

# 유전자 알고리즘을 이용한 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘

조정재<sup>†</sup>, 김영철<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 블루투스 통신 기반에서 최적의 성능을 위한 포인팅 및 보정 알고리즘을 제안한다. 가속도 센서는 각속도 센서보다 데이터 변화량이 더 민감하기 때문에 데이터 출력 값의 오류를 야기하는 주된 원인이 된다. 따라서 가속도 센서로부터의 각 축에 대한 데이터 값에 칼만 필터를 적용함으로써 노이즈를 최소화하였으며, 추가적으로 x, y 변화량에 칼만 필터를 적용함으로써 손 떨림에 대한 보정 효과를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 가속도와 각속도 센서 데이터를 Quaternion 사상 처리를 통해 데이터 추출을 적용한다. 추출된 데이터 값에 중력 가속도를 이용한 기울임 보정 알고리즘을 적용함으로써 기울임 보정 효과를 얻을 수 있다. 또한 장치의 급격한 움직임에 의한 센서 데이터의 부정확성을 해결하기 위하여 유전자 알고리즘을 적용한 사용자에 따라 달리 초기 해집단을 생성하는 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현한다.

## An Adaptive Pointing and Correction Algorithm Using the Genetic Algorithm

Jung-Jae Jo<sup>†</sup>, Young-Chul Kim<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose the pointing and correction algorithm for optimized performance based on Bluetooth communication. The error from the accelerometer sensor's output must be carefully managed as the accelerometer sensor is more sensitive to data change compared to that of the gyroscope sensor. Thus, we minimize the noise by applying the Kalman filter to data for each axis from the accelerometer. In addition, we can also obtain effect compensating the hand tremor by applying the Kalman filter to the data variation for x and y. In this study, we extract data through the Quaternion mapping process on data from the accelerometer and gyroscope. In turn, we can obtain a tilt compensation by applying a compensation algorithm with acceleration of the gravity of the extracted data. Moreover, in order to correct the inaccuracy on smart sensor due to the rapid movement of a device, we propose a adaptive pointing and correction algorithm using the genetic approach to generate the initial population depending on the user.

**Key words:** Quaternion(사원수(四元數)), Kalman filter(칼만 필터), Tilt compensation(기울임 보정), Genetic Algorithm(유전자 알고리즘)

---

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김영철, 주소 : 광주광역시 북구 용봉동 300 전남대학교 전자컴퓨터공학부 (500-757), 전화 : 062) 530-0369, FAX : 062) 530-0059, E-mail : yckim@chonnam.ac.kr  
접수일 : 2012년 8월 31일, 수정일 : 2012년 10월 4일  
완료일 : 2012년 11월 13일

---

<sup>†</sup> 준회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학과  
(E-mail : mpisto999@naver.com)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학과

※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신  
인력양성사업으로 수행된 연구결과임

### 1. 서 론

모션 인식 기술이 가능하게 된 이유는 MEMS (Micro Electro Mechanical System) 센서 기술이 성장하였기 때문이다. 스마트폰 시장이 폭발적으로 성장하면서 관련 어플리케이션, 소셜커머스, 클라우드 컴퓨팅 등의 서비스와 함께 센서 등의 하드웨어 분야에도 비약적인 발전이 이루어지고 있다. 또한 태블릿 PC, 체감형 게임기의 등장은 이를 더욱 가속화 시키고 있다[1]. 이러한 MEMS 센서 시장 및 응용분야 확대에 의해 MEMS 센서를 이용한 모션 인식 포인팅 인터페이스가 각광을 받고 있다. 본 논문에서는 MEMS 센서에 탑재된 가속도 센서와 각속도 센서를 이용한 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현하였다[2].

기존의 포인팅 알고리즘은 가속도 및 각속도 센서 뿐만 아닌 지자기 센서를 필요로 한다[3]. 본 연구에서는 방위각을 탐지할 수 있는 지자기 센서를 사용하지 않고 가속도 및 각속도 센서만을 사용하여 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현하였다. 지자기 센서를 사용하지 않음으로써 상대적으로 낮은 비용과 전력 소모량을 갖는 장점을 갖지만, 가속도 센서의 중력 가속도 값에 영향을 많이 받는 단점을 가지고 있다.

모션 센서가 탑재된 장치의 부드러운 움직임에는 중력 가속도 값을 포함한 가속도 센서의 변화량은 안정적으로 변동되지만, 장치의 급격한 움직임에는

가속도 센서의 변화량이 불안정하게 변동되어 결과 값에 부정적인 영향을 주게 된다. 이를 보완하기 위해 추가적인 보정 알고리즘을 적용하여 장치의 급격한 움직임에도 안정적인 결과 값을 도출할 필요가 있으며, 이를 해결하기 위해 탐색과 최적화 문제 해결을 위한 유전자 알고리즘을 이용하여 사용자들의 특성에 맞는 적응적인 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현하였다. 유전자 알고리즘은 기존의 연구를 통해 복잡한 조합문제에서 효율적인 탐색이 가능하고 최적에 가까운 해를 구할 수 있다는 장점이 있다[4]. 기울임 보정 효과를 얻기 위해 중력 가속도 값을 이용한 기울임 보정 알고리즘에 추가적인 기준 값을 설정함으로써 급격한 장치의 움직임에 대한 데이터 결과 값을 최적화 하였다.

