

모바일 장치와 공용 디스플레이 장치를 포함하는 환경에서 사용자의 특성에 기반한 Adaptive UI 설계 방안

강승수* · 고 현** · 윤희용***

Method for Designing Adaptive UI Based on User's Context
in the Environment Including Mobile Device
and Public Display Device

Seung-Soo Kang* · Hyun Ko** · Hee Yong Youn***

■ Abstract ■

The one of the most meaningful change in the recent ubiquitous environment is the omnipresence of public digital display device for providing ubiquitous information. It is the important issue to provide publicity as well as adaptive information to each user in the field of the public digital display device. This research proposes the idea ensuring fast response speed by the selection of user preference function. The preference function is selected by statistics using Zipf distribution in the system comprising mobile device and digital display device based on NFC (Near Field Communication). The idea is proved by CPM-GOMS model and the improvement of user response can be achieved.

Keyword : CPM-GOMS, Zipf Distribution, Graphical User Interface, NFC(Near Field Communication), Mobile Device, Display Device, Ubiquitous, Hick-Hyman Law

1. Introduction

최근 장소와 시간에 제한없이 정보/조작의 기회를 제공받으려는 수요가 늘어나고 있다. 그 하나의 예로 기존에 제한된 공간에서만 설치되었던 디지털 디스플레이 장치는 공공의 영역으로 그 장소를 옮기고 있으며, 정보를 디스플레이 하는 기기로서의 역할을 뛰어 넘어 사용자와의 상호작용(interaction)이 요구되고 있다.

그러나 공공의 영역에 설치된 디지털 디스플레이는 다수 사용자를 사용 대상으로 하기 때문에 개인의 기호를 반영한 정보 제공이 어렵다는 문제점이 존재한다. 또한 사용자가 디지털 디스플레이에 익숙하지 않은 경우 디지털 디스플레이 장치가 제공하는 정보를 충분히 이용하기 쉽지 않다. 따라서 최근 공공의 디지털 디스플레이의 Graphical User Interface(GUI)가 사용자의 특성에 기반하여 변화하는 것이 이슈가 되었다.

특히 공용 디지털 디스플레이에서 사용자 인터랙션을 부여하기 위해, Hardy의 연구는 대형 디스플레이에서 사용자가 원하는 정보를 얻을 수 있게 하는 직관적 UI에 대해 연구하였다[5]. 본 연구에서는 공용 디지털 디스플레이에 개별 사용자 인터랙션을 부여하면서도 공용성을 만족 할 수 있는 UI 인터페이스 구조를 제안하고자 한다.

1.1 디스플레이장치 인터페이스의 한계극복

디스플레이장치는 그 용도에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 한 명의 사용자 또는 특정된 소수의 사용자가 개인적인 용도로 사용하는 디스플레이 장치이고, 다른 하나는 불특정 다수의 여러 사용자가 함께 사용하는 디스플레이 장치이다.

첫 번째 장치에는 가정에서 사용되는 TV와 모니터가 있다. 이 장치들을 사용하게 되는 사용자의 범위는 매우 한정적이기 때문에 사용자가 자신의 기호에 맞게 장치를 설정 할 수 있다. TV의 경우 선호채널을 설정하고 이용환경을 사용자에게 맞게 설정하여 사용한다. 모니터의 경우는 컴퓨터의

GUI를 사용자에게 따라 그 순서나 위치, 모양 등을 변경하여 사용할 수 있다.

두 번째 장치에는 키오스크나 Digital Signage가 해당된다. 키오스크는 터치스크린을 이용하여 간단한 정보를 열람하거나 발권 등을 수행할 수 있는 장치로, 정보제공자가 구성한 고정된 GUI를 통해 사용자가 정보에 접근할 수 있다. Digital Signage는 초기에는 광고 등을 단순히 디스플레이 하는 용도로 사용되었으나 최근에는 키오스크의 기능이 결합되는 형태로 이용되고 있다. 이 장치들의 경우 고정된 GUI를 사용하기 때문에 사용자의 특성이나 기호 등이 반영된 GUI를 이용하여 사용자가 좀 더 쉽게 정보에 접근하도록 할 수 없다는 단점이 있다.

본 연구에서는 두 번째 종류의 디스플레이장치처럼 여러 사용자가 함께 사용할 수 있는 공공장소에 설치된 디스플레이장치로 구성된 시스템을 이용한다. 이러한 종류의 디스플레이장치를 사용하는 경우 한 번 사용할 때 짧은 시간을 사용하는 것이 보통이므로 사용자의 기호에 따라 GUI를 변경하는 것이 어려우며 GUI 변경을 위한 조작이 사용자에게 익숙하지 않다. 따라서 사용자의 어떠한 입력 없이 사용자에게 적합한 GUI를 제공하는 것이 필요하다.

1.2 모바일 장치와의 용이한 상호작용

현재 많은 사람들이 한 사람당 한 대 이상의 모바일 장치를 갖고 있다. 모바일 장치는 엔터테인먼트 기능이 강화되면서 다양한 종류의 콘텐츠를 저장하거나 재생할 수 있는 기능이 마련되어 있다. 사진을 디스플레이 하거나 사진을 저장할 수 있고, 음악을 재생하거나 저장할 수 있다. 동영상도 마찬가지이다.

또한 USB(Universal Serial Bus)와 같은 유선 통신방식이나 Bluetooth와 같은 무선 통신방식을 통해 사진, 음악 등의 콘텐츠를 다른 장치로부터 전송 받거나 다른 장치에 전송할 수 있다. 이 경우 유선 통신방식은 별도의 케이블 장치가 필요하기

때문에 사용자가 이용하기에는 무선 통신방식이 좀 더 편리할 수 있다.

모바일 장치는 개인이 소유하고 있는 장치이기 때문에 개인에 대한 정보 및 개인이 소장하고 있는 콘텐츠를 저장하고 있다. 그러나 “휴대용”이라는 그 근본적인 목적 때문에 작은 디스플레이를 갖을 수 밖에 없다[5]. 따라서 모바일 장치의 본연의 문제를 해결하기 위해 무선 통신방식을 기반으로 한 대형 디스플레이 장치와의 상호 작용이 필요하다. 이러한 경우 사용자가 좀 더 편리하게 모바일 장치와 대형 디스플레이 장치로 이뤄진 시스템을 이용할 수 있도록 적당한 인터페이스를 제공할 필요가 있다.

