

**PC 사용경험이 PDA 사용에 대한
직관적 인지에 미치는 영향에 관한 연구**

The effect of the PC experience on the usability of PDAs
make a comparison between Palm Vx and iPAQ Pocket PC on intuitive
recognition to use the PDAs, based on laboratory-based usability testing

정상훈(Jeong, Sang-Hoon), 이근표(Lee, Kun-Pyo)

한국과학기술원 산업디자인학과

1. 서론

- 1-1 연구의 배경
- 1-2 연구의 목적

2. 모바일 제품 인터페이스 디자인에 대한 견해

3. 실험 디자인

- 3-1 실험의 목적
- 3-2 가설의 설정
- 3-3 실험 과정

4. 결과 분석

- 4-1 실험 결과
- 4-2 분석 방법
- 4-3 결과 분석

5. 토의

- 5-1 태스크 수행시간
- 5-2 아이콘 테스트

6. 결론 및 향후 연구과제

- 6-1 결론
- 6-2 향후 연구과제

참고문헌

(要約)

모바일 제품의 종류가 다양해지고 그 사용범위가 확대됨에 따라 모바일 제품의 인터페이스 디자인에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 일반적으로 PDA나 휴대폰과 같은 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 위한 접근방법에는 두 가지 상반된 견해가 있다. 첫 번째 견해는 데스크탑 PC용으로 개발된 현재의 UI 접근방법은 모바일 제품 디자인에 적용하는 데 한계가 있기 때문에 모바일 제품을 위한 새로운 디자인 접근방법이 필요하다는 것이다. 이와는 반대로 사용자들이 이미 데스크탑 환경에서 인터페이스 사용방식을 배웠기 때문에 아주 새로운 UI 개발을 피하고 PC용 애플리케이션 및 운영체제와의 일관성을 강조하여 기존 PC 윈도우 메타포와 디자인을 모바일 제품에 확대 적용시켜야 한다는 것이 두 번째 견해이다. 이에 본 연구에서는 PDA를 사용해 보지 않은 사용자들을 대상으로 실험실 기반의 사용성 평가 방법으로 두 가지 상반된 견해의 철학을 바탕으로 개발된 두 PDA 제품의 사용성을 비교·평가해 보았다. 실험은 두 PDA를 번갈아 사용하여 몇 가지 동일한 태스크를 수행하게 하였고, 통계처리를 통해 수행 시간, 성공률 등을 분석하여 가설을 검증하는 방법으로 진행하였다. 본 연구를 통해 PC 사용경험이 PDA를 사용함에 있어서 직관적으로 인지하는 데에 어떤 영향을 미치는 지 밝혀낼 수 있었다. 본 연구의 결과는 향후 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 위한 기본 골격으로 활용할 수 있을 것이다.

(Abstract)

The interface design of mobile products has become a hot issue recently as a variety of products are being developed for extended usages. There have been two different views on interface design of mobile products like PDAs(personal digital assistants) or cellular phone. One claims that the current interface design of PC cannot be directly applied because mobile products have their own specific functions and requirements. In the meantime, the other argues that an extended application of PC metaphors to mobile products can have advantages because users' PC experiences can reduce the learning efforts and thus contribute to intuitive understanding mobile products. In this research, two types of PDAs, developed according to the aforementioned conflicting philosophies were compared and evaluated, based on laboratory-based usability testing conducted by novice users. The experiment consists of asking subjects to perform identical tasks for the two different types of products. The interaction data collected during usability testing were analyzed in terms of time taken, rate of success of tasks and errors. The experiment shows that there were some meaningful effects of users' experience of PC on the usability of PDAs.

(Keyword)

Interface Design, Usability, PC Experience, Mobile Products, PDAs, Usability Testing, Intuitive Recognition

1. 서론

1-1. 연구의 배경

컴퓨터 기반 기술이 제품에 응용되기 시작하면서 제품이 인간의 육체적 측면을 지원하기보다는 인간의 정신적, 지적인 측면을 지원하게 되어 '인간대신 생각해주고 판단해주는' 정보기기(information appliances)가 보편화 되어가고 있다. 정보기기는 컴퓨터를 이용하여 기능이 한층 강화된 특정 작업에 사용되는 전자제품이다.¹⁾ 이러한 정보기기의 출현으로 얼마나 육체적으로 편한 지에서 제품의 조작성은 이해하기 쉬운 지에 대한 문제가 중요 과제로 떠오르게 되었다.²⁾ 또한 산업사회에서 제품들의 기능을 대부분 차지했던 기계적 부품이 마이크로 칩으로 대체됨에 따라 제품의 사용방식이 블랙박스화 되었고, 이로 인해 제품을 쉽고(easily) 효과적으로(effectively) 사용할 수 있게 하는 사용성(usability)이 매우 중요한 제품 성공의 요인이 되었다.³⁾ 아울러 제품에 대한 디자이너의 개념 모형(conceptual model)과 사용자의 개념 모형 사이의 차이가 갈수록 심해짐에 따라 인간의 인지 정보 프로세스를 이해하고 이를 제품에 반영하는 인터페이스 디자인(interface design)의 중요성이 대두되었다.

최근 들어 정보기기 중에서도 모바일 제품(mobile products)의 종류가 다양해지고 그 사용범위가 확대되고 있다. 대표적인 모바일 제품에는 PDA(personal digital assistants)나 휴대폰(cellular phones), 호출기(pagers) 등이 있는데, 이러한 제품들은 이제 우리의 일상생활 속에서 없어서 안될 필수 제품이 되었다. 간단하게 사람의 이름이나 전화번호, 주소, 약속시간 등을 기록하는 것은 물론 이메일(e-mail)을 확인하고 인터넷에 접속하여 다양한 서비스를 활용하는 등 그 사용범위가 확대됨에 따라 모바일 제품의 인터페이스 디자인에 대한 관심이 점점 높아지고 있다. 일반적으로 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 위한 접근방법에는 두 가지 상반된 견해가 있다. 첫 번째 견해는 데스크탑 PC용으로 개발된 현재의 UI(user interface) 접근방법은 모바일 제품 디자인에 적용하는 데 한계가 있기 때문에 모바일 제품을 위한 새로운 디자인 접근방법이 필요하다는 것이다. 이와는 반대로 사용자들이 이미 데스크탑 환경에서 인터페이스 사용방식을 배웠기 때문에 아주 새로운 UI 개발을 피하고 PC용 애플리케이션 및 운영체제와의 일관성을 강조하여 기존 PC 윈도우 메타포와 디자인을 모바일 제품에 확대 적용시켜야 한다는 것이 두 번째 견해이다.

