

사용자 메뉴 선호도 기반 모바일 인터페이스 3D 시각화 기법

유 석 중*

A 3D visualization method for mobile interface based on user's menu preference

Seokjong Yu*

요 약

모바일 인터페이스 분야에서 사용자별로 메뉴 사용 성향의 분석이 현재 중요한 화두가 되고 있다. 현재의 모바일 기기는 통신사 또는 제조사에서 규정한 형태로 설계된 이후에는 사용자가 사용하면서 발생하는 정보를 반영하여 재구성해 주는 기능이 제공되지 않고 있다. 모바일 기기에 탑재되는 메뉴의 수가 지속적으로 증가하고 있지만 메뉴들은 선호도에 관계없이 모두 동일한 수준으로 제시되기 때문에 모바일 인터페이스의 유용성을 떨어뜨리는 원인이 되고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 모바일 기기의 메뉴 사용정보를 분석하고 이를 3D의 시각화 기법을 활용하여 모바일 인터페이스에 적용하는 방법을 제시하고자 한다. 또한, 성능평가를 위하여 깊이, 투명도, 애니메이션의 3D 시각화 기법을 모바일 인터페이스에 적용하고 각 기법별 유용성을 비교하고자 사용자의 메뉴 탐색 시간을 측정하는 실험을 수행하였다.

Abstract

The analysis of menu preference by different users is one of the important issues in mobile interface design. Current mobile phones do not provide any functionalities to customize the user interface based on use history after they are released by manufacturers or mobile carriers. Though a number of functions are loaded into mobile devices, all the menus are uniformly presented to users regardless of menu preference, and it becomes a reason to decrease the usability of mobile interface. To improve this limitation, this paper suggests how to apply 3D visualization methods to mobile interface, depending on menu use history. In addition, for performance evaluation, 3D mobile interface system was implemented using 3D visualization methods such as depth, transparency, and animation. Finally, experiments for performance evaluation were performed in order to measure and compare menu search times.

▶ Keyword : 3D 모바일 인터페이스(3D Mobile Interface), 시각화(Visualization), 사용성(Usability)

• 제1저자 : 유석중

• 투고일 : 2010. 04. 15, 심사일 : 2010. 05. 15, 게재확정일 : 2010. 05. 30.

* 숙명여대 컴퓨터과학과 교수

※ 본 연구는 숙명여자대학교 2009학년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

I. 서론

모바일 인터페이스 분야에서 사용자별 메뉴 선호도에 따른 개인화된 인터페이스의 설계는 중요한 이슈 중의 하나이다. 현재 대부분의 모바일 인터페이스는 통신사 또는 제조사에서 설계한 형태로 출시된 이후 사용자가 모바일 기기를 사용하면 발생하는 정보를 반영하여 재구성해 주는 기능이 제공되고 있지 않다. 모바일 기기에 탑재되는 메뉴의 수는 지속적으로 증가하는 반면, 메뉴 인터페이스는 사용자의 선호도에 관계없이 동일한 수준으로 표시되기 때문에 인터페이스의 유용성을 떨어뜨리는 원인이 되고 있다. 이를 보완하기 위해 위젯(widget)이나 수동적 단축메뉴(passive shortcut) 기능을 제공하고 있지만 사용자가 직접 원하는 기능을 등록한 후 수동으로 갱신해야 하기 때문에 효율성이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 사용자의 메뉴의 사용빈도를 정보를 분석하여 자동화된 동적 사용자 인터페이스를 제공한다면 메뉴 탐색 시간을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 사용자의 메뉴 사용빈도를 기반으로 3D 시각화 기법을 사용한 3D 모바일 인터페이스를 제안하고자 한다. 메뉴별 사용빈도를 시각화하는 방식으로는 메뉴의 누적 사용 빈도를 기준으로 깊이(depth), 투명도(transparency), 애니메이션(animation)의 시각화 도구를 적용하였다. 본 논문의 2장에서는 관련연구를 소개하고, 3장에서는 사용빈도를 기반 3D 시각화 기법을 활용한 모바일 인터페이스를 제안하였다. 4장에서는 실험 시스템의 구현내용과 성능평가 실험 결과를 제시하고, 5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

본 절에서는 기존에 제안된 히스토리를 기반으로 단축메뉴(shortcut)를 자동 추출하는 방법과 기존 모바일 인터페이스의 특징에 대해서 살펴본다.

