

## 레이더 센서를 이용한 동작 추적

남명우\*

\*혜전대학교 전기과

e-mail:mwnam@hj.ac.kr

## Motion tracking using Radar Sensor

Myungwoo Nam\*

\*Dept. of Electrical Engineering, Hyejeon College

## 요약

본 논문에서는 밀리미터파 레이더 센서를 이용해 신체의 움직임을 추적할 때 이동 경로를 효과적으로 추정하는 방법을 제안하였다. 레이더 센서로부터 얻어진 반사파는 신체의 움직임에 반응한 결과이므로 불규칙한 군집 형태를 이루게 된다. 동작을 추적하기 위해서는 군집 형태의 반사파에서 중심점을 추출한 후 이를 연결하는 방식을 사용한다. 하지만 군집 형태의 반사파에서 얻어진 중심점을 연결할 경우 불규칙한 경로를 보인다. 이를 개선하기 위해 선형 보간법과 3차 spline 보간법 그리고 구간적 3차 에르미트 보간법을 적용한 스무딩 방법을 사용하여 경로를 개선하기 위한 실험을 진행하였다. 실험 결과 구간적 3차 에르미트 보간법을 적용한 방법이 시각적으로 가장 좋은 경로 추정 결과를 보여주었다.

## 1. 서론

옛날부터 사람은 의사소통 방법으로 동작을 많이 사용하여 왔다. 신체를 이용한 동작은 의사소통을 위한 중요한 방법의 하나이다. 특히 손동작은 산업 현장이나 의료현장 등에서 비접촉 의사전달 방법으로 사용할 수 있어 다양한 방법들이 연구되고 있다. 레이더 센서를 이용한 신체 동작 추적은 조명과 습도와 같은 주변 환경이나 단순한 장애물 등에 영향을 받지 않아 정보를 전달하는 데 유용하다[1][2][3].

레이더 센서에서 수신된 군집 신호의 중심점을 추출하여 연결하면 동작의 이동 경로를 구할 수 있다. 그러나 단순히 중심점을 연결 경우 불규칙한 형태를 보이게 된다. 이는 반사된 군집 신호가 신체의 다양한 부분으로부터 얻어지므로 군집 신호의 정확한 중심점 추출이 어렵기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 정확히 중심점을 추출하거나 신체의 이동 경로를 예측하여 경로를 보정해 주는 방법을 사용해야 한다. 본 논문에서는 다양한 스무딩 기법을 사용하여 중심점 이동경로 보정에 가장 적합한 방법을 제안하였다.

## 2. 동작 추적방법

## 2.1 스무딩 기법

스무딩 기법이란 출력값들을 보정하여 부드럽게 연결된 형

태로 변경해주는 것을 의미한다. 그리고 이것은 출력 데이터를 가공하는 후처리 작업으로서 다양한 작업에 거의 필수적으로 사용되고 있다. 스무딩 기법에는 polynomial 보간, spline 보간 등 여러 가지가 방법이 사용되고 있으나, 두 점을 이용한 선형적인 계산 방법을 통해 사이 값을 추정하는 선형 보간법(linear interpolation)이 주로 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 성능이 우수하여 많이 사용되고 있는 선형 보간법과 3차 spline 보간법 그리고 구간적 3차 에르미트 보간법(PCHIP: Piecewise Cubic Hermite Interpolating Polynomial)을 이용하여 스무딩 기법에 적용하였다.

$$p(x) = \frac{y_i(x - x_{i+1}) - y_{i+1}(x - x_i)}{x_i - x_{i+1}} \quad (1)$$

식 (1)은 점 $(x_1, y_1)$ 과 점 $(x_2, y_2)$ 가 주어졌을 때 사이 값을 추정하는 1차 선형 보간법으로 점들의 간격이 감소할 때 더 좋은 근사 값을 얻을 수 있는 방법이다.

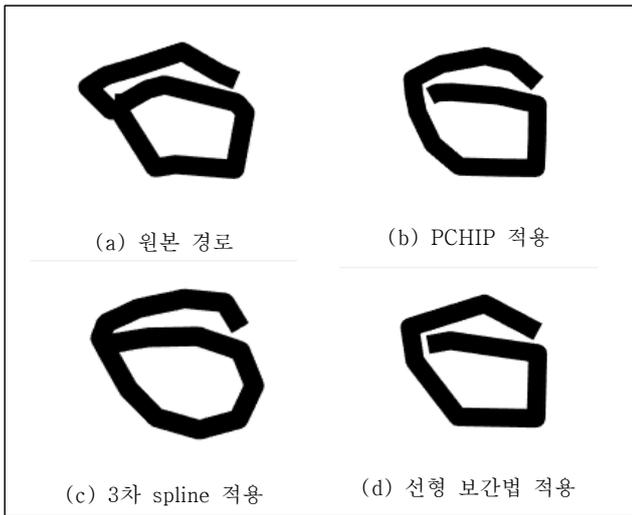
$$s_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \quad (2)$$

spline 보간법은 전체 구간을 소구간별로 분리한 후 저차수의 다항식을 이용해 부드러운 함수를 구하는 방법이다. 식 (2)는 구간  $[x_1, x_2]$ 에서 3차 spline 보간법을 유도하기 위한 기본 식으로 보간법 조건들을 만족하도록 수식을 정리하면 사