본 연구에서는 무선통신이 가능한 모바일 장치와, 터치스크린을 구비하고 있으며 무선통신이 가능한 공공장소에 설치되는 디스플레이 장치로 시스템을 구성한다. 또한 두 장치 간에 수행 가능한 여러 가지 시나리오 중 “모바일 장치 내에 저장되어 있는 사진 중 하나의 사진을 선택하여 디스플레이 장치로 전송하는 시나리오”를 대표 시나리오로 선정하여 연구하였다.

두 장치를 사용하는 시나리오는 대부분 세 가지 단계로 구성된다. 첫 번째는 두 장치 간에 통신이 가능하도록 연결하는 과정이고, 두 번째는 수행할 기능과 관련된 콘텐츠를 선택하는 과정, 마지막은 수행결과를 확인하는 과정이다. 사용자에게 좀 더 편리함을 주기 위해서는 이 세 가지 단계에 소요되는 시간을 감소시키는 것이 필요하다.

본 연구에서는 위에서 언급한 현 장치들의 문제점을 극복하여 공용 디지털 디스플레이의 공용성을 해하지 않는 범위에서 개별 사용자의 특성을 반영한 개선된 User Interface 구조를 제안하고자 한다.

2. Related Work

2.1 NFC

본 연구의 Proposed scheme은 Near Field Com-

munication(NFC)를 기반으로 하고 있다. NFC는 NFC 기기들간 데이터 통신을 제공하는 단거리(10cm 내외) 고대역폭 통신 기술이다. NFC는 단일기기 안에서 스마트카드와 리더 사이의 통신을 제공하는 ISO/IEC 14443 접근 카드 표준(비접촉식 카드, RFID)의 확장형 스펙이라고 할 수 있다. NFC 디바이스는 다른 NFC 디바이스들끼리의 통신뿐만이 아니라 기존 ISO/IEC 14443 스마트카드 및 카드 리더 즉 기존에 결제 도구 등으로 널리 사용되고 있는 비접촉식 통신 인프라와 호환되는 특성도 가지고 있다. NFC는 우선적으로 모바일 폰에서의 사용을 염두에 둔 것으로 알려져 있다[6].

ISO/IEC 14443(스마트 카드/RFID) 스펙처럼 NFC 통신은 상호 근접한 자기 필드에 있는 두 개의 루프 안테나 사이에서 전자기 유도작용에 의해 이루어진다. 이 통신은 면허 없이도 사용 가능한 13.56MHz의 ISM Band에서 14kHz의 대역폭으로 이루어진다. 본 스펙에서 표준 안테나에 의한 동작거리는 20cm 안팎이며, 지원 가능한 데이터 대역폭은 106, 212, 424 또는 848 kbit/s이다.

또한 NFC에서는 두 가지 모드가 존재한다. 첫 번째, 수동통신모드(passive mode)는 시동 디바이스(initiator)가 radio frequency field를 생성하고 타겟 디바이스(target)는 시동 디바이스에 의해 제공 되는 전자기 필드를 모듈레이션 하면서 동작한다. 이 모드에서 타겟 디바이스는 그 동작 전원을 유도결합(inductive coupling)에 의해 얻을 수 있다. 두 번째, 능동통신모드(active mode)는 시동 및 타겟 디바이스가 상호적으로 radio frequency field를 생성하여 통신한다. 하나의 디바이스는 상대의 데이터가 들어올 때까지 자신의 radio frequency field를 해제시킨다. 이 모드에서는 자체 전원 공급을 필요로 한다[3].

NFC 디바이스는 동시에 데이터를 주고 받을 수 있다. 따라서 NFC 디바이스들은 radio frequency field를 감지할 수 있고 만약 수신 받은 시그널이 전송한 시그널과 매치되지 않을 때의 충돌을 감지할 수도 있다[6]. 또한 NFC 디바이스 간에 터치

인터랙션에 의해 데이터를 전송할 수 있으며, 두 대의 모바일 폰, 모바일 폰과 PC 등으로 이루어진 환경에서 활용 가능하다[10].

2.2 Seamless Inter Device Operation

본 연구에서는 smart environment라는 개념을 사용한다. smart environment은 Mark Weiser에 의해 정의된 기술적인 개념으로, Weiser는 smart environment를 “a physical world that is richly and invisibly interwoven with sensors, actuators, displays, and computational elements, embedded seamlessly in the everyday objects of our lives, and connected through a continuous network”로 규정하고 있다[9].

smart environment와 사용자 사이의 interaction은 I. Sánchez에 의해 제안된 스킴에 따라 3가지 스테이지로 나눌 수 있으며 본 연구에서는 이 스킴을 적용하여 3가지 스테이지를 사용한다. 3가지 스테이지 중 discovery 단계에서는 사용자가 활용할 수 있는 리소스(files, services, devices, commands 등)를 스캔하는 작업을 수행한다. 그 다음 composition 단계에서는 사용자가 리소스를 선택하고 그 리소스를 구성하는 데 사용하는 애플리케이션을 선택하게 된다. 마지막 usage 단계에서는 선택된 리소스를 이용하여 애플리케이션을 사용한다[2].

또한 I. Sánchez는 리소스의 종류에 대해 정의하고 있다. 리소스는 service, device, user외에도 서비스를 제어하는 명령인 command, 오디오, 비디오, 텍스트 등을 포함하는 file, 서비스나 리소스를 구성하는 설정정보를 의미하는 profile과 극장, 가게 등의 특정공간을 지칭하는 place로 구성된다. 그리고 애플리케이션을 구성하는 구성요소로서 resource description, 리소스 타입과 description을 매핑하는 public resource container, 사용자들 간에 공유가 가능한 리소스나 context 사이에서 이동 가능한 리소스들을 포함하는 personal resource container, 시스템과 사용자 사이의 인터페이스인

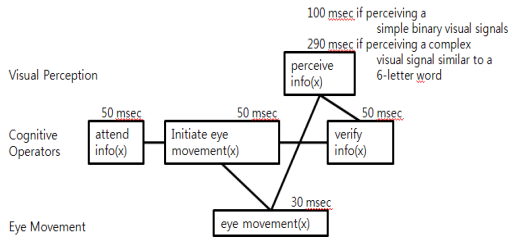
personal resource stack, 애플리케이션에 명령을 보내고, 애플리케이션을 구성하도록 제어하는 reasoning engine, 어플리케이션을 구성하는 데 필요한 S/W platform이 있다[2]. 본 연구에서는 I. Sánchez가 정의한 리소스에 대한 정의와 애플리케이션의 구성요소에 대한 정의를 사용하여 inter device operation을 모델링한다.

그리고 본 연구에서 사용할 Touch and Interact UI는 NFC 기반의 interaction 기술이며, 사용자가 어떤 액션을 수행하기 위해 모바일 장치를 대형 디스플레이장치에 터치하는 데 이용할 수 있다. touch and interact는 두 기기 사이에 데이터를 전송할 때 특별히 직관적이라는 장점을 가지고 있다[5].

