

동작 감지 기반으로 작동하는 직관적 명령 전달 매개 인터페이스

Motion Detection-based Intuitive Mediate Interface

임종관, Jong Gwan Lim, 손영일, Young Il Sohn, 양정연, Jeong Yeon Yang,

김영근, Young Geun Kim, 권동수, Dong Soo Kwon*

* 한국과학기술원 기계공학과

요약 새로운 매체와 접촉 시 발생하는 거부감을 최소화 하고 별도의 학습 없이 사용 가능한 직관적 명령 전달 방식의 매개 인터페이스를 제안한다. 제안하는 매개 인터페이스는 3차원 공간에서 사용가능한 가상 마우스와 TV 리모트 컨트롤러의 기능적 결합을 목표로 하고 실버세대들에게 익숙한 매체인 펜을 형태로 삼아 개념적으로 설계되었다. 구체적인 구현은 가속도계의 신호를 분석하거나 펜촉에 레이저 포인터를 추가하여 레이저 포인터의 좌표 변화를 웹캠으로 추적, 인식하는 방법으로 구분하였고 본 논문에서는 가속도계의 경우를 소개한다. 가속도계 신호분석을 통해 마우스의 기능을 모사하고 동작을 감지하는데 발생하는 문제점과 이를 해결하기 위한 기존 연구를 분석하고 동작 중에 중력방향의 수직축이 바뀌면서 발생하는 가속도계 신호의 오류를 보상하기 위해 제안된 Zero Velocity Compensation 방법을 소개한다. ZVC의 결과에 필수적인 저주파의 시계열 신호 실시간 끝점 추출과 동시에 패턴인식을 위한 특징추출 기능을 수행하는 새로운 알고리즘을 제안하며 기존의 방법과 실험적으로 성능을 비교한다. 또한 입력된 가속도계 신호를 학습된 인식기를 통해 인식하는 기존의 연구에서 더 나아가, 마우스의 좌표변화를 짧은 시간동안 가속도 신호의 실시간 분석을 통해 모사하기 위해 변형시킨 알고리즘을 소개한다.

핵심어: HCI, Interface, VR

1. 서론

20세기 들어 인류는 수많은 문명의 이기를 개발하고 그의 혜택을 입고 있다. TV가 시청자에게 일방적인 정보를 제공하는 일방향의 통신을 가능케 했다면 인터넷의 출현으로 정보 제공자와 공급자의 차이가 사라지는 양방향의 통신이 가능해졌다. 방송과 통신으로 분리되어 있던 각 매체는 하나의 통합된 매체로 진화하며 정보화 사회로의 진입을 가속화시키는 중이다. 매체의 통합은 각 통신기기의 통합과 그간 독립된 형태로 진행되어온 Home Automation의 통합을 자극하고 있다.

별도의 TV와 컴퓨터를 사용하는 오늘날의 컴퓨팅 환경과는 달리 TV와 컴퓨터가 하나로 통합되어 가정의 홈서버 역할을 담당한다. 모든 제어는 홈서버를 통해 이루어지며 이를 모니터링 하기 위해 크기가 큰 평판 디스플레이가 가정의 중심에 자리 잡게 된다. 또한 Home Automation의 연장선 상에서 진행 중인 가정용 로봇의 수요가 극적으로 증가하며

가정용 로봇 역시 홈서버에 네트워크로 물려 통제되는 컴퓨팅 환경이 예상된다[1,2]. 이러한 컴퓨팅 환경의 변화는 독립된 형태로 진행된 컴퓨터와 TV 등, 주변기기간의 통합을 촉발시키고 있으며 이를 겨냥한 상품화가 활성화되고 있다 (Home Theater Personal Computer용 3차원 마우스 등).

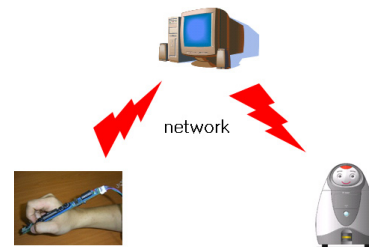


그림 1. 가정용 로봇의 제어

방송, 통신, 제어의 통합은 가정을 기본단위로 상정하고 진행되기 때문에 파급효과가 연령에 구애없이 전 세대에 미치게 된다. 이는 그간 정보화와의 접촉에 지극히 제한적이며

이 연구(논문)는 산업자원부 지원으로 수행하는 21세기 프론티어 연구개발사업(인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발사업)의 일환으로 수행되었습니다.

