

# Multi-Modal Controller Usability for Smart TV Control

Jeongil Yu<sup>1</sup>, Seongmin Kim<sup>1</sup>, Jaeho Choe<sup>2</sup>, Eui S. Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713

<sup>2</sup>Department of Industrial & Management Engineering, Daejin University, Pocheon, 487-711

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to suggest a multi-modal controller type for Smart TV Control. **Background:** Recently, many issues regarding the Smart TV are arising due to the rising complexity of features in a Smart TV. One of the specific issues involves what type of controller must be utilized in order to perform regulated tasks. This study examines the ongoing trend of the controller. **Method:** The selected participants had experiences with the Smart TV and were 20 to 30 years of age. A pre-survey determined the first independent variable of five tasks(Live TV, Record, Share, Web, App Store). The second independent variable was the type of controllers(Conventional, Mouse, Voice-Based Remote Controllers). The dependent variables were preference, task completion time, and error rate. The experiment consist a series of three experiments. The first experiment utilized a uni-modal Controller for tasks; the second experiment utilized a dual-modal Controller, while the third experiment utilized a triple-modal Controller. **Results:** The first experiment revealed that the uni-modal Controller (Conventional, Voice Controller) showed the best results for the Live TV task. The second experiment revealed that the dual-modal Controller(Conventional-Voice, Conventional-Mouse combinations) showed the best results for the Share, Web, App Store tasks. The third experiment revealed that the triple-modal Controller among all the level had not effective compared with dual-modal Controller. **Conclusion:** In order to control simple tasks in a smart TV, our results showed that a uni-modal Controller was more effective than a dual-modal controller. However, the control of complex tasks was better suited to the dual-modal Controller. User preference for a controller differs according the Smart TV functions. For instance, there was a high user preference for the uni-Controller for simple functions while high user preference appeared for Dual-Controllers when the task was complex. Additionally, in accordance with task characteristics, there was a high user preference for the Voice Controller for channel and volume adjustment. Furthermore, there was a high user preference for the Conventional Controller for menu selection. In situations where the user had to input text, the Voice Controller had the highest preference among users while the Mouse Type, Voice Controller had the highest user preference for performing a search or selecting items on the menu. **Application:** The results of this study may be utilized in the design of a controller which can effectively carry out the various tasks of the Smart TV.

Keywords: Smart TV, Control type, Modality, Voice control, Mouse type, Dual-Controller

## 1. Introduction

최근 TV 시장의 커다란 변화가 일어나고 있다. 기존의

TV를 Smart TV가 대체하고, 특별한 인식으로 자리 잡혀 있던 Smart TV가 소비자들에게 일반적으로 다가가고 있는 추세이다. 또한 전세계 Smart TV 출하량은 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 현상으로 TV 소비 습관이나 문화가 변화하

Corresponding Author: Eui Seung Jung, Department of Industrial Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713.

Phone: +82-2-929-5888, E-mail: [ejung@korea.ac.kr](mailto:ejung@korea.ac.kr)

Copyright©2013 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

©This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. <http://www.esk.or.kr>

고 있는 것으로 분석된다(Paul, 2012).

현재의 Smart TV는 기존의 TV에 비해 다양한 기능을 포함하고 있다. 단순히 방송을 녹화하거나 예약하는 기능부터 Smart Phone 및 PC에서만 가능했던 Web 접속 및 디지털 Contents에 대한 접근이 용이해 졌다(Shin et al., 2013). 또한 Smart TV를 통한 Multi-Media(사진, 영상) Contents의 공유 및 편집 기능까지 제공하고 있다.

Smart TV에 다양한 기능들이 추가됨에 따라 장점도 많겠지만 반면에 여러 가지 이슈들이 발생하게 된다. 기존의 Controller를 이용하여 모든 동작을 작동시키기에는 어려움이 발생하게 된다. 다양한 기능을 수행하게 되는데 기존의 제한적인 Controller로는 조작의 한계가 발생하고, 이러한 기능들을 효율적으로 조작하기에는 문제가 뒤따를 것이다. Smart TV의 구조적인 문제를 이해하고, 다양한 관점의 접근을 통해 여러 가지 이슈들에 대한 적절한 상황에서의 Controller에 대한 대안 제시가 이루어져야 할 것이다.

최근 Smart TV의 Controller에 관한 연구가 다양하게 진행되고 있는 추세이다. 기존 TV의 Remote Controller뿐만 아니라 Voice, Mouse Type, Gesture 또한 Smart TV Controller의 대안으로 활발한 연구가 진행되고 있으며, Voice Type Controller가 더 좋은 선호도가 좋은 것으로 분석되었다(Vatavu, 2012). 또한 다양한 Controller를 사용하는 Multiple modalities에 대한 개념이 확산되고 있다. Multiple modalities는 하나의 제품을 다양한 Controller를 이용하여 조작 가능한 방식으로써, 특히 Voice Control을 위한 기초 언어의 연구나 기술개발이 활발히 이루어지고 있다(Stivers and Sidnell, 2005). 또한 GUI 기반의 Map 화면에서의 다양한 기능들에 대한 Control을 수행할 때 Pen / Voice Controller에 대한 사용성 연구도 진행되었다(Oviatt, 1997). 그러나 많은 개발자들이 현실적인 Multi-Control 시스템을 소개하고, Interaction의 효과를 설명하고 있지만 Controller 자체의 개발 부진으로 인해 널리 사용되고 있지 않으며, 제안된 시스템 중에 소수만이 일반화되어 적용되었다(Bolt, 1980). Multi-control의 시스템뿐만 아니라 사용자 현상에 관한 연구도 진행되어 왔으며, Speech와 Pointing 방식이 좋다는 현상 조사 결과도 있다. 그러나 실험을 통한 연구가 아니며, 특정한 Task(Map 화면에서의 정보 탐색)에서 조사가 진행되었다는 한계점이 있다(Oviatt, 1999). 최근 MMCHI라고 정의되는 Multimodal human-computer interaction에 대한 관심이 높으며, 그에 따른 Controller에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. Gesture Control 방식과 audio Control 방식에 관한 비교 연구가 진행되었다(Jaimes and Sebe, 2007). 그러나 이런 연구들에도 불구하고, Multi-control이라는 것은 굉장히 복잡하기 때문에 제품에 적용하는 부분에 어려움이 있고, 제품 기능에 따른 효과

