Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 32, No. 5 pp.443-448, October 2013 http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2013.32.5.443

Usability Evaluation Criteria for Mobile Navigation Using AHP

Ye Seul Jeong, Byung Yong Jeong

Department of Industrial & Management Engineering, Hansung University, Seoul, 136-792

ABSTRACT

Objective: Purposes of this study are selecting main factors in evaluating the usability of mobile navigation and comprehending mutual importance among the factors. **Background:** Mobile navigation services have been more diffused than ever as the number of smartphone users sharply increased. However users are having trouble with the usage of mobile navigation services due to the lack of research in the area. **Method:** In order to attain results, general research on mobile navigation, 1st general survey, and 2nd comparative survey on navigation UI experts were performed. Empirical studies about the results were performed using AHP method. **Results:** As the result of AHP analysis, accuracy was drawn out to be the most important factor followed by accessibility and visibility. Regarding the characteristics of navigation system, the provision of accurate POI(Point of Interest) was considered to be the most important factor for the experts. And effectiveness was considered to be the most important, followed by satisfaction and efficiency. **Conclusion:** When evaluating the usability of mobile navigation, prior factors such as accuracy, visibility, and aesthetics should be considered in advance and general evaluation concentrated on effectiveness must be performed. **Application:** The results of this study are expected to be a fundamental data to mobile navigation design.

Keywords: Mobile UI, Mobile navigation, Usability evaluation, AHP analysis

1. Introduction

전세계 내비게이션 어플리케이션 사용자 수는 2010년 상반기 기준 4,400만 명으로 2009년 동기 대비 57% 급증하였으며 연평균 33.1%씩 증가하여 2015년에는 1억 9,500만 명에 육박할 것으로 추정된다(Berg Insight, 2010). 국내 스마트폰 이용자 4,000명을 대상으로 조사한 실태조사 결과에 따르면 10명 중 6명이 '지도/내비게이션(60.3%)' 어플리케이션을 다운로드 받는 것으로 나타나 '유틸리티(65.9%)' 다음으로 높은 수치를 나타냈다(KCC and KISA, 2011).

국내 모바일 내비게이션 중 A어플리케이션은 2012년 11월 기준으로 가입자 수가 1,494만 명에 이르며, 월 1회 이상 이용자 수도 540만 명이나 되는 것으로 나타났다. 이처럼 모바일 내비게이션의 이용자 수가 증가하면서 PND (Portable/Personal Navigation Device)가 주도해 오던 내비게이션 시장에서 스마트폰 위주의 모바일 내비게이션의 비중이 계속해서 늘어날 것으로 예상된다(Jang, 2012). 미국 isuppli(2009)는 2014년부터는 모바일 내비게이션 시장이 PND 시장을 앞설 것이라고 전망하였다.

그러나 현재 모바일 내비게이션은 PND 화면의 사이즈를 축소하여 적용하는 정도에 그치고 있어 많은 한계를 나타내고 있다. 특히 스마트폰의 환경이 빠른 속도로 변화하는 반면 모바일 내비게이션은 기획에서 개발, 최적화까지 많은 시간이 소요되어 변화의 속도에 발 빠르게 대응하지 못하고 있는 실정이다. 더욱이 모바일 사용성에 관한 연구 또한 미

Corresponding Author: Byung Yong Jeong. Department of Industrial & Management Engineering, Hansung University, Seoul, 136-792.
Phone: +82-2-760-4122, E-mail: byjeong@hansung.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

흡한 수준에 그치고 있어 모바일 내비게이션의 사용성을 입증하기에 어려움이 있다. 즉, 사용성 평가가 제대로 수행되지 못한 상태에서 모바일 내비게이션이 보급되고 있으며 이에 따라 발생되는 문제점은 개선에 더 많은 시간과 노력을 요구하고 있다.

