로그데이터를 활용한 모바일 폰의 사용성 평가 방법 연구

김대업[1] 김성진[2],이건표[3]
한국과학기술원 산업디자인학과 인간중심인터렉션 연구실
{up4021[1],novel[2],pklee[3]}@kaist.ac.kr

A Study on development of advanced usability test method with the mobile phone log data.

Daeeop Kim[1], Sungjin Kim[2] , Kun-pyo Lee[3]
Industrial design HCIDL, KAIST [1 2 3]

요 약

디자인의 여러 프로세스중 중요 행위는 사용자가 바라는 점을 파악하여, 제안하는 행위 중심으로 이루어진다. 사용자의 니즈를 파악하는데 있어, 사용성 평가를 활용하면, 논리적이고, 구체적인 불편요소를 파악하는데 도움을 받을 수 있다. 또한, 디자인 개선안의 효용성을 파악하는데도 디자이너에게 유용한 디자인 개발 프로세스로 자리 잡았다. 사용성 평가를 통해 사용자의 불편요소를 파악하는 방법으로는 크게 두가지 방법이 있는데, 하나는 데스크 탑 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션 기법을 들수 있고 다른 하나는 모바일 폰을 활용하는 모습을 직접 촬영하여, 분석하는 방법을 들 수 있다. 데스크 탑 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션 기법은 화면의 해상도와 인터렉션 방법이 상이하고, 직접 촬영 방법의 경우, 피 시험자가 카메라를 의식하거나, 분석상에 연구자의 바이어스가 개입할 여지가 많아 각각의 단점이 있다.

본 연구에서는 디자이너가 해결안을 프로토타이핑 하는 방법으로 모바일 폰의 프로세서를 활용한 로그를 남기는 방법으로 사용성 평가를 진행할 수 있는 도구를 만들고 이를 통한 사용성 평가 기법의 방안을 제안하였다. Mobile phone 의 Software User Interface 의 개선안을 검증할 수 있는 툴로 제작된 Interactive Mobile Phone Logger 라는 프로그램을 Visual Basic 과 JAVA 를 이용하여 개발하였다. 이를 활용하면, 디자이너의 해결안을 자동으로 JAVA Class 파일의 패키지로 생성해주고, 서버를 이용하여 패키지를 전송, JAVA 를 지원하는 모바일 폰이면 어떠한 모델이든 실험에 참가할 수 있도록 제작 되어있다. 또한, 실험의 결과 데이터는 종료시 자동으로 실험자의 서버를 통해 분석될 수있도록 제작되었다.

Keyword : Mobile Usability, Design Prototyping, Usability testing

1. 서 론

현재 시장에 출시된 대부분의 모바일 폰의 크기는 대체적으로 작은 화면에 국한되어있다. 이러한 모바일 폰을 대상으로 하는 사용성 평가는 프로그램을 직접 실현할 수없는 한계 때문에, PC 의 Desktop 기반의 사용성 평가가 활발히 진행되어 왔다. 하지만, 이러한 연구방법은 사용자의 실제 사용 행태와 다른 결과를 가지고 올 수 있다. 따라서 본 연구에서 이러한 단점을 개선하기 위해 실제 모바일 폰에서 사용자의 모바일 폰 사용 행태를 로그 분석을 통해 분석하는 것이 가능한 IMOLO (Interactive Mobile-phone Logger)라는 프로그램을 제작하였다.

2. 연구배경

2-1 디자인 작업에 있어서 사용성 평가의 중요성

디자인 프로세스는 해결안의 제안 그리고 평가를 통해 문제에서 해결안에 이르는 과정으로 설명할 수있다.[1] 프로토타이핑은 디자이너가 제안한

[1] Brayan Lawson, How Designers think Architectural press,

해결안을 미리 구현해 봄으로서 제품이 생산되기 전에 미리 장점과 단점을 평가하는데 중요한 의의를 가질 수 있다. 따라서, 디자이너에게 있어서 해결안의 프로토타이핑은 매우 중요한 문제해결을 위한 실험이며, 과정이라고 할 수 있다.

