

제스처를 이용한 스마트폰 기반 사용자 편의 홈 네트워크 제어 시스템의 설계 및 구현

전 병 찬* · 차 시 호**

Design and Implementation of a Smartphone-based User-Convenience Home Network Control System using Gesture

Jeon Byoungchan · Cha Siho

〈Abstract〉

Under the penetration of smartphones equipped with a variety of features grows globally, the efficient using of a variety of functions of smartphones has been increased. In accordance with this trend, a lot of researches on the remote control method using the smart phone for consumer products in home networks. Input methods of the current smartphones are typically button-based inputs through touching. The button input methods are inconvenient for people who are not familiar touch. Therefore, the researches on the different input schemes to replace the touch methods are required. In this paper, we propose a gesture based input method to replace the touch-sensitive input that of the existing smartphone applications, and a way to apply it to home networks. The proposed method uses three-axis acceleration sensor which is built into smartphones, and it also defines six kinds of gestures patterns that may be applied to home network systems by measuring the recognition rates.

Key Words : Home Network, Smartphone, Tree Axis Acceleration Sensor, Gesture, Recognition Rate

I. 서론

최근 전 세계적으로 스마트폰의 보급률이 크게 늘어나면서 스마트폰을 활용한 다양한 응용 어플리케이션이 많이 출시가 되었으며 무선 인터넷 망을 통해

언제 어디서든 인터넷 망의 접속이 가능해 짐으로써 원격제어 가 용이하게 되었다. 홈 네트워크 분야에서도 스마트 이지온[1]과 같은 스마트폰을 활용한 다양한 응용 어플리케이션이 출시되고 있다. 스마트 이지온은 스마트폰으로 조명, 가스밸브, 난방, 에어컨 등을 제어하고 집안 상태가 방범/외출 모드인지 확인이 가능한 어플리케이션이다[1]. 현재의 스마트폰 입

* 청운대학교 방송연기학과 교수

** 청운대학교 멀티미디어학과 교수 (교신저자)

력방식은 대부분 터치스크린을 활용한 버튼 입력이나 키패드 입력방식이 주를 이루고 있다. 따라서 터치방식이 익숙하지 못한 사용자들은 버튼을 잘못 눌러 원치 않은 동작을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 GUI 설계 방식에 따라 어플리케이션 사용이 어려워질 수도 있어 사용빈도가 떨어질 수 있다. 이에 따라 터치 기반의 입력방식을 대체할 새로운 입력방식에 대한 연구가 필요하게 되었고, 스마트폰의 3축 가속도 센서를 이용한 제스처 방식의 입력 방법에 대한 연구가 이루어지고 있다. 스마트폰에서 제스처를 이용한 응용 방법은 다음과 같은 두 가지로 분류된다.

- 1) 액정에서 터치로 그려서하는 제스처 방식
- 2) 스마트폰 내의 가속도계를 이용하는 모션 제스처 방식

첫 번째 방식은 액정에 그려서 패턴을 저장해 두었다가 실행할 때 제스처에 지정된 프로그램을 실행시키는 방법이며, 두 번째 방식은 가속도를 이용하여 일정한 방향으로 흔들거나 특정 모양으로 움직이게 하면서 그 패턴을 인식하여 저장하였다가 제스처가 발생할 경우 미리 지정해 놓은 프로그램을 실행시키는 방법이다.

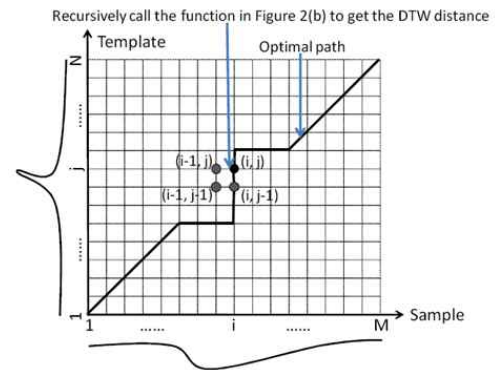
본 논문에서는 기존의 터치방식의 입력방식을 대체하여 스마트폰에 탑재된 3축 가속도 센서를 이용하여 제스처를 정의하고 사용빈도와 인식률이 높은 제스처를 정의함으로써 홈 네트워크 시스템에서 대체 입력 수단에 대한 가능성을 보이고자 한다.