소극적인 실버세대에게 크나큰 장애가 아닐 수 없다. 본 논문은 이러한 추세를 반영하고 더 나아가 정보화에 소외되고 있는 실버세대를 주사용자로 선정해 TV의 리모트 컨트롤러와 컴퓨터의 마우스를 통합한 차세대 정보입력장치를 제안하고자 한다.

2. 실버세대를 위한 매개 인터페이스

실버세대용 매개 인터페이스 설계를 위한 기존 연구가 전무하기 때문에 1) 실버세대의 신체적/ 감성적 특징을 분석하고 2) 기존에 출시된 실버세대용 가전기기의 특징을 분석하여 구현을 위한 요구사항을 도출한다.

2.1 실버세대의 신체적/ 감성적 특징

실버세대의 신체적/ 감성적 특징을 표 1에서 도시하였다. 65세를 실버세대의 진입기준으로 삼는데 현재 대한민국의 평균수명이 77.9세(2006, 통계청)이다. 65세 이후 세대를 통틀어 실버세대로 칭하나 연령별 상세한 특성에 대한 세밀하고 체계적인 연구가 필요한 실정이다.

신체적으로 청각/시각이 노화에 따라 작고 복잡한 사물에 대해 사용상 제약을 갖으며 뇌신경계의 퇴화로 인해 정보 통합이 늦어진다. 이는 하나의 기기에 여러 기능을 통합시키는 Digital Convergence라는 산업계의 흐름에 역행하는 것으로서 실버세대가 갖는 특수성이다. 또한 감성적으로 학습을 통한 새로운 기기 사용에 대한 거부감이 강하며 제품의 기능성보다는 편리성에 비중을 둔다. 즉 이미 사용이 익숙한 매체를 고집하며 새로운 변화를 수용하려 들지 않는 경향이 강하다.

표 1. 실버세대의 신체적/ 감성적 특징

대상	증상	
신체	감각기관	청각/ 시각의 노화
	뇌신경계	기억력, 판단력, 학습능력의 저하 복잡한 운동이나 감각기능이 둔화 상황대처, 정보통합에 지체
	근골격계	활동이 느려지고, 근력이 감퇴 관절연골이 마모되고 감소
감성	학습보다는 과거 회귀적인 경험에 주로 의존 복잡/ 변화/ 속도에 대한 거부감 건강/ 수면연장에 대한 관심	

2.2 실버세대용 가전기기의 특징

실버세대를 겨냥한 가전기기의 특징을 표 2에서 도시하였다. 많은 제품이 기본 기능 외에 부가적으로 첨가된 기능을 생략하거나 버튼의 크기를 늘리되 수는 줄임으로써 단순화하는 것을 볼 수 있다. 또한 변화에 대한 거부감을 줄이기

위해 과거의 향수를 자극하거나 이미 익숙한 매체를 채택하고 있다. 이는 새로운 기능보다는 사용의 편리성을 중시하는 실버세대의 감성적 특징을 잘 반영한다.

표 2. 실버세대용 가전기기

제조사	상품	특징	비고
삼성	실버폰 (지터백 SPH-A110)	1. 3개의 버튼으로 구성 2. 지터백은 1930~40년대 유행한 사교 댄스 이름	복잡함에 대한 거부감 고려 과거향수 자극
엘지	실버폰 (LG-SD370)	1. 부가기능의 제거 2. FM 라디오 수신 기능	복잡함에 대한 거부감 고려 익숙한 매체 선택
팬택엔 큐리벨	말하는 목걸이폰 (PH-K2500V)	1. 메뉴, 메시지등을 문자와 동시에 음성으로 통보	복잡함에 대한 거부감 고려 익숙한 매체 선택
샤프	세탁건조기	1. 기능 선택 시 음성으로 재확인 2. 다이얼 방식으로 선택	기억력저하 고려 익숙한 매체 선택
넥스웰드	노인용키보드	1. 글씨4 배, 버튼125% 크게 2. 한글(가나다순)과 영문(알파벳순)을 분리 배열	시각저하 고려 변화에 대한 거부감 고려

2.3 요구사항 도출

2.1과 2.2절을 통하여 우리는 다음과 같은 요구사항을 도출하였다. 우선 실버세대의 신체적 특징을 적극 반영하여 1) 버튼 수를 최소화하여 복잡도를 최소화하고 2) 정보 전달 방식을 다양화한다. 감성적 특징을 반영하여 1) 새로운 학습없이 사용가능한 직관성을 최대화하며 2) 실버세대에게 친숙한 매체를 활용하여 마우스 사용에 대한 거부감을 최소화 한다.