2.1 히스토리 기반 단축메뉴 자동추출방법

Bridle [2]는 모바일 기기에서 사용자의 사용 정보를 수집하여 자동으로 단축메뉴를 추출할 수 있는 7가지의 방법을 제안하고 평가하였다. 통화를 한 장소, 통화상대방의 이름, 전화번호, 수신과 발신 통화 시간 등의 정보를 Contextphone 프로그램 [3]을 통해 수집하였다. 단축메뉴는 전화번호 색인

과 발신통화 타입 선택을 위한 구성을 가진다. 수동적 단축메뉴(passive shortcut)은 사용자가 수동으로 단축메뉴를 작성하는 방법이기 때문에 한 번 작성된 후 사용자가 변경하기 전까지 그대로 유지되는 특징을 가진다. 최종실행메뉴(last performed)방법은 가장 최근에 사용한 발신통화 연락처들로 작성하여 최근에 사용한 연락처의 이름과 사용자가 다음에 사용할 통화 유형이 강하게 연관이 있음을 보여준다. 반면 사용하는 연락처가 빈번하게 변경되기 때문에 일정한 단축메뉴의 유지비율은 낮게 평가되었다. 최고빈도메뉴(most frequent) 방법은 사용빈도가 높은 순서대로 단축메뉴를 추출하는 방법이다. 저장된 단축메뉴를 사용하는 비율은 17%로 평이했지만, 단축메뉴의 유지비율 98%로 높게 평가되었다. C4.5 decision tree 방법[4]은 각 발신 통화에 따른 속성을 저장하여 통화 상대와 발생한 통화 유형을 짝지어서 저장된 이전의 정보를 기반으로 현재 날짜, 시간, 장소에서 예상되는 통화 상대와 통화 유형을 보여준다. 단축메뉴의 재사용성과 추출된 단축메뉴 유지비율에서 중간 수준으로 평가되었다. Naive-Bayes based 방법[5]은 C4.5의 속성을 동일하게 사용하지만 좀 더 연관성에 의거한 개념으로 구성하기 때문에 연락 대상과 통화 유형의 결합으로 연관성을 형성하게 된다. 재사용성 측면은 중간 수준으로 평가되었지만 동일한 구성의 유지비율은 낮게 평가되었다.

2.2 기존 모바일 인터페이스

송세준 [6]의 연구에서 기존의 최고빈도기반 방법을 활용하여 9가지 메뉴 중 사용 우선순위가 높은 3개의 메뉴를 상단에 배치시켜 선택적 주의를 유도하는 모바일 인터페이스를 설계하였다. 이 인터페이스는 사용빈도가 높은 메뉴를 3개로 제한하여 사용자의 선호도를 효과적으로 적용하는 데는 한계가 있다.

Fukazawa [7]의 연구에서는 메뉴의 사용 히스토리를 기반으로 사용빈도를 계산하는 순위엔진을 통해서 메뉴의 순위를 추출한다. <그림 1>은 추출된 순위를 기반으로 세 가지 타입으로 메뉴를 표시한 화면이다. 유형 1은 순위가 높은 메뉴를 상단에 표시하고 낮은 순위 메뉴는 하단에 배치하고 색상은 회색계열로 표시하여 시인성을 차별화하는 방법이다. 유형 2는 화면을 여러 개의 육각형으로 분할하고 순위가 높을수록 더 많은 육각형으로 메뉴 버튼을 구성하여 크기를 차별화하는 방식이다. 유형 3은 순위가 높은 메뉴가 앞으로 나오도록 하는 깊이(depth) 방법을 사용한 경우이다. 사용자와의 인터뷰에서 세 가지 타입의 메뉴 디자인에 대한 선호도를 조사한 결과 디자인 측면에서 유형 3을 좋은 디자인으로 선택하였으며 높은 호감도를 나타냈으나, 기존의 리스트 형식을 따라간

유형1이 친숙도와 조작의 용이성 측면에서 높은 평가를 받아서 전체적인 메뉴 디자인의 평가에서는 유형 1이 세 가지 타입 중 제일 좋은 평가결과를 보여주었다.



