

Title

The Effects of Multi-Modality on the Use of Smart Phones

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to examine multi-modal interaction effects of input-mode switching on the use of smart phones.

Background: Multi-modal is considered as an efficient alternative for input and output of information in mobile environments. However, there are various limitations in current mobile UI (User Interface) system that overlooks the transition between different modes or the usability of a combination of multi modal uses.

Method: A pre-survey determined five representative tasks from smart phone tasks by their functions. The first experiment involved the use of a uni mode for five single tasks; the second experiment involved the use of a multi-mode for three dual tasks. The dependent variables were user preference and task completion time. The independent variable in the first experiment was the type of modes (i.e., Touch, Pen, or Voice), while the variable in the second experiment was the type of tasks (i.e., internet searching, subway map, memo, gallery, and application store).

Results: In the first experiment, there was no difference between the uses of pen and touch devices. However, a specific mode type was preferred depending on the functional characteristics of the tasks. In the second experiment, results of analysis showed that the preference depended on the order and combination of modes. Even with the transition of modes, users preferred the use of multi-modes including voice.

Conclusion: The order of mode combinations may affect the usability of multi-modes. Therefore, when designing a multi-modal system, the fact that there are frequent transitions between various mobile contents in different modes should be properly considered during the design.

Application: It may be utilized as a user-centered design guideline for mobile multi modal UI system.

Keywords

Mobile, Multi-modal interaction, Mode-switching, Multi-modality, Voice

1. Introduction

1.1 The need for Multi-modal research in mobile

Multi-modal은 인간이 하나 이상의 감각으로 이용하여 기계 또는 컴퓨터 같은 시스템과 커뮤니케이션에 사용하는 인터페이스 환경을 말한다. 멀티(Multi)는 '하나 이상'을 의미하며 모달(Modal)은 모드(Mode)와 양상(Modality)을 포함하는 개념이라고 볼 수 있다 (Oviatt, 1999). Multi-modal system은 자연적 입력 모드(음성, 펜, 터치, 핸드제스처, 눈 응시, 머리 몸 움직임)와 멀티미디어 시스템 출력과 공동작용을 할 수 있는 방식으로 결합한 것을 의미한다 (Oviatt et al., 2000).

Multi-modal 인터페이스의 장점은 첫째로, 폭넓은 사용자들을 수용할 수 있으며, 다양한 감각을 자유롭게 사용하기 어려운 사용자에게도 매우 유리하다. 사용자에게 다양한 Input-mode를 제공함으로써 Modality 선택에 대한 자유권을 부여한다 (Oviatt, 1999). 둘째로, 사용자에게 다양한 context에서의 유연한 대처와 효율적인 사용을 제안한다. 하나의 Mode를 사용하지 못할 때, 또 다른 Mode를 중복이 아닌 보완제로 제공하는 것이다. 세 번째, 잘 설계된 Multi-modal 인터페이스는 에러 발생 시, Modality의 조합을 사용하여 더욱 효과적으로 에러를 다룰 수 있다 (Oviatt and Olsen, 1994; Oviatt et al., 2000).

모바일은 크기, 공간 및 환경의 제약을 많이 받기 때문에 단일 감각을 사용하는 일 차원 방식의 input 방식을 넘어서 인간의 오감을 사용하는 Multi-modal 인터페이스로 변화하고 있다 (Oviatt et al., 2000). 또한, 다양한 Contents 를 처리하는 효율성이 요구되면서 이러한 요구가 모바일 환경 내 멀티태스킹(Multi-tasking) 보편화를 초래하게 되었다. Information processing 관점에서 모바일 환경 내 Multi-modality 는 여러 기능을 시간상 차례대로, 혹은 한 번에 하나의 Modality 로 순차적으로 처리하는 것으로 해석 가능하다 (Trouvain and Christopher, 2007; Wickens, 2002; Yang and Jung, 2012).

모바일에서의 Multi-modal 인터페이스는 음성의 입출력을 처리하는 음성 인터페이스와 펜 필기체를 인식하는 잉크 인터페이스 및 키보드를 이용한 입력 방법인 터치 인터페이스 등으로 분류할 수 있으며 Touch 와 Pen 은 동일한 Motion-based 로 분류되지만 서로 다른 특성을 지닌다 (Park et al., 2006).

1.2 Research Objective

스마트 폰 내 다양한 Contents 의 전환 시, 발생하는 Mode 의 조합 및 순서에 따라 사용성이 다를 수 있다. 따라서 사용자의 입장에서 발생할 수 있는 Mode 조합의 활용에 대한 실험을 통하여 경험적으로 검토하였다. 본 연구는 다양하게 제공되는 스마트폰의 기능을 Mode 조합의 대안을 통하여 사용성을 검증하고자 하였다.