따라서 본 연구에서는 주로 7~9인치 크기의 PND 화면을 3.5~5.5인치 스마트폰에 적용하고자 할 때 고려되어야 할 요소들을 도출하고 사용성 평가 척도에 적용하고자 한다.

2. Methods

본 연구에서는 모바일 UI와 내비게이션의 사용성 평가 항목을 수집하고, 수집된 평가 척도를 종합하여 대표 평가 요소를 도출하고자 2단계의 절차에 의해 진행되었다.

1차 단계에선 모바일 UI와 내비게이션의 사용성 평가 척도를 도출하고자 내비게이션 분야의 사용성 평가 연구에 사용된 평가 척도들을 조사하여 분류하였으며, 내비게이션 제조업체의 종사자들을 대상으로 사전 면접 및 설문조사를 실시하였다.

2차 단계에선 모바일 내비게이션 사용성 평가 척도의 도출 및 중요도 산출을 위하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 적용한다.

설문조사 참여자는 내비게이션 제조업체 A사에서 UI 전문가 및 GUI 디자이너로 활동하고 있는 16명으로 구성되었다. 설문 응답자의 일반적인 특성은 남녀의 비율은 각 50.0%로 동일하며, 연령은 20대가 56.3%, 30대가 43.8%로 나타났다. 업무는 UI 기획자 9명(56.3%), GUI 디자이너가 7명(43.8%)으로 분포되었으며, 경력 및 근속년수는 UX/UI 현업에 종사한 기간은 3년에서 5년이 43.8%로 가장 높은 비율을 차지했으며, 내비게이션 업체에서 종사한 근속년수는 81.3%의 응답자가 3년 미만 근무한 것으로 나타났다. 모바일 내비게이션의 기획 및 디자인에 참여해본 경험이 있는 전문가는 16명 중 11명이며 나머지 5명은 PND 기획 및 디자인에만 참여하고 있는 것으로 나타났다.

3. Results

3.1 Development of evaluation criteria for mobile navigation

모바일 UI 사용성 평가 척도를 요약하면 Table 1과 같다. 세 명 이상의 연구자가 사용성 평가 항목으로 도출한 모바일 UI의 사용성 평가 척도는 총 35개의 척도 중 효율성(Efficiency), 학습용이성(Learnability), 오류 수용성(Error tolerance), 일관성(Consistency), 가시성(Visibility), 간결성(Minimalist design), 심미성(Aesthetic design), 접근성(Accessibility), 융통성(Flexibility)의 9가지로 나타났다. 피처폰(Feature phone)과 터치 스크린 기반의 스마트폰(Smart phone)에 따라 차이는 없었으나 정보제공성(Information), 예측성(Predictability)의 항목이 새롭게 제시되었다.

Table 1. Usability evaluation criteria of mobile UI

Criteria	ISO 9241-11 (1998)	Pyun (2005)	Lee (2005)	Ji *et al.*, (2006)	Garcia *et al.*, (2011)	Han *et al.*, (2012)
Efficiency	○	○	○		○	○
Learnability		○	○	○		
Error tolerance		○			○	○
Consistency		○	○	○	○	○
Visibility		○	○	○	○	○
Minimalist design		○	○		○	
Aesthetic design		○	○		○	
Accessibility		○	○		○	
Flexibility			○		○	○

내비게이션 사용성 평가 항목을 수집 및 분석한 결과는 Table 2와 같다. 내비게이션 사용성 평가 항목을 살펴본 결과 기존 시스템 사용성 평가 항목과 큰 차이가 없이 동일한 요소가 추출된 것을 알 수 있다. 그러나 운전 상황에서 특히 고려되어야 할 가독성(Readability)이나 명확성(Clarity), 정확성(Accuracy) 등과 같은 정보의 정확도를 요구하는 요소와 지도 업데이트 관련 확장성 등의 요소들도 추출되었다.