본 논문의 2절에서는 기존의 포인팅 및 보정 알고리즘에 대해 간략하게 설명한다. 그리고 본 논문에서 제안한 유전자 알고리즘을 이용한 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘과의 연계성에 대해 설명한다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 모션 센서가 탑재된 장치의 움직임이 급격히 상하 또는 좌우로 반복할 때 발생하는 문제점을 해결하는 방법을 다룬다. 그리고 4절에서는 본 연구에서 제안하는 유전자 알고리즘을 이용한 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘과 기존의 포인팅 및 보정 알고리즘을 분석 및 비교한다. 그리고 마지막 5절에서는 본 연구에 대한 논의와 향후 연구 방향을 제시한다.

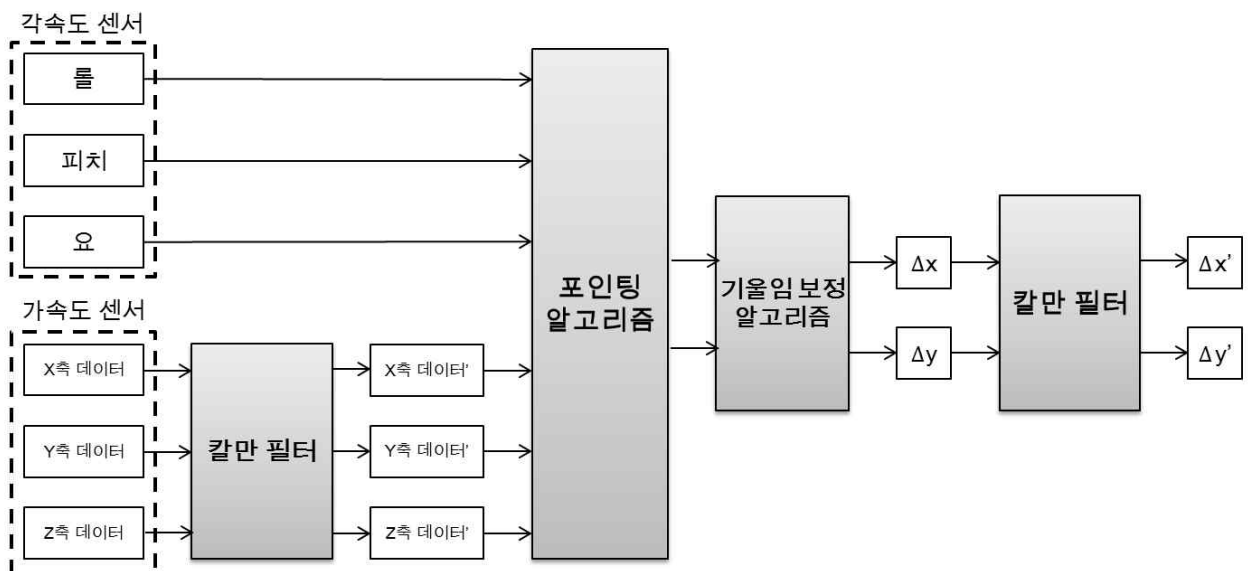


그림 1. 제안된 포인팅 및 보정 알고리즘 처리 과정

## 2. 제안된 포인팅 및 보정 알고리즘

모션 인식 포인팅 인터페이스를 위해 그림 1과 같이 포인팅 및 보정 알고리즘 처리 과정을 제안한다. 기존의 포인팅 알고리즘은 가속도와 각속도 센서뿐만 아니라 지자기 센서를 사용함으로써 방위각에 대한 보정효과를 얻었지만 본 논문에서 제안된 포인팅 및 보정 알고리즘은 가속도와 각속도 센서만을 사용하고 추가적인 보정 알고리즘을 사용함으로써 정교하고 부드러운 포인팅을 구현하였다. 가속도와 각속도 센서 데이터 값을 이용한 제안된 포인팅 및 보정 알고리즘은 크게 Quaternion 사상을 이용한 포인팅 알고리즘, 기울임 보정 알고리즘, 칼만 필터를 이용한 보정 알고리즘으로 나눌 수 있다[2].

가속도와 각속도 센서의 퓨전을 이용한 포인팅 알고리즘으로서 Quaternion 또는 Rodrigues 사상 처리를 사용할 수 있다[2]. Quaternion 사상과 Rodrigues 사상은 가속도와 각속도 센서 데이터 값을 이용하는 공통점이 있지만, 본질적으로 다른 큰 차이점이 있다. Quaternion 사상은 Gimbal Lock 문제를 해결하기 위해 축 변환을 하지만 Rodrigues 사상은 고정된 축 상의 벡터 성분을 회전 변환한다는 점이다. 이로 인해 Quaternion 사상은 장치가 기울어져 있는 상태에서 기울임 값을 반영할 수 없는 반면에 Rodrigues 사상은 기울임 값을 반영할 수 있다. 결과론적으로 두 가지의 사상 처리를 비교 분석한 결과 Quaternion 사상의 성능이 더 우수할 뿐만 아니라 연산 속도 및 보정 효과 면에서도 더 효율적임을 확인할 수 있었다[2,5,6].