프로토타입을 이용한 사용성 평가는 사용자가 제품을 사용하는데서 발생할 수 있는 여러문제점을 사전에 평가한다는 측면에서 해당 디자인을 평가하기 위한 정보를 풍부하게 제공하여 주어[2], 사용성 평가 방법은 엔지니어와 디자이너 양쪽에게 제품의 문제점을 발견하고 개선하기 위한 하나의 방법론으로 자리 잡아가고 있다.

2-2. 기존 모바일 폰 사용성 평가 기법과 한계

모바일 폰과 같이 정보화된 기기는 제품 그 자체와 정보가 제공하는 편의성을 모두 고려한 해결안이 필요한 특성을 가지고 있다. 제품 그자체가 가지고 있는 사용자 인터페이스[3]는 제작과정에서 눈으로 보고 만져지는 실체로서 디자이너는 본질적인 문제를 파악하는데 다소 용이하게 접근할 수 있으나, 무형의 정보에 대해 사용성을 고려한다는 것은 개념에 의존하는 경우가 많아 잠재된 문제를 파악하기 위해서는 다양한 평가 방법을 활용하는 것이 효과적이다.

한편, 모바일의 정의는 물건이 이동할 수 있는 , 이동성을 가진 , 기동성의 , 움직이기[4]라는 의미를 가지고 있다. 또한 모바일 제품은 다음과 같은 3 가지 조건을 만족해야 한다.

A. It must operate without cables, except temporarily (recharging, synchronizing with a desktop).

B. It must be easily used while in one's hands, not resting on a table.

C. It must allow the addition of applications or support Internet connectivity [wireless application protocol(WAP), i-mode, or email]. [5]

따라서 모바일 환경의 디자인 해결안을 평가기 위한 사용성 평가 방법은 모바일의 특성을 잘 활용해야 한다. 현재까지 널리 사용되는 모바일 폰의 사용성 평가 방법은 2 가지 부류로 나눌 수 있다.

첫번째는 프로토타이핑 툴을 활용하여 모바일 폰과 같은 시뮬레이션을 활용하여 사용자가 사용하도록 하는 방법이다. 사용자의 정보 인지와 조작 행위를 Log 파일로 남길 수 있고, 통계적 분석이 가능하도록 해준다. 또한 사용자의 조작 화면이 동영상으로 저장이 가능해 지속적인 분석이 가능하다. 이 방법은 디자이너의 컨셉을 미리 구현하여 문제점을 파악해 볼 수 있다는 장점, 대량의 좋은 관찰 데이터들을 빠르게 처리 할 수 있다는 잇점이 있다. 그러나 데스크탑 컴퓨터를 활용하였을 때, 모바일의 중요한 특성인 이동성을 적용하기 어렵다는 점, VR 시스템을 활용하게 되면, 구현 자체에 전문적 기술이 필요하다는 점이다. 또한, 사용자가 모바일 폰의 키패드가 아닌 마우스를 활용하며, 실제의 작은 스크린이 아닌 고화질의 큰 모니터를 사용한다는 점 즉, 모바일 폰과는 다른 하드웨어 입력장치(마우스, 키보드)를 활용하기 때문에 입력장치에 의해 관찰 데이터에 바이어스를 유발할 수 있다는 점을 들 수 있다. 이는 UI 요소의 중요한 부분을 차지하는 PUI 적요소를 전혀 고려할 수 없다는 점이 가장 큰 문제이며, 또한 멘탈모델이 완전히 다른 인터페이스를 이용하여 사용성을 평가하므로 심각한 바이어스를 야기할 수

