

논문 2012-07-01

NFC태그에 저장 가능한 마이크로 웹페이지

(A Micro-Webpage Stored in NFC Tag)

최복동, 은성배*
(Bokdong Choi, Seongbae Eun)

Abstract : A Smartphone has an ability accessing Internet by URL stored in NFC(Near Field Communication) Tag for storing the information of items, blogs and web pages. Because the system works through the Internet with URL, however, it needs to pay some costs like communication fee and time. If we can store the web page on the tags, we can save the communication overhead. But they have too small memory to store it. In this paper, we introduce the Micro-Webpage technology which can be stored in NFC tag or QR(Quick Response) code. To make a Micro-Webpage, we remove control tags from the web page to leave a user original content. The removed control tags are stored in our smartphone application as a template. The user content is also compressed to a smaller one by an lossless compression algorithm. When a tag is read, the stored content is decompressed and, it is combined with the template to make the original web page. We have implemented a prototype of Micro-Webpage system on Android platform and confirmed that the prototype has reasonable performance improvements in saving memory and loading web page time.

Keywords : Ubiquitous, Micro-Webpage, Computing Objects, Smartphone

1. 서론

유비쿼터스 세상이란 그림 1에서와 같이 실세계와 사이버세계의 사람, 컴퓨팅 요소, 정보, 컴퓨터가 자유롭게 연결되는 세상이다. 스마트폰은 이러한 유비쿼터스 세상을 이루는 요소들이 서로 연결될 수 있도록 Connector의 역할을 담당하고 있다. 이제 스마트폰은 단순한 모바일 웹 기술에서 벗어나 언제 어디서나 정보에 접근하도록 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 주요한 첨병이 되었다.

현장에 존재하는 NFC나 QR코드 등과 같은 컴퓨팅 요소들은 웹상의 리소스에 접근할 수 있는 링크를 제공한다[1][2]. 컴퓨팅 요소들이 직접 사용자가 원하는 정보를 가지고 있지 않는 것은 필요한

저장 공간의 비용이 크기 때문이다. 컴퓨팅 요소들이 URL만 가지고 있더라도 사용자의 웹페이지 접근성을 늘리기 때문에 많이 사용되고 있다.

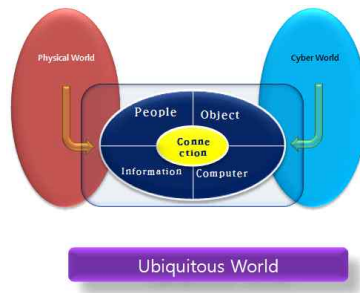


그림 1. 유비쿼터스 세상
Fig. 1. Ubiquitous World

컴퓨팅 요소는 웹상의 리소스에 접근하기 위한 링크만 제공하기 때문에 원하는 데이터를 얻기 위해서는 Wi-Fi나 3G망과 같은 유료 서비스를 사용해야 한다. 링크를 획득한 후에는, 먼저 스마트폰이 3G망을 사용하고 있는지, 무료의 무선망을 사용하지를 판단한다. 획득한 URL만 보고 필요한 정보인

* 교신저자(Corresponding Author)
논문접수 : 2011. 06. 16., 수정일 : 2011. 08. 04.,
채택확정 : 2011. 11. 20.
최복동, 은성배 : 한남대학교 정보통신공학과
※ 본 논문은 2011년도 한남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구하였음.(2011A341)

가를 판단하여 웹페이지에 접근할지를 결정한다. 만약 URL을 획득 후 웹상의 리소스에 자동으로 접근하기라도 하면 불가피한 데이터 통신망 요금이 발생한다[3].

본 논문에서는 현장에 있는 QR코드나 NFC등과 같은 컴퓨팅 요소를 이용할 때 실제 필요한 웹 페이지를 저장하는 방법을 제안한다. 그림 2와 같이 인터넷에 접근하지 않더라도 바로 현장의 정보가 무엇인지를 판단할 수 있도록 한다. 하지만 NFC나 QR코드와 같은 컴퓨팅 요소의 저장 공간이 작기 때문에 최소한의 데이터만 저장하는 웹페이지 형식이 필요하다.