사용자가 포인팅 대상, 즉 디스플레이를 바라보는 축을 user-frame 이라고 하고, 장치의 기본 축을 body-frame이라고 한다. 그리고 장치의 경우 기본적으로 디스플레이를 바라보는 방향의 z축을 기본 축으로 설정하면 식(1)로 표현 될 수 있다[7].

$$b_z = \overrightarrow{(q^* \otimes \langle 0, u_z \rangle \otimes q)} \quad \text{where } u_z = (0, 0, a). \quad (1)$$

위 식(1)에서  $b_z$ 는 z축을 기본 축으로 하는 body-frame,  $u_z$ 는 z축을 기준으로 하는 user-frame을 의미한다. 그리고  $q$ 는 사원수의 벡터 값을 의미하며,  $q^*$ 는 사원수 벡터의 켈레 값이다.  $\otimes$ 은 Quaternion 곱셈을 의미하며,  $q = (w, x, y, z)$  라고 하고 우변을 풀면 식(2)를 얻을 수 있다.

$$b_z = (0, 2a(xz - yw), 2a(yz + xw), a(w^2 - x^2 - y^2 + z^2)). \quad (2)$$

z축을 기준으로 보정된 각 변화량 유도 과정을 적용하면 보정된  $\theta'$ 값은 식(3)과 같다. 여기에서  $b_{z_y}$ 는 위 식(2)  $b_z$  값의 y축 성분을 의미하며,  $b_{z_z}$ 는  $b_z$  값의 z축 성분을 의미한다.

$$\theta' = \tan^{-1}\left(\frac{b_{z_y}}{b_{z_z}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2(yz + xw)}{w^2 - x^2 - y^2 + z^2}\right). \quad (3)$$

보정되기 전  $\theta$ 값은 장치 상에서 디스플레이를 바라보는 축에 대한 각 변화량을 대입하면 된다. 각속도 센서로부터 받은 x, y, z축에 대한 각속도 값을 시간 변화량만큼 곱함으로써 각 변화량을 얻을 수 있다. 그리고 장치 상에서 디스플레이로 바라보는 기본 축을 제외하고 나머지 x, y축에 대해서 보정된  $\theta'$ 값을 오일러 공식에 대입한다. 이를 풀면 디스플레이 상의 x, y 변화량을 얻을 수 있다.

기울임에 대한 정보가 없는 Quaternion 사상을 기반으로 장치의 기울임을 보정하기 위해 추가적인 기울임 보정 알고리즘을 적용하였다. 가속도 센서는 x, y, z 축 각각에 대해 중력 가속도 값이 포함되기 때문에 기울임에 대한 정보를 얻을 수 있다[8].

장치의 기울기에 따른 주기적 특성을 바탕으로 식(4)와 같이 단위 값을 계산하여  $u_z$ 의 데이터 변화량을 확인하면  $\cos\theta$ 와 유사함을 확인할 수 있다. 여기에서  $accel\_value[0]$ ,  $accel\_value[1]$ ,  $accel\_value[2]$ 는 각각 x, y, z축의 가속도 센서 데이터 값을 의미한다.

$$u_x = \frac{accel\_value[0]}{\sqrt{(accel\_value[0])^2 + (accel\_value[1])^2 + (accel\_value[2])^2}},$$

$$u_y = \frac{accel\_value[1]}{\sqrt{(accel\_value[0])^2 + (accel\_value[1])^2 + (accel\_value[2])^2}},$$

$$u_z = \frac{accel\_value[2]}{\sqrt{(accel\_value[0])^2 + (accel\_value[1])^2 + (accel\_value[2])^2}}. \quad (4)$$

식(4)과 같이  $\cos\theta$ 와 유사한 값을 갖는  $u_z$ 를 이용하여 기울임 각(Tilt angular)를 구할 수 있다.  $u_z$ 는 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현하기 위해 중요한 초기 해집단(Initial population)의 생성에 있어 중요한 자료가 된다. 여기에서 주의할 점은 기울임 각의 범위가 0부터  $2\pi$ 라는 점이다. 이는 장치를 좌측으로 회전 할 경우 기울임 각의 정보는 일치하지

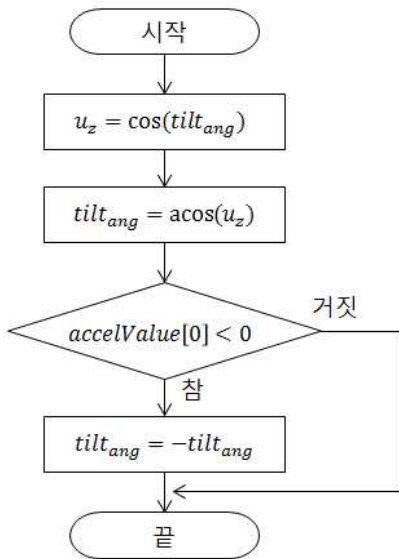


그림 2. 기울임 보정 알고리즘

만, 우측으로 회전 시  $\Delta y$ 의 역방향 문제를 발생시키는 원인이 된다. 이를 해결하기 위해 그림 2와 같이 기울임 각을 유도한다.

