

제스처를 이용한 스마트폰 기반 사용자 편의 홈 네트워크 제어

User-Convenience Home Network Control using Gesture with Smart-phone

최진엽*, 이상정**, 전병찬***

Choi Jin Yeop*, Sang-Jeong Lee**, Byoung-Chan Jeon***

anichi.choi@gmail.com, sjlee@sch.ac.kr, jbc66@chungwoon.ac.kr

요 약

다양한 기능을 탑재한 스마트폰의 보급률이 전 세계적으로 늘어남에 따라 스마트폰을 통해 다양한 기능을 활용할 수 있는 길이 넓어 지게 되었고 이러한 추세에 따라 홈 네트워크 분야에서는 스마트폰을 이용한 원격 제어 방법에 대한 연구가 많이 이루어져 있다. 스마트폰의 입력 수단은 대부분 터치 방식을 통한 버튼 입력이 주를 이루고 있는데 버튼 입력 방식은 터치 방식이 익숙하지 않은 사람들에게는 불편한 입력방식으로 터치 수단을 대체할 다른 입력 수단에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 기존 스마트폰 어플리케이션의 입력 수단인 터치 방식을 대체할 새로운 입력 방안에 대해 제시하고 홈 네트워크에 적용할 수 있는 방안을 제시한다. 스마트폰에 내장되어 있는 3축 가속도 센서를 사용하여 제스처 입력을 정의하고 인식률을 측정하여 홈 네트워크 시스템에 적용할 수 있는 여러 가지 동작들을 제시한다.

키워드: Home Network, Gesture, User-Convenience, Dynamic Time Warping

I. 서 론

최근 전 세계적으로 스마트폰의 보급률이 크게 늘어나면서 스마트폰을 활용한 다양한 응용 어플리케이션이 많이 출시가 되었고 무선 인터넷 망을 통해 언제 어디서든 인터넷 망의 접속이 가능해 짐으로서 원격 제어가 용이하게 되었다. 홈 네트워크 분야에서도 스마트폰을 활용한 다양한 응용 어플리케이션이 많이 출시되었는데 서울정보통신기술에서 출시한 스마트 이지온은 스마트폰으로 조명, 가스밸브, 난방, 에어컨 등을 제어하고 집안 상태가 방법/외출 모드인지 확인이 가능한 어플리케이션을 출시하였다.[1]

스마트폰의 입력 방식은 대부분 터치 스크린을 활용한 버튼 입력이나 키패드 입력 방식이 주를 이루는데 터치 방식이 익숙하지 못한 사용자는 버튼을 잘 못 눌러 원치 않는 동작을 수행할 수 있고 GUI 설계 방식에 따라 어플리케이션 사용이 어려워 질수도 있어 사용 빈도가 떨어 질 수 있다. 이에

따라 터치 기반의 입력 방식을 대체할 새로운 입력 방식에 대한 연구가 필요하게 되었고 스마트폰의 3축 가속도 센서를 이용한 제스처 방식의 입력 방법에 대한 연구가 이루어 졌다.

본 논문에서는 기존 터치 방식의 입력 방식을 대체하여 스마트폰에 탑재된 3축 가속도 센서를 이용, 제스처를 정의하고 사용 빈도와 인식률이 높은 제스처를 정의, 스마트폰으로 조명 제어 및 기기 제어를 수행함으로써 홈 네트워크 시스템에서 대체 입력 수단에 대한 가능성을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 DTW (Dynamic Time Warping) 알고리즘

DTW (Dynamic Time Warping) 알고리즘은 두 개의 시간 축 간에 거리를 계산하는 함수가 주어지면 temporal dynamics를 갖는 두 타임 시리즈 간을 비교하는 동적 프로그래밍(dynamic programming)에 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 하자. 위의 <그림 1>에 나타난 바와 같이 S와 T의 비교는 $M \times N$ 격자에서 시작점 (1,1)에서부터 끝점 (M,N)까지의 단순 증가 경로

* 순천향대학교 컴퓨터학부

**순천향대학교 컴퓨터학부

*** 정운대학교 방송영상학과

(monotonic path)로 표현될 수 있다. 경로 상의 한 점 (i,j)는 S[i]와 T[j]의 비교를 표시한다. 이 점에서의 국지적인 전체 비교 비용은 S[i]와 T[j] 사이의 거리로부터 계산된다. 비교는 앞으로는 진행되기 때문에 경로는 단순 증가된다. 한 경로의 전체 매칭 비용은 경로의 각 점에서의 국지적인 비교 비용의 합이 된다. 즉, 모든 가능한 경로들 중에서 최소의 매칭 비용 (또는 DTW 거리)로서 S와 T의 유사성이 결정된다.