2.4 제안하는 매개 인터페이스

우선 TV 리모트 컨트롤러와 마우스의 기능을 표 3과 같이 분류하였다. 마우스의 기능은 크게 화면의 커서를 상하좌우로 움직이는 좌표변환과 부가적인 버튼 기능으로 나눌 수 있다. 리모트 컨트롤러는 버튼기능의 나열에 지나지 않아 총괄적으로 제안하고자 하는 매개 인터페이스의 기능은 좌표변환 기능과 버튼 기능으로 구성된다.

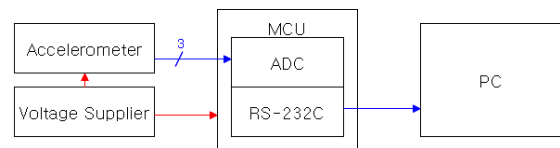


그림 2. 기능별 구성도



그림 3 제작된 회로

실버세대에 적합한 매체선정을 위해, 문맹률이 가장 낮은 문화적 배경과 함께 키보드나 마우스 등의 정보입력장치 이

전부터 익숙하게 사용해진 정보입력장치로서 ‘펜’을 주목한다. 직관성을 최대한 활용하기 위해 손의 동작에 직관적으로 반응을 보이는 가속도계 기반의 동작인식 연구[7-16]와 레이저포인터의 위치를 웹캠으로 추적하여 화면에 좌표를 알려주는 레이저 포인터 탐지 연구[3,4]에 초점을 맞춘다. 버튼 기능은 가속도계를 이용한 동작인식으로 대체하고 좌표변환은 표 2와 같이 2가지 방법으로 구분하여 구현하나 본 논문에서는 첫 번째 장치만을 다룬다. 그림 2와 3은 매개 인터페이스의 기능별 구성도와 완성된 회로의 모습이다.

표 3. 개념 설계

device	coordinate change	button
1st device	motion detection based on accelerometer	motion detection based on accelerometer
2nd device	Laser point detection	accelerometer

3. 가속도계를 이용한 동작인식

초기에 가속도계를 이용한 측정은 주로 서명 조화를 위해 사용되었으나[5,6] pointing device[7]와 head tracker systems[8], data glove systems[9] 등을 거쳐 펜 형태의 정보입력장치로서 필적을 추정하기 위한 연구[10-12], wearable computer의 정보입력 장치[13,14]로 영역을 넓혀 왔다. 3축 가속도계만을 사용하여 동작을 추정하려는 시도는 이후 3축 자이로센서를 첨부하거나 6자유도의 IMU(Inertia Measurement Unit)를 사용하는 연구로 진화하였다.[14] 그러나 3축 가속도계에 비해 3축 자이로센서와 IMU는 가격도 비싸고 크기가 커 상업화에 불리하다. 이러한 단점을 극복하고자 다시 3축 가속도계만을 사용한 궤적 추정 연구가 진행중이다.[12,15,19]

3.1 알고리즘 구현상의 문제점

가속도계를 사용하여 궤적을 추정할 때 발생하는 문제점은 참고문헌[12,16]에서 상세히 언급하고 있다. 기기의 기울기가 변해서 중력방향이 바뀔 경우에 발생하는 오류나 가속도계 자체의 측정오류, 회전 동작시 발생하는 회전 표류 오류 등이 가속도계의 표류 오류를 유발하게 되는데 이 중에서 기울기 변화에 따라 발생하는 오류가 가장 치명적이다.[16]

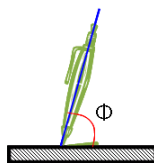


그림 4

그림 4와 같은 상황에서 이산적인 시간 $t=k$ 일 때 가속도를 $A(k)$ 라 하면 가속도는 다음과 같이 표현된다.

$$A(k) = A_{motion}(k) + \{g\sin\phi + g\sin(\phi - \theta(k))\} + A_{bias} \quad (1)$$