장치의 움직임이 좌, 우로 빠르게 움직일 경우 가속도 센서 데이터 값이 급격히 튀는 현상이 발생한다. 이에 추가적으로 기울임 보정 알고리즘을 보완하기 위해 기울임 보정 알고리즘을 거치지 않는 조건문을 추가할 수 있다. 이는 유전자 알고리즘을 이용한 적응적인 알고리즘을 구현하는 부분이 된다.

가속도 센서와 각속도 센서의 데이터 값을 추출해보면 각속도 센서의 데이터 값은 안정적이며 노이즈가 없음을 확인할 수 있다. 하지만 가속도 센서 데이터의 변화에는 디스플레이의 x, y 변화량은 민감하게 반응한다. 이에 가속도 센서 데이터 값의 노이즈를 최소화 시킬 필요가 있으며, 센서 보정 알고리즘으로서 칼만 필터를 적용하였다<sup>①</sup>. 추가적으로 기울임 보정 알고리즘 이후 최종적인 x, y 변화량에 대해서도 적용시킴으로써 손 떨림이나 미세한 움직임에 대한 보정 효과를 얻을 수 있다<sup>②</sup>.

칼만 필터는 상태 변화에 대한 변화량을 예측하고 또한 현재의 입력의 노이즈 측정값에 대해서도 현재 상태를 추정한다[9]. 그리고 이 두 가지에 대한 불확실성, 즉 covariance 도 계속 업데이트를 하면서 실제 값에 가까운 상태를 추정하는 알고리즘이다. 데이터의 중요도는 표준편차로 대신 할 수 있으며, 칼만 필터의 기본 이론에 해당되는 재귀적 자료 처리 기법을 사용하였다. 본 논문에서 적용된 유전자 알고리즘에서 초기 해집단을 생성하기 위해 가속도 센서 데이터의 z축에 대한 단위 값을 이용한다. 유전자 알고리즘에서 초기 해집단의 생성은 매우 중요한 부분으로써 가속도 센서의 노이즈를 최소화 시킬 필요가 있으며, 이를 위해 보정 알고리즘으로써 칼만 필터를 적용하였다.

### 3. 유전자 알고리즘을 이용한 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘

본 논문에서는 가속도 센서를 이용한 기울임 보정 알고리즘을 적용 한다. 기울임 보정 알고리즘을 사용하지 않을 경우 사용자의 장치에 대한 급격한 움직임에도 디스플레이 상의 x, y 좌표 변환 값에 큰 영향을 주지 않음을 확인 할 수 있다. 하지만 기울임 보정 알고리즘을 적용할 경우 장치에 대한 급격한 움직임에 민감하게 반응하여 디스플레이 상의 x, y 좌표 변환 값에 부정적인 영향을 주게 된다. 이는 기울임 각을 유도하는 과정에서 cosine 함수와 근접한 가속도 센서의 z축에 대한 단위 값의 밀접한 관계를 갖는다. 가속도 센서 데이터를 이용하여 기울임 각을 유도하는 과정에서 기울임 각이 장치가 90도에 가깝게 기울어져 있는 경우 보다 거의 기울어져 있지 않는 경우에 기울임 각의 변동이 더 큼을 확인할 수 있다. 이는 장치의 회전각이 90도에 가까울 경우에 급격한 움직임에 x, y 변화량의 왜곡이 거의 없는 근거가