2.3 GOMS

GOMS 분석은 HCI 분야에서 가장 널리 알려진 이론적인 컨셉이며, Goals, Operators, Methods, Selection rules 각각에서 태스크를 어떻게 수행하는지를 분석하는 데 유용하다. GOMS의 종류에는 CMN-GOMS(Card, Moran, and Newell GOMS), KLM(The Keystroke-Level Model), NGOML(Natural GOMS Language), CPM-GOMS(Cognitive-Perceptual-Motor GOMS)가 있다[1].

본 연구에서는 CPM-GOMS를 통해 각 컴포넌트의 동작을 분석하여 전체 실행시간(execution time)을 예상해 볼 것이다. CPM-GOMS는 다른 GOMS와 달리 각각의 operator가 직렬적으로 동작한다는 가정을 하지 않는다. 즉, perceptual, cognitive, motor라는 근본적인 operator들은 태스크의 요청에 따라 병렬적으로 동작할 수 있으며 멀티태스킹에 대한 모델링이 가능하다. 또한 CPM-GOMS는 각 operator들과 operator간의 의존성(dependency)을 나타내기 위해 스케줄 차트를 사용하며, 스케줄 차트에서 critical path를 이용하여 전체 태스크 실행시간을 예측하기 때문에 CPM-GOMS를 Critical Path Method GOMS라고 한다. CPM-GOMS의 예시는 [그림 1]과 같다[1].



[그림 1] Example of CPM-GOMS

Critical Path는 태스크를 완료하기 위한 operator 리스트를 작성하고 각각의 operator를 완료하기 위한 실행시간을 작성한다. 그리고 각 operator 간의 dependency를 작성한다. 여기서 전체 태스크의 schedule에 영향을 미치는 가장 긴 path가 critical path이며, critical path 상의 operator의 실행시간의 합이 태스크의 총 실행시간이 된다.

GOMS 모델링은 Human Computer Interaction (HCI) 분야에서 사용자의 능력이나 인식 프로세스의 모델링에 사용된다[11].

2.4 Zipf Distribution

Zipf Distribution은 실험적인 법칙으로 어떤 현상을 설명하는 법칙으로, 소수의 단어가 매우 자주 사용되는 것에 비해, 대다수의 단어는 거의 사용되지 않는다는 개념에서 시작되었다. 즉, 단어의 빈도수와 단어의 순위는 거의 반비례한다는 의미로, 단어의 사용횟수가 많으면 단어의 사용 순위가 상위에 있게 된다는 내용이다[12]. 그리고 Xiang에 따르면 일반적으로 콘텐츠의 인기는 Zipf Distribution을 따른다[13]. 따라서 소수의 콘텐츠의 사용빈도는 다수의 콘텐츠의 사용빈도에 비해 월등히 높다는 것을 유추할 수 있다.

일반적인 Zipf Distribution에 대한 수식은 다음과 같다.

$$P_x(k) = \frac{1}{c_L} \frac{1}{k}, \quad k = 1, 2, 3, \dots, L \quad (1)$$

$P_x(k)$ 는 전체 L 개의 후보 중에서 k 위를 할 수

있는 확률을 의미하며, Zipf Distribution의 PDF (Probability Distribution Function, 확률 분포 함수)이다.

$$c_L = \sum_{j=1}^L \frac{1}{j} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \dots \frac{1}{L} \quad (2)$$

c_L 은 표준화 상수로써 전체 확률의 정의역(domain)을 의미한다.

$$P(x \leq m) = \frac{1}{c_L} \sum_{j=1}^m \frac{1}{j} \quad (3)$$

$P(X \leq m)$ 은 전체 L 개의 후보 중에서 k 위 이상이 될 확률이며 Zipf Distribution의 CDF(Cumulative Distribution Function, 누적분포함수)를 의미한다.

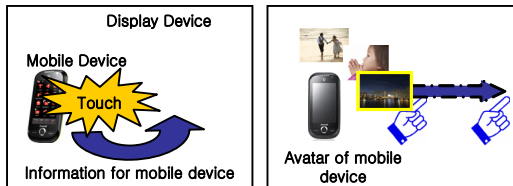
3. Proposed Scheme

3.1 모바일 장치의 디바이스 아바타

본 연구에서 모바일 장치의 디바이스 아바타는 대형 디스플레이의 직관적인 UI를 위해 아이콘 형태로 표시되는 점근 proxy라고 할 수 있다. 이러한 디바이스 아바타는 모바일 디바이스가 디스플레이의 NFC 센서에 접촉 세션을 형성하면서 생성된다. 모바일 디바이스와 디스플레이 사이에 세션이 형성되면 이후 해당 디바이스의 역할을 아이콘 형태로 표현되는 디바이스 아바타가 수행하게 되고, 유저는 해당 모바일 디바이스를 물리적으로 조작할 필요 없이 디스플레이 상에서 아이콘을 조작하는 것만으로 원하는 인터랙션을 취할 수 있게 된다.

앞서 언급했듯이 본 연구에서는 무선통신이 가능한 터치스크린을 구비한 디스플레이 장치와 무선통신이 가능한 모바일 장치로 구성된 시스템을 제안한다. 이 시스템에서 모바일 장치와 디스플레이 장치에 대한 연결을 위해 Touch and Interact

를 이용한다. Touch and Interact는 어떤 동작을 수행하기 위해서 모바일 장치를 이용하여 디스플레이 장치를 터치하는 것을 의미한다[5]. 본 연구에서 제안하는 시스템에서 모바일 장치를 디스플레이 장치에 터치하는 경우 디스플레이 장치는 모바일 장치와 통신을 수행하고 모바일 장치에 대한 정보를 수신 받는다. 이 과정에서 모바일 장치에 대한 동작을 위임 받는 디바이스 아바타가 형성된다. Hardy가 제안한 Tocuh and Interact는 기존의 모바일 장치에서 디스플레이 장치와의 통신을 수행하기 위해서 “무선통신” 메뉴에 진입하여 “디스플레이 장치를 특정”하는 일련의 과정을 대체할 수 있다[5]. 그러나 통신 세션이 형성된 이후의 디스플레이 장치와 모바일 장치 간의 인터랙션에 있어서 계속 touch and interact를 사용하는 것은 사용자의 과도한 물리적인 노력이 요구된다. 본 연구에서 제안하는 디바이스 아바타는 UI Icon형태로 존재함으로써 이러한 물리적 비용을 대체 할 수 있게 된다.