그림 2. NFC 태그에 저장한 마이크로 웹페이지
Fig. 2. Micro Webpage stored in NFC tag

현재 모바일 웹을 위한 웹페이지 기술은 이미지의 크기를 줄이거나 해상도를 낮추는 방법이 일반적이다. 웹페이지의 크기를 줄이는 것 보다 풍부하고 동적인 모바일 웹을 만들기 위한 방법이나 성능 개선을 위한 방법들이 나오고 있다[4][5]. 특히 스마트폰이 풀 웹 브라우저를 지원하기 시작하면서 웹페이지의 성능향상을 위한 방법들이 더욱 중요시되고 있다. 하지만 실질적으로 웹 페이지의 크기를 줄이는 방법은 연구되지 않고 있다.

본 논문에서는 NFC나 QR코드와 같은 저장용량이 매우 작은 컴퓨팅 요소에 필요한 마이크로 웹 페이지를 제안한다. 컴퓨팅 요소들이 인터넷 상의 URL뿐만 아니라 직접 웹페이지를 가지고 있는 방식이다. 컴퓨팅 요소에 최소한의 데이터를 저장하기 위해 웹 페이지의 80%이상을 차지하는 제어문자(태그)를 제거한다. 제거한 제어문자들은 응용프로그램이나 웹 서버에서 템플릿 방식으로 제공한다. 데이터 저장 공간의 활용을 위해 압축 알고리즘을 적용하여 실제 저장되는 데이터의 양을 줄이고 마이크로 웹 페이지를 완성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 스마트폰과 유비쿼터스 환경의 관계와 컴퓨팅요소인 NFC를 소개한다. 3장은 마이크로 웹페이지의 전반적인 구조와 어떻게 동작하는지를 소개한다. 4장은 구현 결과와 성능 분석을 제시한다. 마지막으로 5장은 결론

과 향후 연구 방향을 기술한다.

II. 관련 연구

1. 스마트폰과 유비쿼터스 환경

스마트폰의 확산은 인터넷이 모바일 환경으로의 급속한 전환이 이루어지도록 했다. 스마트폰 이용자의 55.11%가 스마트폰을 이용하면서 무선인터넷 이용시간이 증가했다[6][7]. 특히 2007년 풀 브라우징 서비스의 등장은 모바일 웹 기반 기술의 개발을 촉진시켰다. 풀 브라우징이란, 기존 유선의 웹 페이지를 휴대폰과 같은 모바일 단말에서 그대로 제공하는 서비스를 의미한다[8][9].

스마트폰은 단순히 웹상의 리소스에 접근하는데 그치지 않고 내 주변에 있는 컴퓨팅요소와 결합하여 인터넷에 접속하거나 새로운 서비스를 제공하고 있다. 예를 들어, 카메라를 이용하면 Bar코드, QR 코드 등과 같은 컴퓨팅 요소로 부터 정보를 획득하고 웹상의 정보와 비교해서 AR(Augmented Reality) 등과 같은 서비스를 제공하는 방식이다. 또는 GPS를 통해 위치정보를 획득하거나 NFC에서 URL을 획득한 후 인식된 정보를 웹상의 정보와 결합하는 방식이다.

2. Near Field Communication

NFC기술을 이용하면 휴대폰 결제가 가능하고 실세계에 내재되어 있는 정보 등을 얻을 수 있다. 상품에 대한 정보가 RFID 태그에 들어 있다면 손쉽게 정보를 얻을 수 있는 기술이다. NFC포럼은 RFID 리더와 태그가 결합된 장치를 만들어 휴대폰에 설치하는 모델을 만들었다. 13.56MHz 기반의 RFID 주파수 대역을 기본으로 채택하였다.

2.1 NFC 관련 시장

NFC는 각종 결제 서비스(교통카드, 상품구매) 시장, 900MHz의 RFID의 기능을 대체하는 시장, 보안 시장, 포인트 적립 등의 편리성을 갖춘 시장의 부분을 차지 할 것이다[10]. 또한 NFC기반으로 시각장애인을 위한 책 읽어주는 도서관과 같은 다양한 프로젝트가 추진 중이다[11].

2.2 NFC URI 서비스

NFC 표준은 인터넷에 존재하는 리소스에 접근하기 위한 URI 표준을 제공한다. 간단한 URL은 아래와 같이 정의 할 수 있다.