1-2. 연구의 목적

본 연구에서는 PDA를 사용해 보지 않은 사용자들을 대상으로

로 실험실 기반의 사용성 평가 방법(laboratory-based usability testing)으로 두 가지 상반된 견해의 철학을 바탕으로 개발된 두 PDA 제품의 사용성을 비교·평가해 보았다. PDA를 위한 운영체제(Operating System) 중에서 가장 보편적인 것이 Palm OS와 Windows CE(WinCE)이다. 두 OS는 근본적으로 다른 개발 철학을 가지고 있음에도 불구하고 치열한 경쟁을 하고 있다. WinCE는 데스크탑 UI를 응용하여 만들어졌고, 이와는 달리 Palm OS는 모바일 제품의 특징을 고려하여 PDA 전용 UI로 디자인 된 것이다.⁴⁾

이에 본 연구에서는 Palm OS를 탑재한 Palm Vx와 WinCE를 탑재한 iPAQ POcket PC를 번갈아 사용하여 몇 가지 동일한 태스크(tasks)를 수행하게 하여 그 수행시간을 비교하였다. 이를 통해 PC 사용경험이 PDA를 사용함에 있어서 직관적으로 인지하는 데에 어떤 영향을 미치는 지를 밝혀내어 모바일 제품을 위한 인터페이스 디자인의 기본 방향을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 모바일 제품 인터페이스 디자인에 대한 견해

앞에서 언급한 바와 같이 PDA나 휴대폰과 같은 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 위한 접근방법에는 두 가지 상반된 견해가 있다.

마이클 F. 모하게그와 아네트 와그너(Michael F. Mohageg and Annette Wagner: User Experience Group, Consumer & Embedded Division, Sun Microsystems, Inc.)는 데스크탑 PC 용으로 개발된 현재의 UI 접근방법은 정보기기 디자인을 적용하는 데 한계가 있다고 주장한다. PC 디자인 접근방법 일부분이 정보기기 디자인을 하는 데 도움이 될 수 있지만 대부분의 디자인 원리들은 쉽게 적용하거나 이용할 수 없다는 것이다. 그러므로 정보기기를 위한 특별한 요구사항을 적용할 수 있는 새로운 디자인 접근방법이 필요하다는 주장이다.⁵⁾ 롭 하이트타니(Rob Haitani: Handspring, Inc.)도 동일한 견해를 가지고 있다. PC에 적합한 애플리케이션과 휴대용 기기에 적합한 애플리케이션은 근본적으로 다르다. 간혹 PC용 프로그램을 휴대용 기기 프로그램으로 재디자인하려는 경우를 보는데 이것은 가장 큰 실수 중 하나이다. PC용과 휴대용 기기는 사용방식이 정반대이기 때문에 단순히 익숙하다고 해서 UI 디자인을 똑같이 적용할 수는 없다는 것이다.⁶⁾

또한 매트 존스(Matt Jones) 등은 작은 디스플레이에서 정보 검색 태스크 수행 시의 사용성 효과에 대한 연구를 진행하였는데, 이 연구를 통해 풀 스크린(full screen)의 데스크탑 환경에서의 메타포(metaphors)는 PDA와 같이 작은 스크린을 가진 장비(small screen devices)에는 적합하지 않다고 제안하였다.⁷⁾

1) Michael F. Mohageg and Annette Wagner: Design Considerations for Information Appliances, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 28, (2000).

2) Alder, Paul S. & Winograd, Terry A.: The Usability Challenge, in: P. S. Alder & T. A. Winograd ed.: Usability: Turning Technologies Into Tools, New York: Oxford University Press, (1992).

3) Shackel, B.: Usability-Context, Framework, Design, and Evaluation, in: Shackel, B. & Richardson, S. ed.: Human Factors for Informatics Usability, Cambridge: Cambridge University Press, (1991).

4) Scott Weiss: Handheld Usability, John Wiley & Sons, Ltd., 34, (2002).

5) Michael F. Mohageg and Annette Wagner: op. cit., 28.

6) Eric Bergman and Rob Haitani: Designing the PalmPilot: A Conversation with Rob Haitani, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 95-99, (2000).

7) Matt Jones, Gary Marsden, Norliza Mohd-Nasir, Kevin Boone and George Buchanan: Improving Web interaction on small displays,

그리고 엘리사 델 갈도(Elisa del Galdo) 등도 사용자 환경(user context)이 바뀌기 때문에 PC의 데스크탑과 같은 메타포는 모바일 환경에 적합하지 않다고 주장하고 있다. 그들은 모바일 사용자(mobile user)와 사무실에서의 사용자(officer user) 간에는 서로 다른 요구사항을 가지고 있기 때문에 데스크탑 메타포와 직접적인 조작 인터랙션 스타일(direct manipulation interaction style)은 모바일 사용자들에게는 불충분한 조합이라는 것이다.⁸⁾

그러나 사라 주베렉(Sarah Zuberec: Productivity Appliance Division, Microsoft Corporation)은 데스크탑 PC용으로 개발된 현재의 UI 접근방법이 모바일 제품 디자인에 적합하지 않다는 주장과 정반대의 견해를 가지고 있다. 그녀는 여러 가지 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 하기 위해서는 PC 프로그래밍과의 유사성, 사용자 행동에 중점을 둘 것, 제품 사용환경에 맞는 사용방식 등 세 가지 요건이 충족되어야 한다고 주장하였다. 또한 PC용 애플리케이션 및 운영체제와의 일관성이 각 제품의 UI를 정의하는 데 중요한 역할을 차지한다. 즉 인터페이스 디자이너의 당면 과제는 사용자 요구사항에 중점을 두면서 동시에 기존의 PC 윈도우 메타포와 디자인을 다양한 CE 제품에 확대 적용시키는 것이라 하였다. WinCE를 개발할 당시, 디자인팀은 개인용 디지털 기기들이 산업용 특수 기기에 비해 시장에서 성공하지 못했던 이유 중 하나가 사용자들의 PC에 익숙한 성향을 잘 살리지 못했기 때문이라고 생각했다. 그녀의 주된 주장은 사용자들은 이미 데스크탑 환경에서 인터페이스 사용방식을 배웠기 때문에 아주 새로운 아주 새로운 UI개발은 피하는 것이 좋다는 것이다.⁹⁾

이처럼 WinCE의 개발 철학은 PC에 익숙한 사용자라면 이 제품 사용법을 쉽게 배운다는 것이다. 즉 PC에 좋은 것은 모바일 제품에도 그대로 적용된다는 것이다. 이것이 사실일까? 아니면 모바일 제품을 위한 새로운 인터페이스 디자인 접근방법이 필요한 것인가?