동적 프로그래밍을 적용하여 DTW 거리를 계산함으로써 최적의 경로를 찾는다. (1,1)과 (i,j) 간의 최적의 경로는 (1,1)와 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.

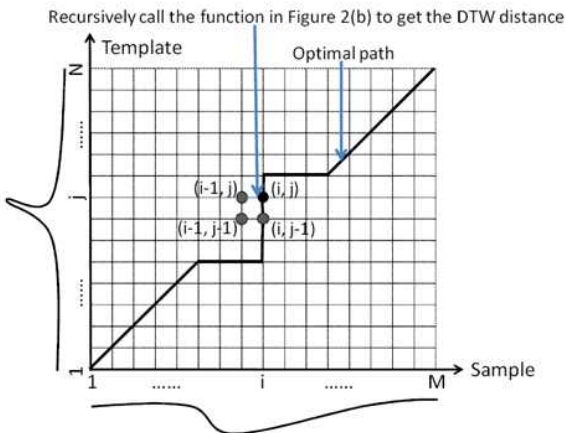


그림 1. 재귀 알고리즘 그래프

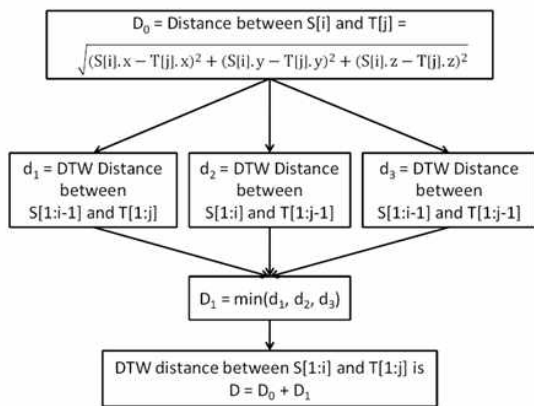


그림 2. 두 점사이의 거리를 구하는 DTW 알고리즘

2.2 제스처 정의 및 인식률

홈 네트워크 시스템을 컨트롤 하기 위한 제스처 정의는 제스처와 컨트롤 동작 간의 연관성을 고려하여야 하며 사용자가 쉽게 쓸수 있는 제스처를 정의 해야 한다. <그림 3>은 사용자가 선호하는 8개의 제스처에 대해 정의한다. 노키아 연구 그룹[3]에서 가전 제품에 상호작용에 사용자가 선호하는 제스처로 단일 사용자에게 대해 각 제스처 당 30개의 샘플로 구성된 데이터 세트를 사용하였으며 30개의 샘플과 8개의 제스처를 수집하였다.

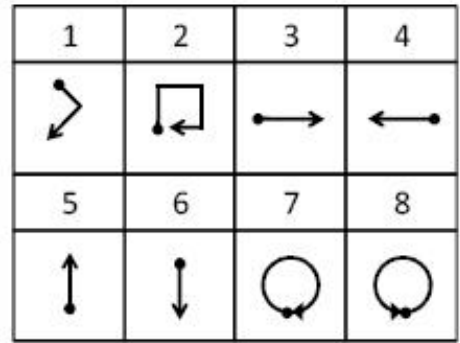


그림 3. 사용자가 선호하는 8가지 제스처

<그림 4>는 Bootstrapping[4] 기법을 적용하여 하루 10번씩 7일간 측정된 70개의 테스트에 대해 인식 결과를 보여주는 confusion matrix를 구성한다. 8명에 대한 confusion matrix 결과로 평균 93.5%의 인식 정확도를 보여준다. 오른쪽의 결과는 여러 날 동안 제스처의 변화를 보기 위해 같은 날에 템플릿 샘플에 수집된 경우 98.4%의 높은 인식 정확도를 보인다.

	➤	◻	→	←	↑	↓	◯	◯
➤	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. 템플릿이 적용되지 않은 제스처 인식률과 적용된 제스처 인식률

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 제어한다. 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 비교하여 가장 근접한 제스처를 찾고, 그의 맞는 신호를 서버에서 시리얼 통신을 통해 전송하게 된다. 그 전송된 신호는 마이크로컨트롤러를 통해 동작/비동작 신호를 송신함으로써 홈 모형에 설치된 기기들을 제어한다. 시스템에 대한 전체적인 동작 흐름도는 <그림 6>와 같다.