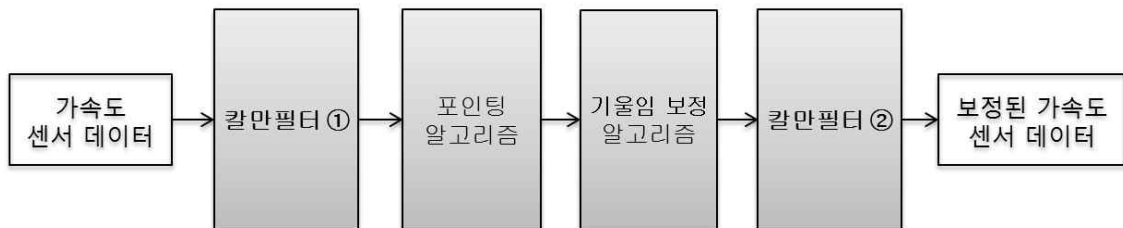


그림 3. 칼만 필터가 적용된 가속도 센서 데이터 보정 과정

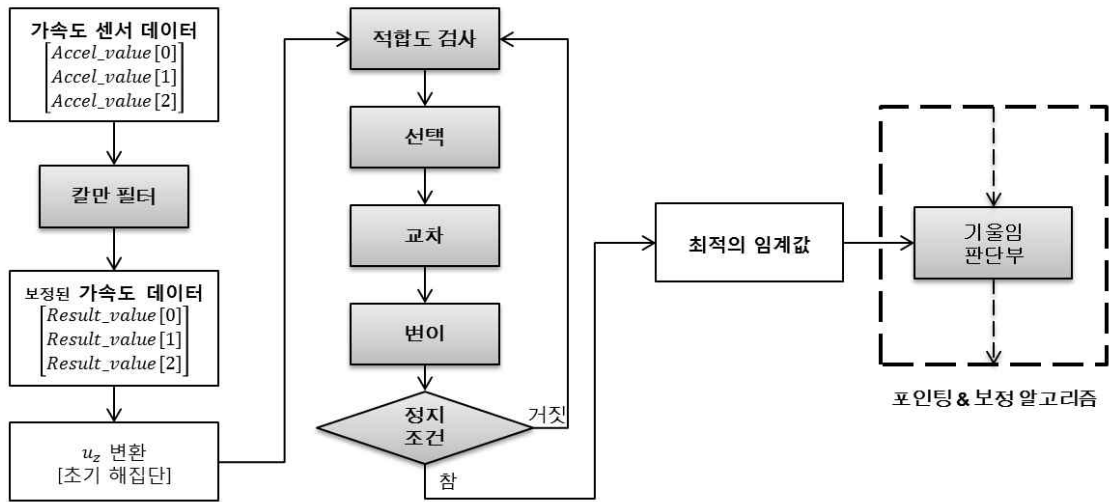


그림 4. 유전자 알고리즘을 이용한 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘 처리 과정

된다. 이러한 기울임 각의 변동 특성을 이용하여 특정 값을 기준으로 기울임 보정 알고리즘의 적용 유무를 판단하는 조건부를 적용할 수 있다.

칼만 필터를 통해 보정된 가속도 센서 데이터 값을 이용한 z축을 기준으로 하는 단위 값들은 유전자 알고리즘에 적용되는 인덱스에 대치된다. 이 인덱스들은 초기 해집단으로써 추가적으로 장치의 움직임이 급격하게 움직이는 환경에서의 개체들이다. 이 개체들은 순열로써 임시 저장되며 이 값들은 유전자 알고리즘을 거쳐 최적의 값을 도출해낸다. 최적화된 결과 값은 위의 적합도 계산식인 공유 기반 적합 방식에 적용된 최대의 적합도를 가지는 개체이다[10]. 본 논문에서는 그림 4와 같이 최적화된 기울임 기준 값을 도출하는 처리 과정과 이를 기존의 포인팅 및 보정 알고리즘에 접목하였다. 유전자 알고리즘을 임계값 설정에 적용한 이유는 사용자에게 따라 손목의 움직임이 다르기 때문에 적응적인 임계값 설정이 필요하기 때문이다. 초기 해집단의 생성을 사용자의 움직임에 따른 가속도 센서의 z축을 기준으로 하는 단위 값으로 설정함으로써 사용자에게 따른 임계값 설정이 가능하다.

초기 해집단의 생성 조건은 장치의 급격한 움직임에 따른 가속도 센서 데이터 값이며, 추출된 가속도 센서의 데이터 값을 z축을 기준으로 하는 단위 값으로 변환한다. 어떤 해의 적합도는 해집단으로부터 그 해를 선택할 때 참고하는 값이며, 이 값에는 그 해의 품질도 반영된다. 그리고 해집단의 크기(개수)에 따라 생성된 초기 해집단을 바탕으로 근접한 한 쌍의

해를 집단으로 선택한다. 선택된 집단은 혼합 교차 방식과 설정한 변이 확률에 따른 임의의 다른 집단의 해와의 변이 과정을 거친다. 이러한 유전자 연산처리를 수행하면 새로운 해집단을 순열에 추가하고 각 해에 대해 적합도를 계산한다. 이러한 과정은 종료조건을 만족할 때까지 새로운 해들을 생성해서 대치하는 일을 반복한다. 본 논문에서는 변환된 개체들은 공유 기반 적합도 계산을 활용하여 적합도를 평가하였다[11]. 아래 그림 5는 본 논문에서 적용된 적합도 계산식을 보여준다. 적합도가 높은 개체는 종결 조건을 만족한 이후 최적화된 기준 값으로 선정된다.

$$F_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^n s(d_{i,j})}$$

$F_i$  : 공유를 고려한 해집단의 i번째 해의 적합도  
 $n$  : 해집단의 크기  
 $s(d_{i,j}) = 1 - \frac{d_{i,j}}{\sigma}$   
 $d_{i,j}$  : i번째 해와 j번째 해의 거리  
 원소 값의 차의 절대 값을 전부 더한 값  
 $\sigma$  : 해집단에서 가장 차이가 많이 나는 두 해의 차이  
 $f_i = (C_i - C_w) + (C_b - C_w) / (k - 1), k > 1$   
 $C_i$  : i번째 해의 품질  
 $C_w$  : 해집단에서 가장 나쁜 해의 품질(가장 낮은 값)  
 $C_b$  : 해집단에서 가장 좋은 해의 품질(가장 높은 값)  
 $k$  : 선택압

