보가 있어야 한다.
- ② 사용자의 손은 일정한 크기 이상을 갖기 때문에 거리 스펙트럼에 대한 길이 r은 항상 최소 임계 값 이상을 가져야만 한다.
- ③ 그림 5에서 손목과 손가락을 제외한 손은 거의 원형에 가깝다는 것을 알 수 있으므로, 손목과 손가락 부분을 제외한 부분의 거리 스펙트럼은 거의 일정해야 한다.

### 4. 커서 수평·수직 위치 검출 알고리즘

#### 4.1 수평 방향 커서 위치 검출

그림 5에서 손에 대한 거리 스펙트럼 값이 큰 부분 중 비교적 끝이 뾰족하지 아니하고 영역이 넓은 부분은 손목을 나타내고, 끝이 뾰족하고 영역이 좁은 부분은 손가락 영역을 나타냄을 알 수 있으므로 손가락 부분을 쉽게 찾을 수 있다. 그림 6(a)에 보여 지듯이 원형 이동법을 이용하여 손가락 부분을 찾으면 그림 6(b)와 같이 손가

락 방향을 직선 방정식으로 나타낼 수 있다. 이 방정식을 이용하여 y축이 0일 경우 x축의 좌표 값을 구하면 수평방향의 커서 위치가 구하여진다.

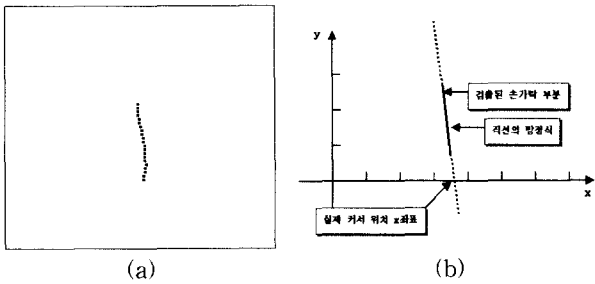


그림 6. 수평 방향 커서 조작  
Fig. 6. Horizontal direction of cursor control.

#### 4.2 수직 방향 커서 위치 검출

카메라를 모니터 수직 상단에 위치하였기 때문에 손을 수직으로 움직이면 화상의 손 크기가 달라지므로 손의 일정한 부분에서 길이를 검출하여 비교하는 방법과 손의 위치는 고정되어 있고 손가락만 수직 방향으로 움직여서 손가락의 길이를 비교하는 2가지 방법으로 커서의 수직 방향 위치를 검출하였다.

각 사용자마다 손의 크기와 손가락의 길이가 다양하므로 손의 크기와 손가락 길이의 표준 패턴이 필요하다. 표준 패턴의 입력 방법은 모니터 중앙에 사용자의 손을 위치시켜 손가락을 모니터 중앙을 가리키게 한 후, 손의 길이와 손가락의 길이를 구하여 저장한다.

##### 4.2.1 손의 최대 굵기 길이 검출

수직 방향을 제어하기 위해 손의 일정한 지점에서 손 굵기의 길이가 필요하므로 최대 굵기 길이를 검출하였다. 손의 최대 굵기 길이는 손 영역에서 항상 일정한 지점이므로 이 길이를 표준 패턴과 비교하여 수직 방향의 커서 위치를 검출할 수 있다. 이 길이를 측정하기 위해서는 그림 7(a)에서 보듯이 손의 외곽정보를 부분적으로 분할하여 직선으로 연결한다. 그림 7(b)에 보여지듯이 식(4)에 의해 분할된 직선에 대하여 직각으로 손의 영역을 탐색한다. 그 후 식(5)를 이용하여 손의 굵기 정보 d를 구할 수 있기 때문에 손 영역을 이동해 가면서 구해진 길이 d중 최대의 굵기 길이와 입력된 표준 패턴의 길이를 비교하면서 커서를 제어하였다.

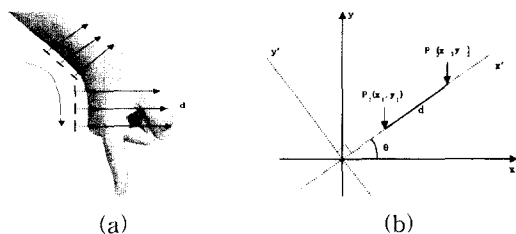


그림 7. 손의 최대 굵기 길이 검출 알고리즘  
Fig. 7. The largest size length of hand drawing out algorithm.

$$\begin{cases} x' = x \cos \theta + y \sin \theta \\ y' = y \cos \theta - x \sin \theta \end{cases} \quad (4)$$

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (5)$$

#### 4.2.2 손가락 길이 검출

최대 원형 이동법으로 손가락 부분만 추출할 수 있으므로, 손가락의 무게 중심점을 직선으로 연결하면 손가락의 길이를 구할 수 있고, 구하여진 손가락 길이와 입력된 표준 패턴의 손가락의 길이를 비교하여 커서의 수직 방향 위치를 검출하였다.