[그림 2] Concept of System

본 연구에서는 모바일 장치의 디바이스 아바타를 생성하기 위한 최초의 디스플레이 장치와 모바일 장치의 무선통신을 위해 NFC를 사용한다. NFC는 Bluetooth 등 기존의 근거리 무선통신에 비해 빨리 반응할 수 있으므로 신속하게 해당 동작을 수행할 수 있다. <표 1>에서 볼 수 있듯이 NFC는 근거리 통신에 유용하며 set-up time이 매우 짧은 장점이 있으며, 이러한 NFC의 특징은 디스플레이 장치가 모바일 장치로부터 모바일 장치에 대한 정보를 수신 받아 모바일 장치의 아바타를 생성하는 데에 적합하다. 그러나 초당 전송 가

능한 전송 대역폭의 양이 적다는 단점이 있으므로, 아바타를 생성한 이후 사용자의 요청에 따라 큰 용량의 데이터의 전송이 필요한 경우에 다른 무선 통신방식으로 전환을 해 줄 필요가 있다.

<표 1> Comparison between NFC and Bluetooth

	NFC	Bluetooth
Network type	Point to point	Point to multipoint
Range	< 0.2m	10m
Bit rate	424kbit/s	2.1Mbit/s
Set-up time	< 0.1s	6s

3.2 사용자의 특성에 기반한 Adaptive GUI

본 연구에서 제안한 시스템의 디스플레이 장치는 공공장소에 설치되어 불특정 다수의 사람들이 사용하기 때문에 충분히 많은 사람들이 주로 사용하는 디스플레이 장치의 기능이 무엇인지에 대한 의미 있는 정보를 추출할 수 있다. 때로는 모바일 장치와 함께 디스플레이 장치를 사용하기 때문에 모바일 장치와 관련된 인기있는 디스플레이 장치의 기능에 대한 정보를 제공받을 수도 있다.

모바일 장치와 관련된 디스플레이 장치의 기능은 모바일 장치에 저장된 정보를 디스플레이 장치가 전달받아 수행하는 기능이거나 디스플레이 장치에 저장된 정보(또는 디스플레이 장치를 통해 외부로부터 다운로드 받는 정보)를 모바일 장치가 전달받아 수행하는 기능이다. 여기서 디스플레이 장치가 수행하는 기능, 모바일 장치가 수행하는 기능은 전달되는 정보의 특성과 서로 관련되어 있다. 예를 들어, 사용자가 모바일 장치에 저장되어 있는 사진을 디스플레이 장치에 전송한다. 사진이 디스플레이 장치로 전송되면 사용자는 디스플레이 장치의 사진 편집 기능을 이용하여 사진을 편집할 수 있다. 이 경우 모바일 장치의 “사진 저장함” 기능과 디스플레이 장치의 “사진편집” 기능은 “사진”이라는 전송된 정보의 특성과 관련되어 있다.

따라서 본 연구에서는 사용자의 특성에 기반한

adaptive GUI를 제공하기 위해서 아래와 같은 알고리즘을 사용한다. 먼저 디스플레이 장치에서 사용자의 사용빈도가 높은 모바일 장치와 관련된 기능들을 추출한다. 그 후 그 기능을 수행할 때 사용하게 되는 정보의 데이터 포맷들을 검출한다. 마지막으로 해당 데이터 포맷들을 사용하는 모바일 장치의 기능 중 사용자의 사용빈도가 높은 기능들을 선택하여 사용자에게 제공한다.

본 연구에서 제시하고 있는 Zipf Distribution을 적용한 상세한 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 디스플레이 장치의 모바일 장치와 관련된 메뉴가 총 20개라고 가정하고, 그 중에서 사용빈도수에 대한 순위를 매긴 다음, 총 8위까지의 Zipf distribution의 CDF의 값을 이용하여 최대 8개의 메뉴를 선택한다(총 메뉴의 개수에 따라 선택되는 메뉴의 개수는 변경 가능하다).
- (2) 선택된 최대 8개의 메뉴에서 각각 사용되는 정보의 데이터의 포맷을 검출한다.
- (3) 검출된 데이터 포맷에 기초하여 선정된 모바일 장치의 메뉴(총 8개라고 가정)중 사용빈도수에 따라 순위를 매긴 다음, 총 4위까지의 Zipf Distribution의 CDF의 값을 이용하여 최대 4개의 메뉴를 선택한다(총 메뉴의 개수에 따라 선택되는 메뉴의 개수는 변경 가능하다).

Zipf Distribution을 이용하면 수식으로 다음과 같이 표현될 수 있다.

$p_{ma}(x)$ 는 사용빈도상 x 위의 인기빈도를 갖는 모바일 애플리케이션(ma)의 사용 빈도 확률(PDF)이며, 이는 경험-통계적 수치이다. $p_{ma}(x \leq m)$ 는 $p_{ma}(x)$ 에 대한 CDF를 의미한다. 또한 $p_{da}(x)$ 는 사용빈도상 x 위의 인기빈도를 갖는 대형 디스플레이 애플리케이션(da)의 사용 빈도 확률(PDF)이며, 역시 경험-통계적 수치이다.

$$p_{zp}^L(k) = \frac{1}{c_L} \frac{1}{k}, k = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

$p_{zp}^L(k)$ 는 L 개의 아이템을 갖는 Zipf 확률 분포의 PDF를 의미하며, 위 확률분포 정의역(domain)의 합은 아래와 같다.

$$c_L = \sum_{j=1}^L \frac{1}{j} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \dots \frac{1}{L} \quad (5)$$

따라서 L 개의 아이템을 갖는 Zipf Distribution의 CDF는 아래와 같다.

$$p_{zp}^L(x \leq m) = \frac{1}{c_L} \sum_{j=1}^m \frac{1}{j} \quad (6)$$

마지막으로 화면에 표시될 수 있는 효율적인 아이터 개수 n 의 다음과 같이 정의된다.

$$n \leq 8, \\ n = \{k \mid \max(p_{da}(x \leq k) \leq p_{zp}^L(x \leq 8))\} \quad (7)$$

따라서 디스플레이 장치의 메뉴 중 선택된 아이터의 숫자 n 은 8 이하이며 위와 같은 수식에 의해 결정된다. $p_{zp}^L(x \leq 8)$ 를 이용하는 근거는 디스플레이 장치의 메뉴가 총 20개라고 가정한 경우 8위까지의 Zipf Distribution의 CDF는 약 1.89로서, 전체 20위까지의 CDF는 1로 가정했을 때 0.87을 차지하기 때문이다. 이는 선택된 메뉴를 사용자가 사용할 확률이 87%라는 것을 의미한다. 관련된 Zipf Distribution의 분포는 <표 4>와 같으며, 그래프에서 굵은 선의 왼쪽에 해당되는 확률의 총합이 1.89이며, 전체 확률분포의 합인 0.87를 차지한다.