적인 Controller 또한 달라지기 마련이다(Obrenovic and Starcevic, 2004). 단순히 TV의 기능만을 조절했던 예전과 달리 Smart TV의 복잡한 기능을 효율적으로 사용하기 위해 단일 기능을 수행하는 과정에서 두 가지 이상의 Controller를 병행해서 사용하는 Dual-Controller나 그 이상의 Controller를 복합적으로 사용하는 Controller 설계가 필요한 것이고, Multi-Controller 방식은 Visual 기반의 제품에 효과적일 것이라는 연구 결과도 있다(Karray et al., 2008). 추가적으로 Smart TV 기능에 따른 기존 Controller와 Mouse Controller 방식의 비교에 관한 연구도 이루어 졌으나, Uni-Controller에 관한 연구만으로는 다양한 기능의 Smart TV의 효과적인 Controller를 찾아내기에는 한계점이 있다(Lim et al., 2012).

이전 연구에서 활발히 Controller에 관한 연구가 이루어졌다. 그러나 연구 결과를 Smart TV에 그대로 적용하기에는 여러 가지 부족한 요소들이 뒤따른다. 다양한 Controller가 비교 분석되었지만 Smart TV라는 고유의 기능 중심의 연구가 많이 부족한 상황이다. 또한 Controller는 어떤 Task를 수행하는지 어떤 메뉴 방식을 사용하는지가 굉장히 중요하다. 동일한 Controller도 서로 다른 기능을 수행하게 되면 그에 따른 사용성 결과를 예측하기 어려워진다. 이러한 이유들로 인해 Smart TV에 관한 정확한 기능 분석과 이를 기반으로 Task를 선정하고, 연구가 진행되어야 한다.

본 연구에서는 Smart TV의 Task 특성에 따른 Multi-Controller 방식의 사용성 평가를 실시하였다. Multi-Controller 방식이란 제품을 사용함에 있어서 한 가지의 Task를 수행 시 한 개의 Controller를 이용하여 조작하는 방식이 아닌 2가지 이상의 Controller를 순차적으로 이용하여 조작하는 방식이다. Smart TV가 복잡해짐에 따라 Multi-Controller의 필요성이 대두되고, 어떤 Control의 조합으로 사용해야 하는지가 중요하다. 그러나 현재까지는 Uni-Controller 방식에 관한 연구만이 진행되어 왔으며, Smart TV Task를 고려한 Multi-Controller 방식에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구를 통해 복잡한 Smart TV의 기능을 효율적으로 이용하기 위해 Smart TV 기능에 따른 Uni, Dual, Triple-Controller 방식의 사용성 평가 실험을 실시하였으며, 가장 효율적인 Controller Type와 Multi-Controller 조합의 대안을 제시하였다.

## 2. Uni-Controller Experiment

첫 번째 실험은 Smart TV의 Task 특성에 따른 Uni-

Controller의 사용성 평가 실험을 실시하였다. Uni-Controller 실험은 Task를 수행할 때 한 가지의 Controller만을 이용하여 Task를 수행하는 것으로 각 Task 특성에 따른 대한 선호도가 높은 Controller Type을 파악하기 위해 실시하였다.

**2.1 Design of experiment**

1차 실험의 독립 변수는 3가지의 Controller Type과 5가지의 Task로 선정하였다. 종속 변수는 3가지로 구성하였으며, Task에 따른 주관적 선호도(Subject Preference), Sub Task 사용자 선호도(Sub Task Subject Preference), 수행시간(Task Completion Time)을 측정 하였다. 선호도는 7점 Scale을 이용하여 측정하였으며, 변수들은 Table 1과 같다.

**Table 1.** Variables of uni-controller experiment

Variables		Level	Description
Independent	Controller type	3	Convention type
			Mouse type
			Voice type
	Task type	5	Live TV
			Record
			Share
			Web
			App
Dependent	Subject preference		
	Sub task subject preference		
	Task completion time		

**2.2 Controller type**

Controller는 현재 Smart TV에 가장 많이 사용되고 있는 Controller 중에 3가지를 선택하였다. 첫 번째 Controller는 기존의 TV에서 사용되던 4방향 Type의 키가 있는 Controller(LG전자의 AKB73756509)이다. 두 번째 Pointing Type Controller는 LG 매직리모컨 방식으로써 Smart TV 화면에 Cursor가 띄워지고, Controller의 움직임에 따라 Cursor도 같이 이동하며, 클릭 버튼을 통해 원하는 기능을 수행할 수 있는 Air Mouse 같은 개념의 Controller이다. 마지막으로 음성으로 Control이 가능한 Voice Type Controller(MS Kinect)를 선택하였다. Voice Type Controller는 음성기반의 명령어를 통해 기능을 수행할 수 있는

Controller이다.

**2.3 Task**

Task는 사용자 빈도 조사를 통해 선정하였다. 현재 Smart TV 시장에 판매되는 제품들의 기능 조사를 실시하여 총 9가지 기능을 추출하고, 7점 Scale로 설문지를 구성하였다. 설문지 구성 후 실제 Smart TV 사용자들을 대상으로 사용 빈도에 관한 설문을 실시하였으며, ANOVA 분석을 실시하였다. ANOVA 분석 결과 Task 사용빈도간 유의한 결과를 얻을 수 있었다( $p$ -value = 0.034). 총 9가지 Task에 대한 Student-Newman-Keuls 사후 분석을 실시하였으며, 사용 빈도 평균 상위 그룹과 하위 그룹으로 분석되었다. 분석 결과 평균 사용빈도 5점 이상의 상위 Task를 실험 Task로 선정하였다. 선정된 Task는 Live TV, Record, Share, Web, App로 총 5가지이며, 분석 결과는 Table 2와 같다.