2. Method

2.1 Research Procedure

본 연구는 스마트폰 환경에서 사용자가 2 가지 이상의 기능을 수행할 때, 발생하는 Mode 의 대안에 관하여 Multi-mode 방식에 관한 연구를 진행하고자 하였다. 첫 단계로 대표 기능을 선정하기 위하여 현재 스마트폰 내 기능을 조사 후, 분류하여 대표 Tasks 를 선정하였다. 다음으로 선정된 기능의 특성에 따른 Uni-mode 의 효과를 검증하는 사용성 평가 실험을 실시하여 기능별 선호되는 Mode 를 분석하였다. Uni-mode 실험을 통하여 선정된 Task 별 선호 mode 의 조합을 중심으로 두 가지 Tasks 상황 시, Sequential 하게 일어나는 Mode 대안의 Multi-modal interaction 효과를 검증하였다.

2.2 Classifying tasks in smart phone

2013년 기준 모바일 폰에서 존재하는 기능을 중심으로 25개의 기능을 추출하였다. 선정된 기능 25개를 사용하여 요인 분석을 하였다. Task특성별 동일성을 지닌 요인으로 분류되었으며, 문항들에 대하여 베리맥스 의한 주성분 분석 방법을 이용하여 아이겐값 1.0 이상인 5개 요인을 추출하였다. 이들 요인의 전체 변수에 대한 설명력은 72%이며 각 항목은 요인 중 하나에 0.5 이상의 높은 적재치를 보여 타당성을 확보하였다. 요인분석을 통한 범주의 구분으로 스마트폰에 존재하는 많은 기능 요인의 축소를 구조를 파악하여 각 요인 별 대표성을 지닌 Task를 1가지씩 선별하였다. 최종적으로 선별된 대표 Task는 아래 Table 2와 같다.

Table 1. Factor analysis of Smart phone Activity

Factor	Configuration variable factors	Loadings
Factor 1	Internet searching	0.739
	Text messages (SMS, etc.)	0.662
Factor 2	Subway map	0.767
Factor 3	Memo	0.846
	E-mail	0.743
	Diet, Fitness	0.714
Factor 4	Gallery (photo, video)	0.893
	Education and learning	0.803
Factor 5	Application store	0.921

Table 2. Results of tasks for experiment

Factor	Configuration variable factors
Factor 1	Internet searching
Factor 2	Subway map
Factor 3	Memo
Factor 4	Gallery (photo, video)
Factor 5	Application store

2.3 Tasks

Tasks는 Table 2에서 선정된 대표 5가지이며, 여러 종류의 Sub-task로 구성되어 있다. Task 2는 출발지, 도착지에 해당하는 지점을 Navigation(Sub-task 2-1, 2-3)하고 출발지, 도착지에 해당하는 지점을 Pointing(Sub-task 2-2, 2-4) 하는 Sub-task로 구성되어 있다. 이 Task의 특징은 Spatial 한 공간에서의 Navigation과 면적이 좁은 특정 지점을 Pointing하는 것이다. Task 1와 Task 3은 Text entry 가 존재하기 때문에 각 Mode의 입력 특징에 따른 효과를 검증할 수 있다. Task 4는 다른 Task와 비교하였을 때 상대적으로 조작이 단순하다는 특징이 있다. Task 5는 주어진 검색어 입력을 통하여 앱을 다운로드 하는 Task이며, 특징은 List Menu에서의 Selection이 이루어진다. 선정된 Task와 Sub Task는 Table 3, Figure 1이다.

Table 3. Results of Sub tasks

Task	Sub task
Task 1 (Internet searching)	Text entry -> Selection
Task 2 (Subway map)	Navigation 1(Spatial info) -> Pointing 1 -> Navigation 2 (Spatial info) -> Pointing 2 -> Selection
Task 3 (Memo)	Selection -> Text entry -> Selection
Task 4 (Gallery)	Navigation 1 (Spatial info) -> Selection
Task 5 (Application store)	Text entry -> Selection -> Selection (List menu) -> Selection



Figure 1. Tasks

3. Uni-Mode experiment

1차 실험은 스마트폰의 Activity 특성에 따른 Uni-mode의 효과를 검증하는 사용성 평가 실험을 시행하였다. Uni-mode 실험은 Task를 수행할 때 한 가지의 Mode만을 이용하여 Task를 수행하는 것으로 각 Task의 특성에 따른 선호도가 높은 Mode Type을 파악하기 위하여 실시하였다.

3.1 Subject

본 실험에 참여한 피실험자는 스마트폰 사용 경험이 3년 이상이며 주 사용 손이 오른손인 20~30대 남녀 14명(남 7, 여 7)으로 구성되었다. 평균 연령은 29.7(SD=4.31)세이며, 스마트폰 평균 사용 기간은 4.42(SD=1.39)년이었다.

3.2 Experiment apparatus and setting

본 논문의 실험은 해상도가 1280x800인 Android 환경에서 수행하였으며, Mode와 선정된 Sub-task 간의 수준을 full-factorial design 하기 위하여 Voice Mode의 경우는 실험 스마트폰과 PC의 연동 Multi-screen을 지원하는 Mobizen(Software)을 사용하여 진행하였다.

3.3 Experiment design

1차 실험의 독립 변수는 3가지의 Mode Type과 Table 2의 5가지의 Task로 선정하였다. 종속 변수는 2가지로 구성하였으며, 주관적 측정치로 Task에 따른 주관적 선호도(Subject Preference), 객관적 측정치로는 수행 완료 시간(Task Completion Time)을 측정하였다. 선호도는 9점 Scale을 이용하여 측정하였으며, 변수들은 Table 4과 같다.