그림 5. 적합도 계산 식

생성된 해집단에서 서로 근접한 개체들을 집단으로 생성하여 교차하였으며, 교차 방법으로는 개체의 성분이 비트 코드가 아닌 실수이기 때문에 일반적인 분산 교차 기법이 아닌 혼합 교차 기법을 적용하였다[11]. 여기에서 사용되는 탐색 계수는 사용자에게 의해 정의가 가능하며 양수의 값을 반영한다. 한편, 변이는 해가 순열인 점을 이용하여, 순열의 각 인덱스를 차례대로 보고 정해진 변이 확률로 해당 인덱스의 원소를 다른 임의의 인덱스의 원소와 자리 바꾸는 방법을 사용하였다. 변이 확률 방법을 사용함으로써 세대가 반복될수록 일정 확률로 다른 집단과의 교배를 통해 보다 더 적합한 개체를 생성할 수 있다[12]. 생성된 해집단에 대해 순차적으로 한 쌍의 인덱스를 혼합 교차 기법을 적용한 이후, 변이확률에 따라 순차적으로 인덱스의 순서를 바꾸는 연산 알고리즘으로 교배, 변이 서열은 균등하며 적합도 계산에 의해 최적의 임계값을 추출한다[13].

#### 4. 실험 결과

본 논문에서 제안하고 있는 방식은 복잡한 조합문제에서 효율적인 탐색이 가능하고 최적에 가까운 해를 구할 수 있다는 장점을 갖는 유전자 알고리즘을 이용하여 기울임 보정 알고리즘의 적용 유무를 판단하는 조건부의 기준 값을 설정하는 것이다. 특히, 사용자마다 다른 손목의 움직임에 대해 적응적인 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현할 수 있다. 우선 사용한 파라미터 값들을 정리하면 최대 세대 수는 50, 해집단의 크기는 300, 선택압은 3, 변이 확률은 0.20, 유전자 알고리즘 반복 횟수는 50으로 실험하였다.

실험은 유전자 알고리즘이 적용되지 않은 기존의 포인팅 및 보정 알고리즘과 유전자 알고리즘이 적용된 포인팅 및 보정 알고리즘의 성능을 비교 분석하였다. 제안된 포인팅 및 보정 알고리즘의 결과 값은 디스플레이 상의  $x$ ,  $y$  변화량으로서 장치를 수평으로 움직일 경우 수직에는 영향이 없어야 하며, 수직으로 움직일 경우 수평에는 영향이 없어야 한다. 하지만 가속도 센서의 경우 하드웨어적으로 급격한 움직임으로 인해 다른 축의 결과 값에 영향을 미치게 되어 원하는 포인팅이 이루어지지 않는 한계를 갖는다. 또한, 기존의 포인팅 알고리즘은 가속도와 각속도 센서뿐만 아니라 지자기센서를 사용함으로써 장치의 기

울임에 대한 보정 처리를 하였지만, 본 논문에서는 지자기 센서를 사용하지 않고 가속도와 각속도 센서만을 이용하였다. 이러한 한계를 해결하기 위해 유전자 알고리즘을 적용하여 임계값을 설정하였다. 특히 사용자에게 따라 임계값을 설정함으로써 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현하였다.

가속도 센서 데이터를 이용하여 기울임 각을 유도하는 과정에서 장치가 거의 기울어져 있지 않는 경우는 장치가 90도에 가깝게 기울어져 있는 경우 보다 기울임 각의 변동이 더 크음을 확인할 수 있다. 이러한 원인은 cosine 함수와 밀접한 관계를 갖는 가속도 센서의  $z$ 축에 대한 단위 값 때문이다. 장치를 좌우로 급격하게 움직였을 경우 디스플레이 상의  $y$ 출력 값 변화량은 아래 그림 6와 같다. 최적화된 기준(임계) 값을 적용한 결과 값은 그렇지 않은 결과 값보다 상대적으로 변동의 폭이 일정하며 최대 변화량이 적음을 확인할 수 있다. 이러한 특성을 활용하여 장치를 급격하게 좌우로 움직일 경우 한쪽 방향으로  $y$  변화량이 증가하는 현상을 제거할 수 있다.

장치를 상하로 급격하게 움직였을 경우 디스플레이 상의  $x$ 출력 값 변화량은 아래 그림 7과 같다. 위의 좌우로 급격하게 움직였을 경우와 마찬가지로 최적화된 기준 값을 적용한 결과 값은 그렇지 않은 결과 값보다 상대적으로 변동의 폭이 일정하며 최대 변화량이 적음을 확인할 수 있다. 이러한 특성을 활용하여 장치를 급격하게 상하로 움직일 경우 한쪽 방향으로  $x$  변화량이 증가하는 현상을 제거할 수 있다.