**Table 2.** Result of SNK analysis

	N	1	2	3	4
Record	26	5.038			
Web	26	5.615	5.615		
Apps	26	5.846	5.846		
Share	26	5.846	5.846		
Live TV	26		6.153		
Cloud	26			2.307	
Reservation	26				3.192
Video call	26				3.346
3D contents	26				3.884
Significance value		.036*	.024*	1.000	.154

\*: Significant at  $\alpha=0.05$

Task는 여러 개의 Sub Task로 구성되어 있다. 실험의 Sub Task는 Task를 수행하기 위해 거치는 과정의 단계를 하나씩 나누어 놓은 하위 Task이다.

Live TV Task에서는 채널 변경과 볼륨 조절을 Sub Task로 설정하였다. Live TV Task의 특징은 다른 Task와 비교하였을 때 상대적으로 조작이 단순하다는 점이다.

Record Task는 Smart TV상의 방송 편성표를 보고 특정 프로그램을 예약 녹화하는 Task이다. Record Task의 Sub Task는 Live TV 화면상에서 Hub 화면(Figure 1)으로 진입, Record 메뉴(Figure 2)로 진입 후 특정 프로그램 예약 녹화의 순서로 구성하였다. Record Task의 특징은 Hub 화면에서 Record 메뉴로 진입하여 TV 편성표를 보고 원하는

프로그램을 선택해야 하기 때문에 단계적인 메뉴 선택이 이루어 진다는 점이다.



Figure 1. Hub menu

Record											
방송사	AM 10:00	AM 11:00	PM 12:00	PM 01:00	PM 02:00	PM 03:00	PM 04:00	PM 05:00	PM 06:00	PM 07:00	PM 09:00
KBS1	오늘 뉴스	계명 명 미사마	KBS 뉴스	일일특보 6시 10분	무라할겨우기	KBS 뉴스					
KBS2	매일매일	작은 뉴스	프로젝트 K&A - 현재	우도스 - 일제강점기	정말의 군정	경주 경포도	보여방				
MBC	계명 중문 날	매일두루 영드	MBC 뉴스	전쟁사적	계주 시계연스	MBC 예브닝 뉴스	MBC 뉴스	구할 워드			
SBS	좋은 예문	병드림 재산 과거	경향경제	복선해 해관영역	우리 애국가	우리애국애사	정말의 일면	SBS 뉴스	강두스		
EBS	경향 24시	요리 비법	부모	다큐 코리아 <비밀의 나라>	국제기사	무라할겨우기	요리비법				

Figure 2. Record menu

Share Task는 USB 저장매체에 담겨있는 영상을 Smart TV를 이용하여 재생시키는 Task이다. Share의 Sub Task는 Hub 화면 진입, Share 메뉴(Figure 3) 진입, 특정 영상 재생의 순서로 구성하였다.



Figure 3. Share menu

Web은 Smart TV를 이용하여 정보를 검색하는 기능으로써 실험 Task는 오늘 날씨를 검색하는 것으로 구성하였으며, Figure 4와 같다. Web Task의 Sub Task는 Hub 화면 진입, Web 메뉴로 진입, 오늘 날씨 검색어 입력, 검색 순서

로 구성하였다. Web Task의 특징은 다른 Task들과는 다르게 정보 검색을 위한 검색어 입력 과정이 있고, Controller를 통해서 이를 입력해야 한다는 점이다.



Figure 4. Web menu

App Task는 App Store에 진입하여 특정 Application을 실행하는 Task이다. App Task의 Sub Task는 Hub 진입, App 메뉴(Figure 5) 진입, 게임 카테고리 진입, 특정 Application 실행 순서로 구성하였다. App Task의 특징은 App 메뉴를 실행한 후 게임 카테고리는 선택하는 메뉴 구조로써 동일한 아이콘 선택 과정을 반복하게 되는 특징이 있다. App Store에 수많은 Application이 있기 때문에 세부 카테고리가 설정이 되고, 이로 인해 다른 Task보다 메뉴 선택이 한번 더 이루어 지게 된다.



Figure 5. App menu

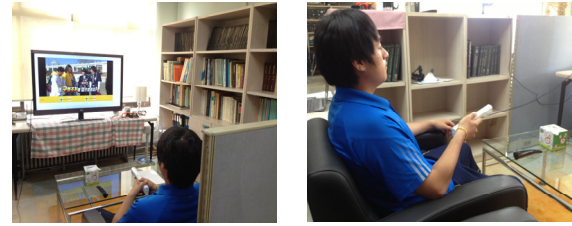
선정된 Task와 Sub Task는 Table 3과 같으며, 각 Task의 Sub Task를 다음과 같이 번호를 부여하였다.