Table 4. Variables of Uni-mode experiment

Variables		Description
Independent variables	Mode type	Touch
		Pen
		Voice
	Task type	Internet searching
		Subway map
		Memo
		Gallery (photo, video)
		Application store

Dependent variable	Objective measurement	Task Completion Time
	Subjective measurement	Subject Preference

3.4 Procedure

본 실험은 준비 단계, 연습 단계, 본 실험 단계, 주관적 만족도 평가 단계로 수행되었다. 준비 단계에서는 실험자가 본 실험의 목적과 수행 작업에 대하여 피실험자에게 설명하고, Multi-screen환경을 위한 wifi 연결을 확인하였다. 연습 단계에서는 실험 사전에 피실험자가 Mode 전환에 따른 조작을 해보는 단계이며, Voice와 Pen mode type에 익숙하지 않은 실험자가 실험 기기에 익숙해 질 수 있도록 연습할 시간을 제공하였다. 본 실험 단계에서는 수행 시간을 측정하여 진행하였으며, 한가지 Task 후 바로 주관적 만족도를 평가하였다. 피실험자들은 의자에 앉아 세 가지 입력 방식을 사용하여, 15가지 조건을 수행하였다. 실험 순서와 세 가지 Mode-type은 무작위(randomize)으로 제공하여 순서 효과(order effect)를 예방하고자 하였다. 스마트 폰과 눈 사이의 거리는 작업을 수행하는 데 있어 자연스럽게 편안한 거리를 유지하도록 일관하였다.

3.5 Uni-Mode experiment Results

3.5.1 Task completion time

각 Task별 종합 선호도 결과와의 경향성을 비교하기 위하여 수행 완료 시간에 대한 ANOVA 분석을 진행하였다. ANOVA분석 결과는 Table 5와 같으며, Mode ($p < .001$)과 Task ($p < .001$)에 대해 유의한 결과로 분석되었다. Mode와 Task간의 교호작용이 발생하였다. 이것은 Task를 하는 수행 시간이 Mode에 영향을 받는다는 의미이다.

Table 5. ANOVA result of task completion time

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Mode	2	1422.20	711.10	93.03	0.000*
Task	4	5161.55	1290.38	148.39	0.000*
Mode*Task	8	1184.27	148.03	20.72	0.000*

*: Significant at $\alpha=0.05$

수행하는 Task에 따라서 Mode간의 시간 차이가 존재하였다. 갤러리 Task는 가장 간단한 Task로서 수행 시간이 짧으므로 Mode간의 차이가 크게 나타나지 않았다. 수행 시간의 경우, Task 특성상 Text-entry가 존재하는 인터넷과 메모, 앱쇼핑에서 Voice의 수행 시간이 적게 소요되었다. 이는 해당