그림 1. Fukazawa의 메뉴 시각화 유형
Fig. 1 Fukazawa's menu visualization

Bostrom [8]은 모바일 위젯 관리가 가능한 Capricorn이라는 시스템을 제안하였다. <그림 2>에서 보듯이 아이콘이 친연색이나 흑백으로 표현되고, 아이콘의 우측 상단에 위치한 배지 모양은 위젯이 아닌 통합된 웹서비스의 바로가기이고, 좌측상단에는 x가 표시는 위젯을 삭제할 수 있는 표시이다.



그림 2. Bostrom의 Capricorn 인터페이스
Fig. 2. Bostrom's Capricorn interface

아이콘의 우측상단에 그려진 배지는 가중치(weight)를 표시한 것으로, Capricorn에 등록된 위젯은 0.0 ~ 1.0사이의 weight 값을 갖는데 한 위젯이 선택되면 그 위젯의 weight 값이 증가하고 다른 위젯들은 weight값이 감소하는 방식으로 사용빈도를 측정된다. weight값이 0.0에 도달한 위젯은 흑백으로 표시되지만 사용자의 혼동을 방지하기 위해 자동적으로 삭제하는 대신 x표시 아이콘을 통해서 사용자가 직접 위젯의 유지여부를 관리하도록 하였다.

기존 연구가 2D 기반으로 이루어진 것과 달리 제안 연구에서는 3D 환경을 기반으로 다양한 시각화 기법의 효과를 비교하고자 하였다. <표 1>은 앞서 소개한 송세준의 연구,

Fukazawa의 연구, Bostrom 연구에서 소개한 각각의 모바일 인터페이스와 본 논문에서 제안하는 모바일 인터페이스의 특징을 분석한 내용이다. Bostrom 연구에 대상으로 한 위젯은 일반 메뉴와 동일한 것으로 가정하였다. 본 연구에서는 친숙도와 조작의 용이성이 서로 연관관계가 있기 때문에 기존의 모바일 메뉴 디자인의 조작 용이성을 유지하면서 차별화 가능한 요소를 부여하도록 모바일 인터페이스를 설계하였다.

표 1. 모바일 인터페이스의 특징 비교
Table 1. Comparison of mobile interfaces

구분	송세준	Fukazawa	Bostrom	제안 연구
메뉴 형태	2D	2D	2D	3D
화면 구성	7개 상위메뉴	11개 하위메뉴	15개 등록메뉴	9개 하위메뉴
시각화 도구	위치	색상, 위치, 높이, 깊이	색상	깊이, 투명도, 애니메이션, 혼합

III. 사용빈도를 기반 메뉴객체 시각화시스템

본 절에서는 모바일 메뉴 객체에 대해 정의하고 사용빈도를 고려하여 메뉴 객체를 시각화하는 방법과 시스템에서 메뉴 탐색하는 방법을 알아본다. 그리고 제안 시스템의 구성도와 구현방법에 대하여 살펴본다.

3.1 모바일 메뉴 객체

본 연구에서 제안하는 3D 모바일 인터페이스에서 각 메뉴는 3D 객체로 표현되고, 메뉴 객체는 상위 메뉴 그룹과 하위 메뉴 간의 계층적 관계를 갖는다. 하나의 메뉴 객체는 <표 2>와 같이 객체명, 아이콘, 메뉴그룹, 표시 위치, 기능, 사용빈도의 속성으로 정의된다.