[표 1] 모바일 폰 인터페이스 사용성 평가 방법의 종류

모바일폰 사용성 평가 방법	실험 프로그램 제작 방법	관측 방법	측정 데이터 종류	실험 인터페이스
Moblie Phone Base	모바일 폰 사용	캠코더	사용자 조작 화면, 음성	모바일 폰
PC Program Base	스크립트 기반의 소프트웨어 (Flash, Director)	비디오 및 트래킹 프로그램	사용자 Log, 시선,마우스 움직임	모니터, 마우스, 키보드
Augmented Reality Base	VR 기반의 소프트웨어	비디오 및 트래킹 프로그램	사용자 Log 데이터	프로토타입 혹은 목업

1980 p.47

[2] Jacob Nielson : Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publichers, Inc , USA, 1993 p165

3 Physical User Interface (PUI)

4 Encyber 두산 세계대백과 http://www.encyber.com

5 Scott weiss, Handheld Usability, John Wiley & Sons 2002 p2.

있다. 따라서 이러한 방법은 Software UI 자체만을 평가할 때 유용한 방법이라고 할 수 있다.

두번째로 들 수 있는 방법은 실제 모바일 폰을 활용하는 것을 기록 하여 평가하는 방법[6]이다. 이 방법은 이미 제작된 기성제품을 활용한 사용성 평가에서는 정량적, 정성적 측면에서 매우 많은 정황(context) 정보를 얻을 수 있어 가장 적합한 평가 방법이다. 그러나 디자이너가 새로이 제시하는 해결안 (개선된 UI)을 적용하기 매우 어렵다는 점 데이터 수집과 해석이 별도의 노력을 필요로 하며, 수집 자체에서 주관적 견해가 포함 될 수 있다는 점이 단점으로 부각된다. 또한 이 방법은 기록을 위한 장비를 사용자가 의식하는 수준까지 밀착해서 촬영해야 하며[7], 사용자는 카메라에 인터페이스 작동 내역이 잘 비추어 질 수 있도록 자의적으로 협력을 해야 한다. 모바일 폰 자체에 사용자의 Log를 기록하고 이를 분석할 수있는 컴퓨터로 전송할 수 없기 때문이며 사용자의 자연스러운 인지와 조작 행위를 방해하는 요인이 될 수 있다.

또한 두가지 방법 모두 사용자가 실험실 외부로 나갔을 때 측정이 매우 어려워 모바일이라는 특성적 취지를 살리기 어렵다는 점이[8] 단점이다.

그 외에, 프로토타입 제작 도구를 이용해 인터페이스를 실험해 볼 수 있는 방법들도 있다. 모바일 폰 디바이스를 프로토타입으로 제작하고, 그 디스플레이를 VR을 통해 제공하는 방식인데, 사용자가 미리 실제 모바일 폰과 거의 흡사한 시각적 인터페이스를 경험할 수 있다는 점에서 유용하다. 하지만 데스크탑 기반의 VR장비를 필요로 하고, HMD(Head Mount Display)라는 장비가 필요하므로, 실외에서 벌어지는 다양한 상황에 맞는 사용성 평가에 직접 적용하는데 어려움이 있다.[9]

또한 컨텍스트의 측면도 무시할 수없다. 모바일 폰의 사용성 평가는 여러 기능의 복합(convergence)으로 인해 다양하고 복합적인 연구방법을 요구한다. 그러나 현재 전문적인 모바일 개발 환경의 연구(Mobile HCI)는 인터랙션 기술 중심적인 특성으로 치우치며, 사용자의 정황을 파악하는 접근 방법에 대한 연구가 상대적으로 부족하여[10], 모바일 환경의 특성을 반영한 연구 방법의 보강이 필요하다.