이때 $A_{motion}(k)$ 는 펜의 움직임에 의해 발생하는 동가속도이고, A_{bias} 는 가속도계가 갖는 자체오류이다. 수식의 두 번째 항이 중력에 의해 발생하는 정가속도이며 $\phi - \theta(k)$ 는 펜과 수평면 사이에 생기는 각이 펜의 움직임에 따라 바뀌는 편차를 나타낸다. 시작점(k_1)과 끝점(k_2)에서 펜의 기울기가 일치하지 않으면 양 끝점의 가속도 신호 역시 달라져서 이를 적분한 속도는 자연스럽게 offset 오류를 내포하게 된다.[12]

이를 해결하기 위해 참고문헌[12]에서는 고주파통과필터를 사용하나 이는 정보의 손상을 초래한다. 참고문헌[16]에서 ZUPTS(Zero Velocity Updates)를 제안하고 있으며 좀더 향상된 알고리즘, ZVC(Zero Velocity Compensation)가 참고문헌[14,15,17]에서 제시된다.

3.2 Zero Velocity Compensation[14]

그림 5는 ZVC를 그림과 수식으로 설명한다. 펜의 움직임은 순간적인 동작의 멈춤으로 시작과 끝을 구분한다. 따라서 시작점과 끝점에서 속도는 거의 0이다. 이를 이용하여 앞 절에서 설명한 offset 오류를 바로잡는 것이 ZVC이다.

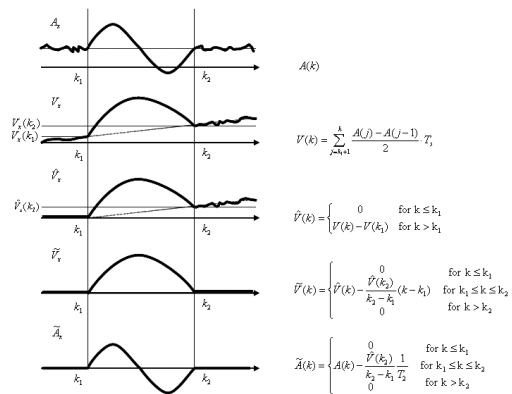


그림 5 Zero Velocity Compensation

ZVC를 적용한 가속도는 다음의 수식으로 나타나며 이때 T_s 는 샘플링 주기이다.

$$\tilde{A}(k) = A(k) - \frac{V(k_2) - V(k_1)}{k_2 - k_1} \frac{1}{T_s} \quad (2)$$

ZVC를 살펴보면 알고리즘 상에 몇 가지 제약이 있음을 알 수 있다. 첫째 시작점(k_1)과 끝점(k_2) 사이에서 발생할 수 있는 펜의 기울기 변화 $\phi - \theta(k)$ 는 단조 증가/감소 한다는 가정이다. 그러기 위해 $\Delta k = k_2 - k_1$ 이 짧아야 한다. 둘째, 끝점(k_2)를 찾기 전에는 ZVC를 적용할 수 없다. 따라서 ZVC는 offline 처리에만 응용될 수 있다. 끝으로 시작점(k_1)과 끝점(k_2)을 제대로 찾지 못하면 ZVC의 성능은 신뢰할 수 없다. 즉 끝점 추출 성능의 신뢰도가 ZVC의 신뢰도와 직결된다.

끝점 추출이란 시계열 데이터의 패턴인식 문제에서 흔히 다루어지는 것으로서 주로 ASR(Automatic Speech Recognition)에서 필수적으로 접하게 된다. 실시간으로 얻어지는 시계열 데이터에서 패턴인식에 적용할 데이터만 추출하고 나머지는 버리는 작업을 뜻한다. 음성인식에서는 주로 신호의 에너지 크기나 신호의 주파수 크기에 적절한 문턱값을 부여하여, 문턱값을 넘어서는 시작점과 문턱값보다 작아지는 끝점사이의 신호를 유용하게 취한다.[18] 그러나 이러한 끝점추출 알고리즘은 음성신호에 비해 상대적으로 주파수가 낮은 가속도계 신호에는 적용될 수 없어서 가속도계 신호를 위한 끝점추출 알고리즘이 필요하다.

3.3 궤적 추정을 위한 대안

가속도와 거리는 2차 미분관계에 있다는 사실은 물리적으로 자명한 사실이다. 그러나 이를 이산화된 시계열 신호에서 적용하는 데는 여러 제약이 존재한다. 앞서 제한한 ZVC도 이를 해결하기 위해 소개되었으나 앞절에서 설명한 한계점을 내재하고 있다. 특히나 궤적이 원과 같은 곡선을 가지게 되면 가속도를 2차 적분시 발생하는 표류 오류가 더욱 심해진다. 이를 보완하기 위해 3축 자이로 센서를 함께 사용하는 연구[11,14]가 진행 중이지만 표류 오류를 원천적으로 봉쇄할 수 없다.