#### 5. 결 론

본 연구는 가속도 센서와 각속도 센서를 이용한 포인팅 및 보정 알고리즘에 유전자 알고리즘을 추가 적용함으로써 사용자에게 따른 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘을 제안하여 구현하였다. 센서 데이터의 노이즈를 최소화하기 위해 보정 알고리즘으로 칼만 필터를 적용하였지만, 급격한 움직임이 발생할 경우 센서의 성능이 이에 맞춰지지 못하는 문제점이 있었다.

본 논문에서 제안된 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘은 공유 기반 적합도 계산, 혼합 교차 방식 및 변이 확률 방법을 사용함으로써 사용자에게 따라 근사 값에 가까운 기준 값을 도출하는 방법을 제안하였다. 또한, 칼만 필터에 의해 보정된 센서 데이터 값을 유

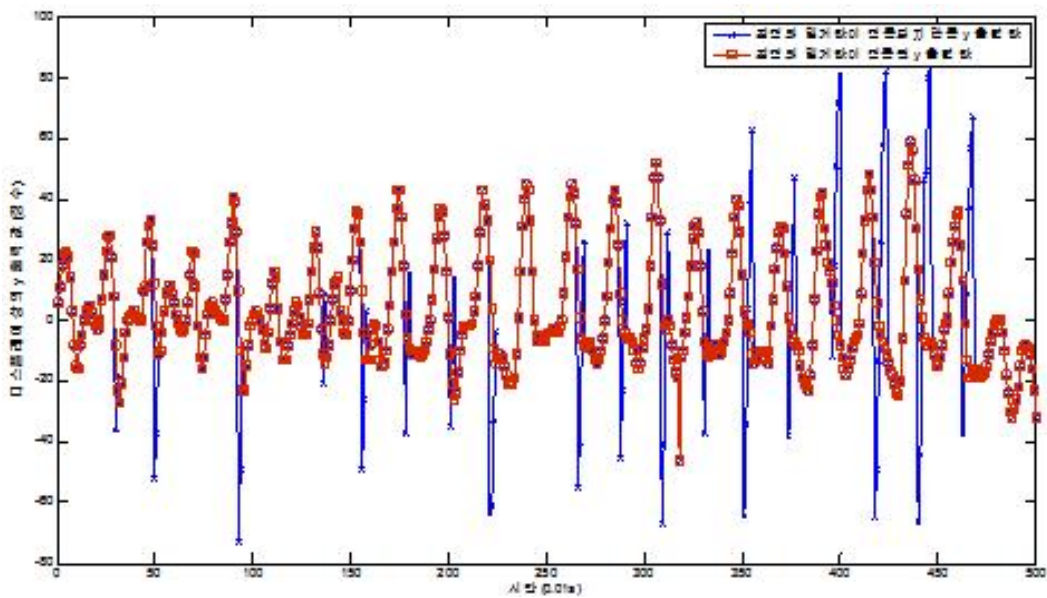


그림 6. 장치를 수평으로 급격하게 움직인 상태의 유전자 알고리즘 적용 유무에 따른 y축력 값 비교

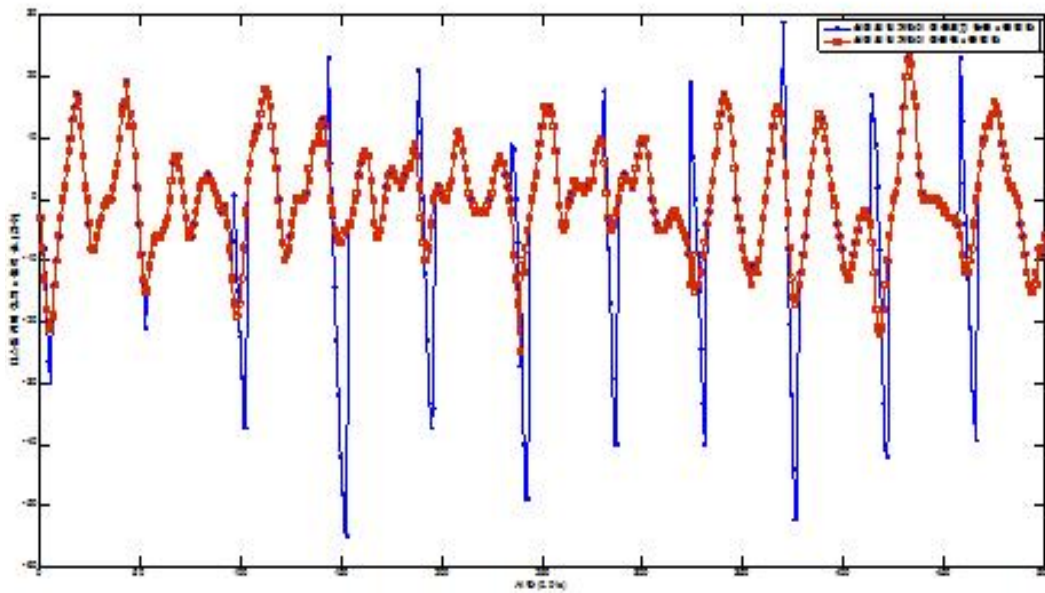


그림 7. 장치를 수직으로 급격하게 움직인 상태의 유전자 알고리즘 적용 유무에 따른 x축력 값 비교

전자 알고리즘에 필요한 초기 해집단으로 적용함으로써 사용자에게 의해 생성된 데이터 값들을 적응적 알고리즘을 구현하였다. 이는 포인팅 알고리즘이 지속적으로 실행되면서 추가적인 인터럽트를 입력할 경우 즉각적인 보정이 가능하다는 장점을 갖는다. 제안된 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘은 제한된 유전자 알고리즘 파라미터를 사용하였지만 추후 논문에서는 다양한 파라미터를 사용함으로써 보다 더 효율적인 적응적 포인팅 및 보정 알고리즘을 구현할 필요

가 있다.

사용자와 기기 사이에 밀접한 관계를 갖는 인터페이스에서 기기가 사용자를 이해할 수 있는 알고리즘은 점점 부각될 것이다[14,15]. 향후 연구 과제로는 이러한 사용자 중심의 인터페이스를 기반으로 하는 시스템에서 가속도 센서와 각속도 센서에 제한되지 않은 Natural User Interface에 적합한 센서를 사용함으로써 새로운 사용자 경험을 이끌어내는 시스템 구현이 필요하다. 사람과 기기가 소통하기 위해서 사

람과 가장 밀접한 아날로그 환경에 접근하는 방법도 인터페이스 혁신의 주요 포인트가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 송재연, 스마트 TV와 모바일 기기, 그 패러다임의 변화와 스마트 미디어의 발전, KT경제경영연구소, 2011.

[2] J.J. Jo, J.S. Jang, Y.C. Kim, and K.T. Chung, "Implementation of the Pointing & Correction Algorithm Based on Bluetooth Communication," *International Conference on SMA 2012*, ISSN 2287-4348, pp. 89-92, 2012.

[3] Anthony Kim and M.F. Golnaraghi, "Initial Calibration of an Inertial Measurement Unit using an Optical Position Tracking System," *IEEE Position Location and Navigation Symposium*, pp. 96-101, 2004.

[4] M. Srinivas and L.M. Patnaik, "Adaptive Probabilities of Crossover and Mutation in Genetic Algorithms," *IEEE Transactions on Systems*, Vol. 24, No. 4, pp. 656-667, 1994.