3. 실험 디자인

사용성은 상황에 따라 다양하게 정의되고 있다. 닐슨(Jakob Nielsen)은 사용성이란 사용자가 제품이 기능을 얼마나 잘 사용할 수 있는가에 대한 문제라고 지적하면서 사용성을 다섯 가지 속성으로 구분 하였다. 즉 배우기 쉬워야 한다는 학습성(learnability), 더 높은 생산성을 내기 위하여 효율적이어야 한다는 효율성(efficiency), 기억하기 쉬워야 한다는 기억성(memorability), 낮은 오류율을 가져야 한다는 오류(errors), 마지막으로 사용하기에 즐거워야 한다는 만족(satisfaction)이 그것이다.¹⁰⁾

Computer Networks 31, 1129-1137, (1999).

8) Elisa del Galdo, Paul Gough, Matt Jones, Rob Noble and Philip Stenton: A new user interface metaphor for mobile personal technologies, in: Adjunct Proc. HCI' 98, Sheffield, Uk, (1998).

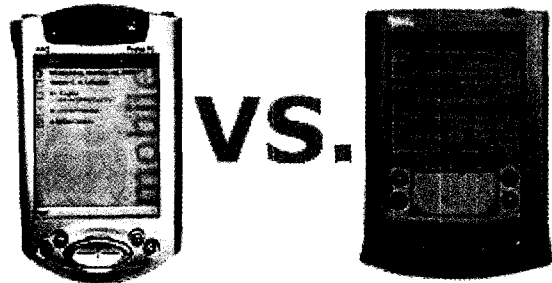
9) Sarah Zuberec: The Interaction Design of Microsoft Windows CE, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 104-106, (2000).

10) Jakob Nielsen: Usability Engineering, Academic Press, Inc., 25,

본 실험에서는 사용성의 여러 측면 중에서 제품을 처음 사용할 경우의 직관적 인지에 관한 효율성을 비교해 보기 위하여 두 PDA를 번갈아 사용하여 몇 가지 동일한 태스크를 수행하는 데 소요된 시간을 비교·분석하였다.

3-1 실험의 목적

PDA 사용경험이 없는 자 중에서 컴퓨터 경험이 많은 자(expert) 10명과 컴퓨터 경험이 적은 자(novice) 10명을 대상으로 Palm OS를 탑재한 Palm Vx와 WinCE를 탑재한 iPAQ Pocket PC에서의 태스크 수행시간을 비교하기 위한 실험을 진행하였다. 이를 통해 PC 사용경험이 PDA를 사용함에 있어서 직관적으로 인지하는 데 어떤 영향을 미치는가? PC에 익숙한 PDA 사용자에게는 어떤 인터페이스가 더 적합한가? 등에 대하여 구체적으로 검증하는 것이 본 실험의 목적이다.



[그림 3-1] 실험에 사용된 두 PDA

3-2 가설의 설정

컴퓨터 경험이 많은 사람은 PC 환경에 익숙해 있기 때문에 iPAQ 사용에 대한 직관적 인지가 빨라서 Palm을 사용할 때보다 iPAQ을 사용할 때 태스크를 더 빠르게 수행할 것이라는 연구가설을 가지고 본 실험을 진행하였다. 이 경우 연구가설을 검증하기 위한 귀무가설과 대립가설은 다음과 같이 설정할 수 있다.

• 귀무가설(H1) : Palm을 사용할 때나 iPAQ을 사용할 때 태스크 수행시간에 차이가 없다. ($\mu_{Palm} = \mu_{iPAQ}$)

• 대립가설(H0) : Palm을 사용할 때와 iPAQ을 사용할 때 태스크 수행시간에 차이가 있다. ($\mu_{Palm} \neq \mu_{iPAQ}$)

3-3. 실험 과정

본 실험은 2002년 11월 8일부터 2002년 11월 26일까지 전체 20명의 참여자를 대상으로 진행하였다.

3-3-1. 참여자

본 실험에 참여한 피실험자는 PDA 사용경험이 없는 자 중에서 컴퓨터 사용경험과 컴퓨터 사용빈도를 고려하여 컴퓨터 경험이 많은 자 10명과 컴퓨터 경험이 적은 자 10명으로 전체 20명이 참여하였다. 컴퓨터 경험이 많은 자 그룹은 대부분

(1993).

20~30대의 대학원생과 회사원으로, PC 사용경험이 적어도 5년 이상이며 거의 매일 PC를 사용하는 남녀 각 5명씩으로 구성되었다. 컴퓨터 경험이 적은 자 그룹은 모두 PC 사용경험이 4년 이하이며, PC 사용빈도 또한 많아야 일주일에 2~3번 정도인 30대의 가정주부들로 구성되었다. 참여자 구성[표 3-1]과 각 그룹의 참여자 프로파일은 아래 표들과 같다.