표 1. 간단한 URI RTD
Table 1. Simple URI RTD

Offset	Content	Explanation
0	0xD1	11010001b SR = 1, TNF = 0x01 (NFC Forum Well Known Type), ME=1, MB=1
1	0x01	Length of the Record Type (1 byte)
2	0x08	Length of the payload (8 bytes)
3	0x55	The URI record type ("U")
4	0x01	URI identifier ("http://www.")
5	0x6e 0x66 0x63 0x2e 0x63 0x6f 0x6d	The string "nfc.com" in UTF-8.

Offset 0번에서 3번까지는 NDEF record header 부분이고 offset 4, 5번은 Payload 부분이다. 0번에서 SR이 1로 세팅된 것은 payload의 length가 1byte 이내임을 나타낸다. TNF가 1이면 NFC 포럼에서 정의하고 있는 잘 알려진 내용이라는 뜻이며, ME와 MB가 1로 세팅된 것은 이 데이터가 처음이자 마지막이라는 표현이다.

Offset 1번과 2번은 각각 Record Type의 길이와 payload의 길이를 나타낸다. offset 3은 이 데이터가 URL 형태임을 나타낸다. offset 4번과 5번은 실제 우리가 나타내고자 하는 URL 주소의 데이터 부분이다.

NFC URI 표준 정의에서 5번의 데이터만 원하는 것으로 바꾸어 NFC Tag에 저장한다. NFC 시스템이 탑재된 스마트폰은 Tag로부터 URL을 획득 후 웹 브라우저에 URL을 입력하지 않고도 인터넷에 접속할 수 있다.

III. 마이크로 웹페이지

본 장에서는 컴퓨팅 요소 중 하나인 NFC 시스템 위에서 동작하는 마이크로 웹페이지를 소개한다. 기존 웹페이지의 오버헤드를 분석하고, 마이크로 웹페이지를 위한 템플릿방식과 압축알고리즘을 소개한다.

1. NFC 시스템을 이용한 마이크로 웹페이지

그림 3은 마이크로 웹페이지의 처리 과정과 구성요소를 보여준다. 마이크로 웹페이지는 NFC 시스템을 탑재하고 있는 스마트폰 위에서 동작한다.

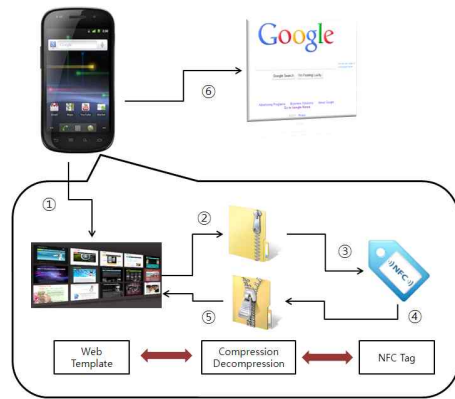


그림 3. 마이크로 웹페이지 처리 과정
Fig. 3. Processing of Micro-Webpage

아래는 각 단계별 설명이다.

- 1) 스마트폰 응용프로그램을 이용하여 템플릿을 설정하고 원하는 내용을 입력한다.
- 2) 입력된 내용과 템플릿의 정보를 압축 알고리즘을 사용하여 압축한다.
- 3) 압축된 데이터를 NFC Tag에 write한다.
- 4) 스마트폰을 이용하여 NFC Tag의 내용을 읽어온다.
- 5) 읽어온 데이터를 압축 해제한다.
- 6) 읽어 들인 템플릿 정보를 바탕으로 웹 페이지를 생성해 보여준다.



그림 4. 개발된 웹 브라우저
Fig. 4. Developed Web Browser

마이크로 웹페이지를 접근하기 위해서는 그림 4와 같은 특정한 앱(Application)이 필요하다. NFC

태그에 저장된 실제 데이터는 아래 표 2와 같은 데이터를 해석하기 위해서는 압축해제 알고리즘이 필요하기 때문이다.

표 2. 데이터 포맷
Table 2. Data Format

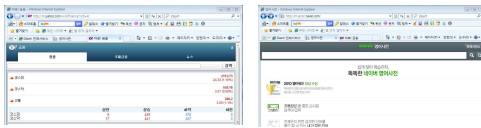
URL	압축된 데이터		
	Type	Length	Data

일반적인 NFC 앱을 사용할 시에는 압축된 데이터에 접근하지 않고 마이크로 웹페이지에서 지정한 URL로 접근하도록 제작하였다.