표 2. 메뉴 객체의 속성 정의
Table 2. Attributes of menu object

메뉴 객체 속성	속성 값(예)
객체 이름	MP3
아이콘	파일명: mp3.tga
메뉴그룹	Multimedia
표시 위치	3번
주요기능	MP3 재생
사용빈도	상위, 중위, 하위

3.2 메뉴 시각화 도구

본 시스템에 적용되는 시각화 도구의 종류에는 깊이(depth), 투명도(transparency), 애니메이션(animation)이 있으며, 3D 정육면체 형태로 그려진 메뉴 객체들은 사용자에게 의한 사용빈도에 따라 적절하게 시각화된다. 메뉴의 사용빈도율(frequency rate)은 전체 메뉴에서 해당 메뉴의 사용빈도의 비율을 계산하여 상위(high), 중위(medium), 하위(low) 3 그룹으로 나누어 구분하였으며, 본 시스템에서는 깊이, 투명도, 애니메이션 3가지 방법을 조합하여 적용하였다.

3.2.1 깊이 시각화 도구

<그림 3>은 깊이 시각화가 적용된 화면이다. 왼쪽은 3단계 중 가장 사용빈도율이 낮은 메뉴이기 때문에 뒤쪽(-)으로 z축 좌표가 이동하였고, 중간그림은 사용빈도율이 보통단계인 메뉴이고, 우측그림은 사용빈도율이 높은 단계로 z축 상에서 앞쪽(+)에 있음을 알 수 있다. 3차원공간에서 z좌표가 뒤로 이동할수록 원근감에 의해 물체가 크기가 작아지는 효과가 나타낼 수 있다.



그림 3. 깊이 시각화 도구 (하위 중위 상위)
Fig. 3 Depth visualization

3.2.2 투명도 시각화 도구

투명도(transparency)는 객체의 시인성을 떨어뜨리는데 효과적인 방법으로, 0의 값을 가지면 완전투명한 상태로 거의 보이지 않는 정도를 의미하고, 1의 값을 갖으면 완전 불투명 상태를 의미한다. <그림 4>는 투명도 시각화가 적용된 화면으로 가장 왼쪽은 투명도 0.2로 사용빈도율이 낮은 상태이며, 사용빈도율이 보통과 높은 수준의 경우 각각 0.6과 1.0의 투명도가 적용되었다. 가장 사용빈도율이 높은 우측그림은 1.0의 투명도로 투명도가 적용되지 않는 상태이다.



그림 4. 투명도 시각화 도구 (하위 중위-상위)
Fig. 4. Transparency visualization

3.2.3 애니메이션 시각화 도구

<그림 5>는 애니메이션 시각화가 적용된 물체를 표시한 것으로 x축은 시간, y축은 이동거리를 의미한다. 이 그림은 시간이 경과함에 따라 y좌표 상에서 물체가 이동하는 과정을 나타내는 것으로 물체가 상하로 움직이는 효과를 나타낸다. 사용빈도율이 높은 메뉴 객체일수록 상하로 애니메이션 되는 속도가 빨라지게 되는데, 0, +d, 0, -d, 0의 순서로 y축 좌표가 변화하면서 움직이게 된다. 사용빈도율이 보통인 메뉴 객체는 다음 좌표를 사용하여 상대적으로 느리게 움직이게 된다 (0, +0.25, +0.5, +0.75, +1, +0.75, +0.5, +0.25, 0, -0.25, -0.5, -0.75, -1, -0.75, -0.5, -0.25, 0). 사용빈도율이 가장 낮은 메뉴는 움직이지 않고 고정된 좌표를 유지하게 된다.