뿐만 아니라 실질적으로, 사용성 평가에 필요한 시간과 노력이 많이 드는 반면, 제품을 개발하는데 필요한 시간적, 자본적 여유가 보장되지 않기 때문에, 빠른 시간안에, 그리고 실제에 가까운 usability engineering 기술이 요구되고 있다.[11]

3. 모바일 폰의 사용성 평가를 위한 프로그램 제작

3-1. 모바일 소프트웨어를 활용한 인터페이스 사용성 평가 기법의 개발 가능성

모바일 폰 프로그래밍을 통한 contents 개발은 현재 JAVA, C++ 를 이용한 WIPI 표준과 플래시 프로그램을 활용한 Flash Lite 1.1 표준으로 발전하고 있으며, 모바일 폰 개발사들은 이들 두 가지를 모두 수렴하거나, 적어도 WIPI표준은 수렴한 방향으로 발전하고 있다.[12] 이는 모바일 폰에 직접적인 프로그래밍을 통한 프로토타이핑이 가능함을 시사한다.[13]

또한 각 이동통신사는 자사에 맞는 프로그램 개발 툴 킷을 모바일 콘텐츠 개발 업체에게만 공급하고 있으나, 모바일 폰 프로그래밍을 데스크탑에서 시뮬레이션 할 수 있으므로, 모바일의 특수성을 반영한 별도의 소프트웨어 툴 킷 을 활용한 usability test tool의 제작도 할 수 있음을 시사한

---

[6] Scott Weiss, Usability testing of Prototypes, Handheld Usability, John Wiley & Sons 2002 p.174

7 Scott Weiss : Hendheld Usability, John Wiley & Sons, LTD, USA, 2002 p.174 본 논문에서 특히 이 정의를 인용하는 이유는 모바일 폰의 특성이 지속적으로 발전해가는 인공지능을 지녔으나, MP3 플레이나 동영상 재생과 같은 단순한 기능만을 제공하는 제품과 차별화를 할 수 있는 정의로서 유효하다고 판단하였음.

[8] 오영석, 모바일 제품 사용 환경의 사용자 관찰 기법과 분석 도구 개발에 관한 연구, KAIST 석사학위 논문, 미간행 p.11

[9] Tek-Jin Nam, Woohun Lee : Integrating Hardware and Software : Augmented Reality based Prototyping Method for Digital Products, CHI 2003 USA p.956

[10] Jesper Kjeldskov and Conner Graham . A Review of Mobile HCI Research Methods, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003, p316-335

[11] John Rieman, Just-in-Time Usability Engineering, Mobile Usability, Mcgraw Hill, 2003 p.229-243

[12] 김석구, 김한규, 안종현, 위피스쿨과 함께하는 위피 모바일 프로그래밍, 영진출판사, 2004 p.18

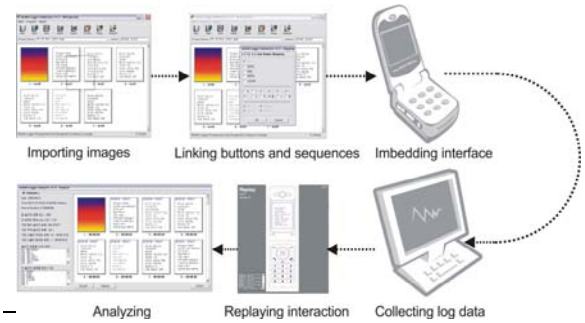
[13] http://developer.wipi.or.kr/PageFlow/module/ScrapBook/PFiPack_ScrapBookRead.php?g_seq=777&ma_seq=11123&list_page_num=1&b_seq=28

다.[14]

