

퍼지 추론을 적용한 손가락 이동에 의한 커서 제어

Cursor Control by the Finger Movement Using Fuzzy Inference

신 일 식, 손 영 선

동명정보대학교 정보통신공학과

Shin Il-Sik, Sohn Young-Sun

Department of Information & Communication Engineering.,

Tongmyong University of Information Technology

E-mail : yssohn@tmic.tit.ac.kr

ABSTRACT

본 논문에서는 영상 해석 알고리즘의 하나인 원형 패턴 벡터 알고리즘과 퍼지 추론을 사용하여 손가락으로 커서를 제어하는 인터페이스를 구현하였다. 최대 원형 이동법을 이용하여 물체의 무게 중심점을 찾아서 그 점에서 원형 패턴 알고리즘을 적용하면 외곽까지 거리 스펙트럼을 추출할 수 있다. 손에 대한 조건을 제시하여 일치하는 스펙트럼이 추출되면 손으로 인식하게 하였다. 커서의 방향제어는 크게 수평 방향과 수직 방향으로 나눌 수 있다. 커서의 수평 방향은 거리 스펙트럼에 의해 지시 손가락 부분을 찾아서 평면 좌표로 해석하여 제어 하였고, 커서의 수직 방향은 최대 원형의 크기와 손의 최대 크기를 입력 받아 퍼지 추론하여 커서의 위치를 제어 하였다. 퍼지 추론을 이용함으로써 기존의 불연속적인 커서의 수직 방향 제어를 좀 더 유연하고 연속적으로 제어 할 수 있었다.

Key words : 원형 패턴 벡터 알고리즘, 최대 원형 이동법, 손 인식, 커서 제어, 퍼지 추론

I. 서론

현대 사회의 컴퓨터는 눈부신 발전과 더불어 복잡하고 다양한 기능을 제공한다. 이로 인해 인간-컴퓨터간의 자연스러운 정보교환을 위한 interface기술에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다[1,2,3,4,5]. 최근 컴퓨터 과학의 한 분야인 인공지능분야에서는 컴퓨터에 시각 기능을 부여하여 사용자의 손동작으로 정보를 전달하려는 연구가 행하여 지고 있다[1,2,3].

손동작은 유용한 인간 상호작용 수단 가운데 하나이기 때문에 인간-컴퓨터 사이에 다른 수단 없이 정보를 전달할 수 있는 편리함을 가지고 있다[3,5].

본 논문에서는 인간과 컴퓨터간의 interface 기술 중 커서의 이동을 손동작을 이용하여 구현하였으며, 퍼지 추론[6]을 이용하여 유연한 커서 제어를 실현하였다.

II. 전체 시스템 알고리즘

전체 시스템 흐름도는 그림 1에서 보는 바와 같이 영상이 입력이 되면 손과 배경을 분리한 후, 손 인식 알고리즘을 이용하여 손 인식 여부를 결정한다. 손으로 인식되는 경우 커서의 수직·수평 방향 위치를 검출하여 커서를 이동시켰고 손으로 인식하지 못하는 경우에는 영상을 재입력 받게 하였다[1].

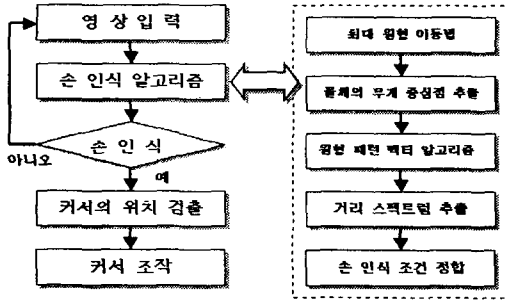


그림 1. 전체 시스템 흐름도

III. 손 인식 알고리즘

3.1 최대 원형 이동법[1,7]

최대 원형 이동법은 그림 2(a)에서 보여지듯이 화상에서 선 성분을 추출한다든지 선의 굵기를 추출하는 방법으로서 선의 내접하는 원을 차례로 그리며 이동해 가는 방법이다.