이에 B. Milner는 가속도계의 신호를 가지고 궤적을 추정하기보다 음성인식에서 사용되는 패턴인식의 방법을 가속도계의 신호에 적용하는 방법을 제안하였다.[12] 그는 x, y축으로 표현되는 2차의 벡터 신호를 별도의 특징추출 없이 필터링후 HMM으로 패턴인식을 시도하여 7개 단어의 70개 데이터로 약 96.2%의 인식률을 얻는데 성공했다. 이러한 시도는 3축 가속도계와 3축 자이로 센서를 통해 얻을 수 있는 다양한 특징의 조합을 서로 비교해 경제성과 성능의 최적점을 조율하는 연구로 이어졌는데 3축 가속도계의 시계열 신호를 패턴인식 하는 것만으로도 상업화가 가능한 성능을 얻을 수 있음을 입증하였다. [15,19] 본 논문도 궤적 추정이 아닌 시계열 신호의 패턴 인식에 사용하는 절차를 채택한다.

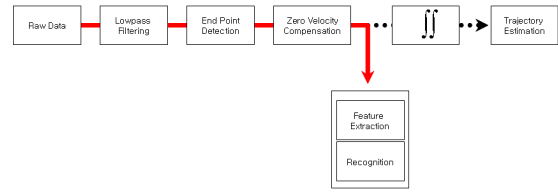


그림 6 알고리즘 처리 절차

4. 끝점 추출 알고리즘

3장에서 끝점 추출 알고리즘의 성능이 ZVC의 성능과 밀접한 관련이 있음을 보였다. 앞서 진행된 연구에 사용된 끝점 추출 알고리즘을 소개하고 제안된 요구사항에 걸맞게 수정/발전 시킨 알고리즘을 비교/검토한다.

4.1 Stroke segmentation[14]

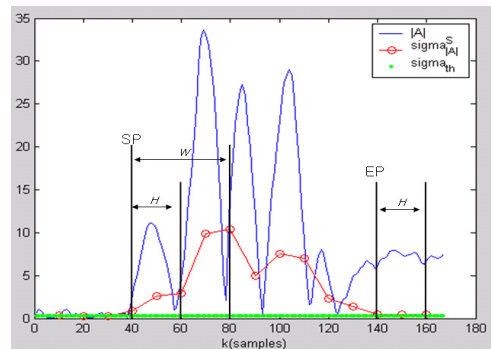


그림 7 Stroke segmentation

참고문헌[14]는 ZVC를 소개하며 이를 사용하기 위한 끝점추출 알고리즘을 다음처럼 제안하였다.

$$\begin{aligned} & \text{if } \sigma_{|A|}^S(K_1) > \sigma_{th} \\ & \quad \text{Start point} = k \\ & \text{end,} \\ & \text{where } K_1 = \{k, k+1, k+2, \dots, k+H\} \\ & \\ & \text{if } \sigma_{|A|}^S(K_2) < \sigma_{th} \\ & \quad \text{End point} = k \\ & \text{end,} \\ & \text{where } K_2 = \{k, k+1, k+2, \dots, k+H \mid K_2 \geq K_1 + W\} \end{aligned}$$

$\sigma_{|A|}^S(k)$ 는 가속도의 절대값, $|A|$ 의 분산을 S 샘플마다 구한 값이다. 따라서 $K(2) = K(1) + S \cdot k$ 의 관계가 성립한다. 결국 $\sigma_{|A|}^S$ 의 값이 문턱값보다 커진 후에 H 기간 동안 문턱값보다 큰 값을 유지할 경우 시작점으로 잡고 반대로 $\sigma_{|A|}^S$ 의 값이 문턱값보다 작아진 후에 H 기간 동안 문턱값보다 작은 값을 유지할 경우 끝점으로 추출한다. 그림 7은 $S=10$, $H=20$, $W=50$, $\sigma_{th}=0.28$ 인 경우의 시작점과 끝점 추출의

보기이다.