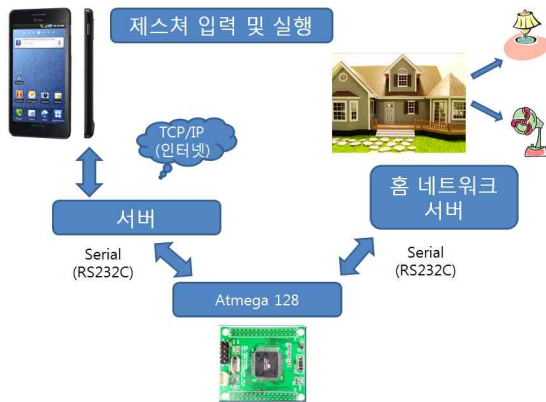


그림 5. 홈 네트워크 시스템 구성



그림 6. 스마트폰과 홈 서버 간 동작 흐름도

3.2 안드로이드 어플리케이션

제스처는 스마트폰의 3축 가속도 센서를 이용하여 X,Y,Z 3축의 연속적인 좌표 값을 입력 받는다. 사용자가 제스처 입력 시 캡처 데이터를 저장하고 이를 서버에 전송한다. <그림 7>은 안드로이드 기반으로 개발된 스마트폰 홈 네트워크 제어 어플리케이션이다. 어플리케이션의 초기 화면에서 제스처를 입력하게 되면 제스처 값은 스마트폰에 저장이 되고 입력된 제스처를 스마트폰에서 구동하면 해당되는 가전 동작을 수행한다.

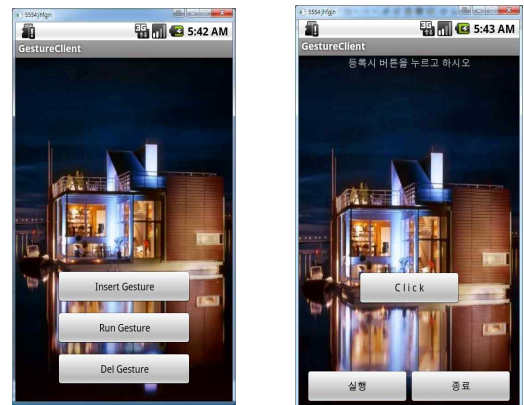


그림 7. 안드로이드 기반 제스처 어플리케이션

3.3 가전 제어

제스처를 통한 홈 네트워크 제어 구현 시 고려해야 될 사항으로 사용자가 정의한 제스처와 실행 시 동작할 작업 관계가 명확해야 한다. 일반적으로 TV 볼륨을 올리거나 블라인드를 위로 올리는 동작은 제스처로는 위로 올리는 것을 연상하기 쉬우며 반대의 동작은 아래로 내리는 동작을 취한다. <표 1>은 각 제스처에 대한 동작 묘사와 연관 동작에 대해 정의한다. 제스처는 Physical, Metaphorical, Abstract, Symbolic 등의 성질로 구분된다. 제스처 관계 매핑은 Symbolic 및 Abstract의 경우 한 개의 관계를 가지나 Physical, Metaphorical은 여러개의 관계를 가진다.[5]

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

IV. 결론

본 논문에서는 스마트폰의 가속도 센서를 활용 제스처를 저장하고 각각의 연관된 동작을 정의하여 실제 홈 네트워크 시스템에서 가전을 제스처를 통해 제어하도록 하였다. 제스처는 앞으로 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 있다.

터치 방식보다 입력이 쉬운 제스처 방식을 통해 스마트폰에 익숙하지 않은 사용자는 보다 쉽게 어플리케이션을 사용할 수 있으며 이는 기존의 홈 네트워크 시스템을 활용하기 어려웠던 세대가 보다 친숙하게 홈 네트워크에 접근 할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] EZON, 서울통신기술(주), <http://www.ezon.co.kr/>
- [2] uWave: Accelerometer-based Personalized Gesture Recognition and Its Applications, Jiayang Liu, Zhen Wang, Lin Zhong, Jehan Wickramasuriya, and Venu Vasudevan, Pervasive and Mobile Computing, vol. 5, issue 6, pp. 657-675, December 2009
- [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, pp. 285-299, 2006
- [4] M. R. Chernick, Bootstrap: A Practitioner's Guide., 1999.
- [5] I'm Home, Smartphone-enabled Gestural Interaction with Multi-Modal Smart-Home Systems, Diploma Thesis, interactive media.virtual environments (im.ve), Prof. Dr.-Ing. Steffi Beckhaus, Faculty of Mathematics, Informatics and Natural Sciences, University of Hamburg, 2010

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

<그림 8>는 홈 네트워크 제어를 테스트 할 홈 네트워크 모형을 구축하고 제스처를 바탕으로 동작하는 제어기기를 그림과 같이 구축하여 제어 동작 여부를 테스트 한다. 제어기기는 보일러와 팬을 안드로이드 어플리케이션을 통해 제어한다.



그림 8 보일러, 조명, 유동팬 모형