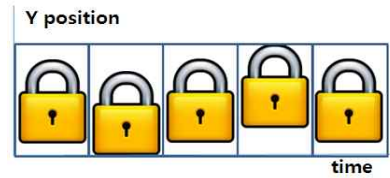


그림 5. 시간에 따른 애니메이션 메뉴 객체
Fig. 5. Time-based animation of menu object

3.3 시스템 구성도

<그림 6>은 본 연구에서 제안하는 시스템의 전체 구성도이다. 각 메뉴 객체는 속성으로 누적된 사용빈도율을 가지고, 메뉴 시각화 시스템에 사용빈도율 정보를 보내게 된다. 메뉴 시각화 시스템은 각 메뉴의 사용빈도율을 상위, 중위, 하위의 3단계로 분류하고 세가지 시각화 기법인 깊이(depth), 투명도(transparency), 애니메이션(animation)에서 분석된 단계에 해당하는 값을 추출한다. 앞의 두 과정을 거친 후 추출된 값을 적용하여 3D 모바일 인터페이스로 렌더링된다. 최종적으로 사용자가 화면에 출력된 3D 사용자 인터페이스를 통해서 시각화된 내용을 접하게 된다.

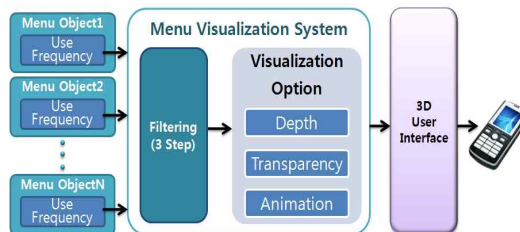


그림 6. 제안 시스템 구성도
Fig. 6. Overall architecture of the system

IV. 실행결과 및 실험

4.1 실험 시스템 구현

스마트폰 플랫폼에서 실험을 수행하기 위하여 시스템을 Window mobile 6.0 환경에서 Visual Studio 2008을 사용하여 개발하였으며, 3D 인터페이스의 구현을 위하여 OpenGL-ES 3D라이브러리를 사용하였다. <그림 7>은 3가지 시각화 기법을 조합하여 적용한 3D 인터페이스의 실행 화면이다. (a)는 시각화가 적용되지 않은 일반화면이고, (b), (c), (d)는 각각 깊이, 투명도, 깊이+투명도의 시각화를 적용한 결과화면이다.



(a) 시각화 적용 안함 (b) 깊이
(c) 투명도 (d) 깊이 + 투명도

그림 7. 시스템 실행화면
Fig. 7. Screen shots of experimental system

4.2 실험 모델

본 연구에서 제안한 3D 모바일 인터페이스의 성능을 분석하기 위해 시각화가 적용되지 않은 상황과 여러 가지 시각화

기법을 적용하였을 경우, 각각에 대하여 메뉴 객체 탐색 소요 시간을 측정하여 비교하였다. <표 7>은 시스템의 성능평가 실험을 위한 환경 설정 내용이다. 실험시스템은 3D 모바일 인터페이스를 통하여 임의로 10개의 메뉴 객체를 연속적으로 발생시키고 피실험자가 메뉴 객체들을 선택하는 동안 전체 메뉴 검색 시간을 기록하였다. 피실험자가 실험시작 버튼을 누르면 실험이 시작되며 10번의 메뉴 선택을 마치면 검색 시간이 자동저장되도록 하였다. 제시되는 3D 모바일 인터페이스의 기존의 모바일 메뉴와 유사한 아이콘 이미지를 사용하여 환경 변화로 인한 영향을 최소화하고자 하였다.

표 3. 성능평가를 위한 실험 모델
Table 3. Experimental model

분류	내용
실험 참여자	- 휴대폰을 사용하고 있는 20대 여대생 10명
실험횟수 및 탐색 객체	- 개인별 8회 실험 - 무작위로 발생하는 10개의 메뉴 객체 탐색
측정 내용	- 시각화가 적용되지 않은 환경에서 메뉴 객체 탐색 시간 - 총 7가지 시각화 기법이 조합 적용된 환경에서 메뉴 객체 탐색 시간
시각화 도구의 종류	- 시각화 미적용, 깊이, 투명도, 애니메이션, 깊이+투명도, 투명도+애니메이션, 깊이+애니메이션, 깊이+투명도+애니메이션, 총 8가지

4.3 실험방법

<그림 8>은 전체 실험 과정을 나타낸 순서도이다.