2.4 Selection of the subject

본 실험에 참여한 피실험자는 Smart TV 사용 경험이 1년 이상 있는 20~30대 남녀 12명(남 6, 여 6)으로 구성되었

**Table 3.** Task of experiment

Task 1	Live TV			
Sub task	Change of channel (Task 1-1)	Change of volume (Task 1-2)		
Task 2	Record(Reserved recording)			
Sub task	Hub entrance (Task 2-1)	Record menu entrance (Task 2-2)	Task program selection (Task 2-3)	
Task 3	Share(USB movie play)			
Sub task	Hub entrance (Task 3-1)	Share menu entrance (Task 3-2)	Task program selection (Task 3-3)	
Task 4	Web(Web information search)			
Sub task	Hub entrance (Task 4-1)	Web menu entrance (Task 4-2)	Task text entry (Task 4-3)	Search (Task 4-4)
Task 5	App(App selection)			
Sub task	Hub entrance (Task 5-1)	App menu entrance (Task 5-2)	Game nenu entrance (Task 5-3)	Task app selection (Task 5-4)



**Figure 6.** Experiment environment

**Table 4.** ANOVA result of subject preference

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Task	4	23.20	5.80	3.68	.008*
Controller	2	70.46	35.23	22.40	.001*
Task* controller	8	94.20	11.77	7.48	.120

\*: Significant at  $\alpha=0.05$

다. 평균 연령은 33.9(±4.95)세이며, Smart TV 평균 사용 기간은 3.4(±1.21)년이었다. 이들은 모두 Smart TV를 조작함에 있어 신체적, 정신적 장애가 없는 사람들로 구성되었다.

**2.5 Experiment environment**

본 실험의 메뉴는 Wireframe Software & Mockup 제작 Tool인 Axure RP Pro 6.5 버전을 사용하여 제작하였다.

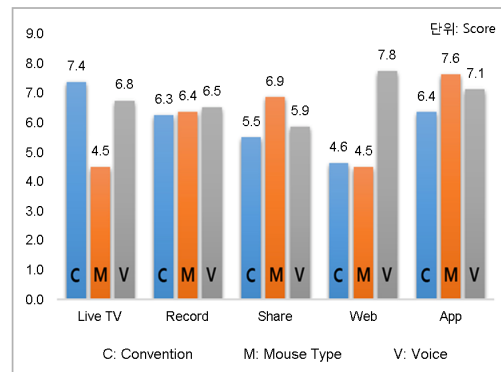
효과적인 실험을 위해 일반 가정집과 최대한 유사한 실험 환경을 구성하였다. 조명은 일반적인 TV 시청 환경인 150lx로 설정하였다. 실험에 사용된 Smart TV는 47-inch 화면으로써 피실험자와 TV와의 최적의 거리 165~220cm 사이인(Kiyomi et al., 2009) 195cm로 구성하였다. 실험실의 모습은 Figure 6과 같다.

**2.6 Result**

**2.6.1 Subject preference of task controller type**

Subject Preference에 대한 Two-Way ANOVA 분석 결과는 Table 4와 같으며, Task( $p$ -value: .008)과 Controller( $p$ -value: .001)에 대한 유의한 차이가 있는 것 나타났다. 교호작용은 유의하지 않은 것으로 판단되었다.

Task 사용자 선호도 평균값은 Figure 7과 같다. Live TV Task에서는 Convention, Voice Controller가 높은 선호도로 분석되며, Record Task는 Controller간 유의한 차이가 없었다. Share Task의 경우 Mouse Type Controller의 선호도가 높게 나타났으며, Web Task의 경우 Voice Controller가 압도적으로 높은 선호도로 분석되었다. App Task의 경우 Mouse Type, Voice Controller가 높은 선호도로 분석되었다



**Figure 7.** Subject preference of task

**2.6.2 Subject preference of sub task controller type**

Task 특성에 따른 Controller의 선호도 차이를 보기 위해 16개의 Sub Task별로 Controller에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. ANOVA 분석 결과는 Table 5와 같다.

전체 선호도 분석 결과와 유사하게 Record Task 2-1 ( $p$ -value: .290), 2-2( $p$ -value: .103), 2-3( $p$ -value: .343) Task를 제외한 전체 Task에서 유의한 결과를 보여 주었다.

**Table 5.** ANOVA result of sub task subject preference

Sub task	DF	SS	MS	F-value	P-value
Live TV (Task 1-1)	2	48.000	24.000	42.000	.000*
Live TV (Task 1-2)	2	25.083	12.542	18.482	.000*
Record (Task 2-1)	2	4.000	2.000	1.313	.290
Record (Task 2-2)	2	11.083	5.542	2.537	.103
Record (Task 2-3)	2	7.750	3.875	1.126	.343
Share (Task 3-1)	2	16.083	8.042	10.722	.001*
Share (Task 3-2)	2	16.083	8.042	4.459	.024*
Share (Task 3-3)	2	3.583	1.792	0.756	.482
Web (Task 4-1)	2	27.083	13.542	11.727	.000*
Web (Task 4-2)	2	15.750	7.875	9.873	.001*
Web (Task 4-3)	2	200.33	100.167	59.046	.000*
Web (Task 4-4)	2	49.750	24.875	13.657	.000*
App (Task 5-1)	2	10.750	5.375	4.049	.033*
App (Task 5-2)	2	5.333	2.667	3.584	.046*
App (Task 5-3)	2	8.583	4.292	4.028	.033*
App (Task 5-4)	2	6.333	3.167	2.145	.142

\*: Significant at  $\alpha=0.05$

Sub Task 내에서 유의한 차이가 나타났기 때문에 SNK 사후 분석을 실시하였다. SNK 사후 분석 결과는 Table 6과 같으며, 사용자 선호도가 높은 그룹은 A, 선호도가 낮은 그룹은 B로 분류하였다. 분석 결과 5가지의 Task 중 Record Task는 Controller간 유의한 차이가 발생하지 않았으며, 3가지 Control Type 모두 사용자 선호도 측면에서 낮은 그룹으로 분석되었다.