II. 관련연구

2.1 DTW 알고리즘

DTW(Dynamic Time Warping) 알고리즘은 두 개의 시간 축 간에 거리를 계산하는 함수가 주어지면

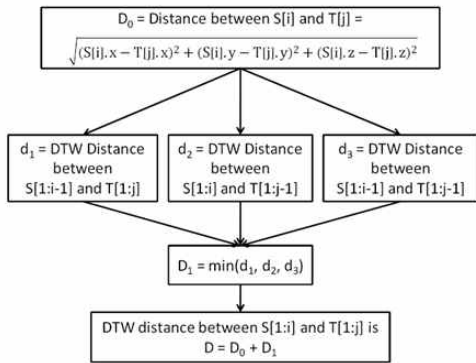
일시적인 동작을 갖는 두 타임 시리즈 간을 비교하는 동적 프로그래밍에 기반을 둔 전통적인 알고리즘이다[2]. uWave는 유클리드 거리(Euclidean distance)를 사용하여 양자화 된 가속도의 타임 시리즈를 비교하였다. 두 타임 시리즈를 $S[1...M]$, $T[1...N]$ 이라 하면, <그림 1>에 보인 것과 같이 S와 T의 비교는 $M \times N$ 격자에서 시작점 (1,1)에서부터 끝점 (M,N)까지의 단순증가 경로(monotonic path)로 표현될 수 있다.



<그림 1> 재귀 알고리즘 그래프

경로 상의 한 점 (i,j) 는 $S[i]$ 와 $T[j]$ 의 비교를 표시한다. 이 점에서의 국한적인 전체 비교비용은 $S[i]$ 와 $T[j]$ 사이의 거리로부터 계산된다. 비교는 앞으로 진행되기 때문에 경로는 단순 증가된다. 한 경로의 전체 매칭비용은 경로의 각 점에서의 국지적인 비교 비용의 합이 된다. 즉, 모든 가능한 경로들 중에서 최소의 매칭비용(또는 DTW 거리)에 의해 S와 T의 유사성이 결정되며, 동적 프로그래밍을 적용하여 DTW 거리를 계산함으로써 최적의 경로를 찾게 된다. (1,1)과 (i,j) 간의 최적의 경로는 (1,1)과 세 개의 이전 후보자 $(i-1,j)$, $(i,j-1)$, $(i-1,j-1)$ 까지의 최적의 경로들로부터 구해진다. (1,1)에서 (i,j) 까지의 DTW 거리는 (i,j) 에서의 거리와 이전 후보자들 중에서 가장 작은 DTW 거리와의 합이다. <그림 2>는 DTW 알고리즘의 구조를 보여주고

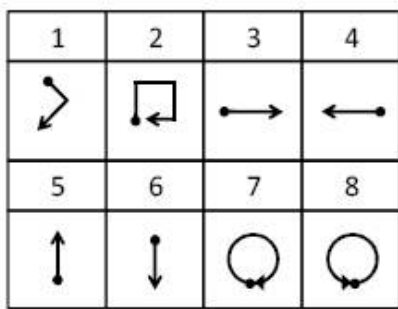
있으며, DTW의 시간과 공간 복잡도는 모두 $O(M,N)$ 이다.



<그림 2> 두 점 사이의 거리를 구하는 DTW 알고리즘

2.2 제스처 정의 및 인식률

홈 네트워크 시스템을 제어하기 위한 제스처 정의는 제스처와 컨트롤 동작 간의 연관성을 고려하여야 하며, 사용자가 쉽게 쓸 수 있는 제스처를 정의해야 한다.



<그림 3> 사용자가 선호하는 8가지 제스처

<그림 3>은 사용자가 선호하는 8개의 제스처를 정의한 것이다. 노키아 연구 그룹[3]에서는 가전제품의 상호작용에 사용자가 선호하는 제스처로 단일 사용

자에 대해 각 제스처 당 30개의 샘플로 구성된 데이터 세트를 사용하였으며 30개의 샘플과 8개의 제스처를 수집하였다.