Task를 Voice로 수행 시, Name-tag 기반의 수행이기 때문에 분석되었다

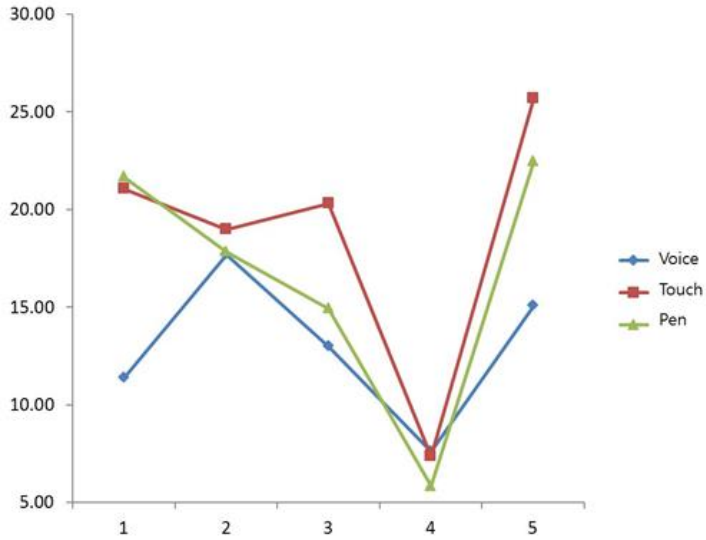


Figure 2. Interaction between Mode and Task

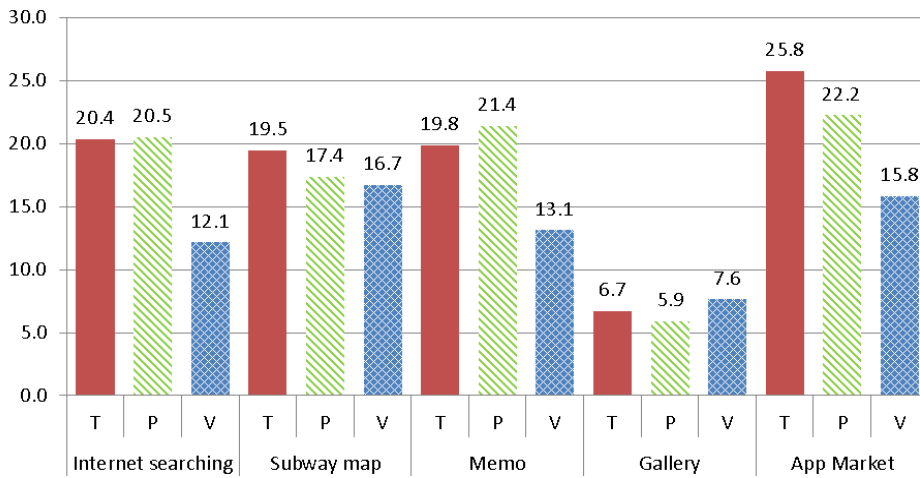


Figure 3. Task completion time

3.5.2 Subject preference of task mode type

Subject Preference에 대한 Two-Way ANOVA 분석결과는 Table 6과 같으며, Task($p < .001$)와 교호작용($p < .001$)에 대한 유의한 차이가 있는 것 나타났으며, Mode는 유의하게 나타나지 않았다.

Table 6. ANOVA result of subject preference

	DF	SS	MS	F-value	P-value
Mode	2	4.067	2.033	1.281	0.295
Task	4	7.305	1.826	4.234	0.005*
Mode*Task	8	17.410	2.176	5.765	0.000*

*: Significant at $\alpha=0.05$

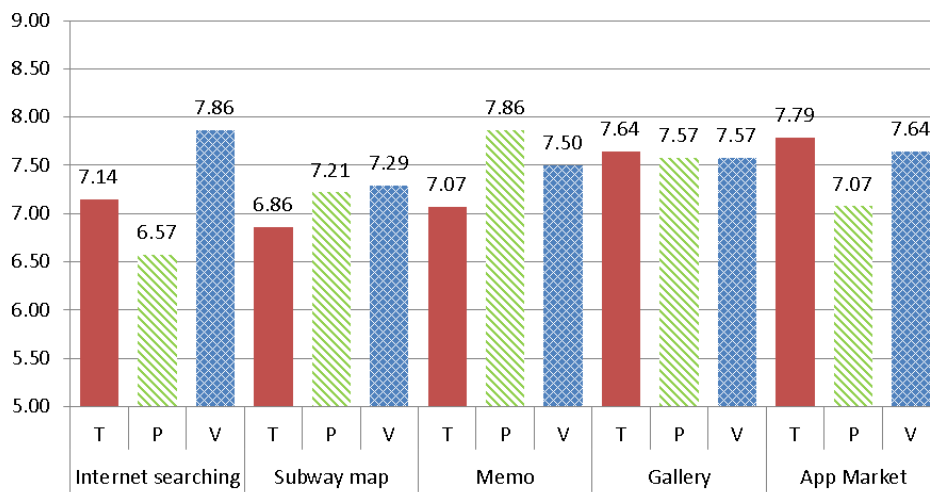


Figure 4. Subject preference of tasks

Task별 사용자 선호도 평균값은 Figure 4와 같다. Task 1에서는 Voice, Touch 순으로 높은 선호였으며, Task 3의 경우 Pen의 선호도가 높게 나타났으며, Task 4도 Mode간의 차이가 거의 존재하지 않았다.

Figure 5에서 나타난 바와 같이 Two-Way ANOVA 분석에서 교호작용이 발생하였다. 이것은 Touch와 Pen은 서로 다른 특성을 지니지만, 동일한 Motion-based로 분류되기 때문에 서로 간의 차이가 존재하지 않은 것으로 해석되었다. 하지만, Task 3 같은 경우, Pen의 선호도가 월등히 높았다. 이것은 Touch와 Pen이 같은 Motion-based 범주로 분류되지만, 제공되는 기능 요소에 따라 Mode 선호 및 대안이 달라질 수 있음을 의미한다. Touch는 Task 2에서 가장 낮은 점수로 나타났고, Task 5에서 가장 선호되었다. Task 1과 Task 5는 동일한 Text entry sub-task라 하더라도 기능의 특성에 따라 선호되는 Mode는 Touch와 Voice로 각각 다르게 분석되었다. 교호작용이 발생하였기 때문에 검증 차원에서 Task별 선호 Mode에 대한 빈도 분석과 전문가의 의견을 통한 각 Task별 선호되는 Mode의 결과를 도출하였다. 선호도 결과와 빈도 분석을 통해서도 Task 4는 Mode간의 차이의 특성이 나타나지 않았다. Task별 선호된 Mode 결과는 Table 7과 같다.