**Table 6.** SNK result of sub subject preference

Sub task	Convention	Mouse type	Voice
Live TV (Task 1-1)	A	B	A
Live TV (Task 1-2)	A	B	A
Record (Task 2-1)	B	B	B
Record (Task 2-2)	B	B	B
Record (Task 2-3)	B	B	B
Share (Task 3-1)	A	B	B
Share (Task 3-2)	A	B	B
Share (Task 3-3)	B	A	A
Web (Task 4-1)	A	B	B
Web (Task 4-2)	A	B	B
Web (Task 4-3)	B	A	A
Web (Task 4-4)	B	A	A
App (Task 5-1)	A	B	B
App (Task 5-2)	A	B	B
App (Task 5-3)	B	A	A
App (Task 5-4)	B	A	A

### 2.6.3 Task completion time

각 Task별로 종합 선호도 결과와의 경향성을 비교하기 위해 수행시간에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. ANOVA 분석 결과는 Table 7과 같으며, Task( $p$ -value: .000)과 Controller( $p$ -value: .002)에 대해 유의한 결과로 분석되었다.

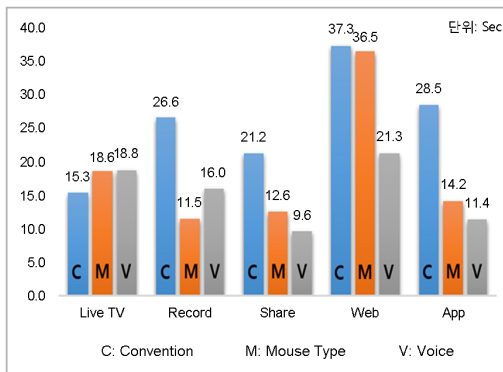
수행시간 측면에서도 종합 만족도와 유사한 경향성이 있는 것으로 분석되었다. 분석결과는 Figure 8과 같다. 예외적으로 Record Task에서 Convention Controller의 수행시간이 다른 Controller보다 높게 측정되었는데 이는 Convention Controller의 프로그램 선택 과정에서 방향키를 이용하여 Task를 수행하기 때문에 높은 수행시간이 소요되

는 것으로 분석되었다.

**Table 7.** ANOVA result of task completion time

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Task	4	2651.10	662.77	26.44	.000*
Controller	2	3091.83	1545.91	61.69	.002*
Task* controller	8	3382.77	422.84	16.87	.078

\*: Significant at  $\alpha=0.05$



**Figure 8.** Task completion time

### 3. Dual-Controller Experiment

두 번째 실험에서는 Multi-Controller 실험을 위해 각 Task에 대해 Dual-Controller로 실험을 설계하였다. Dual-Controller란 하나의 Task를 수행할 때 2가지의 Controller를 순차적으로 이용하여 Task를 수행하는 Dual-Controller 방식으로 실험 설계를 하였다. 1차 실험에서 각 Sub Task 별로 사용자 선호도가 높은 Controller의 결과를 사용하여 2차 실험 설계를 실시하였다. 2차 실험의 피실험자들은 1차 실험에 참여했던 피실험자들과 동일인이며, 실험 환경과 조건 모두 같다.

#### 3.1 Design of experiment

2차 실험은 Dual-Controller 방식으로 진행되었다. 1차 실험에서 하나의 Task를 한 가지 Controller로 조작했던 방식과는 다르게 서로 다른 2가지의 Controller를 이용하여 Task를 수행하는 방식이다. 1차 실험의 결과 유의한 차이가

없었던 Record Task를 제외한 4개의 Task들로 실험을 구성하였으며, 각 Task에 대한 Controller의 대안은 Table 8과 같다. 각 Task에 대해 Table 6에서 상위 그룹에 속한 2개의 Controller 방식을 조합하여 실험을 진행하였다. 2차 실험의 종속 변수는 1차 실험과 동일하게 선정하였다. Table 8는 2차 실험 Task에 대한 실험 Controller의 조합을 나타낸 표이며, 각 Task당 2개의 Controller 조합 대안으로 구성하였다.

**Table 8.** Task of experiment

Task 1	Live TV			
Sub task	Change of channel (Task 1-1)		Change of volume (Task 1-2)	
Task 1-A	Convention		Voice	
Task 1-B	Voice		Convention	
Task 3	Share(USB movie play)			
Sub task	Hub entrance (Task 3-1)	Share menu entrance (Task 3-2)	Task program selection (Task 3-3)	
Task 3-A	Convention		Voice	
Task 3-B	Convention		Mouse type	
Task 4	Web(Web information search)			
Sub task	Hub entrance (Task 4-1)	Web menu entrance (Task 4-2)	Task text entry (Task 4-3)	Search (Task 4-4)
Task 4-A	Convention		Voice	
Task 4-B	Convention		Mouse type	
Task 5	App(App selection)			
Sub task	Hub entrance (Task 5-1)	App menu entrance (Task 5-2)	Game menu entrance (Task 5-3)	Task app selection (Task 5-4)
Task 5-A	Convention		Voice	
Task 5-B	Convention		Mouse type	

### 3.2 Result

#### 3.2.1 Subject preference of task controller type

Subject Preference에 대한 Two-Way ANOVA 분석을 실시하였다. 분석 결과 Task( $p$ -value: .015)와 Controller( $p$ -value: .008)에 대해 유의한 결과로 분석되었으며, 분석 결과는 Table 9와 같다.

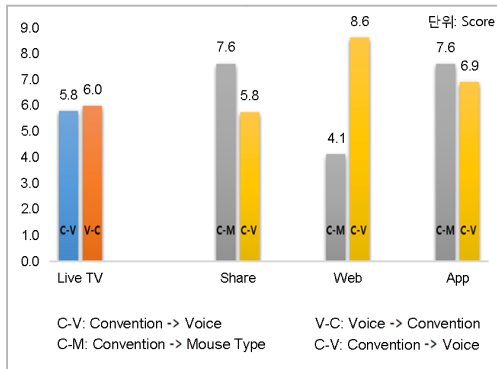
종합 선호도 평균 분석은 Figure 9과 같다. Live TV Task는 Controller 대안간 유의한 차이( $p$ -value: .334)는 발생

하지 않았으며, Live TV Task를 제외한 Share, Web, App Task에서 유의한 결과로 분석되었다. Share, App Task에서는 Convention → Mouse Type 조합이, Web Task에서는 Convention → Voice 조합이 사용자 선호도 측면에서 높은 점수로 분석되었다.