[표 3-1] 참여자 구성

		실험순서			합계
		Palm → iPAQ		iPAQ → Palm	
IBM PC 사용경험	Expert	A 5명 (남3, 여2)	B 5명 (남2, 여3)	10명 (남5, 여5)	
	Novice	C 5명 (여5)	D 5명 (여5)	10명 (여10)	

[표 3-2] A 그룹 참여자 프로파일

참여자	A1	A2	A3	A4	A5
성 별	남	남	남	여	여
나 이	24	25	32	22	23
직 업	대학원생	대학원생	대학원생	대학원생	대학원생
PC 사용경험	11년	14년	13년	5년	7년
PC 사용빈도	매일				
PDA 사용경험	무				
실험순서	Palm → iPAQ				

[표 3-3] B 그룹 참여자 프로파일

참여자	B1	B2	B3	B4	B5
성 별	남	남	여	여	여
나 이	35	23	23	28	25
직 업	회사원	대학원생	대학원생	대학원생	대학원생
PC 사용경험	20년	14년	15년	8년	12년
PC 사용빈도	매일				
PDA 사용경험	무				
실험순서	iPAQ → Palm				

[표 3-4] C 그룹 참여자 프로파일

참여자	C1	C2	C3	C4	C5
성 별	여				
나 이	34	31	30	31	31
직 업	가정주부				
PC 사용경험	2년	4년	2년	2년	3년
PC 사용빈도	월2~3회	주2~3회	주1회	-	주2~3회
PDA 사용경험	무				
실험순서	Palm → iPAQ				

[표 3-5] D 그룹 참여자 프로파일

참여자	D1	D2	D3	D4	D5
성 별	여				
나 이	33	33	33	32	33
직 업	가정주부				
PC 사용경험	3년	1년	1년	1년	1년
PC 사용빈도	주1회	주1회	주1회	-	주2~3회
PDA 사용경험	무				
실험순서	iPAQ → Palm				

3-3-2. 태스크 선정

태스크 선정기준은 두 PDA가 공통으로 가지고 있는 기능 중

에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 기능을 활용하여 수행할 수 있는 것을 기본으로 하였다. 수행할 태스크를 선정하기 위하여 Palm과 iPAQ의 특징을 비교해 보았다.[표 3-6]

[표 3-6] 태스크 선정을 위한 두 PDA 특징 비교

항목	Palm	iPAQ	태스크
데이터 입력방식	Fixed Graffiti를 사용하지 않고 Keyboard를 사용하고자 할 때마다 •abc를 눌러서 별도의 창에 Keyboard를 활성화 시켜서 입력하고 다시 원래의 창으로 돌아와야 함.	사용자가 선택 항상 화면의 오른쪽 하단부에 입력방법을 선택할 수 있게 되어 있고, 입력이 필요한 상황에 자동적으로 활성화 되어 동일한 창에서 입력할 수 있음.	주소록 작성
애플리케이션 실행방식	Applications Icon →Application 선택 현재 실행중인 Application 상태에서 Applications Icon을 누르면 실행 중이던 Application은 자동적으로 닫힘. Single-Layer 방식: 한번에 오로지 하나의 Application만 실행됨.	Start Menu→ Application 선택 현재 실행중인 Application 상태에서도 Start Menu 실행이 가능함. Multi-Layer 방식: 실행했던 Application들이 모두 활성화 되어 있어서 현재 실행 중인 Application을 닫으면 바로 이전 단계에 사용하던 Application이 활성화 됨.	환경 설정
팝업 메뉴 사용방식	Menu Icon을 눌러야만 실행 가능한 Menu를 확인할 수 있고, 하나의 Menu를 사용한 후 다음 Menu를 선택하려면 다시 Menu Icon을 눌러서 선택해야 함.	현재 창에서 실행 가능한 Menu가 항상 활성화되어 있어서 필요한 Menu를 언제라도 실행시킬 수 있음.	팝업 메뉴를 활용한 메모 작성

텍스트나 숫자 등 데이터 입력방식, 애플리케이션 실행방식, 팝업 메뉴(pop-up menu) 사용방식 등에서 가장 큰 차이를 보이고 있었다. 이러한 특징을 비교하기에 적합한 세 가지 태스크를 선정하였고, 각 그룹별로 태스크 수행시간에 대한 데이터를 수집하였다. 선정된 태스크의 구체적인 내용은 아래와 같다.

<Task 1> PDA 전면이 있는 버튼들 중 하나를 이용하여 아래와 같이 친구의 이름, 직급, 회사명, 직장 전화번호, 집 전화번호를 등록해 주십시오.

- 이름(First name 또는 Name) : Hoon
- 직급(Title 또는 Job title) : Director
- 회사명(Company) : DiAsys

- 직장전화번호(Work 또는 Work tel) : 861-2150
- 집전화번호(Home 또는 Home tel) : 369-5774

<Task 2> PDA 전면부에 있는 버튼들의 기능을 변경하여 세팅하고자 합니다. 현재 버튼의 기능을 변경할 수 있는 어플리케이션 또는 메뉴를 찾아서 아래와 같이 변경하여 주십시오.

- Palm : Date Book을 To Do List로,
To Do List를 Date Book으로 변경
- iPAQ : Calendar를 Inbox로,
Inbox를 Calendar로 변경

<Task 3> 아래의 내용을 copy, paste 등의 명령을 사용하여 최대한 빨리 메모장에 Keyboard로 입력해 주십시오.

I love you. I love you. 1234567890
I love you. I love you. 1234567890

또한 각 PDA가 가지고 있는 아이콘 메타포의 적절성을 조사하기 위하여 아이콘의 이름을 예측하여 선으로 이어보는 실험을 진행하였다.

[표 3-7] 아이콘 테스트

Icon	Label	Icon	Label
	• Menu		• Settings
	• Memo Pad		• Find
	• Date Book		• Notes
	• Find		• Programs
	• Applications		• Calendar
	• Address Book		• Contacts
	• To Do List		• Tasks
	• Calculator		• Inbox

테스트할 아이콘은 Palm의 전면부에 있는 아이콘 8개와 iPAQ의 시작메뉴(Start Menu)에 있는 아이콘 8개를 선정하였고, 각 그룹별로 성공한 아이콘의 개수에 대한 데이터를 수집하였다. 아이콘 테스트의 구체적인 내용은 [표3-7]과 같다.