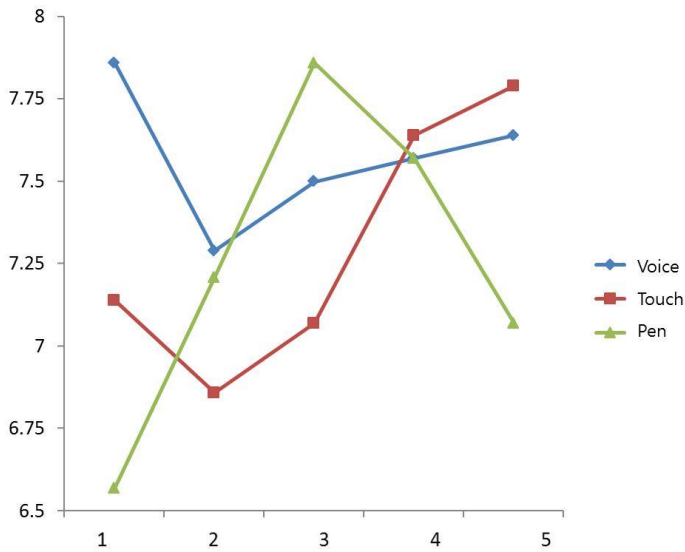


Figure 5. Interaction between Mode and Task

Table 7. Results of mode preference

Task	Preferred mode type	
Task 1 (Internet searching)	Voice	Touch
Task 2 (Subway map)	Voice	Pen
Task 3 (Memo)	Pen	Voice
Task 4 (Gallery)	Touch / Pen / Voice	
Task 5 (App Market)	Touch	Voice

4. Multi-Mode experiment

Multi-Mode 실험은 Serial processing으로 진행되었으며, Uni-mode 실험을 통하여 선정된 Task별 선호 mode의 조합을 중심으로 구성한 실험이다. 두 가지 Task의 조합(Dual-task/Multi-switching)으로 구성된 상황에 대하여 Sequential input인 Multi-modal interaction 효과를 확인하였다. 즉, Serial processing으로 구성된 두 가지 Task의 조합에 따라 선정된 Mode조합의 효과를 검증하는 것이다.

4.1 Experiment design

Uni-mode 실험의 5가지 Task 중에서 도출된 선호 Mode결과와 Sub task의 Interaction type에 따라 Task 1의 Text entry는 Task 5의Text entry와 동일한 Sub task로 해석할 수 있어 Task 1은 제외하였다. Task 4 는 수행 시간 및 선호 Mode간의 특성의 구분이 명확하지 않아 제외하였다. Task 1, 4를 제외한

3가지 Task 2, 3, 5로 선정하여 2가지 Mode를 순차적으로 이용하는 Mode 조합 실험 설계를 구성하였다. Multi-mode 실험의 피실험자들은 Uni-mode 실험에 참여했던 피실험자들과 동일인으로 구성하였으며, 실험 환경과 조건은 모두 동일하다. Task의 조합으로 생성한 3가지 New Task의 New Mode의 대안은 각 Task에서 선호되는 Mode의 조합과 Mode 순서를 바꾼 변환으로 대안을 생성하였다. 실험의 종속 변수는 Uni-mode 실험과 동일하게 선정하였다. Table 8는 Multi-Mode 실험 Task에 대한 실험 Mode의 조합을 나타낸 표이며, 각 New Task당 Task의 조합에 따라 선호 Mode조합은 Multi-mode, Uni-mode로 구성되었다.

Table 8. New tasks of experiment

New task 1	Subway map+ App Market	
Mode sequence 1	Voice	Touch
Mode sequence 2	Touch	Voice
Mode sequence 3	Voice	Voice
Mode sequence 4	Pen	Touch
Mode sequence 5	Touch	Pen
Mode sequence 6	Pen	Voice
Mode sequence 7	Voice	Pen
New task 2	App Market + Memo	
Mode sequence 8	Touch	Pen
Mode sequence 9	Pen	Touch
Mode sequence 10	Touch	Voice
Mode sequence 11	Voice	Touch
Mode sequence 12	Pen	Voice
Mode sequence 13	Voice	Pen
Mode sequence 14	Voice	Voice
New task 3	Memo + Subway map	
Mode sequence 15	Pen	Voice
Mode sequence 16	Voice	Pen
Mode sequence 17	Pen	Pen
Mode sequence 18	Voice	Voice

4.2 Procedure

본 실험은 Multi-Mode 방식으로 진행하였다. Uni-mode 실험에서 하나의 Task를 한 가지 Mode-type으로 조작했던 방식과는 상이하게 Task의 조합과 각 Task별로 선호되었던 다른 2가지의 Mode를 이용하여 Dual task라는 New task로 진행하였다.

5. Results

5.1 Multi-Mode experiment Results

5.1.1 Task completion time

각 Task별로 종합 선호도 결과와의 경향성을 비교하기 위해 수행 시간에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. ANOVA분석 결과는 Table 9와 같으며, 세 가지 New Task($p < .001$)모두 수행 시간에 있어 유의한 결과로 분석되었다.

Table 9. ANOVA result of Multi-mode task completion time

Task	New task	DF	F-value	P-value
Task 1	Subway map+ App Market	6	29.245	0.000*
Task 2	App Market + Memo	6	62.190	0.000*
Task 3	Memo + Subway map	3	10.648	0.000*