**Table 9.** ANOVA result of subject preference

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Task	3	5.542	2.771	1.936	.015*
Controller	2	11.021	11.021	7.699	.008*
Task* controller	6	63.292	31.646	22.106	.122

\*: Significant at  $\alpha=0.05$



**Figure 9.** Subject preference of task

### 3.2.2 Subject preference of sub task controller type

Sub Task별 사용성이 좋은 Pairwise *t*-test를 실시하였다. Share, Web, App Task의 Hub Entrance와 같이 한 가지 Controller 설계로만 이루어진 경우 비교의 의미가 없기 때문에 분석에서 제외하였다. *T*-test 분석 결과는 Table 10과 같다.

Share(Task 프로그램 선택), Web(Task Text 입력, 검색), App(게임 카테고리 진입, Task App 실행)서 유의한 결과로 분석되었다. 사용자 선호도가 높은 Controller는 Share(Task 3-3: Mouse Type), Web(Task 4-3, 4-4: Voice), App(Task 5-3, 5-4: Mouse Type)로 분석되었다.

### 3.2.3 Task completion time

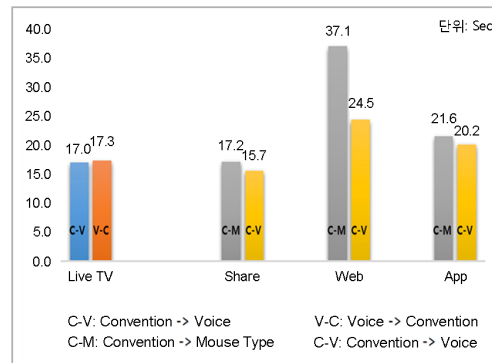
각 Task 수행시간에 대한 대응표본 *t*-test를 실시하였다. 수행시간 분석 결과 Web Task를 제외한 모든 Task에 대해

유의하지 않은 결과로 분석되었다. Web Task에서는 Text Task가 있기 때문에 Controller를 사용함에 있어 수행시간 차이가 많이 나는 것으로 분석되었다. 분석결과는 Figure 10과 같다.

**Table 10.** T-test result of sub task subject preference

	DF	Average difference	<i>t</i>	P-Value
Share (Task 3-3)	11	2.125	2.147	.045*
Web (Task 4-3)	11	3.750	5.789	.001*
Web (Task 4-4)	11	2.500	3.416	.011*
App (Task 5-3)	11	1.250	2.758	.028*
App (Task 5-4)	11	1.125	2.553	.038*

\*: Significant at  $\alpha=0.05$



**Figure 10.** Task completion time

## 4. Triple-Controller Experiment

3차 실험은 Triple-Controller로 구성되었다. Triple-Controller는 하나의 Task를 진행함에 있어 각기 다른 3가지의 Controller를 순차적으로 사용하는 것으로 실험 설계의 대안은 1차 실험 결과를 기준으로 선정하였다. 1차 실험 결과에서 사용자 만족도가 높은 Controller가 한 Task에 3개로 구성된 Task에 대해서만 Triple-Controller 실험 구성이 가능하기 때문에 Web, App Task를 3차 실험 Task로 선정하였다. 3차 실험에 참여한 피실험자는 1, 2차 실험과 동일한 이었으며, 장비나 실험 환경 또한 동일한 조건으로



실시하였다.

### 4.1 Design of experiment

실험 Task는 Web, App Task 2가지로 구성하였으며, 각 Task당 2번의 실험 대안으로 설계되었다. Sub Task별 Controller 대안은 Table 11과 같으며, 종속변수는 1, 2차 실험과 동일하다.

**Table 11.** Task of experiment

Task 4	Web			
Sub task	Hub entrance (Task 4-1)	Web menu entrance (Task 4-2)	Task text entry (Task 4-3)	Search (Task 4-4)
Task 4-C	Convention		Voice	Mouse type
Task 4-D	Convention		Mouse type	Voice
Task 5	App			
Sub task	Hub entrance (Task 5-1)	App menu entrance (Task 5-2)	Game menu entrance (Task 5-3)	Task app selection (Task 5-4)
Task 5-C	Convention		Voice	Mouse type
Task 5-D	Convention		Mouse type	Voice

### 4.2 Result

#### 4.2.1 Subject preference of task controller type

Subject Preference에 대한 Two-Way ANOVA 분석을 실시하였다. 분석 결과 Task( $p$ -value: 0.038)와 Controller( $p$ -value: 0.000)에 대해 유의한 결과로 분석되었으며, 상호작용은 발생하지 않았다. 분석 결과는 Table 12와 같다.

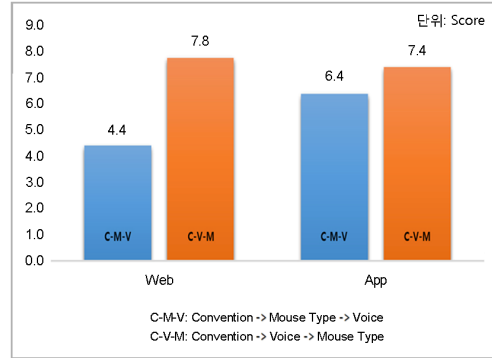
**Table 12.** ANOVA result of subject preference

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Task	1	38.281	38.281	34.438	.000*
Controller	2	5.281	5.281	4.751	.038*
Task* controller	2	11.281	11.281	10.149	.060

\*: Significant at  $\alpha=0.05$

평균 비교 시 Web, App Task의 Task 4, 5-C 대안 Controller 조합은 Task 4, 5-D 대안 Controller 조합에

비해 낮은 선호도로 분석되었으며, 분석 결과는 Figure 11 같다.