3-3-3. 실험 진행방법

컴퓨터 사용경험과 컴퓨터 사용빈도를 고려하여 컴퓨터 경험이 많은 자 그룹과 컴퓨터 경험이 적은 자 그룹으로 나누어 실험을 진행하였다. 두 PDA를 번갈아 사용하여 선정된 세 가지 태스크를 동일하게 수행하였는데, 학습성에 따른 영향을 배제하기 위하여 각 그룹에서 다섯 명은 Palm을 먼저 사용하고 나중에 iPAQ을 사용하였으며, 나머지 다섯 명은 이와 반대로 iPAQ을 먼저 사용하고 Palm을 나중에 사용하여 태스크를 수행하였다.

구체적인 실험 진행방법은 먼저 실험을 계획하고(plan), 파일럿 테스트(pilot test)를 통해 실험 계획을 수정·보완하였다. 프리테스트(pre-test)에서는 참여자의 기본 정보 및 컴퓨터 사

용경험과 사용빈도 등을 수집하기 위한 설문지 작성과 아이콘 테스트를 실시하였다. 본 실험(test)에서는 선정된 태스크를 수행하는 데 소요된 시간 데이터를 수집하였고, 실험 후 설문(debrief)을 통해 참여자의 의견을 수렴하였다. 마지막으로 실험 결과분석(analysis)을 통해 가설을 검증하였다.

4. 결과 분석

4-1. 실험 결과

본 실험에서 중점적으로 발견하고자 하는 데이터는 컴퓨터 경험이 많은 자의 것으로 본 실험의 처리그룹이라고 할 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자의 데이터는 대조그룹으로 활용하기 위하여 수집하였다. 수집한 데이터는 우선 세 개의 태스크에 대한 각각의 수행시간을 각 그룹별로 비교한 것이고, 두 번째는 아이콘 테스트에 대한 성공률을 각 그룹별로 비교한 데이터이다.

4-1-1. 태스크 수행시간

각 그룹의 태스크별 수행시간 및 그룹별 수행시간에 대한 데이터는 [표 4-1]과 같다.

[표 4-1] 각 그룹별 태스크 수행시간 데이터

Participants	Task 1 (sec)		Task 2 (sec)		Task 3 (sec)	
	Palm	iPAQ	Palm	iPAQ	Palm	iPAQ
A1	305	208	345	150	240	129
A2	118	80	278	47	315	144
A3	186	87	220	46	160	55
A4	180	47	282	84	187	89
A5	118	110	146	47	131	65
B1	144	116	217	32	129	208
B2	141	83	84	53	177	79
B3	88	128	120	49	186	71
B4	124	215	275	107	183	196
B5	182	269	130	84	145	86
C1	348	107	292	198	162	224
C2	350	186	212	152	234	206
C3	282	119	103	64	133	113
C4	332	249	181	104	265	166
C5	373	177	280	83	232	202
D1	137	154	160	209	230	159
D2	235	354	316	252	316	357
D3	217	259	204	186	271	161
D4	279	293	244	348	375	267
D5	174	212	185	199	208	189
Average of A Group	181.400	106.400	254.200	74.800	206.600	96.400
Average of B Group	131.600	162.200	161.200	65.000	164.000	128.000
Average of A,B Group	156.600	134.300	207.700	69.900	185.300	112.200
STDEV. of A,B Group	60.198	71.873	89.608	36.467	56.050	54.790
Average of C Group	333.000	167.600	213.600	120.200	205.200	182.200
Average of D Group	208.400	254.400	221.800	238.800	280.000	226.600
Average of C,D Group	270.700	211.000	217.700	179.500	242.600	204.400
STDEV. of C,D Group	80.288	78.338	65.725	84.586	70.140	67.994
Average of Total	213.650	172.650	212.700	124.700	213.950	158.300
STDEV. of Total	90.532	83.078	78.655	84.736	68.429	76.478

컴퓨터 경험이 많은 자들의 경우, <Task 1> 수행시간의 평균을 비교해 보면 Palm은 156.6초, iPAQ은 134.3초이고, <Task 2> 수행시간의 평균은 Palm의 경우 207.7초, iPAQ은 69.9초였으며, <Task 3> 수행시간의 평균은 Palm의 경우 185.3초,

iPAQ은 112.2초로 나타났다. 단지 iPAQ을 먼저 사용한 B그룹의 <Task 1>을 제외하면 모든 태스크의 수행시간이 iPAQ을 사용할 때가 Palm을 사용할 때 보다 빠르다는 것을 알 수 있다. 이는 컴퓨터 사용 경험이 PDA 사용에 영향을 미친다는 가설을 어느 정도 뒷받침해 줄 수 있는 결과라고 할 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자들의 경우, <Task 1> 수행시간의 평균을 비교해 보면 Palm은 270.7초, iPAQ은 211.0초이고, <Task 2> 수행시간의 평균은 Palm의 경우 217.7초, iPAQ은 179.5초였으며, <Task 3> 수행시간의 평균은 Palm의 경우 242.6초, iPAQ은 204.4초로 나타났다. 실험순서에 의한 각 세부 그룹별로 비교해 보면, Palm을 먼저 사용한 C그룹은 iPAQ에서의 수행시간이 Palm에서의 수행시간보다 빠른 것으로 나타났고, 반대로 iPAQ을 먼저 사용한 D그룹은 대부분 Palm에서의 수행시간이 빠른 것으로 나타났다. 이는 컴퓨터 사용 경험이 적은 사람들의 경우에는 실험순서에 의해 어느 정도 학습성이 작용하여 어떤 기기를 먼저 사용하고 나중에 사용하였는지가 수행시간에 더 많은 영향을 미치고 있다고 추측할 수 있다.

4-1-2. 아이콘 테스트 성공률

각 그룹별 아이콘 테스트에서 성공한 아이콘의 수에 대한 데이터는 [표 4-2]와 같다.