*: Significant at $\alpha=0.05$

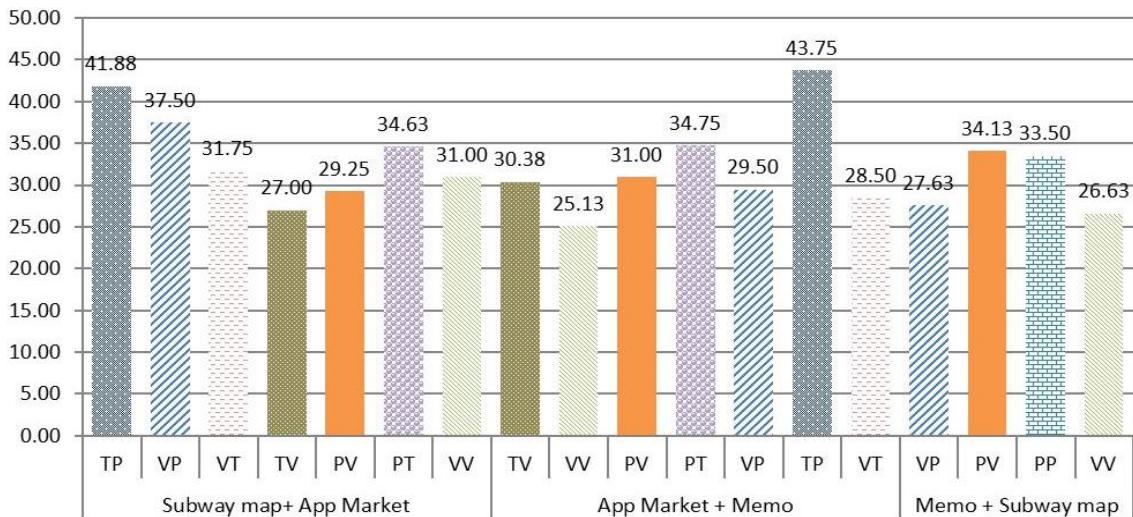


Figure. 9 Task completion time

조합 Task의 특성 별로 조금씩 차이는 존재하지만, 모든 Task에서 수행 시간이 가장 짧은 Mode는 Voice가 포함된 Mode의 조합이었다. 분석 결과는 Figure 9와 같다.

5.1.2 Subject preference of task mode type

지하철, 메모, 앱마켓의 조합인 3가지의 New Task 1, 2, 3 에서 모두 유의한 결과($p < .005$)로 분석되었다.

Table 10. ANOVA result of Multi-mode subject preference

Task	New task	DF	F-value	P-value
Task 1	Subway map+ App Market	6	8.859	0.000*
Task 2	App Market + Memo	6	14.752	0.000*
Task 3	Memo + Subway map	3	6.917	0.028*

*: Significant at $\alpha=0.05$

New task 1인 지하철+마켓에서는 Touch-Voice, Pen-Voice, Voice Uni-mode의 선호도가 높았다. Touch과 Pen의 조합은 동일한 Gesture-Mode 범주 내의 Mode 전환의 이슈가 발생하기 때문에 낮은 선호도로 분석되었다. New task 2인 마켓+메모에서는 Voice Uni-mode가 가장 선호되었다. New task 3인 메모+지하철에서는 Pen-Voice, Voice Uni-mode의 선호도가 높았다. 세 가지 New-task 공통으로 Dual-task상황에서 처음으로 진입하는 Task가 Voice이고 Gesture-mode로의 전환이 일어난다면, 선호도가 낮게 평가되었다. New task의 사용자 선호도 평균값은 Figure 10과 같다. 세 가지 New-task모두에서 Dual-task 상황 중 한가지 이상의 Task에서 Voice가 쓰이거나 Voice가 Dual-task중 마지막에 사용되는 Mode의 조합이 선호되었다.

각 New Task에 대한 Student-Newman-Keuls 사후 분석을 진행하였으며, 선호되는 Multi-mode의 대안과 선호되지 않는 Mode의 대안이 도출되었다. New task별 선호 대안은 Table 11와 같다.

Table 11. The result of Multi-mode tasks (SNK)

Mode	New task 1	New task 2	New task 3
PV	A	A	A
TV	A	A	-
VV	A	A	A
PT	B	C	-
VT	B	-	-
TP	C	B	-
VP	C	C	B
PP	-	C	B