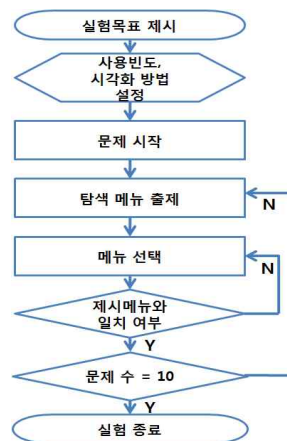


그림 8. 시스템 실행 순서도
Fig. 8. System execution flow

실험에 앞서, 시각화 적용실험을 위하여 가상 사용빈도를 발생시켜 메뉴 객체 시각화를 위한 기본 자료를 획득한다. 시각화 기법은 메뉴에서 선택하여 중복적으로 적용되도록 하였다. 그리고 문제가 시작되면 화면 상단에 탐색할 메뉴가 출제되고 피실험자가 제시된 탐색 메뉴를 인터페이스 상에서 선택해야만 다음 문제로 넘어가게 된다. 실험 문제는 매번 다르게 제시되고 실험시마다 메뉴의 위치를 임의로 변경하여 학습효과를 배제하였다. 10번의 제시된 문제를 선택하고 나면 실험은 종료되고 총 메뉴 탐색이 저장된다. 메뉴에서 시각화 도구의 조합을 변경하면서 실험자 1명당 총 8번의 실험을 진행하였다.

4.4 실험결과 및 평가

<그림 9>는 메뉴 탐색 시간이 평균 60초 이상인 하위 그룹 5명의 개인별 탐색시간을 나타낸 것이다. 이 그룹은 시각화 도구별 표준편차가 적어서 시각화 도구의 영향이 크지 않은 것으로 나타났다. <그림 10>은 메뉴 탐색시간 평균이 60초 이하인 그룹의 탐색시간을 나타낸 것이다. 이 그룹은 시각화 도구별 표준편차가 비교적 크게 나타나 시각화 도구가 메뉴 탐색 시간에 영향을 미친 결과를 보였다. <그림 11>은 시각화 도구별 평균 객체 탐색시간을 나타낸 그래프로 여러 시각화 도구가 조합되어 적용된 경우 메뉴 탐색시간 감소에 영향이 큰 것으로 확인되었다.



(X:시각화미적용, A:깊이,B:투명도,C:애니메이션)

그림 9. 하위그룹의 메뉴탐색시간(초)
Fig. 9. Menu search time of low ranked group

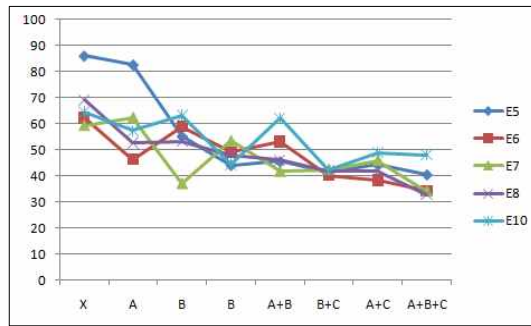


그림 10. 상위 그룹 5명의 메뉴탐색시간(초)
Fig. 10. Menu search time of high ranked group

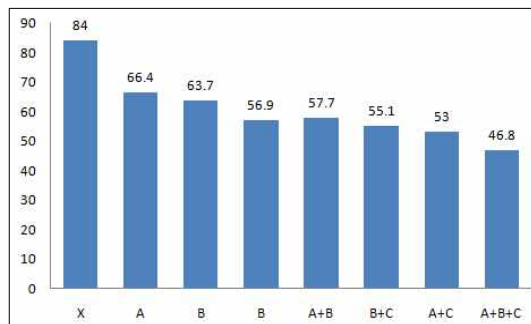


그림 11. 시각화 도구별 평균 객체 탐색시간(초)
Fig. 11. Mean search time by visualization methods

식 (4.1)을 사용하여 시각화를 적용하지 않은 경우($T_{non-visualization}$) 대비 시각화를 적용한 경우($T_{visualization}$)의 전체 평균 탐색시간 감소율($T_{reduction rate}$)을 계산한 결과 32% 감소로 나타났으며, 이 실험결과를 통하여 3D 모바일 인터페이스에서 시각화 기법이 메뉴 객체의 시인성을 높여줌으로써 메뉴 객체 탐색시간 단축에 도움이 된다는 사실을 확인할 수 있었다.