[표 4-2] 각 그룹별 아이콘 테스트 성공률 데이터

Participants	Success Rates (/8)	
	Palm	iPAQ
A1	6	4
A2	8	8
A3	6	5
A4	6	8
A5	8	5
B1	6	4
B2	6	8
B3	4	6
B4	6	8
B5	5	8
C1	4	4
C2	3	7
C3	3	6
C4	6	5
C5	8	2
D1	5	3
D2	1	1
D3	5	4
D4	3	3
D5	4	3
Average of A,B Group	6.100	6.400
STDEV. of A,B Group	1.197	1.778
Average of C,D Group	4.200	3.200
STDEV. of C,D Group	1.932	1.619
Average of Total	5.150	4.800
STDEV. of Total	1.843	2.331

성공한 아이콘 개수의 평균을 비교해 보면, 컴퓨터 경험이 많은 자들의 경우 Palm의 아이콘은 8개 중 6.1개를 성공하였고, iPAQ의 아이콘은 6.4개를 성공하여 거의 비슷한 성공률을 보여 주고 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자들은 오히려 Palm의 경우 4.2개, iPAQ은 3.2개로 Palm의 아이콘에 대한 성공률이 iPAQ 보다 근소하나마 높은 것으로 나타났다. 이는 대부분의 피실험자들이 iPAQ의 아이콘은 눈에 익숙하여 테스트를 빠르게 진행하기는 하였지만 테스트 후 질문에서 어떤 기능의 아

이콘인지 연상이 어려웠다고 대답한 의견을 실증해 주는 결과라고 할 수 있다.

4-2. 분석 방법

2개 그룹의 평균이 서로 유의미하게 차이가 있는지를 결정하기 위해 사용되는 모수적 검증기법이 바로 t 검증이다. t 검증에는 단일 표본 t 검증(the single sample t-test), 독립 t 검증(the independent t-test), 대응 t 검증(the paired t-test) 등 세 가지 형태의 기법이 있다. 대응 t 검증은 동일한 사람으로부터 또는 짝지워진 개인들(예컨대, 짝지은 피험자 설계(matched-subjects design)를 사용할 경우)로부터 얻어진 두 가지 관찰치의 평균을 비교할 때 사용된다.¹¹⁾ 본 실험의 결과를 분석하기 위해서는 바로 이 대응 t 검증 기법을 사용해야 한다. 하지만 본 실험에서 수집한 표본의 수가 각 그룹당 10명씩으로 두 표본의 변량이 변량 동등성(equality of variance) 검증 기준을 충족시켜 주지 못하기 때문에 대응 t 검증에 대한 비모수적인 대체 검증으로 Wilcoxon 짝지은 쌍 순위표시 검증(matched-pairs signed-ranks test)을 활용하였다. SPSS에서 Wilcoxon 검증을 실행하기 위해서는 우선 데이터 파일을 만들어 분석(Analyze)→비모수검증(Nonparametric Tests)→대응 2-표본(2 Related Samples)의 절차를 따라 시행하면 된다.

4-3. 결과 분석

4-3-1. 태스크 1 수행시간

<Task 1>의 수행시간을 비교하기 위한 데이터 파일을 가지고 실행한 Wilcoxon 짝지은 쌍 순위표시 검증의 SPSS 분석결과는 [표 4-3]과 같다.

[표 4-3] <Task 1> 수행시간 분석결과

Ranks				N	Mean Rank	Sum of Ranks
expert	iPAQ - PALM	Negative Ranks	7 ^a	5.14	36.00	
		Positive Ranks	3 ^b	6.33	19.00	
		Ties	0 ^c			
		Total	10			
novice	iPAQ - PALM	Negative Ranks	5 ^a	7.80	39.00	
		Positive Ranks	5 ^b	3.20	16.00	
		Ties	0 ^c			
		Total	10			

- a. iPAQ < PALM
- b. iPAQ > PALM
- c. PALM = iPAQ

Test Statistics ^a		
GROUP	Z	iPAQ - PALM
expert		-1.666 ^a
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.366
novice		-1.172 ^a
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.241

a. Based on positive ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

위의 분석결과에 따르면, 컴퓨터 경험이 많은 자 중에서 iPAQ를 사용할 때의 수행시간이 Palm을 사용할 때보다 짧게 나타난 경우가 7명이고, Palm을 사용할 때 더 짧게 나타난 경우가 3명임을 알 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자 중에서는

11) Nicola Brace, Richard Kemp, Rosemary Snelgar, 이주일 역: SPSS를 활용한 심리연구 분석, Σ시그마프레스, 79-98, (2002).

각각 5명씩으로 동일하게 나타났다.

분석결과의 맨 아래 표(Test Statistics)는 Palm을 사용할 때나 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 없다는 귀무가설을 검증한 결과이다. 검증결과, 컴퓨터 경험이 많은 자의 경우 Z값은 -0.866이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.386으로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, Palm을 사용할 때와 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 있다고 할 수 없다. 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에도 동일한 결과를 보여 주고 있다.(Z=-1.172, p=0.241(양방향 검증))

4-3-2. 태스크 2 수행시간

<Task 2>의 수행시간을 비교하기 위한 데이터 파일을 가지고 실행한 Wilcoxon 짝지은 쌍 순위표시 검증의 SPSS 분석결과는 [표 4-4]와 같다.

[표 4-4] <Task 2> 수행시간 분석결과

Ranks			
GROUP	IPAQ - PALM	N	Mean Rank
expert	Negative Ranks	10 ^a	5.50
	Positive Ranks	0 ^b	.00
	Ties	0 ^c	.00
	Total	10	
novice	Negative Ranks	7 ^a	5.86
	Positive Ranks	3 ^b	4.67
	Ties	0 ^c	
	Total	10	

- a. IPAQ < PALM
- b. IPAQ > PALM
- c. PALM = IPAQ

Test Statistics ^a		
GROUP	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
expert	-2.803 ^a	.005
novice	-1.376 ^a	.169

a. Based on positive ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

위의 분석결과에 따르면, 컴퓨터 경험이 많은 자는 모두 iPAQ를 사용할 때의 수행시간이 Palm을 사용할 때보다 짧게 나타났다. 컴퓨터 경험이 적은 자 중에서 iPAQ를 사용할 때의 수행시간이 Palm을 사용할 때보다 짧게 나타난 경우가 7명이고, Palm을 사용할 때 더 짧게 나타난 경우가 3명임을 알 수 있다.

<Task 2>에서 귀무가설을 검증한 결과, 컴퓨터 경험이 많은 자의 경우 Z값은 -2.803이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.005로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각한다. 즉, Palm을 사용할 때와 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 있다고 할 수 있다. 그러나 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에는 Z값이 -1.376이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.169로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, Palm을 사용할 때와 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 있다고 할 수 없다.