**Figure 11.** Subject preference of task

#### 4.2.2 Subject preference of sub task controller type

Sub Task별 사용자 선호도가 좋은 Controller를 찾기 위해  $t$ -test를 실시하였다. 분석 결과 Web Task 4-4를 제외한 나머지 Task는 모두 유의하였으며, 분석 결과는 Table 13과 같다.

**Table 13.** T-test result of sub task subject preference

	DF	Average difference	t	P-value
Web (Task 4-3)	11	4.750	7.333	.000*
Web (Task 4-4)	11	0.375	0.753	.476
App (Task 5-3)	11	3.250	7.172	.000*
App (Task 5-4)	11	1.625	4.333	.003*

\*: Significant at  $\alpha=0.05$

Sub Task 선호도 분석 시 Web(Task 4-4)를 제외한 나머지 Task에 대해서 유의한 결과로 분석이 되었다.

#### 4.2.3 Task completion time

수행시간 분석 결과 Web, App Task 모두 유의한 결과로 분석되었으며 Table 14와 같다. 분석 결과 Web, App Task 모두 1차 대안 Controller 조합의 수행시간이 짧은 것으로 나타났다.

**Table 14.** T-test result of task completion time

	DF	Average difference	t	P-value
Web (Task 4-C VS Task 4-D)	11	8.902	4.502	.003*
Web (Task 5-C VS Task 5-D)	11	1.438	2.520	.040*

\*: Significant at  $\alpha=0.05$ 

## 5. Conclusion

본 연구는 Smart TV의 Task에 따른 Controller에 대한 사용성 평가를 하기 위한 연구이다. Smart TV를 Control함에 있어서 Task에 따라서 또는 Controller에 따라서 사용자가 선호하는 Controller는 무엇인지를 분석하였고, 추가적으로 Uni-Controller, Dual-Controller, Triple-Controller에 대한 평가를 실시하였다. 실험 결과 Task에 따라서 사용자가 선호하는 Controller가 각각 다르게 분석되었으며, 특정 Task에 대해서는 2가지의 선호하는 Controller도 있는 것으로 분석되었다. Convention Controller는 단순한 Live TV Task나 Task 메뉴 진입 과정에서 높은 선호도를 보여주고 있으며, 단순한 동작이나 직관적인 동작을 수행할 때 선호하는 경향이 있는 것으로 보인다. 이는 단순한 동작을 수행할 때 Hot key 방식인 Convention Controller를 바로 조작하여 원하는 Task를 수행 가능하기 때문으로 분석된다. 또한 기존의 Smart TV 기능에 따른 Uni-Controller 사용성 평가 연구(Lim et al., 2012) 결과와 유사한 결과로 분석되었다. Mouse Type Controller는 Convention Type으로 아이콘이나 선택 대안이 많은 부분에서 선택해야 하는 Task에서 유리한 것으로 분석되었다. 직관적으로 Cursor를 화면에 띄워주기 때문에 여러 단계를 거치지 않고, 자신이 수행하는 동작에 대해 즉각적인 Feedback이 시각적으로 보이며 원하는 곳으로 이동해서 Task를 수행할 수 있기 때문에 Convention Controller 보다 수행시간 측면에서 유리한 결과로 분석된다. Voice Controller는 Live TV와 Web에서의 Text 입력 Task에서 높은 선호도로 분석되었다. Text 입력은 Convention, Mouse Type Controller에서는 상대적으로 Voice보다 긴 수행시간과 입력 방식에서의 복잡하고 불편한 구조를 포함하고 있기 때문에 선호하지 않는 것으로 분석되었다. 또한 Live TV에서는 단순한 작업의 직관

적인 Control이 가능하기 때문에 선호하는 것으로 분석되었다. Task 특성에 따른 선호 Controller 분석 결과는 Table 15와 같다.

**Table 15.** Result of controller and task analysis

Task	Controller
Change of channel, volume	Convention, Voice
Hub, Menu entrance	Convention
Text entry	Voice
Search, Selection	Mouse type, Voice

Live TV Task 같은 경우에는 Task 자체의 단순한 목표로 인해 여러 가지 Controller를 사용하는 것보다 직관적인 Hot-Key 방식의 Convention Controller와 Voice 방식을 선호하는 것으로 분석되었다. Live TV Task에서는 Dual-Controller 방식보다는 Uni-Controller 방식이 더 효과적이고, 선호도 또한 높았으며, 이는 단순한 동작을 수행 시에는 복잡하고, 여러 가지 Controller보다 한 가지의 단순한 방식의 Controller가 효과적이라는 것을 알 수 있다. Share, Web, App Task에서는 Task 수행을 위한 메뉴 진입을 할 때까지는 Convention Controller가 효과적으로 분석되었다. 이는 메뉴 진입을 위한 과정이 Convention Controller의 방향키로써 간단하게 이루어지기 때문에 많은 사용자가 선호하는 것으로 분석되었다. Share, App Task의 프로그램을 선택하거나 App을 실행시키는 단계에서는 화면의 여러 가지 Contents 중에 하나를 선택해야 하는 과제이기 때문에 Convention Controller의 방향키를 이용한 선택보다 Mouse Type Controller를 이용하여 원하는 목표를 한번에 선택하는 것이 효과적으로 분석되었다. Web Task의 Text 입력 단계나 검색 시 Voice Controller가 가장 선호하는 것으로 분석되었는데 이는 Text 입력 시 Convention, Mouse Type Controller는 수행 과정의 불편함과 수행시간이 오래 걸리기 때문인 것으로 나타났다.