H 라는 시간동안 일관성 있는 σ_{AI}^s 를 유지하는 순간을 시작점과 끝점으로 찾는 이 알고리즘은 몇 가지 문제점을 갖는다. 우선 설정해주어야 하는 매개변수(H, S, W, σ_{th})가 4개나 되기 때문에 최적의 조합을 찾는 것이 어렵고 결국 사용자의 동작을 구속하는 원인이 된다. 또한 σ_{AI}^s 를 구할 때 S 샘플을 단위로 하기 때문에 대략적인 끝점을 추출하게 된다. S 의 크기를 줄이면 정확도는 증가하지만 동작이 아닌 손 떨림에 민감한 반응을 보이게 된다.

4.2 Extreme Points Extraction

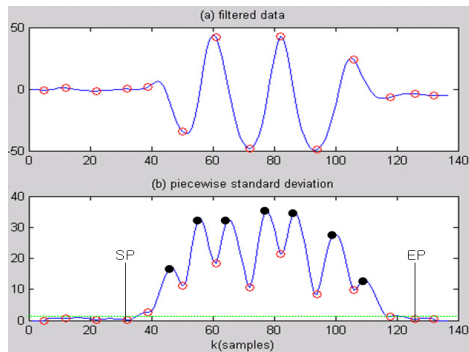


그림 8 $\sigma_{LV}^p(n)$ 과 $\sigma_{max}^p(n)$

앞서 보인 알고리즘의 문제점을 보완하고 좀더 신뢰성 있는 끝점추출을 위해 Extreme Points Extraction을 고안했다. 알고리즘은 다음과 같다.

1) σ^p 을 구한다.

$$\sigma^p(k) = \text{var}(\Gamma_{\text{lowpass}}[A(k-S+1), A(k-S+2), \dots, A(k)]) \quad (3)$$

2) σ^p 에서 국지 최저점, $\sigma_{LV}^p(n)$ 을 찾는다.

3) $\sigma_{max}^p(n)$ 을 구한다.

$$\sigma_{max}^p(n) = \max[\sigma_{LV}^p(n-1), \sigma_{LV}^p(n)] \quad (4)$$

4) if $\sigma_{max}^p(n) > \sigma_{th}^p$
 $Start\ point = k(n-1)$
 $end,$

if $\sigma_{max}^p(n) < \sigma_{th}^p$
 $End\ point = k(n)$
 end

5) 시작점 이후 끝점을 찾는 동안 $\sigma_{LV}^p(n)$ 가 발생할 때마다 점 $(k(n), \Gamma_{\text{lowpass}}[A(k(n))])$ 가 $\Delta A(n) \cdot \Delta A(n-1) < 0$ 을 만족하는 극점인지 확인한다. 이때 $\Delta A(n)$ 는 $\Gamma_{\text{lowpass}}[A(k(n)) - A(k(n-1))]$ 이다.

그림 8을 보면 필터링한 신호와 부분분산 σ^p 의 관계, $\sigma_{LV}^p, \sigma_{max}^p$ 의 물리적 의미를 볼 수 있다. 그림 8(b)의 붉은 원이 국지 최저점, σ_{LV}^p 을 나타내는데 그림 8(a)에서 이 위치는 신호의 극값에 해당됨을 알 수 있다. 그림 8(b)에서 검은 점이 σ_{LV}^p 사이의 σ_{max}^p 이다. 즉 Extreme Points Extraction은 신호의 극값 위치를 찾으면서 동시에 σ_{max}^p 영역에서 시작점과 끝점을 찾는다. Extreme Points Extraction을 통해 찾아진 극값은 패턴 인식을 위한 특징으로 사용된다. 따라서 별도의 특징 추출 과정을 거칠 필요가 없다.

4.3 실험

성능을 검증하기 위하여 20~40대의 남녀 6명씩, 총 12명에게서 14개의 동작(그림 9)을 각 11번씩 얻었다(1848개). 이 중에서 각 14개 동작에 대한 template 제작을 위해 168개의 데이터를 사용하고 나머지 데이터(1680개)를 DTW(Dynamic Time Warp)를 이용하여 인식률을 확인/비교하는 데에 사용하였다. 실험을 위한 동작은 비교를 위해 참고문헌[15]에서 제시한 동작을 그대로 사용하였다. 참고문헌[12]는 가속도신호의 패턴인식을 위해 음성인식에 일반적인 HMM을 사용할 경우 non-stationary 신호의 모델링을 위해 state가 증가해야 하고 따라서 DTW와 비슷해진다 것을 언급한 바 있다. 또한 DTW는 끝점 추출의 성능에 민감한 반응을 보이므로 끝점 추출 알고리즘의 성능 비교를 위해 적격하다.