4-3-3. 태스크 3 수행시간

<Task 3>의 수행시간을 비교하기 위한 데이터 파일을 가지고 실행한 Wilcoxon 짝지은 쌍 순위표시 검증의 SPSS 분석결과

는 [표 4-5]와 같다.

[표 4-5] <Task 3> 수행시간 분석결과

Ranks			
GROUP	IPAQ - PALM	N	Mean Rank
expert	Negative Ranks	8 ^a	6.25
	Positive Ranks	2 ^b	2.50
	Ties	0 ^c	
	Total	10	
novice	Negative Ranks	8 ^a	5.50
	Positive Ranks	2 ^b	5.50
	Ties	0 ^c	
	Total	10	

- a. IPAQ < PALM
- b. IPAQ > PALM
- c. PALM = IPAQ

Test Statistics ^a		
GROUP	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
expert	-2.295 ^a	.022
novice	-1.682 ^a	.093

a. Based on positive ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

위의 분석결과에 따르면, 컴퓨터 경험이 많은 자 중에서 iPAQ를 사용할 때의 수행시간이 Palm을 사용할 때보다 짧게 나타난 경우가 8명이고, Palm을 사용할 때 더 짧게 나타난 경우가 2명임을 알 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자 중에서도 동일한 결과를 보여 주고 있다.

<Task 3>에서 귀무가설을 검증한 결과, 컴퓨터 경험이 많은 자의 경우 Z값은 -2.295이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.022로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각한다. 즉, Palm을 사용할 때와 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 있다고 할 수 있다. 그러나 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에는 Z값이 -1.682이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.093로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, Palm을 사용할 때와 iPAQ를 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 있다고 할 수 없다.

4-3-4. 아이콘 테스트 성공률

<Icon Test>의 성공률을 비교하기 위한 데이터 파일을 가지고 실행한 Wilcoxon 짝지은 쌍 순위표시 검증의 SPSS 분석결과는 [표 4-6]과 같다.

분석결과에 따르면, 컴퓨터 경험이 많은 자 중에서 Palm의 아이콘을 더 많이 성공한 경우가 4명이고, iPAQ의 아이콘을 더 많이 성공한 경우가 5명, 동일하게 성공한 경우가 1명임을 알 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자 중에서는 Palm의 아이콘을 더 많이 성공한 경우가 6명이고, iPAQ의 아이콘을 더 많이 성공한 경우가 1명, 동일하게 성공한 경우가 3명으로 나타났다.

분석결과와 맨 아래 표는 Palm의 아이콘이나 iPAQ의 아이콘을 동일하게 성공하여 성공률에 차이가 없다는 귀무가설을 검증한 결과이다. 검증결과, 컴퓨터 경험이 많은 자의 경우 Z값은 -0.490이고 이에 대한 p-value(유의확률)는 0.624로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, Palm과 iPAQ의 아이콘 성공률은 차이가 있다고 할 수 없다. 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에도 마찬가지로 Z값이 -1.364이고 이에 대

한 p-value(유의확률)는 0.172로서 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 따라서 아이콘 테스트에 대한 성공률은 두 그룹 모두 차이가 있다고 할 수 없다.

[표 4-6] <Icon Test> 성공률 분석결과

		Ranks			
GROUP	IPAQ - PALM		N	Mean Rank	Sum of Ranks
expert	IPAQ - PALM	Negative Ranks	4 ^a	4.63	18.50
		Positive Ranks	5 ^b	5.30	26.50
		Ties	1 ^c		
		Total	10		
novice	IPAQ - PALM	Negative Ranks	6 ^a	3.67	22.00
		Positive Ranks	1 ^b	6.00	6.00
		Ties	3 ^c		
		Total	10		

- a. IPAQ < PALM
- b. IPAQ > PALM
- c. PALM = IPAQ

Test Statistics ^a		
GROUP		IPAQ - PALM
expert	Z	-.490 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.624
novice	Z	-1.364 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.172

a. Based on negative ranks.
b. Based on positive ranks.
c. Wilcoxon Signed Ranks Test

5. 토 의

5-1. 태스크 수행시간

지금까지 실행한 Wilcoxon 짝지는 쌍 순위표시 검증의 SPSS 분석결과를 종합해 보면, 컴퓨터 경험이 많은 자의 경우 세 가지 태스크 중 <Task 1>을 제외한 두 개의 태스크에서 Palm을 사용할 때나 iPAQ을 사용할 때 태스크 수행시간에는 차이가 없다는 귀무가설을 유의수준 0.05에서 기각하였다. 즉, <Task 2>와 <Task 3>에서는 수행시간에 대한 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 따라서 <Task 2>와 <Task 3>에서의 결과의 의하면 컴퓨터 경험이 많은 자는 iPAQ을 사용할 때가 Palm을 사용할 때 보다 더 빨리 태스크를 수행한다고 할 수 있다. 그 차이가 통계적으로는 유의미하지는 않지만 <Task 1>에서도 컴퓨터 경험이 많은 자 10명 중에서 iPAQ을 사용할 때의 수행시간이 Palm을 사용할 때보다 짧게 나타난 경우가 7명으로 본 실험의 연구가설을 뒷받침해주고 있다.

컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에는 세 가지 태스크 모두 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못하는 것으로 나타났다. 즉, 두 개의 PDA 기종에 따른 수행시간에 대한 차이가 유의미하지 않음을 알 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우 오히려 실험순서에 더 많은 영향을 받는 실험결과를 보이고 있었다. 이는 컴퓨터 사용 경험이 적은 사람들의 경우에는 실험순서에 의해 어느 정도 학습성이 작용하여 어떤 기기를 먼저 사용하고 나중에 사용하였는지가 수행시간에 더 많은 영향을 미치고 있다고 추측할 수 있다.