Table 2. Usability evaluation criteria of PND

Criteria	Nielsen (1993)	Sung (2008)	Jang (2008)	Park (2010)	Catherine *et al.*, (2011)
Efficiency	○	○	○		○
Learnability		○	○	○	
Error tolerance		○			○
Consistency		○	○	○	○

모바일 UI 사용성 평가 항목으로 효율성, 학습용이성, 오류 수용성, 일관성, 가시성, 간결성, 심미성, 접근성, 융통성의 9가지 항목이 도출되었으며, 내비게이션 사용성 평가 항

목으로 도움말이 추가되었다. 내비게이션 A제조업체 종사자를 대상으로 10가지의 척도 별 중요도를 조사한 결과, 중요도가 낮은 오류 수용성, 융통성, 도움말 3가지 요소는 제외하였다. 또한, 내비게이션 평가 항목으로 도출된 정확성, 기능성, 확장성, 사용자 맞춤성의 4가지 항목을 추가하여 최종적으로 도출된 모바일 내비게이션의 사용성 평가 항목은 다음 Table 3과 같다.

AHP 설문지 구성을 위하여 앞서 도출된 모바일 내비게이션 사용성 평가 척도의 종합 결과를 ISO 9241-11(1998)의 정의로 재분류하였다(Table 4).

Table 3. Usability evaluation criteria of mobile navigation

Criteria	Literature survey		Questionnaire survey
	Mobile UI	Navigation UI	
Efficiency	○	○	○
Learnability	○	○	○
Error tolerance	○		
Consistency	○		○
Visibility	○		○
Minimalist design	○		○
Aesthetic design	○		○
Accessibility	○	○	○
Flexibility	○		
Help documentation		○	
Accuracy			○
Feature functionality			○
Information scalability			○
Customization			○

Table 4. Classification of criteria based on ISO-9241-11

High items	Low items
Effectiveness	Learnability
	Accuracy
	Accessibility
Efficiency	Consistency
	Visibility
	Minimalist design
Satisfaction	Aesthetic design
	Feature functionality
	Information scalability
	Customization

효과성(Effectiveness)은 사용자의 목적 달성 여부를 뜻하며 학습용이성, 정확성, 접근성의 항목이 하위 요소로 선정되었다. 효율성(Efficiency)은 사용자가 목적을 달성하기 위해서 필요한 노력의 정도를 말하며 일관성, 가시성, 간결성의 항목이 효율성의 하위 요소에 속한다. 사용자가 주관적으로 느끼는 만족감을 만족성(Satisfaction)이라 하며 하위 항목으로는 심미성, 기능성, 확장성, 맞춤성의 요소가 도출되었다.

3.2 Results of AHP analysis for evaluation criteria

모바일 내비게이션 사용성 평가 척도의 도출 및 중요도 산출을 위하여 쌍대비교에 의한 AHP 기법을 적용하였다. 분석은 Microsoft Office Excel 2010을 이용하였으며 CI (Consistency Index) 값이 0.1 이상으로 나타난 응답자는 일관성이 부족하다고 판단하여 분석에서 제외하였다.

효과성, 효율성, 만족성의 가중치 산출 결과는 다음 Figure 1과 같다. CI값이 0.1 이상으로 나타난 값을 제외한 결과 모바일 내비게이션의 사용성 평가 척도로써 효과성의 가중치가 0.486으로 가장 높은 비율을 차지했으며, 만족성은 0.263, 효율성은 0.251로 두 척도 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

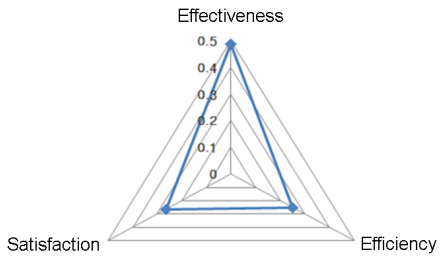

Figure 1. Weight of high evaluation items

효과성의 하위 항목인 학습성, 정확성, 접근성에 대한 가중치를 살펴보면 다음 Figure 2와 같다. 불성실한 응답자 4명을 제외한 결과 정확성이 0.537로 가장 높았으며 접근성이 0.253, 학습성이 0.210 순으로 나타났다.