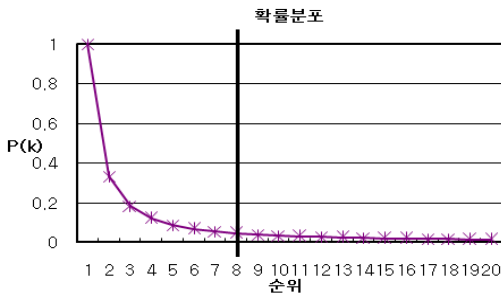
위 알고리즘을 통해 선택된 8개 이하의 디스플레이 장치의 메뉴에서 사용하는 데이터 포맷을 검출한다. 그리고 검출된 데이터 포맷에 기초하여 모바일 장치의 메뉴 8개를 선정할 후, 사용빈도수에 따라 4개 이하의 아이터들을 선정한다. 4개의 아이터들은 아래의 수식에 근거하여 선정된다.

$$n \leq 4, \\ n = \{k \mid \max(p_{ma}(x \leq k) \leq p_{zp}^L(x \leq 4))\} \quad (8)$$

여기서 $p_p^L(k \leq 4)$ 를 이용하는 근거는 선정된 8개의 모바일 장치의 메뉴 중 4위까지의 Zipf Distribution의 CDF는 약 1.63으로서, 전체 8위까지의 CDF는 1로 가정했을 때 0.86을 차지하기 때문이다.

<표 2> Zipf Distribution of Display's Application

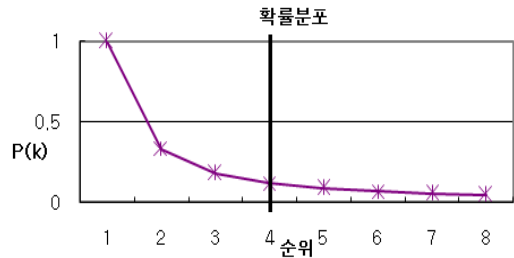
k	1/k	1/CL	P(k)	P(x <= m) (x <= m)	P(x <= m)/ P(x <= 20)
1	1	1	1	1	0.46
2	0.5	0.666667	0.333333	1.333333	0.61
3	0.333333	0.545455	0.181818	1.515152	0.70
4	0.25	0.48	0.12	1.635152	0.75
5	0.2	0.437956	0.087591	1.722743	0.79
6	0.166667	0.408163	0.068027	1.79077	0.83
7	0.142857	0.385675	0.055096	1.845866	0.85
8	0.125	0.367937	0.045992	1.891859	0.87
9	0.111111	0.353486	0.039276	1.931135	0.89
10	0.1	0.341417	0.034142	1.965276	0.91
11	0.090909	0.331139	0.030104	1.99538	0.92
12	0.083333	0.322247	0.026854	2.022234	0.93
13	0.076923	0.314452	0.024189	2.046423	0.94
14	0.071429	0.307544	0.021967	2.06839	0.95
15	0.066667	0.301366	0.020091	2.088481	0.96
16	0.0625	0.295794	0.018487	2.106968	0.97
17	0.058824	0.290735	0.017102	2.12407	0.98
18	0.055556	0.286114	0.015895	2.139965	0.99
19	0.052632	0.28187	0.014835	2.154801	0.99
20	0.05	0.277952	0.013898	2.168698	1.00



이는 선택된 모바일 장치의 메뉴를 사용자가 사용할 확률이 86%라는 것이며, <표 3>의 굵은 선의 왼쪽에 해당되는 영역이 전체에서 차지하는 비율을 의미한다.

<표 3> Zipf Distribution of Mobile's application

k	1/k	1/CL	P(k)	P(x <= m) (x <= m)	P(x <= m)/ P(x <= 20)
1	1	1	1	1	0.53
2	0.5	0.666667	0.333333	1.333333	0.70
3	0.333333	0.545455	0.181818	1.515152	0.80
4	0.25	0.48	0.12	1.635152	0.86
5	0.2	0.437956	0.087591	1.722743	0.91
6	0.166667	0.408163	0.068027	1.79077	0.95
7	0.142857	0.385675	0.055096	1.845866	0.98
8	0.125	0.367937	0.045992	1.891859	1.00



위 알고리즘에 따라 디스플레이 장치의 메뉴 중 사용빈도가 높은 메뉴를 결정하고, 그 결정결과에 따라 모바일 장치의 메뉴 중 사용빈도가 높은 4개를 UI로 제공한다. 4개의 메뉴에 대한 UI만을 제공할 수도 있고 4개의 메뉴에 대한 UI를 다른 메뉴들과 구분하여 표시할 수도 있다. 선택된 4개의 메뉴는 공공장소에 설치된 디스플레이 장치를 사용한 여러 사용자의 메뉴 사용 패턴과, 모바일 장치를 사용하는 특정한 사용자의 메뉴 사용자 패턴에 따라 변경될 것이다.

4. Performance Evaluation

4.1 대표 시나리오 및 가정

본 연구에서는 모바일 장치의 “사진 저장함” 메뉴에 저장된 사진 중 하나를 선택하여 디스플레이 장치로 전송하는 시나리오를 이용하여 Proposed scheme의 성능을 평가하고자 한다. 상세한 시나리오의 흐름은 다음과 같다.

- 모바일 장치와 디스플레이 장치 간에 무선 통신을 연결한다.
- 모바일 장치의 “사진 저장함” 메뉴를 선택한다.
- “사진 저장함”에 저장된 사진 중 하나를 선택한다.
- 선택된 사진을 전송하기 위해 “전송” 명령을 입력한다.
- 전송된 결과를 확인한다.