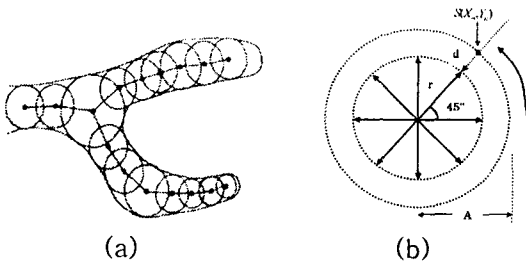


그림 2. 최대 원형 이동법

이 방법은 선의 외곽에서 중심을 구한 후, 식(1)을 이용하여 그림 2(b)에 보여지듯이 45° 씩 간격으로 좌표 S를 구한다. 구해진 좌표 S에서 물체의 외곽까지 길이 d를 구한 후, 식(2)를 이용하면 45° 씩 간격으로 표본화 한 원형의 반지름 r들을 구할 수 있다. 구해진 r들 중 최소의 값이 선의 굵기가 된다.

이 방법을 이용하여 부분적으로 물체의 굵기를 구한 후, 이들 원형의 반지름 중에서 최대 r을 가진 원형의 중심을 물체의 무게 중심점으로 하였다.

$$\begin{cases} x_n = A \cos \theta_n & (n=1, 2, \dots, 8) \\ y_n = A \sin \theta_n \end{cases} \quad (1)$$

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

3.2 원형 패턴 벡터 알고리즘[1,8]

원형 패턴 벡터 알고리즘은 그림 3에서 보여지듯이 물체의 무게 중심점에서 임의의 간격으로 θ 값을 표본화 하여 물체 외곽까지의 거리 r값을 1차원 함수로 표현한 것이다. 이 알고리즘은 상수 A와 식(3)을 이용하여 일정한 간격 θ 값으로 직선의 방정식을 유도하여 이 방정식으로 무게 중심점에서 물체의 외곽까지의 거리 탐색을 한 후, 식(4)에 의해 물체 무게 중심점에서 외곽까지의 거리 값 r들을 구하는 것이다.

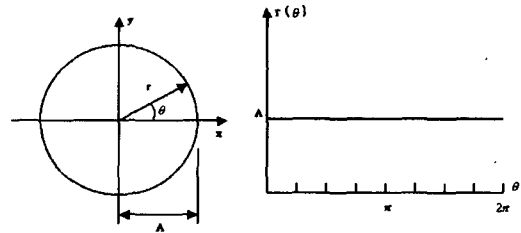


그림 3. 원형 패턴 벡터 알고리즘

$$\begin{cases} x_n = A \cos \theta_n & (n=1, 2, \dots, i) \\ y_n = A \sin \theta_n \end{cases} \quad (3)$$

$$r(\theta_n) = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \quad (4)$$

그림 4는 원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용하여 손 영상의 무게 중심점에서 2° 간격으로 샘플링 하여 180개의 데이터를 거리 스펙트럼으로 나타낸 것이다.

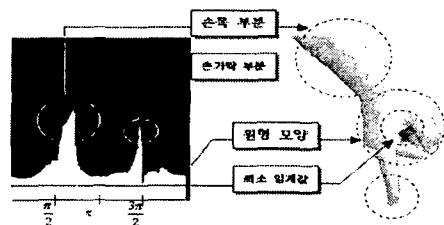


그림 4. 손과 거리 스펙트럼과의 관계

3.3 손 인식[1]

거리 스펙트럼에서 다음 3가지 조건을 만족

할 때 손으로 인식하게 하였다.

① 손에 대한 거리 스펙트럼은 그림 4에 보여지듯이 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 4에서 손목과 손가락을 제외한 손은 거의 원형에 가깝다는 것을 알 수 있으므로, 손목과 손가락부분을 제외한 부분의 거리 스펙트럼은 거의 일정해야 한다.

IV. 커서 수평·수직 위치 검출 알고리즘

4.1 수평 방향 커서 위치 검출[1]

거리 스펙트럼으로부터 손가락 끝부분과 손목 부분을 찾은 후, 손가락 끝점에서 최대 원형 이동법을 이용하면 그림 5(a)에서 보듯이 손가락 부분만 찾을 수 있다. 그림 5(b)에서 보여지듯이 손가락 부분을 직선의 방정식으로 나타내어 y축이 0일 경우 x축의 좌표 값을 구하면 수평 방향의 커서 위치가 구하여진다.