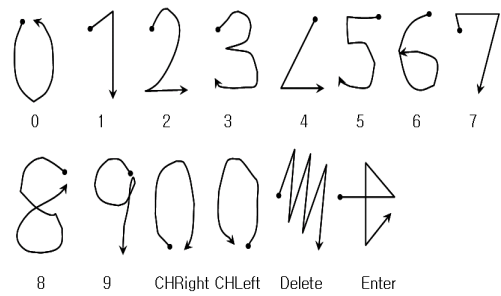


그림 9 TV 리모트 컨트롤러를 위한 동작

인식 결과는 표4에서 제시되었다. 0과 6의 동작이 비슷하고 선형 가속도만을 측정하는 가속도계 때문에 곡선이 포함된 숫자의 인식률이 상대적으로 낮다. 결과적으로 4.1절에서 제시한 알고리즘 보다 4.2절에서 제안한 알고리즘이 높은 인식률을 보임을 알 수 있다.

표 4. 인식결과 비교

Gestures	4.1 (%)	4.2 (%)
0	41.67	64.17
1	88.33	95
2	87.5	93.33
3	99.17	95.83
4	86.67	97.5
5	88.33	85.83
6	49.17	69.17
7	95.83	97.5
8	95	92.5
9	94.17	99.17
CHRight	90.83	96.67
CHLeft	97.5	96.67
Delete	95	95
Enter	81.67	100
Total	85.06	91.31

4.4 Simplified Extreme Points Sampling

지금까지 설명한 것은 표 3의 개념 설계에서 버튼 기능을 담당할 동작인식을 위한 구현방법이다. 본 절에서는 가속도계를 통한 궤적 추정 없이 좌표변환 정보를 얻기 위해 앞서 설명한 Extreme Points Sampling을 단순화 하였다.

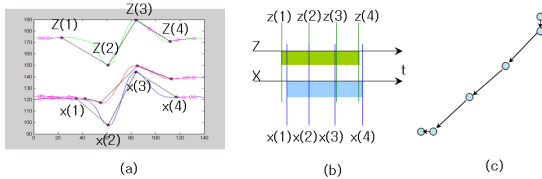


그림 10 Siplified Extreme Points Sampling

좌표변환을 위해 필요한 정보는 각 축에 대한 방향(D), 방향에 대한 힘의 크기(F), 동작이 지속된 시간(T)이다. 그림 10은 이러한 정보를 추출하는 알고리즘을 설명한다. 오른쪽 위에서 왼쪽 아래 방향으로 대각선을 그을 때 발생하는 가속도 신호를 EPS처리한 결과가 (a)이다. 각 축의 극점을 $x(1) \sim x(4)$, $z(1) \sim z(4)$ 로 표현하였다.

$$D_x = \begin{cases} right & \text{for } A_x(x(2)) - A_x(x(1)) \geq 0 \\ left & \text{for } A_x(x(2)) - A_x(x(1)) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$F_x = |A_x(x(2)) - A_x(x(1))| \quad (6)$$

$$T_x = |x(4) - x(1)| \quad (7)$$

식 (5~7)는 x축의 방향, 힘, 시간(D_x , F_x , T_x)를 구하는 방법이다. 각 축에 대해 구한 방향과 힘으로 벡터를 구성하고(그림 10 b) 이들의 조합으로 좌표 정보의 변화(그림

10 c)를 알 수 있다.

5. 결론

방송, 통신, 제어의 통합으로 미래에 전개될 가정 자동화 환경에서 사용가능한 실버세대용 매개인터페이스를 설계하였다. 설계를 위한 요구사항을 도출하기 위하여 실버세대의 신체적/ 감성적 특징을 조사하였고 현재 출시된 실버세대용 전자제품을 분석하였다. TV 리모트 컨트롤러와 3차원 마우스의 기능적 결합을 목표로 하되 복잡도를 최대한 억제하고 직관성을 극대화하며 실버세대의 정서를 담은 매체를 선택하였다.

직관성을 최대화하기 위해 가속도계를 이용한 동작인식에 초점을 맞추어 버튼 기능을 대체하고 좌변 정보를 변화시키기 위한 알고리즘을 제안하였다. 가속도를 이용한 궤적 추정이 아닌 가속도 신호 자체를 가지고 패턴인식을 시도하였으며 이를 위해 끝점 추출과 특징 추출을 동시에 담당하는 알고리즘 Extreme Points Sampling을 제안하였다. 또한 EPS를 단순화시켜 궤적 추정을 하지 않고 좌표 정보 변화를 구하는 방법을 제시하였다.