2. 기존 웹페이지의 오버헤드



(a) www.google.co.kr (b) m.daum.net



(c)m.yahoo.com (d) m.endic.naver.com

그림 5. 포털 사이트
Fig. 5. Portal Site

표 3. 포털 사이트 분석
Table 3. Analysis of Portal Site
(단위 byte)

사이트 내용	Google (일반)	Daum(모바일)	Naver(모바일)	Yahoo(모바일)
전체크기	24,359	16,366	12,940	39,780
내용크기	2,251	2,692	1,845	4,258
제어문자 (태그)	22,240	13,780	11,198	35,620
내용의 비율	9%	16%	14%	10%

그림 5와 같은 대표적인 포털 사이트들은 사용자에게 보이는 실제 내용보다 내용을 보여주기 위한 제어 태그들이 많은 부분을 차지한다. 표 3에서 분석된 내용 중 실내용은 화면에 보이는 내용과 내용에 링크된 URL 이다. 이를 제외한 모든 문자는

제어문자에 포함시켰다. 대표적인 사이트들의 실내용이 20%를 넘지 않았다는 것은 많은 오버헤드가 있다는 것이다. 실생활의 컴퓨팅 요소에 웹 페이지가 존재하기 위해서는 이러한 오버헤드를 줄이는 방안이 필요하다.

3. 템플릿 방식의 홈페이지

자신만의 홈페이지를 만들기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 전체적인 홈페이지의 구성과 디자인이 가장 어렵고 중요한 부분이다. 하지만 요즘은 대부분의 포털 사이트들이 그림 6과 같이 템플릿 기반의 서비스를 제공한다. 전체적인 구성이 이미 만들어져 있고 사용자는 실제적인 내용만을 입력하는 방식이다.



그림 6. 템플릿 방식의 블로그[12]
Fig. 6. Blogs of Templet Method

위와 같은 방식은 사용자가 홈페이지를 구성하는 시간을 줄여줌과 동시에 전문가의 도움을 쉽게 받을 수 있도록 하는 서비스이다.

본 논문에서도 마이크로 웹페이지를 만들기 위해 템플릿을 사용한다. NFC태그나 QR코드에 웹 페이지 구성을 제외한 실제 내용만 저장한다. 웹 페이지를 구성하는 복잡하고 다양한 태그들은 단지 템플릿의 이름으로 대체한다. 그러면 스마트폰 응용에서 QR코드나 NFC 태그로부터 읽어 들인 내용을 템플릿에 적용시켜 완성된 웹 페이지를 출력하는 방식이다.

4. 압축 알고리즘

자바에서는 압축을 위한 ZIP API를 제공한다. Java.util.zip에 정의되어 있는 클래스를 이용하면 쉽게 압축알고리즘을 사용할 수 있다. 본 논문의 시스템도 Android 플랫폼 위에서 ZIP API를 이용하여 제작하였다. 템플릿 정보와 실제 내용만을 Tag에 저장하더라도 조금 더 용량을 줄이기 위해 압축 알고리즘을 사용한 것이다. Java zip 알고리즘은 Info-ZIP[13]의 오픈 소스를 바탕으로 만들어진 API이다.

5. 마이크로 웹페이지 기반 사용사례 모델

다음은 마이크로 웹페이지를 이용한 사례들 이다.

시나리오1

정선은 (주)옥타컴 연구원들과 회의를 하고 저녁을 먹기 위해 학교 앞 식당에 갔다. 식사를 주문하고 기다리는 동안 연구원들은 자신들의 명함을 건넨다. 정선은 받은 명함이 너무 심플하며 또한 이를 관리하는 것이 힘들다고 이야기 한다. 연구원들은 스마트폰을 사용하는 정선에게 전자명함을 보내주겠다고 한다. 정선은 스마트폰을 연구원의 스마트폰과 터치함으로 연구원들 연락처를 받는다. 정선은 스마트폰으로 받은 명함의 화려함에 놀라고 손쉽게 저장된 명함에 편리함을 느낀다.