위의 두 가지 경우의 결과를 비교하여 종합해 보면 컴퓨터 경험이 많은 자는 Palm보다는 PC 윈도우 메타포를 기반한 iPAQ을 더 익숙하게 사용한다고 할 수 있다. 이는 컴퓨터 사용 경험이 PDA 사용에 영향을 미친다는 가설을 입증해 주는

결과라고 할 수 있다. 따라서 모바일 제품을 디자인 할 때, 사용자들이 이미 데스크탑 환경에서 인터페이스 사용방식을 배웠기 때문에 아주 새로운 UI 개발을 피하고 PC용 애플리케이션 및 운영체제와의 일관성을 강조하여 기존 PC 윈도우 메타포와 디자인을 모바일 제품에 확대 적용시켜야 한다는 기존 연구자들의 견해를 어느 정도 뒷받침해 줄 수 있는 실험결과라고 할 수 있다.

5-2. 아이콘 테스트 성공률

<Icon Test>에서 성공한 아이콘의 개수를 비교해 보면, 컴퓨터 경험이 많은 자와 적은 자 모두 Palm의 아이콘이나 iPAQ의 아이콘을 동일하게 성공하여 성공률에 차이가 없다는 귀무가설을 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, Palm과 iPAQ의 아이콘 성공률의 차이가 유의미하지 않음을 알 수 있다.

위의 결과를 종합해 보면 <Icon Test>로는 본 실험의 연구가설을 입증하기가 어렵다는 것을 알 수 있다. 단지 테스트 후 질문을 통해 알게 된 사실은 대부분의 피실험자들이 iPAQ의 아이콘은 눈에 익숙하여 테스트를 빠르게 진행하기는 하였지만 어떤 기능의 아이콘인지 연상이 어려웠다는 것이다.

6. 결론 및 향후 연구과제

6-1. 결론

본 연구를 통해 컴퓨터 경험이 많은 자를 대상으로 만들어진 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 진행할 때 어떤 접근방법이 바람직한가를 알아보기 위한 일환으로 두 PDA에서의 태스크 수행시간을 비교하여 PDA 사용에 대한 직관적인 인지의 효율성을 검증해 보았다. 비교 대상 PDA는 Palm OS를 탑재한 Palm Vx와 Windows CE OS를 탑재한 iPAQ Pocket PC를 선정하였는데, 이는 이 두 PDA가 상반되는 개발 철학을 가지고 만들어져서 본 실험의 목적에 부합되기 때문이었다. 피실험자는 컴퓨터 경험이 많은 자 10명과 컴퓨터 경험이 적은 자 10명을 대상으로 실험을 진행하였다. 이 중 본 실험에서 중점적으로 발견하고자 하는 데이터는 컴퓨터 경험이 많은 자의 것으로 본 실험의 처리그룹이라고 할 수 있다. 컴퓨터 경험이 적은 자의 데이터는 대조그룹으로 활용하기 위하여 수집되었다. 수집한 데이터는 우선 세 개의 태스크에 대한 각각의 수행시간을 각 그룹별로 비교하여 분석하였다.

컴퓨터 경험이 많은 자는 기존의 PC 윈도우 메타포를 기반으로 만들어진 iPAQ을 사용할 때가 Palm을 사용할 때 보다 더 빨리 태스크를 수행한다는 결과를 얻을 수 있었다. 반면 컴퓨터 경험이 적은 자의 경우에는 세 가지 태스크 모두 두 개의 PDA 기종에 따른 수행시간에 대한 차이가 없는 것으로 나타났다. 위의 두 가지 경우의 결과를 비교하여 종합해 보면 컴퓨터 경험이 많은 자는 PDA를 처음 사용할 때 Palm보다는 PC 윈도우 메타포를 기반한 iPAQ을 더 익숙하게 사용한다고 할 수 있다. 이는 컴퓨터 사용 경험이 PDA 사용에 영향을 미친다는 가설을 입증해 주는 결과라고 할 수 있다. 따라서 모

바일 제품을 디자인 할 때, 사용자들이 이미 데스크탑 환경에서 인터페이스 사용방식을 배웠기 때문에 아주 새로운 UI 개발을 피하고 PC용 애플리케이션 및 운영체제와의 일관성을 강조하여 기존 PC 윈도우 메타포와 디자인을 모바일 제품에 확대 적용시켜야 한다는 기존 연구자들의 견해를 어느 정도 뒷받침해 줄 수 있는 실험결과라고 할 수 있다.

6-2. 향후 연구과제

본 연구의 결과만으로는 PDA 사용성에 대한 전체 가이드라인을 제시할 수는 없고, 다만 PC 사용경험이 PDA 사용에 대한 직관적 인지의 효율성에는 영향을 미치고 있음을 입증할 수 있었다. 향후 효율성뿐만 아니라 학습성, 기억성, 오류, 만족 등 사용성의 다양한 속성들에 대한 실험을 통하여 모바일 제품의 인터페이스 디자인을 위한 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Michael F. Mohageg and Annette Wagner: Design Considerations for Information Appliances, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 27-51, (2000).
- Alder, Paul S. & Winograd, Terry A.: The Usability Challenge, in; P. S. Alder & T. A. Winograd ed.: Usability: Turning Technologies Into Tools, New York: Oxford University Press, (1992).
- Shackel, B.: Usability-Context, Framework, Design, and Evaluation, in: Shackel, B. & Richardson, S. ed.: Human Factors for Informatics Usability, Cambridge: Cambridge University Press, (1991).
- Scott Weiss: Handheld Usability, John Wiley & Sons, Ltd., 1-57, (2002).
- Eric Bergman and Rob Haitani: Designing the PalmPilot: A Conversation with Rob Haitani, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 81-102, (2000).
- Matt Jones, Gary Marsden, Norliza Mohd-Nasir, Kevin Boone and George Buchanan: Improving Web interaction on small displays, Computer Networks 31, 1129-1137, (1999).
- Elisa del Galdo, Paul Gough, Matt Jones, Rob Noble and Philip Stenton: A new user interface metaphor for mobile personal technologies, in: Adjunct Proc. HCI' 98, Sheffield, Uk, (1998).
- Sarah Zuberec: The Interaction Design of Microsoft Windows CE, in: Eric Bergman ed.: Information Appliances and Beyond, Morgan Kaufmann publishers, 103-129, (2000).
- Jakob Nielson: Usability Engineering, Academic Press, Inc., 23-48, (1993).
- Nicola Brace, Richard Kemp, Rosemary Snelgar, 이주일 역: SPSS를 활용한 심리연구 분석, Σ시그마프레스, 79-98, (2002).