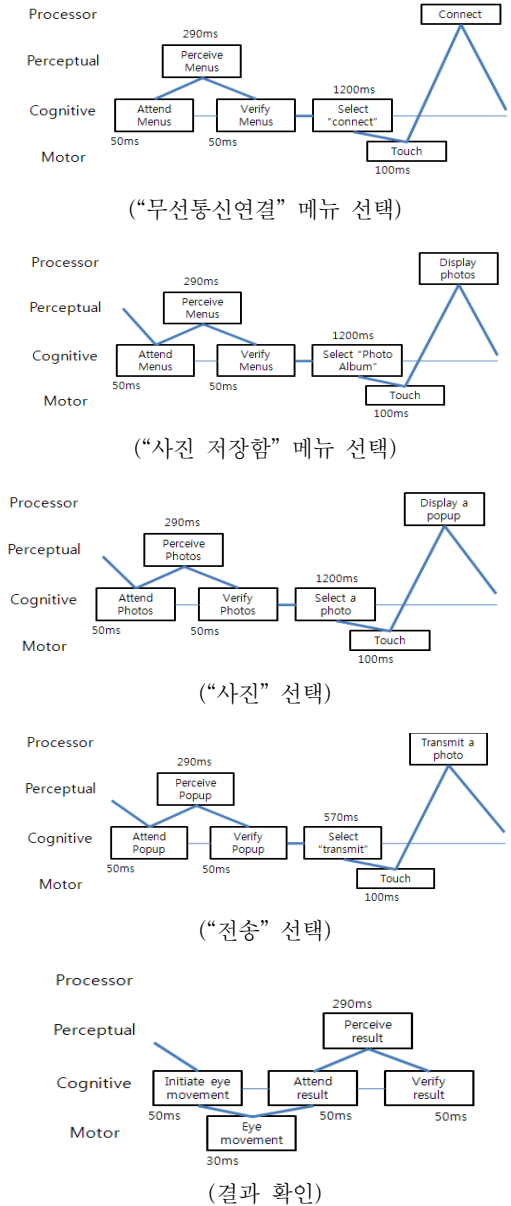
이 시나리오에서는 공통적으로 두 가지 가정을 사용하는 데, 첫 번째는 한 장치 내에서의 시선의 움직임은 무시한다는 것이다. 이는 모바일 장치 내에서의 시선의 움직임은 움직일 수 있는 범위가 적기 때문에 무시할 수 있으며, 디스플레이 장치 내에서의 시선의 움직임은 고정된 위치에 서있는 사람의 시선이 미치는 범위가 한정적이므로 무시할 수 있다.

두 번째는 각 단계에서 이뤄지는 processor가 수행하는 processing 과정에 소요되는 시간은 무시한다. 현대의 장치에서 processor의 응답시간은 거의 0으로 볼 수 있기 때문이다[7].

4.2 기존 방식

기존 방식에서 모바일 장치는 현재 모바일 장치에 적용된 입력방식 중 사용자에게 가장 직관적인 입력 방식인 터치를 이용한다고 가정한다. 그리고 “사진 저장함” 메뉴는 일반적으로 핸드폰의 첫 메인 화면에 디스플레이 되며 메인 화면은 9개의 메뉴로 구성된다. 또한 디스플레이 장치와 모바일 장치 간에 통신을 연결하기 위해서 “무선통신연결” 기능을 실행해야 하며 “무선통신연결” 메뉴는 역시 모바일 장치의 메인 화면에 포함되어 있으며 통신연결에 대한 사용자의 최종 의사 확인은 팝업메뉴(전송/취소 중 하나를 선택)를 이용하여 이뤄진다.

[그림 3]는 기존 방식에 대한 CPM-GOMS를 이용한 모델링 결과이고, 굵은 선이 critical path를 나타낸다. Critical path에 위치한 각 operator의 소요시간의 전체 합을 계산하면 총 6.6초가 걸린다는 것을 알 수 있다.



단계	소요시간(ms)
장치간 연결 입력	1690
메뉴 선택	1690
컨텐츠 선택	1690
전송 및 결과확인	1530
합계	6600

[그림 3] 기존 방식에 대한 CPM-GOMS modeling 및 소요시간

4.3 아바타만 사용한 경우

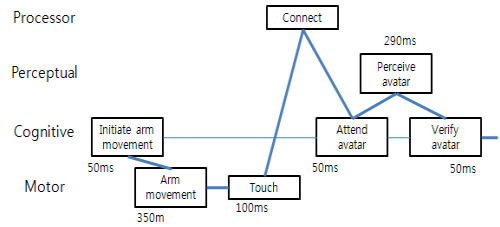
먼저 모바일 장치와 디스플레이 장치 사이에 세션을 형성하고 아바타를 생성하는 과정을 수행하기 위해서, 사용자는 모바일 장치를 디스플레이 장치에 터치하는 Touch and interact를 수행한다. 이때 사용자의 팔의 움직임이 필요하므로 기존 방식과는 달리 모바일 장치를 쥐고 있는 팔이 움직여 디스플레이 장치에 터치하는 과정이 필요하다.

그리고 모바일 장치의 메인 화면을 구성하는 9개의 메뉴가 모바일 장치에서와 동일한 형태로 모바일 장치에 대한 아바타와 함께 디스플레이 장치에 표시된다. 그리고 선택되는 메뉴에 따라 모바일 장치의 화면이 달라지듯이, 선택되는 메뉴에 따라 아바타와 함께 디스플레이 장치에 표시되는 화면이 변경된다. 또한 이 경우 모바일 장치에 저장된 하나의 사진을 디스플레이 장치로 전송하기 위해서 한 화면 내에서 객체를 이동하는 데 가장 직관적이면서 익숙한 UI인 Drag and Drop UI를 사용한다. Drag and Drop UI를 사용하는 경우에는 기존 방식에서와 같이 사용자의 최종 의사를 확인하는 별도의 팝업 메뉴를 디스플레이하고 사용자의 추가적인 선택을 받을 필요가 없어진다.

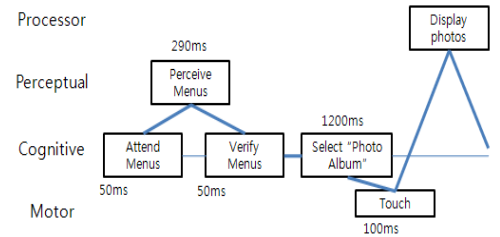
또한 [그림 4]의 CPM-GOMS 모델링 결과에서 볼 수 있듯이, 기존 방식에 대비하여 총 소요시간은 약 4.9초로 1.7초가 단축된다는 것을 알 수 있다. 부분적으로 살펴보면 “세션 형성 및 아바타 생성” 단계에서 소요되는 시간은 총 890ms으로, 기존 방식에서의 “무선통신연결 메뉴를 선택하는 단계”에 소요되는 시간인 1690ms에 비해 많이 단축되었다. 사진을 전송하기 위해 Drag and Drop UI를 사용하여 더 많은 시간 단축이 발생했으나, Drag and Drop UI를 사용하지 않는 경우에도 “세션 형성 및 아바타 생성” 단계를 통해 소요 시간을 단축할 수 있다.