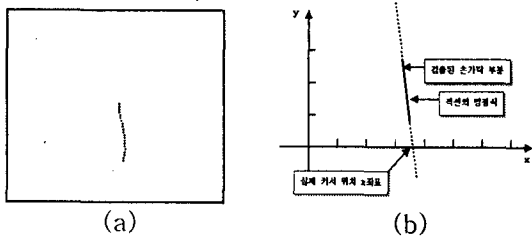


그림 5. 수평 방향 커서 조작

4.2 수직 방향 커서 위치 검출

카메라가 모니터 상단에 위치 하므로 손을 수직으로 움직이면 손의 크기가 변화 하는 것에 의해 커서의 위치가 검출되게 하였다.

모니터의 중앙에 위치한 손의 크기를 기준으로 하여 그때의 손의 최대 길이와 원형의 크기로부터 퍼지 추론[6]하여 수직 방향 커서 위치를 검출하였다.

4.2.1 손의 최대 길이 검출

거리 스펙트럼을 이용하여 손가락 부분을 추출할 수 있었기 때문에 손가락의 각도 θ 를 구할 수 있었다. θ 에 따라 그림 6(a)와 같이

가상의 선을 그린 후 그림 6(b)에서 보여지듯이 식(5)를 이용하여 손의 외곽을 탐색한다. 그 후 식(6)을 이용하면 손 영역 길이인 d를 구할 수 있고, 가장 큰 길이 값이 손의 최대 길이가 된다[1].

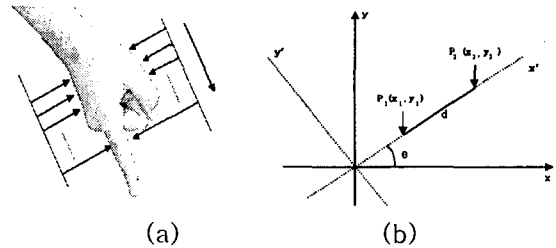


그림 6. 손의 최대 길이 검출 알고리즘

$$\begin{cases} x' = x \cos \theta + y \sin \theta \\ y' = y \cos \theta - x \sin \theta \end{cases} \quad (5)$$

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (6)$$

4.2.2 수직 방향 커서 제어를 위한 퍼지 추론 손의 최대 크기와 원형의 크기를 모니터 픽셀단위로 멤버쉽 함수를 그림 7,8과 같이 구성하였다.

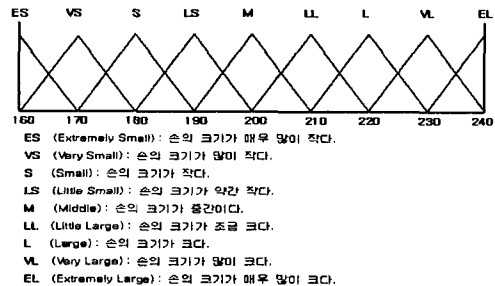


그림 7. 손의 최대 크기 멤버쉽 함수

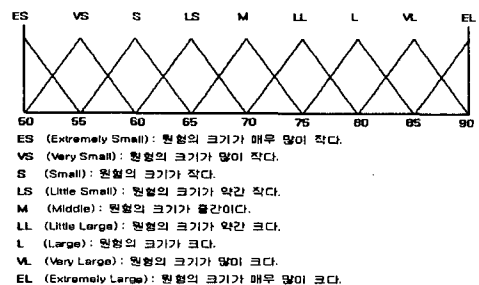


그림 8. 원형의 크기 멤버쉽 함수

손의 최대 크기와 원형의 크기에 의한 커서의 수직 위치는 표1의 규칙에 의해 추론 되어진다.

표1. 커서 수직위치에 대한 퍼지 추론규칙

손의 크기 \ 청각의 크기	ES	VS	S	LS	M	LL	SL	VL	EL
ES	EH	VH	H	H	LH	LH	M	LL	L
VS	EH	VH	H	H	LH	M	M	LL	L
S	EH	VH	H	LH	LH	M	LL	LL	L
LS	EH	VH	H	LH	M	M	LL	L	VL
M	VH	H	LH	LH	M	LL	LL	L	VL
LL	VH	H	LH	LH	M	LL	L	L	VL
L	VH	H	M	LH	M	LL	L	VL	EL
VL	H	LH	M	M	LL	L	L	VL	EL
EL	H	LH	M	M	LL	L	VL	VL	EL

손의 최대 크기와 원형의 크기에 의한 커서의 수직 위치를 결정하는 멤버십 함수를 그림 9에 나타내었다.