### 5. Interface 구현

interface 화면은 그림 8에서 보듯이 icon을 random하게 배치하여 구현하였다.

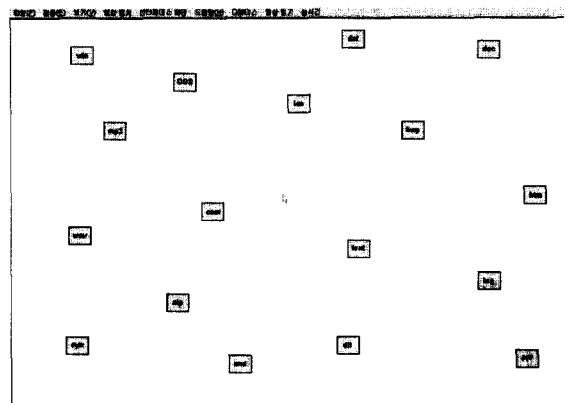


그림 8. interface 화면  
Fig. 8. Interface screen

가리키는 손가락이 화면 중앙을 향하게 한 상태에서 손의 표준 패턴을 입력 시킨 후, 손의 영상이 인식되면 손가락의 이동 방향에 따라 커서가 이동하고, 손가락이 임의의 아이콘에서 2~3초 동안 고정되면 자동 클릭 된다. 수직 방향은 불연속적으로 상·중·하의 3영역으로만 제어할 수 있기 때문에 커서가 아이콘이 없는 영역에 2~3초간 고정이 되면 그 부분의 영역을 전체 화면으로 확대시켜 사용자가 원하는 icon에 커서를 이동시킬 수 있게 하였다.

### 6. 결론 및 향후과제

본 논문은 원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용하여 손의 인식 및 손가락의 이동에 의한 커서의 이동을 구현하여 보았다.

거리 스펙트럼을 이용하여 손가락의 끝점을 찾아서 수평방향의 커서 위치를 구할 수 있으므로 수평 방향의 커서를 조작할 수 있었다. 수직 방향의 커서 변화는 손의 최대 굵기 길이와 손가락 길이의 변화로부터 구하였기 때문에 초기화 단계에서 입력된 손의 한 가지 패턴만을 사용할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 수직방향에 대한 커서의 연속적인 제어 및 음성과 결합된 인터페이스의 발전이 고려되어 진다.

**참 고 문 헌**

- [1] 추명경, 손영선, "DTW방식을 이용한 음성 명령에 의한 커서 조작" *한국 퍼지 및 지능 시스템 학회* vol. 11 no. 1 pp. 3-8, 2001
- [2] 이경래, 김성진, "손동작 인식을 통한 Human computer Interaction 구현" *한국 퍼지 지능시스템 학회*, vol. 11 no. 1 pp. 28-32, 2001
- [3] 김희승, 영상인식, 생능출판사, 1998
- [4] Nam Yang-Hee, "Recognition of hand gesture for irtual environments using hidden markov model and colored petri nets" 한국과학기술원, 1997
- [5] 구기준, 화상정보처리, 기문사, 2000
- [6] 하영호 외3, 디지털영상처리, 그린, 1998
- [7] Ko Byoung-Ki, Yang Hyun-Seung, "Finger Motion Gesture Recognition System as a New Human Computer Interface" *정보과학논문지 (B)* vol. 22 no. 11 pp. 1544-1552, 1995

**저 자 소 개**



**손영선(Young-Sun Shon)**  
 1981년 : 동아대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1983년 : 동 대학원 졸업(공학석사)  
 1990~1998년 : 한국전자통신연구소 선임 연구원  
 1998년 : 쓰쿠바대학 졸업(공학박사)  
 1998년~현재 : 동명정보대학교 정보공학부 조교수

관심분야 : 휴먼인터페이스, 퍼지 추도 · 적분, 평가

Phone : 051-629-7232  
 Fax : 051-629-7249  
 E-mail : yssohn@tmic.tit.ac.kr



**신일식(Il-Sik Shin)**  
 2002년 : 동명정보대학교 정보통신공학과 졸업예정(공학사)

관심분야 : 휴먼인터페이스, 퍼지이론

Phone : 011-9543-8803  
 Fax : 051-629-7249  
 E-mail : elec\_sis@hanmail.net



**정향영(Hyang-Young Joung)**  
 2002년 : 동명정보대학교 정보통신공학과 졸업예정(공학사)

관심분야 : 휴먼인터페이스, 영상인식

Phone : 016-852-5863  
 Fax : 051-629-7249  
 E-mail : fingergogo@hanmail.net