<그림 4>는 Bootstrapping 기법을 적용하여 하루 10번씩 7일간 측정된 70개의 테스트에 대해 인식 결과를 보여주는 혼동행렬(confusion matrix)을 구성한다. 8명에 대한 혼동행렬 결과로 평균 93.5%의 인식 정확도를 보여준다[4]. 오른쪽 결과는 며칠 동안의 제스처 변화를 보기 위한 것으로 같은 날 탭플릿 샘플에 수집된 경우 98.4%의 높은 인식 정확도를 보여준다.

	>	□	←	→	↑	↓	○	○
>	92.1	0.1	2.4	1.9	0.1	2.9	0.6	0.1
□	1.6	91.6	1.3	1.1	0.7	0.4	2.7	0.6
←	0.5	0	95.9	1.2	0.7	1.7	0	0
→	0.3	0	1.6	96.2	0.7	1.1	0	0.1
↑	0.3	0	1.5	0.6	97.0	0.5	0	0.1
↓	2.4	0	2.4	2.3	1.0	91.7	0.1	0
○	3.4	1.9	2.6	1.7	0.4	0.7	89.2	0
○	1.1	0.6	1.7	0.9	0.8	0.7	0	94.2

	>	□	←	→	↑	↓	○	○
>	98.4	0	0.3	0.4	0	0.4	0.3	0.2
□	0.5	98.3	0.2	0	0.3	0.1	0.4	0.1
←	0.2	0	98.3	0.6	0.1	0.6	0.2	0
→	0.2	0	0.3	98.8	0.3	0.2	0.2	0
↑	0.4	0	0.2	0.4	98.7	0.1	0.2	0
↓	0.7	0	0.6	0.5	0.3	97.7	0.2	0
○	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1	0.3	98.1	0.2
○	0.2	0.1	0.1	0.2	0	0	0.2	99.2

<그림 4> 탭플릿이 적용되지 않은 제스처 인식률과 적용된 제스처 인식률

2.3 가속도 센서

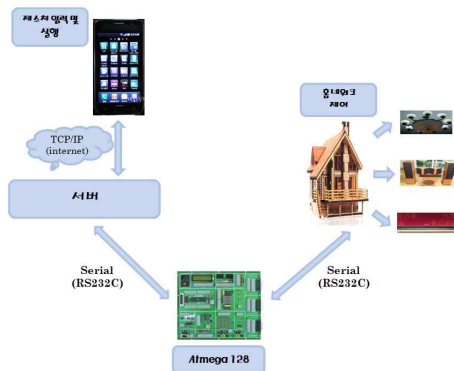
가속도 센서는 스마트폰의 움직임 감지하는 센서이다. 아이폰의 3축 자이로 센서는 기본적으로 회전하는 물체의 역학운동을 이용한 개념으로 위치 측정과 방향 설정 등에 활용되고 있다[5]. 총 3가지의 자이로 센서를 탑재하면 '3차원 움직임'까지 인식할 수 있다. 즉, 세 축의 자이로는 모든 방향의 움직임을 세밀하게 인식할 수 있어 입체적인 동작을 구현할 수 있다. 자이로스코프 센서는 기존에 탑재된 가속도센서와 비교해 훨씬 섬세하게 휴대폰의 움직임을 잡아낼 수 있다. 이는 가속도 센서는 단순히 3축 방향의 가속과 감속을 감지하는 반면, 자이로스코프는 높이

와 회전, 기울기를 직접 감지할 수 있기 때문이다. 또한 기존에 탑재된 3축 방향의 가속도센서와 자이로스코프 센서를 연결하면 6축 방향으로 정교한 모든 센싱이 가능하게 된다.

III. 제스처를 이용한 홈 네트워크 제어

3.1 시스템 구성 및 흐름도

제스처를 이용한 홈 네트워크 시스템은 <그림 5>와 같이 제스처를 입력받는 스마트폰과 제스처를 인식하고 무선 인터넷을 통해 데이터를 주고받는 홈 네트워크 서버로 구성된다. 홈 네트워크 서버는 각 가전과 시리얼로 연결되어 있어 제스처 인식 후 해당 동작에 따라 가전을 제어하게 된다.