일관성이 없는 5명의 응답자를 제외한 결과 효율성의 항목으로 가시성, 간결성, 일관성은 각각 0.470, 0.317, 0.213으로 나타났다. 효율성의 하위 항목으로 가시성이 가장 중요함을 알 수 있다(Figure 3).

Figure 4는 CI값이 0.1 이상인 5명의 전문가를 제외하고 분석한 결과이며 만족성의 하위 항목에 대한 상대적 중요도를 나타낸다. 만족성의 경우 심미성이 0.463으로 가장 높은 비율을 차지했으며 확장성(0.288), 기능성(0.148), 맞춤성

(0.128) 항목 순으로 나타났다.

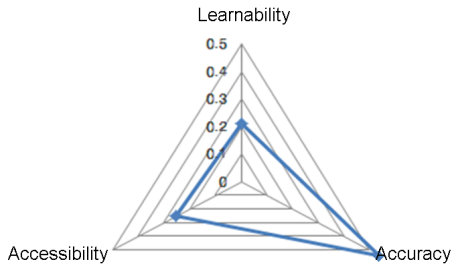

Figure 2. Weight of effectiveness

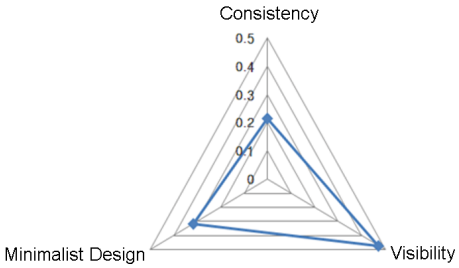

Figure 3. Weight of efficiency

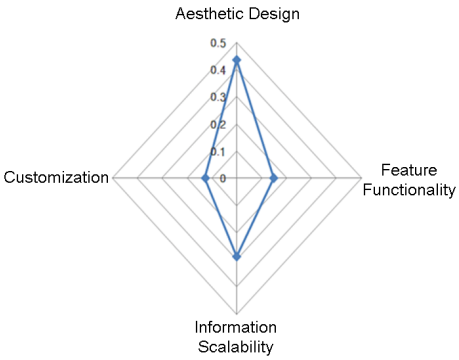

Figure 4. Weight of satisfaction

평가 척도의 하위 요소의 가중치와 상위 요소의 가중치를 곱하여 최종 가중치를 산출하면 다음 Figure 5와 같다.

정확성이 0.261로 가장 높은 수치를 보이며 접근성, 가시성 등의 나머지 요소들은 0.123부터 0.034까지 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

정확성은 가장 높은 수치를 보이며, 맞춤성은 가장 낮은 가중치를 나타냈다. 이는 모바일 내비게이션의 경우 운전 상황에서 사용자에게 정확한 정보를 주는 것이 중요하기 때문에 대부분의 전문가가 정확성 요소를 중요하다고 판단한 것으로 보인다. 반면, 모바일 환경이라는 제약으로 인하여 사용자 맞춤 UI 및 서비스를 제공하는 것이 어렵기 때문에 사용성 평가에서 크게 고려해야 할 요소로 작용하지 못한 것으로 판단된다.

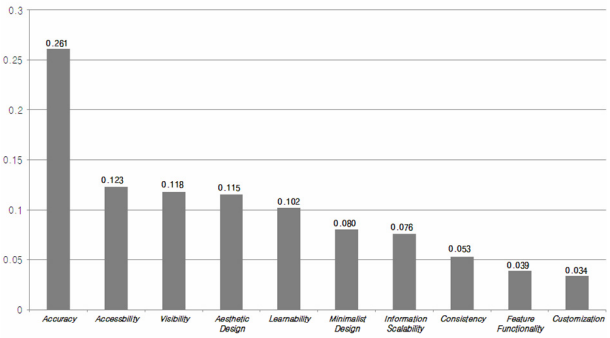

Figure 5. Final weight of usability evaluation criteria

개별 가중치 및 최종 가중치에 대한 가중치 및 우선 순위는 Table 5에 나타내었다. 상위 요소에서 효과성이 가장 높은 가중치 요소로 나타났으며, 정확성 항목이 개별 순위 및 전체 순위에서도 1순위로 나타난 것을 알 수 있다.