그러므로 모바일 폰에서 직접 사용 가능한 사용성 소프트웨어의 개발 가능성을 활용한다면 정황 파악을 도모한 접근 방법을 고려 하며, 실질적으로 빠른 시간안에 실제에 가까운 사용성 평가 기술을 반영하고, 디자이너가 쉽게 해결안을 평가할 수 있는 도구를 제작할 수 있으리라 예상된다. 그 이유로는 첫째 모바일 폰 자체에 사용성 평가를 위한 프로그래밍을 하게 되면, 사용자가 실험실이 아닌 다른 공간에서 사용성 평가라는 특별한 조건에 처해 있다는 심리적 불편 요인이 최소화된 상태로 실험에 임하는 것이 가능하다. 이때 특별한 상황을 설정하게 된다면, 상황내에서 최대한 자연스러운 사용자의 모바일 폰 활용 성향에 대한 데이터를 쉽고, 높은 퀄리티로 얻을 수 있을 것이다. 둘째로는 데스크 탑과 모바일 폰의 데이터 전송이 자유롭게 이루어진다는 가정하에, 디자이너가 쉽게 GUI 를 구성해 볼 수 있는 여건을 이 주어진다면, 디자이너가 사용성 평가 요소에 대한 해결안을 제시하는데 효율적인 성과를 얻을 수 있을 것이다.

일반적으로 모바일 폰의 인터페이스 사용성 평가 방법은 다음과 같은 일련의 계획과 실험, 분석의 행위를 거친다. 우선, 사용성 평가를 통해 알아내고자 하는 주요한 인터페이스 상의 문제점과 이슈를 규명한다. 실험 계획을 통해 어떠한 방법을 통해 이러한 문제의 시사점을 파악해 낼 것인지 기획한다. 실험에 대한 분석 기획까지 수립하게 되면 피시험자를 섭외하게 된다.[15]

본 연구에서 제안하는 사용성 평가 방법은 기존의 폰을 그대로 사용하면서 Log 를 남기는 방법을 이용한 것이다. 제작된 사용성 평가 프로그램을 모바일이 인식할 수 있는 서버에 업로드 한 후, 사용자가 자신의 모바일 폰을 이용하여, 웹사이트에 접속, 자동으로 다운로드 시작한다. 사용자가 다운로드한 프로그램을 통해 인터페이스 사용성 평가를 실행하게 된다. 실험이 끝나면, 자동으로 서버로 실험의 Log 결과가 전송되고, 별도의 프로그램이 설치된 컴퓨터에서 서버로 접속, 결과를 다운로드하여 분석하게 된다. 사용자와의 debriefing 을 통해 평가 시에 나타난 여러 현상에 대해 심도 있는 분석을 진행하게 된다. 정량적, 정성적 평가의 데이터들이 수집되면, 분석과정에서 이들의 시사점을 찾아내고 결론을 도출하게 된다.



[그림 2] IMOLO 를 이용한 모바일 폰 인터페이스 사용성 평가 절차

3-2. 사용성 평가 개발 도구와 분석 도구 개발

Mobile phone 에 적합한 usability test 는 현재 Menu 구조, Text Readablity[16] 및 메시지 전송[17,] 모바일 서비스 navigating 영역으로 연구가 진행되고 있다. 현재로서는 모바일 폰의 특수성에 맞춘 사용성 평가 기법의 획기적인 연구 성과는 나타나지 않고 있다.

현재 WIPI 표준을 통해 JAVA 를 통한 모바일 폰 시뮬레이션 프로그램이 통신 3 사를 위해 제작되어 있으며 무상으로 배포중이다.

본 연구에서 개발한 IMOLO (Interactive Mobile-

[그림 1] 완성된 IMOLO 프로그램의 활용모습

[14] http://www.mpxclub.com 에서 소프트웨어들을 다운로드 받을

[15] Pt nn

[16] Geor Usability, WWW10, May 1-5, 2001, ACM p.673-680

[17] Lee Butts and Andy Cockburn, An Evaluation of Mobile Phone Text Input Methods, Third Australasian User Interfaces Conference, 2002 Australian Computer Society, Inc. 2002 p.55

phone Logger) 는 모바일 컨텐츠용 프로그램 언어인 JAVA 를 통한 프로그래밍 방법을 활용하였다. 본 연구에서 제작한 IMOLO 시스템은 크게 3 부분 Authoring tool, Server program, Data Analyser 로 구성된다. 첫 번째 부분은 디자이너가 메뉴구조를 디자인 하면, JAVA 기반의 프로그램으로 바꾸어주는 부분이고, 두 번째 부분은 모바일 폰 전용 서버 구성이다. 이는 일반 모바일 폰으로 제작된 프로그램을 다운로드 할 수 있도록 해주고, 사용자가 프로그램을 실행하면 조작 내용의 로그파일을 서버로 전송하도록 해준다. 세 번째로 수신된 로그파일을 중심으로 모바일 폰 화면을 replay 하고 통계적 분석을 낸다.