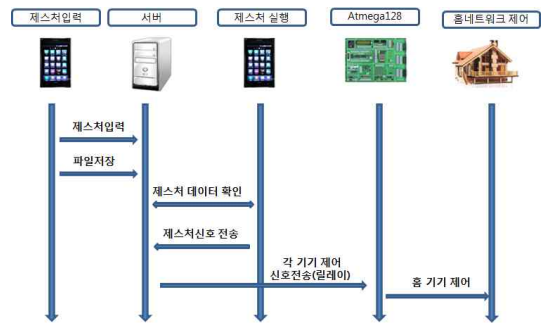


<그림 5> 시스템 구성도

전체적인 흐름은 스마트폰의 제스처 어플리케이션을 실행하여 스마트폰과 서버와의 네트워크 통신을 가능하게 하고 제스처를 입력하게 되면 제스처에 대한 좌표 데이터들이 알고리즘을 통해 계산되어 서버에 저장된다. 제스처를 실행할 때는 실행한 제스처의 좌표 데이터들과 서버에 저장된 데이터 값들과 비교

하여 가장 근접한 제스처를 찾고, 그의 맞는 신호를 서버에서 시리얼 통신을 통해 전송하게 된다.

전송된 신호는 마이크로컨트롤러를 통해 동작/비동작 신호를 송신함으로써 홈 모형에 설치된 기기들을 제어한다. 시스템에 대한 전체적인 동작 흐름도는 <그림 6>과 같다.

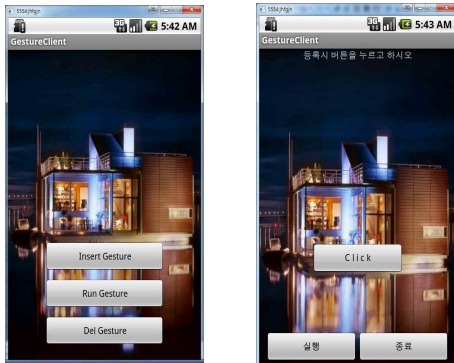


<그림 6> 스마트폰과 홈 서버 간 동작 흐름도

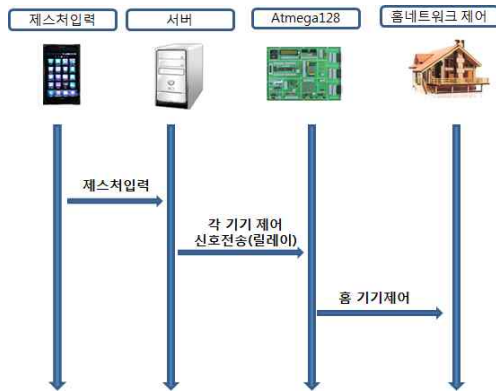
3.2 안드로이드 어플리케이션

제스처는 스마트폰의 3축 가속도 센서를 이용하여 X, Y, Z 3축 연속적인 좌표 값을 입력 받는다. 사용자가 제스처 입력 시 스마트폰은 캡처 데이터를 저장하고 이를 서버에 전송하게 한다. <그림 7>은 안드로이드 기반으로 개발된 스마트폰 홈 네트워크 제어 어플리케이션이다. 어플리케이션의 초기 화면에서 제스처를 입력하게 되면 제스처 좌표 값은 스마트폰에 저장되고 입력된 제스처를 스마트폰에서 구동하면 해당되는 가전의 동작을 제어할 수 있게 된다.

<그림 8>은 본 논문에서 개발한 안드로이드 어플리케이션을 통해 제스처가 실행되어 서버에 저장된 제스처 데이터 값들과 비교하여 가장 근접한 값을 찾아 그 값에 대한 신호를 시리얼 통신을 통해 홈 기기들을 제어하는 과정을 나타낸 것이다.