Smart TV의 기능에 따라 결과를 분류할 수 있다. 기존의 단순한 TV 기능은 Uni-Controller가 효과적이며, 기존의 기능보다 복잡한 여러 수행 단계를 거치는 Task(Share, Web, App)는 Dual-Controller가 효과적인 것으로 나타났다. 또한 동일한 Task 일지라도 Controller의 선호도에서 한 가지 Controller만이 아닌 중복적인 Controller도 선호하는 것으로 나타났다.

그러나 연구 결과에 따른 3가지의 Controller Type을 전부 Smart TV에 적용하기에는 여러 가지 어려움이 뒤따른다. 본 연구에서 검토했던 3가지의 Controller 중 Smart TV

기반의 2가지 Controller를 이용한 Dual-Controller 설계를 해야 한다면 기본적인 기능 수행에 효과적인 Convention Controller와 Web 기반 기능 수행에 효과적이면서, 다른 Smart TV 기능들에도 비교적 높은 선호도를 보인 Voice Controller를 포함하여야 한다. Mouse Type Controller도 높은 선호도를 보였으나 Web 기반 Task의 Text 입력에서 좋지 못한 선호도로 분석이 되었기에 다른 Controller 보다 효과적이지 못한 것으로 결론지었다. Task 특성에 따른 선호 Multi-Controller 조합은 Table 16과 같다.

**Table 16.** Result of multi-controller analysis

Multi-Controller	Task Type
Uni-Controller	Live TV
Dual-Controller	Share, Web, App
Triple-Controller	.

추가적으로 본 연구에서는 다루지 못했던 요소들이 존재한다. 예를 들어 메뉴의 구조나 다른 Controller들이 있다. 한 가지 메뉴 구조만이 아닌 Task 특성에 맞는 메뉴 구조와 다른 여러 가지 Controller를 실험 변수에 추가하여 추후 연구를 진행한다면 Smart TV를 연구함에 있어서 많은 도움이 될 수 있을 것이라 생각한다.

## References

Bolt, R.A., "Put-that-there": Voice and gesture at the graphics interface, *ACM*, 14(3), 262-270, 1980.

Cohen, P.R., Johnston, M., McGee, D., Oviatt, S.L., Clow, J. and Smith, I.A., The efficiency of multimodal interaction: a case study, *In ICSLP*, 1998.

Cohen, P.R., Johnston, M., McGee, D., Oviatt, S., Pittman, J., Smith, I. and Clow, J., Quickset: Multimodal interaction for distributed applications, *In Proceedings of the fifth ACM international conference on Multimedia*, 31-40, 1997.

Display Search Home page.[http://www.displaysearch\\_releases/PR\\_20121026.php](http://www.displaysearch_releases/PR_20121026.php)

Jaimes, A. and Sebe, N., Multimodal human computer interaction: a survey, *Computer Vision and Image Understanding*, 108(1-2), 116-134, 2007.

Karray, F., Alemzadeh, M., Saleh, J.A. and Arab, M.N., Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art, *International Journal on Smart and Intelligent System*, 1(1), 137-159, 2008.

Kiger, J.I., The depth/breadth trade-off in the design of menu-driven user interfaces, *International Journal of Man-Machine Studies*, 20(2), 201

-213, 1984.

Kiyomi, S., Shoicho, A., Shigeo, A., Kuniko, Y. and Akira, O., Evaluation of Viewing Distance Vs. TV Size on Visual Fatigue in a Home Viewing Environment, *Consumer Electronics Digest of Technical Papers International Conference*, 1-2, Las Vegas. 2009.

Lim, Y.J., Park, J.K., Eui, S.J., David, C.H., Kim, T.I., Choi, K.S. and Lee, S.H., Comparative Study on Advamced TV Interface Types in the Smart Media World, *9<sup>th</sup> International Conference on Ubiquitous and Computing*, 343- 348, Fukuoka. Japan. 2012.

Obrenovic, Z. and Starcevic, D., Modeling Multimodal Human Computer Interaction, *IEEE*, 37(9), 65-72, 2004.

Oviatt, S., DeAngeli, A. and Kuhn, K., Integration and synchronization of input modes during multimodal human-computer interaction, *In Referring Phenomena in a Multimedia Context and their Computational Treatment*, 1-13, 1997.

Oviatt, S., Ten myths of multimodal interaction, *Communications of the ACM*, 41(11), 74-81, 1999.

Shin, D.H., Hwang, Y.S. and Choo, H.S., Smart TV: are they really smart in interacting with people? Understanding the interactivity of Korean Smart TV, *Behaviour & Information Technology*, 32(2), 156-172, 2013.

Stivers, T. and Sidnell, J., Introduction: multimodal interaction, *Semiotica*, 2005(156), 1-20, 2005.

Vatavu, R.D., User-Defined Gestures for Free-Hand TV Control. *Proceeding of the 10th European conference on interactive tv and video*, 45-48, Berlin. Germany. 2012.

## Author listings

**Jeongil Yu:** [chavez@korea.ac.kr](mailto:chavez@korea.ac.kr)  
**Highest degree:** BS, Department of Industrial & Management Engineering, Daejin University  
**Position title:** MS, Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University  
**Areas of interest:** Product design, UX

**Seongmin Kim:** [iampreppie@korea.ac.kr](mailto:iampreppie@korea.ac.kr)  
**Highest degree:** MS, Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University  
**Position title:** PhD, Candidate, Department of Industrial Management Engineering, Korea University  
**Areas of interest:** Product Development

**Jaeho Choe:** jhchoe@daejin.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, POSTECH

**Position title:** Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Daejin University

**Areas of interest:** Product design, UX, Affective engineering

Date Received : 2013-11-19

Date Revised : 2013-12-03

Date Accepted : 2013-12-04

**Eui S. Jung:** ejung@korea.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, Pennsylvania State University

**Position title:** Professor, Department of Industrial Management Engineering, Korea University

**Areas of interest:** Product Development, Technology Management