[5] 김정래, 정인범, "무선센서 기반 다차원 사용자 움직임 탐지 시스템," 한국해양정보통신학회 논문지, 제3권, 제15호, pp. 700-712, 2011.

[6] 장덕성, "사원수를 활용한 회전변환의 구현과 효과," 산업기술연구소 논문보고집, 제1권, 제31호, pp. 351-357, 2008.

[7] Kuipers J.B, *Quaternions & Rotation Sequences*, Coral Press, Department of Mathematics, Calvin College, Grand Rapids, MI 49546, USA, Princeton, 2000.

[8] Talat Ozyagcilar, "Implementing a Tilt-Compensated Compass using Accelerometer and Magnetometer Sensors," *Freescale Semiconductor AN4248*, pp. 1-21, 2012.

[9] Greg Welch and Gary Bishop, *An Introduction to the Kalman Filter*, UNC-Chapel Hill, TR 95-041, 2006.

[10] 손봉기, 이건명, "유전알고리즘 기반의 멀티에이전트 시스템 조정 협동 기법," 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 제2권, 제14호, pp. 156-163, 2004.

[11] T. Yalcinoz, H, Altun, and M. Uzam, "Economic Dispatch Solution using A Genetic Algorithm Based on Arithmetic Crossover," *IEEE Porto Power Tech Conference 10th-13th*, pp. 1-4, 2001.

[12] Jim Smith and T.C. Fogarty, "Self Adaptation of Mutation Rates in a Steady State Genetic Algorithm," *IEEE Evolutionary Computation*, pp. 318-323, 1996.

[13] 임양미, "전역 임계치 벡터의 유전적 진화에 기반한 적응형 배경차분화," 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제10호, pp. 1418-1426, 2009.

[14] *Human Interface Device(HID) Profile Ver1.0 Draft B*, Bluetooth SIG, 2003.

[15] 하일곤, 모바일 UI의 진화 : Beyond Touch, LG경제연구원, 2011.



조 정 재

2004년 3월~2011년 2월 전남대학교 전자컴퓨터공학부 학사  
 2011년 3월~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 석사과정  
 관심분야 : 정보처리 시스템, 사용자 인터페이스 시스템



김 영 철

1981년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업  
 1987년 2월 Univ. of Detroit 전자공학과 석사  
 1993년 2월 Michigan state Univ. 전자공학과 박사

1993년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수  
 관심분야 : 임베디드 SoC 설계, 스마트 단말기 및 TV 인터페이스 및 저전력 설계 기술