<그림 7> 안드로이드 기반 제스처 어플리케이션



<그림 8> 제스처 실행과정

3.3 가전 제어

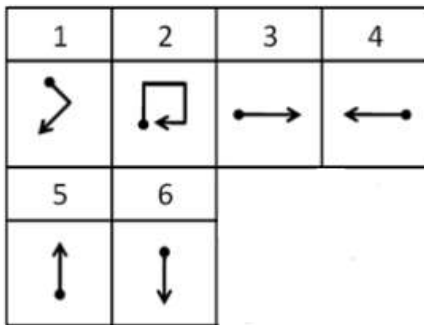
제스처를 통한 홈 네트워크 제어 구현 시 고려해야 될 사항으로 사용자가 정의한 제스처와 실행 시 동작 할 작업관계가 명확해야 한다는 것이다. 일반적으로 TV 볼륨을 올리거나 블라인더를 올리는 동작의 제스처로는 무언가를 위로 올리는 것을 연상하기에 쉬워야 한다는 것이다. <표 1>은 각 제스처에 대한 동작 묘사와 연관에 대해 정의한다. 제스처는 Physical, Metaphorical, Abstract, Symbolic 등의 성질로 구분된다. 제스처 매핑은 Symbolic 및 Abstract의 경우 하나의 관계만 가지고, Physical, Metaphorical은 여러 개의 관계를 갖는다[6,7].

<표 1> 제스처와 지시 대상 간 연관 관계

Gesture	Description	Referents
Physical		
up	swing up	Blind up, Volume up
down	swing down	Blinds down, Volume down
pull cord	move down and up	Turn on lamp, off lamp
Metaphorical		
right	swing to the right	Next Channel, Next Message
swipe	horizontal movement, directionless	Stop Blinds
left	swing to the left	Previous Channel, Previous Message
circle	draw vertical clockwise circle	Turn On Lamp, Brighten Light
anti-circle	draw vertical counter-clockwise circle	Turn Off Lamp, Dim Light
remote control	pointing forward	Turn On Off TV, Turn On Off Lamp
alarm clock	shake mobile phone quickly next to ear	Set Reminder
phone	move mobile phone towards ear	Play Message
Symbolic		
O	draw 'record'	Record Movie
L	draw 'L'	Show List
>	draw 'play'	Play Movie
X	draw 'X'	Delete Movie
?	draw question mark	Help
Abstract		
landscape	tilt mobile phone	Show EPG
remind me	point to myself	Set Reminder
point downwards	point towards floor	Abort
wipe	horizontal shake	Abort, Delete Movie
wave	vertical shake	Abort, Delete Movie

IV. 구현 및 테스트

<그림 9>는 본 논문에서 홈 네트워크 가전을 제어하기 위해 정의한 6가지 제스처의 패턴을 보인 것이다. 각각의 패턴은 <표 1>에서 정의한 제스처와 지시 대상 간 연관 관계를 바탕으로 제스처를 정의하였다.



<그림 9> 홈 제어 사용할 제스처

<그림 10>은 <그림 9>에 정의된 제스처를 스마트폰에 입력하여 서버에 저장된 순서대로 첫 번째와 두 번째 제스처를 가지고 홈 네트워크와 연결된 전등을 On/Off한 결과를 보인 것이다.



제스처 신호	1	2
전등 동작	On	Off

<그림 10> 전등 동작

<그림 11>은 제스처 신호인 세 번째와 네 번째 제스처를 가지고 에어컨의 On./Off를 제어하는 과정을 보여주고 있다. 에어컨의 동작은 스마트폰에 세 번째와 네 번째 제스처를 입력하여 실행시켰을 때 세 번

째 제스처가 인식이 되면 에어컨 동작은 On이 되고 네 번째 제스처가 인식이 되면 에어컨 동작은 Off가 된다. <그림 12>는 제스처 신호인 다섯 번째와 여섯 번째를 가지고 보일러의 On/Off를 제어하는 과정을 보여주고 있다. 보일러 동작은 스마트폰에 다섯 번째와 여섯 번째 제스처를 입력하여 실행시켰을 때 다섯 번째 제스처가 인식이 되면 보일러 동작은 On이 되고 여섯 번째 제스처가 인식이 되면 보일러 동작은 Off가 된다.