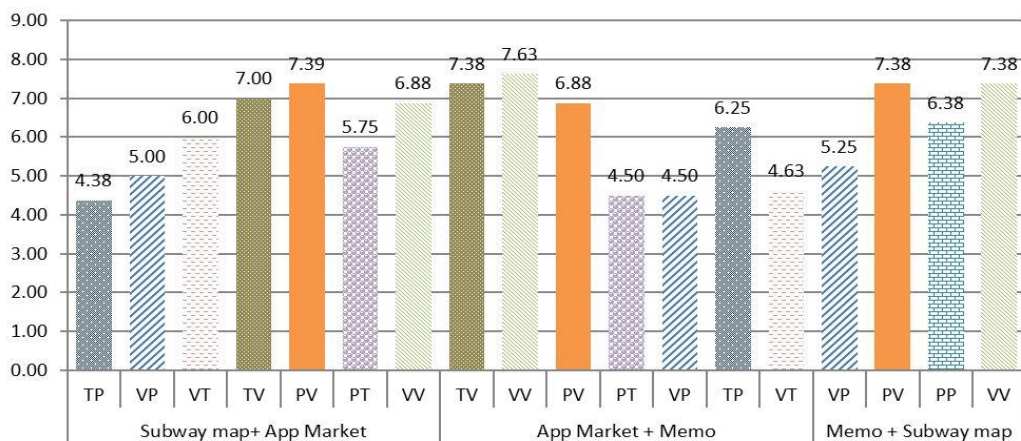


Figure 10. Subject preference of tasks

6. Discussion

본 연구는 Uni-mode 실험을 통하여 선정된 선호 Mode의 조합과 조합된 Mode의 순서를 바꾼 대안들로 구성된 Multi-mode로 실험을 진행하였다. 스마트폰 내 기능의 조합 중 일부를 선택한 Dual-task 구성과 그에 따른 Multi-mode대안을 통한 검증이었기 때문에 연구 결과에 따른 좋은 대안을 실제로 스마트폰의 모든 Multi-tasking 상황에 적용하기에는 여러 가지 어려움이 따를 수 있다. 하지만 기존 연구에서는 고려되지 않았던 스마트폰 환경에서 익숙하게 사용하고 있는 Uni-Mode의 한계를 상호 보완적으로 대체할 Mode의 조합을 통하여 Multi-modal interaction을 살펴보았다는 점에서 의의가 있다.

또한, Task에 해당하는 Uni-mode의 선호를 조합한 Multi-mode에 대한 분산 분석 결과, Dual-task로 구성된 New task의 Multi-mode 대안이 2가지 종속변수인 선호도와 수행시간에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기술의 발전으로 다양한 종류의 Input-mode가 유입되고 있지만, Multi-tasking

상황이 빈번하게 발생하는 스마트폰 환경에서의 콘텐츠들은 사용 Input-mode를 고려하지 않은 채 독립적으로 설계되어 제공되어 있다.

본 연구에서 검토했던 Input-mode는 다양하게 존재하는 스마트폰의 Mode type 중 (Touch, Pen, Voice, Gesture, Eye Movement, Facial expression, Fingerprint등) 3가지만을 선정하여 진행하였기에 현존하는 모든 Mode의 Multi-mode효과를 검증하기엔 한계가 존재할 수 있다. 하지만 본 연구를 통해 다양하게 제공되는 Mode들은 Mode간의 전환이 발생하더라도, 조합 순서 및 대안에 따라 좋은 중복으로 사용될 수 있기 때문에 모바일 시스템 내의 Multi-mode interaction은 Mobile의 UI설계 또는 콘텐츠 개발 시 세부적인 고려를 해 볼 필요가 있다고 생각한다.

6.1 Mode switching in Multi-mode

이전 연구 Reeves et al. (2004) 에서 Voice와 Pen의 두 Mode 조합은 사람들이 변화하는 환경에 따라 순간적으로 Mode간의 전환을 편리하게 제공한다고 하였다. 본 연구에서는 두 Mode 조합의 조합 순서도 사용성에 영향을 미침을 알 수 있었다. Pen, Voice 조합에서 Pen을 먼저 사용한 Multi-Mode가 Voice를 먼저 사용한 Mode대안보다 선호되었다.

Table 12. Preferred mode type of new tasks

New task		Preferred mode type
1	Subway map+ App Market	Pen-Voice
		Touch-Voice
		Voice-Voice
2	App Market + Memo	Voice-Voice
		Touch-Voice
		Pen-Voice
3	Memo + Subway map	Pen-Voice
		Voice-Voice

Mode 전환의 이슈에 관하여는 특정 Task나 환경에 따라서 Multi-mode대안이 사용자에게 Mode 선택의 자유권을 제공하기 때문에 조합의 특정 순서(Figure 11)에 따라 Mode전환이 발생하더라도 선호가 좋게 나타남을 볼 수 있었다.

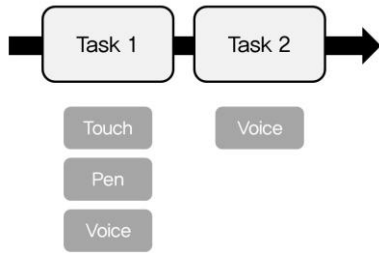


Figure 11. The order of Multi-mode

특히 New task 1의 Touch-Voice, New task 2의 Pen-Voice와 같이 Uni-mode에서 선호되었던 Mode의 조합이 아님에도 Multi-mode로 제공 시, 좋은 대안으로 분류된다는 의미는 다양한 Mode를 제공함으로써 사용자에게 Mode 대안의 선택권과 그들이 어떻게 시스템과 상호작용하는지를 이해하게 도와 준다. 수행 시간의 측면에서도 Mode간의 전환에 따른 시간의 지연이 발생하지만 Task의 특성에 따라 Multi-mode의 선호도가 더 높게 분석되었다.

현재 스마트폰 내 제공되는 Input-mode는 독립적으로 설계 되어 있다. 개별 Mode가 독립적으로 존재하고 있으며, 이는 Mode간의 전환을 고려하고 있지 않다. 일부 Text-entry를 포함하는 Contents에서는 Task내 Sub-task단위에서의 Mode전환 Cue가 존재하지만, 이것은 주 Task의 Mode 전환을 위해 제시되는 것이 아니다.

본 연구는 Dual-task 상황에서의 Sequential하게 일어나는 Multi-modal의 효과만 검증하였기 때문에, 추후 연구를 통하여 Triple-task 상황과 같은 다양하게 발생할 수 있는 Multi-tasking 상황의 Mode 순서 및 Mode 전환 효과를 검증하는 실험이 필요하다고 할 수 있다.