상위 요소 중요도에서 효율성은 가중치가 낮은 요소였으나, 개별 요소로 봤을 때는 만족성 항목인 맞춤성이 가장 낮게 나타났다. 이는 효율성과 만족성의 가중치의 차이가 크지 않으며 만족성의 하위 항목 중 심미성이 상대적으로 중요한 요소로 나타나 만족성이 효율성보다 우선 순위에 있는 것으로 판단된다.

4. Conclusion

본 연구는 모바일 내비게이션의 사용성 평가 항목을 도출하기 위하여 문헌 연구를 통해 모바일 UI 및 내비게이션 사용성 평가 요소를 수집 및 분석하였다. 수집된 사용성 평가 항목에 대한 전문가 사전 설문을 실시하였고 학습성, 정확성, 접근성, 일관성, 가시성, 간결성, 심미성, 기능성, 확장성, 맞춤성의 총 10가지 항목을 선정하였다. AHP 기법을 적용하기 위하여 10가지의 모바일 내비게이션 사용성 평가 항목을 ISO 9241-11의 사용성 개념 항목인 효과성, 효율성, 만족성으로 계층화하였다.

최종적으로 계층화된 사용성 평가 항목에 대한 중요도 및 우선 순위를 설정하기 위하여 내비게이션 제조업체 A사에서 UI 기획자 및 GUI 디자이너로 활동하고 있는 전문가 16명

Table 5. Results of AHP analysis

High items	Weight	Ranking	Low items	Each weight	Each ranking	Final weight	Final ranking
Effectiveness	0.486	1	Learnability	0.210	3	0.102	5
			Accuracy	0.537	1	0.261	1
			Accessibility	0.253	2	0.123	2
Efficiency	0.251	3	Consistency	0.213	3	0.053	8
			Visibility	0.470	1	0.118	3
			Minimalist design	0.317	2	0.080	6
Satisfaction	0.263	2	Aesthetic design	0.436	1	0.115	4
			Feature functionality	0.148	3	0.039	9
			Information scalability	0.288	2	0.076	7
			Customization	0.128	4	0.034	10

을 대상으로 쌍대비교 설문조사를 실시하였다. 요소의 개별 가중치를 도출 및 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 모바일 내비게이션 사용성 평가 시 효과성, 효율성, 만족성 항목 중 효과성이 가장 중요한 요인으로 나타났으며 만족성, 효율성 순으로 중요도의 가중치가 부여되었다.

둘째, 효과성의 하위 항목인 정확성, 접근성, 학습성의 항목 중에서 정확성이 가장 높은 중요도를 나타냈으며 접근성, 학습성 순으로 중요도가 높은 것으로 나타났다.

셋째, 효율성의 하위 항목인 일관성, 가시성, 간결성의 항목 중 가시성이 가장 중요한 요소로 선정되었으며 간결성, 일관성 순으로 가중치가 부여되었다.

넷째, 만족성 하위 항목인 심미성, 기능성, 확장성, 맞춤성의 항목 중 심미성이 가장 중요한 요인으로 나타났으며 확장성, 기능성, 맞춤성 순으로 나타났다.

다섯째, 요소의 개별 가중치를 비교하면 정확성이 가장 중요한 요인으로 나타났으며 접근성, 가시성 순으로 나타났다. 전문가들은 내비게이션의 특성상 정확한 POI(Point of Interest)를 제공하는 것이 무엇보다 중요한 요소로 인식하고 있다고 판단된다.