직관성 활용을 위해 선택한 레이저포인터를 웹캠으로 추적하는 연구는 이 연구에 뒤이어 진행될 예정이며 본 연구와 함께 덧붙여 새로운 매개 인터페이스로 소개될 예정이다.

감사의 글

참고문헌[14,15,19]의 공동 저자인 방원철 박사, 조성정 박사의 조언과 자문에 대해 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Bill Gates, "The Road Ahead", Penguin Books, 1996.
- [2] 권영일, "IT 기반 서비스 로봇 : 네트워크 로봇 사업 추진 전략 분석", 한국과학기술정보연구원 보고서, 2004.
- [3] Uri Gordon and Mark Shovman, "A Laser Pointer", http://www.cs.huji.ac.il/course/2004/postPC/projects/2002/laser_pointer.html
- [4] Evgeny Popovich, "PresenterMouse", <http://www.mpi-sb.mpg.de/~karni/presentermouse/>
- [5] N. M. Herbst and J. H. Morrissey, "Signature verification method and apparatus", US patent 3 983 535, Sep.28, 1976
- [6] M. Epperson, "Autonomous computer input device and marking instrument", US patent 5 247 137, Sep.21, 1993

- [7] H. Nonaka and T. Da-Te, "The development of a pointing device with a cursor in inertial motion", *Trans. Information Processing Society of Japan*, vol. 31, no. 2, pp.268-274, 1990. In Japanese
- [8] D. Strickland, A. Patel, C. Stovall, J. Palmer, and D. McAllister, "Self tracking of human motion for virtual reality systems", in *Proc. SPIE Int. Society for Optical Engineering*, vol. 2177, pp.278-287, 1994
- [9] J. K. Perng, B. Fisher, S. Hollar, and K. S. J. Pister, "Acceleration sensing glove(asm)", in *Proc. 3rd Int. Symp. Wearable Computers*, Los Alamitos, CA, USA, Oct. 1999, pp.178-180
- [10] H. Ishikawa, Y. Yonezawa, K. Itoh, and M. Hashimoto, "Extraction of character information from acceleration of handwriting pen", *Trans. Society of Instrument and Control Engineers*, vol. J76D-I, pp.541-543, 1993. In Japanese
- [11] T. Miyagawa, Y. Yonezawa, K. Itoh, and M. Hashimoto, "Handwriting pattern reproduction using 3d pen acceleration and angular velocity", *Trans. Institute of Electronics, Information and Communication Engineers*, vol. J83D-I, pp. 1137 - 1140, 2000
- [12] B. Milner, "Handwriting recognition using acceleration-based motion detection", *IEE Colloquium on Document Image Processing and Multimedia*, 1999
- [13] A. D. Cheok, K. G. Kumar, and S. Prince, "Micro-accelerometer based hardware interfaces for wearable computer mixed reality applications", In *Proc. 7th IEEE Int. Symp. Wearable Computers*, Seattle, WA, USA, Oct. 7-10, 2002
- [14] W. C. Bang, et. al, "Self-contained spatial input device for wearable computers", In *Proc. 7th IEEE Int. Symp. Wearable Computers*, White Plains, NY, Oct. 21-23, 2003
- [15] E. S. Choi, et. al, "Development of the gyro-free handwriting input device based on inertial navigation system(INS) theory", In *Proc. SICE Annual Conference 2004*, Sapporo, Japan, August. 4-6, 2004
- [16] J. R. Huddle, "Trends in inertial systems technology for high accuracy AUV navigation", In *Proc. Workshop Autonomous Underwater Vehicles*, August. 20-21, pp.63-73, 1998
- [17] M. Frank, "Position refinement algorithm", US patent 6 292 751, Sep.18, 2001
- [18] Qi Li, Jinsong Zheng, Qiru Zhou and Chin-Hui Lee, "A Robust, Real-time Endpoint Detector with Energy Normalization for ASR in Adverse Environments", In *Proc. of ICASSP2001*, May 11-12, 2001
- [19] Jong K. Oh, et. al, "Inertial Sensor Based Recognition of 3-D Character Gestures with an Ensemble of Classifiers", In *Proc. of 9th Int Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2004