제스처 신호	3	4
에어컨 동작	On	Off

<그림 11> 에어컨 동작



제스처 신호	5	6
보일러 동작	On	Off

<그림 12> 보일러 동작

V. 결론

본 논문에서는 스마트폰의 가속도 센서를 활용하여 제스처를 저장하고 각각의 연관된 동작을 정의함으로써 실제 홈 네트워크 시스템에서 가전을 제스처를 통해 제어하는 홈 네트워크 시스템을 설계하고 구

현하였다. 본 연구를 통해 제스처가 향후 홈 네트워크 시스템에서 기존의 터치 입력 수단을 대체할 좋은 입력 수단이 될 수 있음을 확인하였고, 이를 통한 홈 네트워크 연계 시스템 구현 가능성을 제시하였다. 제스처의 인식률은 DTW 알고리즘 적용 시 90% 이상의 인식률을 보였으며, 제스처 정의 시 명확한 관계 구성과 구현하기 쉬운 제스처는 제스처의 실제 인식률을 더 올릴 수 있으며, 인식률이 높아지면 앞으로 홈 네트워크 제어 수단은 기존의 터치 방식을 대체하여 제스처 방식의 입력 방식을 적절히 활용 할 수 있을 것이다. 따라서 터치 방식보다 입력이 쉬운 제스처 방식을 통해 스마트폰에 익숙하지 않은 사용자도 보다 쉽게 어플리케이션을 사용할 수 있으며, 이는 기존의 홈 네트워크 시스템을 활용하기 어려웠던 세대들도 친숙하게 홈 네트워크에 접근 할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] EZON, 서울통신기술(주), <http://www.ezon.co.kr/>
- [2] J. Liu, Z. Wang, L. Zhong, J. Wickramasuriya, and V. Vasudevan, "uWave: Accelerometer-based Personalized Gesture Recognition and Its Applications," *Pervasive and Mobile Computing*, Vol. 5, No. 6, 2009, pp. 657-675.
- [3] J. Kela, P. Korpipää, J. Mäntyjärvi, S. Kallio, G. Savino, L. Jozzo, and D. Marca, "Accelerometer-based gesture control for a design environment," *Personal Ubiquitous Computing*, Vol. 10, 2006, pp. 285-299.
- [4] M. R. Chernick, "Bootstrap: A Practitioner's Guide," 1999.
- [5] A. Burg, A. Meruani, B. Sandheinrich, M. Wickamann, "MEMS Gyroscopes and Their Applications - A Study of the Advancements in the Form, Function, and Use of MEMS Gyroscopes," Northwestern University.
- [6] S. Beckhaus, "I'm Home, Smartphone-enabled Gestural Interaction with Multi-Modal Smart-Home Systems," Diploma Thesis, Dept. of Informatics and Natural Sciences, University of Hamburg, 2010.
- [7] 최진엽, 전병찬, 이상정, "제스처를 이용한 스마트폰 기반 사용자 편의 홈 네트워크 제어," 한국인터넷방송통신학회논문집, 제9권, 제1호, 2011.
- [8] 이영숙, "Biometric 정보를 기반으로 하는 사용자 인증 스킴의 안전성 분석," 디지털산업정보학회 논문지, 제10권, 제1호, 2014년 3월, pp. 81-87.
- [9] 원종욱, 오문석, "스마트 디바이스를 이용한 인터랙티브 공간의 맞춤형 콘텐츠 프로세스 제안," 디지털산업정보학회 논문지, 제9권, 제4호, 2013년 12월, pp. 155-165.

■ 저자소개 ■



전 병 찬
Jeon Byoungchan

2002년 3월~현재
정운대학교 방송연기학과 교수
2001년 2월 순천향대학교 전산학과(공학박사)
관심분야 : 컴퓨터구조, 홈 네트워크, 모바일,
마이크로 프로세서 등
E-mail : jbc66@chungwoon.ac.kr



차 시 호
Cha Siho

2009년 3월~현재
청운대학교 멀티미디어학과 교수
1997년~2000년
대우통신(주)종합연구소
선임연구원
2004년 2월
광운대학교 컴퓨터과학과
(공학박사)
관심분야 : 네트워크 관리, 차량 통신
네트워크, 무선 센서 네트워크,
Web of Things
E-mail : shcha@chungwoon.ac.kr

논문접수일: 2015년 5월 17일
수 정 일: 2015년 6월 1일
게재확정일: 2015년 6월 4일