연구 결과를 종합해보면 모바일 내비게이션 사용성 평가 시 모든 요소를 고려하기 어려우므로 상대적 중요도가 높은 정확성, 접근성, 가시성의 요소들을 우선적으로 고려해야 한다. 또한, 목적지까지 정확한 경로안내를 제공하는 내비게이션의 목적을 달성하도록 하는 성질, 즉 효과성에 중점을 둔 사용성 평가가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 모바일 내비게이션의 사용성 평가 척도로 중요시되는 요소를 도출하기 위하여 참고문헌의 조사, AHP 기법에 의한 분석 등을 실시하였으나, 특정 모바일 내비게이션 제조업체의 개발자와 UI 전문가들을 연구 대상으로 한정하였다. 본 연구결과가 일반화되기에는 개발자뿐 아니라 사용자 측면에서의 접근이 추가적으로 필요하며, 다양한 관점에서의 접근을 위하여 다른 유형의 모바일 내비게이션 업체의 종사자들의 참여도 요구된다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 모바일 내비게이션 사용성 평가에 관한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 여겨진다.

Acknowledgements

This research was financially supported by Hansung University.

References

Berg Insight, Personal Navigation Devices, *LBS Research Series*, USA, 2010.

Garcia, E., Martin, C., Garcia, A., Harrison, R. and Flood, D., Systematic analysis of mobile diabetes management applications on different platforms, *Information Quality in e-Health Lecture Notes in Computer Science*, Volume 7058, 2011.

Han, S.H., Park, J.H., Park, J.H., Park, W.K., Kim, H.K. and Hong, S.W., Comparison of Usability Evaluation Methods for Mobile Application, *Proceedings of the Ergonomics Society of Korea 2012 Spring Conference*, 2012.

Harvey, C., Stanton, N.A., Pickering, C.A., McDonald, M. and Zhwng, P., A usability evaluation toolkit for In-Vehicle Information System (IVISs), *Applied Ergonomics*, 42(4), 563-574, 2011.

ISO DIS 9241-11, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals(VDT)s - Part 11 Guidance on usability, 1996.

isuppli, Next-Gen Navigation: Is It All About Apps and Maps?, *Automotive*

Research Q3 2009 topical Report - Navigation System, USA, 2009.

Jang, J.A., Trends of Mobile Navigation, *DIGIECO report*, 2012.

Jang, J.J., A Study on Usability Evaluation Checklist for Mobile Map Service, Master's Thesis, University of KookMin, 2010.

Ji, Y.G., Park, J.H, Lee, C. and Yoon, M.H., A Usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface, *International Journal of Human Computer Interaction*, 2006.

KCC and KISA, The first half of 2011, *Smartphone Survey*, 2011.

Lee, J.K., A Study on Usability Evaluation for Mobile User Interface, Master's Thesis, University of Ewha Womans University, 2005.

Nielsen J., Usability Engineering, Cambridge MA: Academic Press, 1993.

Park, I.K., Research on Analysis of User Interface Design of Navigation System for Automobile, Master's Thesis, University of Sungkyunkwan, 2010.

Pyun, J.M., The Optimization of the Graphic User Interface Usability Evaluation for Mobile Phone, Master's Thesis, University of DanKook, 2005.

Sung, J.E., A study on the improvement plan of POI for efficient transmit of a vehicle navigation screen information, Master's Thesis, University of HanYang, 2008.

Author listings

Ye Seul Jeong: yesjeong1227@gmail.com

Highest degree: MS, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

Position title: UX Designer, UX Dept., Design Center, THINKWARE

Areas of interest: UCD/UX/UI, HCI

Byung Yong Jeong: byjeong@hansung.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST

Position title: Professor, Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

Areas of interest: Ergonomics, User eXperience Design, Prevention of Musculoskeletal Disorders, Safety Management

Date Received : 2013-04-03

Date Revised : 2013-08-09

Date Accepted : 2013-08-11