4.4 아바타와 Adaptive GUI를 사용한 경우

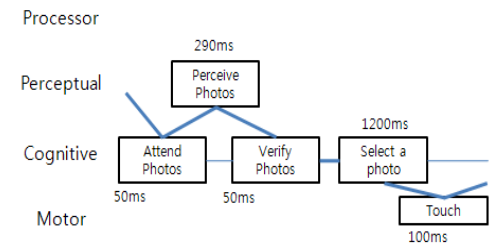
위 “아바타를 사용한 경우”와 같은 조건으로 아



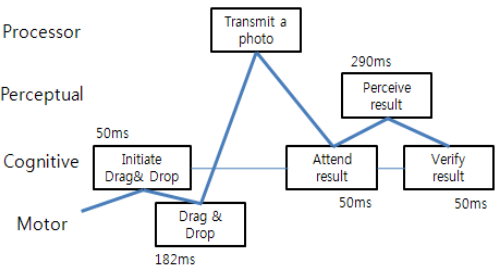
(세션 형성 및 “아바타” 생성)



(“사진 저장함” 메뉴 선택 : 메뉴 9개)



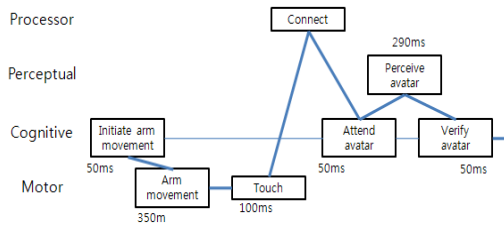
(“사진” 선택)



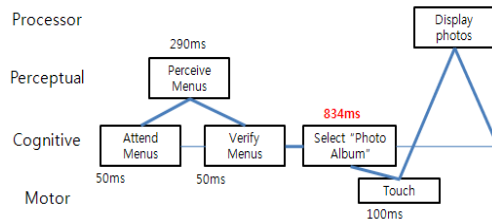
(“사진” 전송 및 결과 확인)

단계	소요시간(ms)
장치간 연결 입력	890
메뉴 선택	1690
컨텐츠 선택	1690
전송 및 결과확인	622
합계	4892

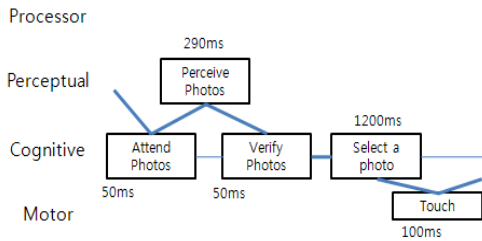
[그림 4] 아바타만 사용한 경우에 대한 CPM-GOMS modeling 및 소요시간



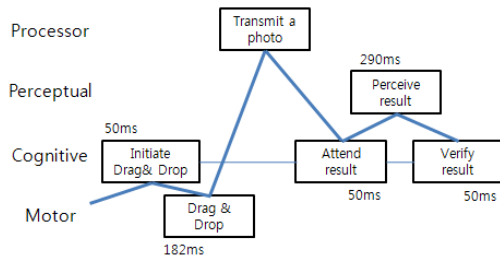
(세션 형성 및 아바타 생성)



(“사진 저장함” 메뉴 선택 : 메뉴 4개)



(“사진” 선택)



(“사진” 전송 및 결과 확인)

단계	소요시간(ms)
장치간 연결	890
메뉴 선택	1324
컨텐츠 선택	1690
전송 및 결과확인	622
합계	4526

[그림 5] 아바타와 Adaptive GUI를 사용하는 경우에 대한 CPM-GOMS modeling 및 소요시간

바타를 이용하되, 추가적으로 메인 메뉴를 통해 사용자에게 제공되는 메뉴의 수를 Zipf Distribution을 이용한 본 연구의 proposed scheme을 이용하여 9개에서 4개로 줄인다. 이 경우 “아바타를 사용한 경우”와 비교하면 사용자가 디스플레이 된 메뉴 중 하나를 선택하는 데 소요되는 시간이 감소하게 된다. [그림 4]은 이 경우에 대한 CPM-GOMS 모델링 결과이다. 이 경우에는 “사진 저장함 메뉴를 선택”하는 데 시간이 줄어들기 때문에 전체 소요시간이 약 4.5초로 감소된다. 이 결과는 단순히 아바타만 이용한 경우에 비해 약 0.4초가 단축된 결과이고, 기존 방식에 비해 약 2.1초가 단축된 결과이다.

“아바타만 사용한 경우”와 “아바타와 Adaptive GUI를 사용한 경우”의 차이점은 Hick-Hyman Law로 설명될 수 있다. Hick-Hyman Law는 다음의 수식으로 설명이 가능하며, 사용자가 선택할 수 있는 아이터의 개수에 대한 사용자의 반응시간을 설명한다.

$$T = \log_2(n + 1) \tag{9}$$

T= 선택 반응 시간

b = 경험상수 ≈ 0.518

n = 화면에 표시되는 선택지의 개수

Hick-Hyman Law에 따르면, n이 4인 경우 선택반응시간은 약 834ms로 계산되며, n이 9인 경우 (일반적인 모바일 장치에서 한 화면에 표시되는 메뉴의 수), 선택반응시간은 약 1200ms로 계산된다. 따라서 사용자가 선택할 수 있는 아이터의 개수를 줄이는 것은 선택에 소요되는 반응시간을 줄이는 효과를 가져오게 된다.

<표 4> 기존의 방식과 개선된 2개의 방식의 소요시간 비교

	기존 방식	아바타	아바타와 Adaptive GUI
소요시간(ms)	6600	4892	4526

기존의 방식과 “아바타만 사용한 경우”, “아바타와 Adaptive GUI를 사용한 경우”의 소요시간을 정리하면 위 <표 4>와 같다.

여기서 간과하지 말아야 할 점은 ‘사용자가 선택할 것으로 예상되는 메뉴를 얼마나 정확하게 제공해 줄 수 있는가’하는 문제이다. 선택할 수 있는 아이템의 개수를 줄더라도 사용자가 선택하고자 하는 메뉴가 제외되는 경우 사용자에게 더욱 큰 불편함을 가져다 주기 때문이다. 본 연구에서는 이 문제를 Zipf Distribution이라는 이미 검증된 방식을 활용하여 해결하였다.

5. Conclusion

최근 장소와 시간에 대한 제한없이 정보를 제공 받으려 하고, 좀 더 편리한 조작방식을 제공 받으려는 수요가 늘어나고 있다. 그러한 흐름에 따라 기존에는 한정된 공간에만 설치되었던 디스플레이 장치가 공공의 영역으로 장소를 옮기고 있으며, 단순히 일방향적 정보 제공 수준에 머물렀던 디스플레이 장치의 기능에 개별 사용자에게 인터랙션을 부여하는 기능이 추가되기 시작하고 있다.