본 연구를 통해 선호되는 Mode의 전환이 존재함을 알 수 있었다. Stifelman et al. (1993)은 다양한 입력 방식을 제공하는 것이 서로 다른 Modality의 단점을 보완할 수 있다고 하였고, Mode 조합의 순서를 고려한 Cue가 제공된다면 사용자 입장에서 보다 편리하게 서로 다른 Mode전환이 순위를 것으로 예상한다.

6.2 Voice Mode

본 연구에서 사용한 Voice방식은 기존 Voice 인터페이스의 한계로 스마트폰과 연동된 Multi-screen을 통한 Mirroring Prototype를 사용하였으며 명령어 방식을 채택하였다. 현재 모바일에서의 음성 인터페이스는 명령어 방식의 Voice를 단일 Mode로 활용하기에 기술적 문제가 존재하며, 기존의 익숙한 Gesture-based mode에서의 Mode전환을 위한 메뉴의 Depth가 많다. Yankelovich (1995)의 연구에서 음성 인터페이스 설계 시, 초기 혹은 이전 단계로의 진입 Cue를 두는 것을 권장하고 있지만, 동일한 Mode의 진입이 아닌, 다른 Mode를 사용하여 실행되고 있다. 특히 Voice와 같이 다양한 조합을 통해 Sub-mode로 보완적인 활용이 가능한 Mode type은 Mode전환이 가능한 Cue를 제시함으로써 Mode의

전환을 손쉽게 사용할 수 있게 제안할 수 있을 것이다.

6.3 Pen & Touch Mode

Pen-Touch, Touch-Pen의 조합은 수행 시간 측면에 있어 가장 길게 나타났기 때문에 Mode의 전환이 발생하는 것이 선호되지 않았다. Pen과 Touch가 동일한 Motion-based로 분류되기 때문에 Multi-mode 대안으로서 동일하게 분류되는 Mode의 조합은 선호되지 않는 것으로 해석할 수 있다.

7. Conclusion

본 연구는 모바일 환경에서의 Input -modality 활용을 통한 모바일 사용 경험을 향상하기 위한 대안으로 Multimodal interaction 효과를 검증하였다. Mobile contents 설계 시, 선호되는 Mode를 고려하되, Input-mode의 전환까지 Mobile UI를 설계 시 고려한다면, 사용자에게 더 많은 Mode사용의 폭을 제안하게 될 것이다. 이는 다양한 제약이 존재하는 모바일 환경에서의 Uni-mode와 다른 mode간의 조합을 통한 Multi-mode 대안은 Mode전환을 통하여 기존 인터페이스의 제약과 환경적인 제약을 상호 보완할 수 있는 Mode로 해석할 수 있다. 다양한 종류의 Input-modality와 콘텐츠가 유입되는 스마트폰 환경에서 본 연구의 결과는 사용자 중심에서 발생할 수 있는 Multi-tasking상황을 고려한 Multi-modal interaction frame을 설계하는데 하나의 가이드라인으로서 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

References

Oviatt, S. and Olsen. E., Integration themes in multimodal human-computer interaction, Proceedings of the 3rd International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP). Yokohama, Japan. 1994.

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

Oviatt, S., Cohen, P., Wu, L., Duncan, L., Suhm, B., Bers, J., Holzman, T., Winograd, T., Landay, J., Larson, J., Ferro, D., Designing the user interface for multimodal speech and pen-based gesture applications: state-of-the-art systems and future research directions. Human-computer interaction 15(4) , 263-322, 2000. doi:10.1207/S15327051HCI1504_1

Park, S.S., Park, S.C., Ahn, S.Y., Kim. W.W., Koo. M.W., Design and Implementation of Multimodal Middleware for Mobile Environments, Korean Society of Speech Sciences, 60, 125-144, 2006.

Reeves, L. M., Lai, J., Larson, J. A., Oviatt, S., Balaji, T. S., Buisine, S., Collings, P., Cohen, P., Kraal, B., Martin, J. C., McTear, M., Raman, T., Stanney, K. M., Su. H., Wang, Q. Y., Guidelines for multimodal user interface

design. *Communications of the ACM*, 47(1), 57-59, 2004.

Stifelman, L. J., Arons, B., Schmandt, C., Hulteen, E. A., Voice Notes: a speech interface for a hand-held voice note taker. *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems*. 179-186, New York, NY, 1993.

Trouvain. B. and Christopher M., A comparative study of multimodal displays for multi robot supervisory control. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics* ,Volume 4562, 184-193, 2007.

Wickens, C.D., Multiple resources and performance prediction. *Theoretical issues in ergonomics science* 3(2), 159-177, 2002. doi:10.1080/14639220210123806

Yang, J.Y. and Jung, E.C., Model Development for multi-tasking and multi-modality through a case analysis of mobile devices , *Society of Korea Design Trend*, 37, 277-288, 2012.

Yankelovich, Nicole, Gina-Anne Levow, and Matt Marx., *Designing Speech Acts : Issues in Speech User Interfaces*. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 369-376, New York, NY, 1995.