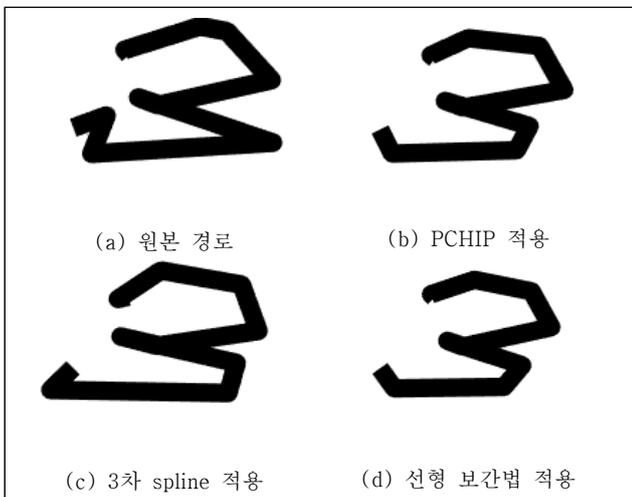
이 값을 추정할 수 있다. 구간적 3차 에르미트 보간법은 프랑스 수학자 에르미트의 이름을 딴 보간법으로 다항 함수 형태로 사이 값을 구하는 방법이다[4][5].

### 2.2 실험 방법

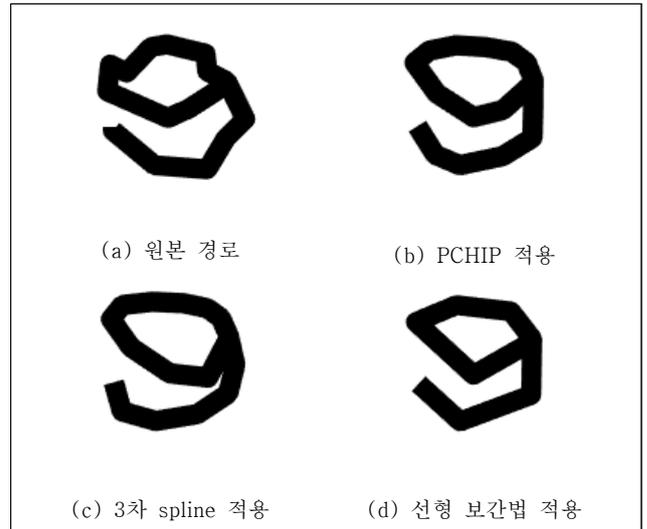
레이더 센서에서 얻어진 군집신호에서 3차원 정보를 이용하여 중심점을 추출하였다. 얻어진 중심점들을 연결한 원본 경로와 각각 3개의 스무딩 기법을 적용한 경로를 도시한 후 가독성을 비교하였다. 실험에 사용된 프로그램은 매트랩을 사용하였으며 매트랩에서 제공하는 3가지 보간법 함수를 사용하여 결과물을 구하였다[6]. 그림 1과 그림 2, 그림 3은 레이더 센서 앞에서 3, 6, 9 숫자를 손으로 그린 후 중심점을 추출하여 이동 경로를 얻은 것들이다. 그림에서 보이는 것과 같이 원본 경로는 불규칙한 형태를 보인다. 이를 보완하기 위해 3가지 스무딩 기법을 적용하였고 각각의 결과를 그림 1, 그림 2, 그림 3에 보였다.



[그림 1] 3가지 스무딩 기법을 적용한 숫자 6의 추적 경로



[그림 2] 3가지 스무딩 기법을 적용한 숫자 3의 추적 경로



[그림 3] 3가지 스무딩 기법을 적용한 숫자 9의 추적 경로

### 3. 결론 및 향후 계획

레이더 센서를 이용한 동작 추적에서 정확한 경로 추정은 결과물을 이용한 다양한 후처리 작업에서 매우 유용하다. 본 연구에서는 불규칙한 형태의 경로를 보완하기 위해 스무딩 기법을 사용하였고 3가지 방법을 적용하여 실험하였다. 실험 결과 PCHIP 방법을 적용해 보완한 경로가 가독성에서 가장 좋은 결과를 얻었다. 향후 가독성과 별도로 3가지 스무딩 기법을 사용하여 패턴 인식에서 가장 높은 인식률을 구하는 실험을 진행할 예정이다.

#### 참고문헌

[1] <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/iwr1443.pdf>  
 [2] <http://www.ti.com/lit/an/swra553a/swra553a.pdf>  
 [3] <http://www.ti.com/ko-kr/sensors/mmwave/overview.html>  
 [4] Fritsch, F. N. and R. E. Carlson. "Monotone Piecewise Cubic Interpolation", SIAM Journal on Numerical Analysis. Vol. 17, pp.238 - 246, 1980.  
 [5] Kahaner, David, Cleve Moler, Stephen Nash. Numerical Methods and Software. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1988.  
 [6] <https://kr.mathworks.com/help/matlab/ref/pchip.html>