이러한 이슈에 따라 공용 디지털 디스플레이에 있어 사용자 인터랙션을 부여하기 위해 터치 스크린을 활용한 키오스크나 광고판에 인터랙션을 부여한 Digital signage와 같은 장치들이 고안되기 시작하였다. 공용 디지털 디스플레이에 대한 사용이 늘어나면서 사용자 맞춤형 정보와 개별 사용자 인터랙션에 대한 사용자의 요구가 증가하게 되었다. 그러나 사용자 맞춤형 정보와 개별 사용자 인터랙션을 제공하는 것은 공용성과 대치되는 특성이라고 할 수 있다.

공용 디스플레이의 요구사항을 만족하면서 사용자 맞춤형 정보를 제공하기 위해 Hardy[5]의 연구나 스마트 환경에서의 상호작용에 대한 Sánchez[2]의 기존 연구들이 있어왔다.

본 연구는 이러한 연구에서 확장하여 공용 디스

플레이에서 개별 사용자의 특성을 반영하면서 공용성을 만족 할 수 있는 UI 구조를 제안하였다.

본 연구에서는 모바일 장치의 디바이스 아바타를 이용하여 디스플레이 장치와 모바일 장치의 연결과정을 단순화 하였다. 또한 Zipf Distribution을 통해 통계적으로 사용자들에게 빈번하게 사용되는 애플리케이션을 선정하였다. 공용 디스플레이 장치를 사용하는 불특정 다수 사용자의 사용 패턴과 모바일 장치를 사용하는 한 개인의 사용패턴에 Zipf Distribution을 적용하여 최종적으로 4개의 애플리케이션을 UI로 표시함으로써 사용자 응답을 향상시키는 아이디어를 제시하였다.

이상의 아이디어를 검증하기 위해 본 연구에서는 CPM-GOMS 모델을 통해 사용자 응답을 분석하였다. 통상적으로 적용될 수 있는 대표 시나리오를 통해 본 연구에서는 사용자 인터랙션 속도 개선을 확인할 수 있었다.

공용으로 사용되는 대형 디스플레이에 사용자 인터랙션을 부여하는 것은 주요한 이슈가 되고 있다. 본 연구에서는 Zipf Distribution을 통한 통계적 기준을 통해 사용자 응답속도 개선을 위한 아이디어를 제시하였으며 이를 CPM-GOMS 모델로 검증하였다. 기존의 CPM-GOMS 모델을 통한 검증에 대해 좀 더 많은 실측 자료가 새로운 모델을 제시할 가능성도 적지 않다. 아직 활성화 되지 않은 공용 디스플레이에 대한 통계를 얻어 본 아이디어의 실측적 검증과 확장이 추후 연구의 핵심이 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] John, B. E. and D. E. Kieras, “The GOMS family of user interface analysis techniques : comparison and contrast”, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol.3, No.4(1996), pp.320-351.
- [2] Sánchez, I., J. Riekki, and M. Pyykkönen, “Touch and Compose : Physical User Inter-

- face for Application Composition in Smart Environments”, *In Proceedings of the 1st Intl. IEEE Workshop on Near Field Communication*, Hagenberg, Austria, (2009), pp. 61-66.
- [3] Oliver, F., “Mobile Services for Near Field Communication. Diploma thesis”, *University of Munich, Department Institut für Informatik, Media Informatics Group*, 2005.
- [4] Hyman, R., “Stimulus information as a determinant of reaction time”, *Journal of Experimental Psychology*, Vol.45(1953), pp.188-196.
- [5] Hardy, R., E. Rukzio, M. Wagner, and M. Paolucci, “Exploring Expressive NFC-Based Mobile Phone Interaction with Large Dynamic Displays”, *nfc, First International Workshop on Near Field Communication*, (2009), pp.36-41.
- [6] Want, R., “An Introduction to RFID Technology”, *IEEE, Pervasive Computing*, Vol.5 (2006), pp.25-33.
- [7] Gray, W. D. and D. A. Boehm-Davis, “Milliseconds matter : An introduction to micro strategies and to their use in describing and predicting interactive behavior”, *Journal of Experimental Psychology Applied*, Vol.6 (2000), pp.322-335.
- [8] Hick, W. E., “On the rate of gain of information”, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol.4(1952), pp.11-26.
- [9] Weiser, M., “The computer for the 21st century”, *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun*, Rev. 3, Vol.3(1999), pp.3-11.
- [10] Dodson, B. and M. S. Lam, “Micro-interactions with NFC-Enabled Mobile Phones”, *Third International Conference, MobiCASE*, (2011), pp.118-136.
- [11] Huang, S.-C. and R. G. Bias, “A Semiotic Analysis of Interactions Between End Users and Information Systems”, *Reframing Humans in Information Systems Development*, (2011), pp.75-92.
- [12] Tullo, C. and J. Hurford, “Modelling Zipfian distributions in language”, In S. Kirby, editor, *Proceedings of Language Evolution and Computation Workshop/Course at ESSLLI, Vienna*, (2003), pp.62-75.
- [13] Xiang, Z., Q. Zhang, W. Zhu, Z. Zhang, and Y.-Q. Zhang, “Peer-to-Peer Based Multimedia Distribution Service”, *IEEE transactions on multimedia*, Vol.6, No.2(2004).

◆ 저 자 소 개 ◆

**강 승 수 (ss.pat.kang@samsung.com)**

현재 삼성전자 DMC연구소에 선임연구원으로 재직 중이다. 국민대학교 기계자동차 공학부에서 학사학위를 취득하였고, 성균관 대학교 전자전기컴퓨터 공학부에서 석사과정을 수료하였다. 주요 관심분야는 HCI, UI/UX 등이다.

**고 현 (Adrian.ko@lge.com)**

현재 LG전자 미디어연구소에 주임연구원으로 재직 중이다. 성균관 대학교 전자전기컴퓨터 공학부에서 학사, 석사학위를 취득하였으며, 주요 관심분야는 클라우드 컴퓨팅, 디지털 방송, 분산 처리 등이다.

**윤 희 용 (youn@ece.skku.ac.kr)**

서울대학교 전기공학과에서 학사, 석사학위를 취득하였으며, Univ. of Massachusetts at Amherst 컴퓨터공학과에서 박사학위를 취득하였다. Univ. of North Texas의 조교수로 재직하였으며, Univ. of Texas at Arlington에서 부교수로 재직하였다. 현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수로 재직 중이며, 유비쿼터스컴퓨팅 기술연구소 소장을 역임하고 있다. 관심분야는 이동 컴퓨팅, 분산 처리, RFID/USN 등이다.