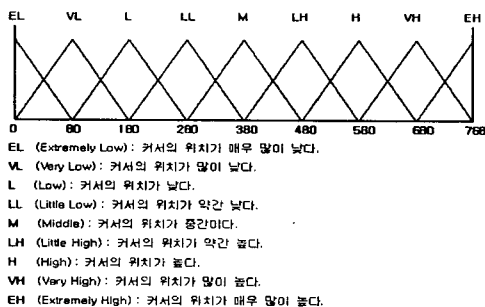


그림 9. 커서 위치에 대한 멤버십 함수

그림 7,8의 멤버십 함수와 표1은 특정 사용자의 여러 번 실험값에 의해 구성되었기 때문에 불특정 사용자의 경우에는 초기화 과정이 필요하다. 사용자마다 손의 크기가 다르기 때문에 초기화 과정에서 화면 중앙으로 손가락을 향하게 한 상태에서 표준 패턴을 저장하여 비례적으로 저장되어 있는 멤버십 함수를 조정하게 하였다.

V. Interface 구현

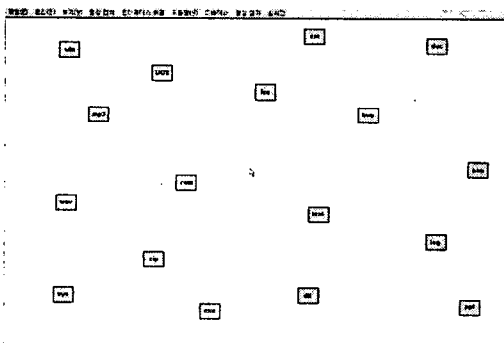


그림 10. interface의 초기 화면

interface의 초기 화면은 그림 10에서 보듯

이 icon을 random하게 배치 되게 구현하였다. 초기화 과정을 거친 후 손의 영상이 입력되면 손 인식 여부에 따라 커서의 색깔을 변화하게 하였다. 손가락의 이동 방향에 따라 커서가 이동하고 임의의 icon에서 2~3초 동안 고정되면 자동적으로 클릭 되어 icon이 동작되게 하였다

VI. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 원형 패턴 벡터 알고리즘을 적용하여 손을 인식하였고, 최대 원형 이동법의 계산량을 줄여 컴퓨터의 반응시간을 줄이면서 손 인식이 가능하도록 하였다. 커서의 수직 제어 부분에 퍼지 추론을 적용함으로써 손가락의 이동에 따라 커서가 유연하게 이동되어짐을 알 수 있었다.

향후 연구 과제로는 유전 알고리즘을 이용한 퍼지 멤버십 함수의 최적화와 카메라의 자동 거리 조절, 초점 조절 및 광도 조절 기능을 추가하여 다양한 환경 조건에서 컴퓨터의 조작성이 가능한 인터페이스가 고려되어진다.

VII. 참고 문헌

- [1] 손영선, 신일식, 정향영, “원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용한 손가락 이동에 의한 커서제어” 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 Vol. 11 No. 6, pp.487-490, 2001
- [2] 김희승, “영상인식”, 생능출판사, 1998
- [3] 이경래, 김성진, “손동작 인식을 통한 Human - Computer Interaction 구현” 한국 퍼지 지능시스템 학회, Vol.11 No.1 pp.28-32, 2000
- [4] 손영선, 추명경, “DTW방식을 이용한 음성 명령에 의한 커서 조작” 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 Vol.11 No.1 pp.3 - 8, 2000
- [5] Nam Yang-Hee, “Recognition of hand gesture for irtual environments using hidden markov model and colored petri nets” 한국과학기술원, 1997
- [6] 本多中 二, 大塚有生, “퍼지공학입문”, 웅보출판사, 2000
- [7] 구기준, “화상정보처리”, 기문사, 2000
- [8] 하영호 외3, “디지털영상처리”, 그린, 1998