IMOLO 는 VIsual Basic 으로 제작되었다. 디자이너는 원하는 콘텐츠의 메뉴 화면을 Adobe Photoshop 과 같은 이미지 프로세스 툴로 제작하여 PNG 로 저장한 후 IMOLO 에서 읽어들여 모바일 폰과 대응되는 버튼을 지정하여 주면 된다. 다음으로 JAVA 기반의 데이터로 생성한다. 이 데이터를 서버에 업로드하면, 피시험자의 모바일 폰으로 다운로드 될 수 있도록 준비된다. 사용자가 프로그램을 다운받아서 실행하면, 서버프로그램이 자동으로 로그를 생성, IMOLO 로 로그파일들을 되돌려준다. IMOLO 는 이 로그 파일들을 토대로, 정량적 통계와 모바일 폰 화면의 재생이 가능하다.

IMOLO의 실행 데이터를 JAVA로 선택한 까닭은 앞으로 국내 모바일 통신사업자의 무선 콘텐츠 공통표준이 WIPI로 통일되며, 중심 언어가 JAVA이기 때문이다. 아직 WIPI 단말기는 한정적으로 제작이 되므로, 범용 모델의 실험을 위해 여건이 비교적 비슷한 A통신사의 모델을 기반으로 프로그램을 제작하였다[18]. Server 에 구성된 php기반의 웹 프로그램 언어는 피시험자의 모바일 폰에서 전송되는 로그 파일들을 정리하여 다시 실험 기획자의 컴퓨터로 전송하여 준다. 전송된 데이터를 중심으로 프로그램의 정량적 평가를 할 수 있는 데이터가 된다.

3-3. 본 프로그램의 향후 연구 과제

기존에는 사용성 평가의 정량적 평가를 위해 Desktop PC 를 반드시 활용해야 하는 방법이었다. 이번 연구를 통해 모바일 폰으로만 구현할 수 있도록 하는 기틀을 마련하였으나, 프로그램의 제약에 의해 다음과 같은 한계가 발견되었다.

첫 번째는 실험의 결과를 사용성으로 분석해주는 일정한 분석 공식의 고안이다. 이의 신뢰성을 위해서는 다양한 실험과 문헌연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

두 번째는 이 프로그램이 그림 파일의 hyperlink 개념이라는 것이다. 때문에 Flash 프로그램이나, Director 와 같이 스크립트 기반의 프로그램에서 구현하는 기능보다 제한된다. 특히 모바일폰에서의 행위는 단순히 메뉴를 네비게이트 하는 것 이상의 복잡한 행동들이 많이 일어난다. 사용성 평가에 있어서 다양한 웍크 플로에 대한 구현이 필요함을 의미한다. 사용자에게 있어 중요한 것은 단순한 메뉴의 네비게이트가 아닌 다양한 목적의 직무 수행이다. 모바일 폰 프로그래밍에 대한 폭넓은 이해와, 보다 고차원적인 프로그램 구현으로 GUI 적 측면에서의 편의성과 동시에, 다양한 기능을 실재로 수행할 수 있는 영역까지 사용자에게 제공하여야 한다.

세 번째는 사용자가 실험 도중 종료 버튼을 누르거나, 모바일 폰을 닫았을때, 어떠한 실험 결과도 전송되지 않을 수 있다는 점이다. 이점은 모바일 폰 통신사와 제작사에서 하드웨어적으로 제한을 해둔 점이이므로 다소 치명적인 단점으로 부각되나, 실험의 내용을 해치지 않는 범위에서 피시험자의 교육을 통해 개선해 나가야 할 것으로 보인다.