$$T_{reduction rate} = \frac{T_{non-visualization} - T_{visualization}}{T_{non-visualization}}$$

..... (4.1)

VI. 결론 및 향후과제

스마트폰의 보급이 늘어나면서 모바일 환경이 제공하는 기능뿐만 아니라 사용자 인터페이스의 중요성이 커지고 있다. 특히 빠르게 늘어나고 있는 많은 수의 메뉴들을 사용자별 성향에 맞게 차별화된 인터페이스를 통하여 제공하는 것은 중

요한 연구 주제이다. 3D 환경에서 모바일 인터페이스의 제공은 이러한 문제점을 해결하기 위한 하나의 대안이 될 수 있다. 하지만 3D 공간은 많은 정보를 표현하는 데는 효과적이지만 2D 공간과는 달리 메뉴공간 이동시 오히려 탐색의 어려움을 느끼게 할 수 있다. 이러한 원인으로 현재 3D 인터페이스는 제한적으로 일부 스마트폰에서 채택되고 있으나, 3D 모바일 인터페이스의 설계시 이러한 제약조건을 충분히 고려한다면 모바일 기기의 유용성을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 이러한 제약사항 극복을 위한 시도로 여러 시각화 도구를 활용하여 3D 모바일 인터페이스를 구현하였으며 실험을 통하여 효과성을 측정하였다. 실험결과를 통하여 3D 시각화 도구가 시인성 향상에 도움을 주어 메뉴 탐색시간 감소에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 구현된 3D 인터페이스는 정육면체에 메뉴를 표시한 일반적인 형태였으나 추후 연구 주제로 가상공간 상에서 메뉴 객체의 시각화하여 인터페이스의 정보 표현과 접근성을 높이는 기법 연구를 제안한다.

참고문헌

[1] 윤민홍, 이재호, 김선자, “모바일 단말을 위한 다운로드 가능한 사용자 인터페이스,” 한국정보과학회 학술대회 논문집, 제 35권, 제 1호(B), 141-145쪽, 2008년.

[2] R. Bridle, E. McCreath, “Inducing Shortcuts on a Mobile Phone Interface,” Proceeding of Intelligent user interfaces, pp. 327-329, 2006.

[3] MRaento, A. Oulasvirta, R. Petit, and H. Toivonen, “Contextphone : A prototyping platform for context-aware mobile applications,” IEEE Pervasive Computing, pp. 51-59, 2005.

[4] J. Quinlan. “C4.5: programs for machine learning”, 1993.

[5] Naive Bayes Classifier,
http://en.wikipedia.org/wiki/Naive_Bayesclassifier

[6] 송세준, “휴대폰 인터페이스 설계 및 차세대 아이콘에 관한 연구,” 한국정보과학회 학술발표논문집, 248-252쪽, 2007년.

[7] Y. Fukazawa, M. Hara, M. Onogi and H. Ueno, “Automatic Mobile Menu Customization Based on User Operation History,” Proceedings of MobileHCI09, pp. 1-4, 2009.

[8] F. Bostrom, P. Floreen, T Liu, P numi, T. Oikarinen, A. Vetek and P. Boda, “Capricorn - An Intelligent Interface

for Mobile Widgets,” Proceeding of Intelligent User Interfaces’08, pp. 1-2, 2008.

[9] OpenGL|ES Web site,
<http://www.khronos.org/opengles/>

저자 소개



유석중

1994년 : 연세대학교 컴퓨터과학과
이학사
1996년 : 연세대학교 컴퓨터과학과
대학원 이학석사
2001년 : 연세대학교 컴퓨터과학과
대학원 공학박사
2005년~현재 : 숙명여대 컴퓨터과학
과 부교수
관심분야 : Web3D, 모바일소프트웨어