[18] S사의 모델은 2005 년부터Flash Lite 1.1 을 탑재하였다. 일본의 경우에도 통신사들과 제조업체들이 내수형 모델의 신제품에서 Flash Lite 1.1 을 지원하며, 미국에서 판매되는 M사의의 일부 모델 역시 Flash Lite 1.1 을 구동할 수 있는 모델을 제작생산중이다. 이러한 정황을 보았을 때, 전반적인 추세가 Flash lite 1.1 표준의 컨텐츠를 활용할 수 있는 모바일 폰이 늘어나고 있다. 이 점은 대다수의 GUI디자이너들이 활용하고 있는 Flash 프로그램을 응용하여 모바일폰 용 컨텐츠를 쉽게 생산할 수 있다는 점에서 authoring 에 관련된 문제를 쉽게 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구의 차후 진행에서는 에서는 Flashi lite 의 발전 로드맵을 반영하여야 할 것이다.

4. 결 론

사용자의 인터페이스 효율성을 측정하는 도구를 마련하는 것은 디자이너의 해결안은 지속적으로 검토할 수 있는 방안을 실무적으로 제시할 수 있다. 본 연구를 통해 사용자 관찰 기법중심의 사용성 평가가 질적이나 양적인 측면만이 부각되어 나타나지 않고, 두가지가 편의성을 함께 동반하여 진행할 수있다는 가능성을 제시하게 되었다. 또한 이러한 프로토타이핑을 기반으로한 평가 툴을 활용하여, 기존에 시도 하지 못했던 다양한 컨텍스트 하에서의 사용성 평가 실험도 장시간을 가지고 진행할 수 있는 여건을 마련할 수있다고 평가한다. 무엇보다도 디자이너가 스스로 고안한 해결안을 엔지니어의 도움을 많이 받지 않고도 적은 시간으로 효과적으로 제안할 수 있는 비전을 제시했다는 것에 의의가 있다.

참고문헌

- Brayan Lawson, How Designers think Architectural press, 1980 p.47
- Jacob Nielson : Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publichers, Inc , USA, 1993 p165
- Encyber 두산 세계대백과 http://www.encyber.com
- Scott weiss, Handheld Usability, John Wiley & Sons 2002 p2.
- Scott Weiss, Usability testing of Prototypes, Handheld Usability, John Wiley & Sons 2002 p.174
- 오영석, 모바일 제품 사용 환경의 사용자 관찰 기법과 분석도구 개발에 관한 연구, KAIST 석사학위 논문, 미간행 p.11
- Tek-Jin Nam, Woohun Lee : Integrating Hardware and Software : Augmented Reality based Prototyping Method for Digital Products, CHI 2003 USA p.956
- Jesper Kjeldskov and Conner Graham . A Review of Mobile HCI Research Methods, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003, p316-335
- John Rieman, Just-in-Time Usability Engineering, Mobile Usability, Mcgraw Hill, 2003 p.229-243
- 김석구, 김한규, 안종현, 위피스쿨과 함께하는 위피 모바일 프로그래밍, 영진출판사, 2004 p.18
- http://developer.wipi.or.kr/PageFlow/module/ScrapBook/PFiPack_ScrapBookRead.php?g_seq=777&ma_seq=11123&list_page_num=1&b_seq=28
- Jacob Nielson : Usability Engineering, Morgan Kaufmann Publichers, Inc , USA, 1993 p170
- George Buchanan et al, Improving Mobile Internet Usability, WWW10, May 1-5, 2001, ACM p.673-680
- Lee Butts and Andy Cockburn, An Evaluation of Mobile Phone Text Input Methods, Third Australasian User Interfaces Conference, 2002 Australian Computer Society, Inc. 2002 p.55