시나리오 1은 다음의 단계들로 요약된다. 1) NFC 명함 터치, 2) 마이크로 웹페이지 전송, 3) 마이크로 웹페이지 압축해제, 4) 템플릿 검색, 5) 템플릿에 압축 해제된 내용 추가, 6) 마이크로 웹페이지 표시.

시나리오2

정선은 평소 블로그에 관심이 많아 자신만의 노하우를 정성껏 웹 사이트에 작성한다. 하지만 알아주는 사람이 없어 블로그를 방문하는 숫자가 거의 없는 실정이다. 정선은 마이크로 웹페이지를 만들어 홍보하기로 결심한다. 마이크로 웹페이지 생성 홈페이지에 들어간다. 정선은 10가지 템플릿 중에 자신이 가장 좋아 하는 템플릿을 선택하고 자신의 블로그 주소와 소개 글을 작성해서 스마트폰에 마이크로 웹페이지를 저장한다. 이제는 NFC가 탑재된 스마트폰을 가지고 있는 친구들마다 가벼운 터치로 자신의 블로그 정보를 소개한다.

시나리오 2는 마이크로 웹페이지의 전체적인 내용을 담고 있다. 1) 마이크로 웹페이지를 서비스하는 업체는 자사의 홈페이지에 명함, 웹페이지, 광고 등의 카테고리에 각각 10가지의 템플릿을 가지고 있다. 2) 정선은 웹페이지 카테고리에서 자신이 원하는 템플릿을 선택한다. 3) 정선은 선택한 템플릿에 블로그의 정보와 소개글을 작성한다. 4) 정선은 마이크로 웹페이지 생성을 클릭하고 스마트폰으로 다운 받는다.

IV. 구현 결과 및 성능 분석

본 논문은 2장의 그림 3에서 제시한 마이크로 웹페이지를 프로토타입의 형태로 구현하였다. 본 논문의 시스템은 NFC System, Compression Method, Web page, Template 등을 사용하여 구현하였다. 표 4는 시스템의 하드웨어와 소프트웨어의 규격을 보여주고 있다.

표 4. 실험에 사용된 HW와 SW 규격
Table 4. HW and SW Specification of Experimental Test Bed

Component	Specification	
	Name	Description
NFC System	Product	Nexus S (Smart-phone)
	Platform	Android 2.3
NFC Tag	Type	MIFARE Tag
	Memory	1024 bytes
Compression	Type	ZIP
	API	java.util.zip
Developer	SW	Eclipses Helios Service Release 2
	Tool	DDMS(Dalvik Debug Monitoring Service)
Access Poing	Model	ipTIME N604M
	PHY	IEEE 802.11n (300Mbps)

그림 7은 실제 작성한 웹 페이지를 보여주며 전체 용량은 2,487바이트이다. 이 중에서 태그문자를 제외한 내용은 868 바이트이다. URL을 통해서 접근 하는 웹 페이지의 용량이 2,487byte이고, NFC Tag에 저장된 용량이 868byte인 것이다. 특히 압축 알고리즘을 사용하면 NFC Tag에는 473byte만 저장이 된다.



그림 7. 마이크로 웹페이지
Fig. 7. Micro-Webpage

표 5에서는 NFC Tag에서 URL만 획득하여 웹 페이지에 접속하는 속도와 본 논문의 마이크로 웹 페이지를 획득하는 시간을 나타낸다. 표 5에서 보는 바와 같이 URL만 획득하여 웹 페이지에 접근하는 것은 압축해제 시간이 필요하지 않다. 하지만 무선 망이나 3G망을 이용하여 접근하는 시간이 많이 걸린다. NFC Tag로부터 URL만 획득하는 방식은 웹 페이지에 접근할 것인가의 결정시간을 제외하더라도 621(ms) 정도가 늦다.

표 5. 전체 처리속도
Table 5. Total Processing Time
(단위 ms)

내용	방식	URL	마이크로 웹페이지
NFC 태그 읽는 속도		786	852
압축해제 시간		0	86
브라우저 속도		1,022	249
총합		1,808	1,187

표 6은 3개의 웹페이지를 URL 방식과 마이크로 웹페이지 방식으로 나누어 10번의 실험 데이터를 평균한 내용이다. 특히 웹페이지의 전체 크기가 커질수록 웹페이지 로딩속도가 더욱 더 차이가 남을 볼 수 있다.

표 6. 웹페이지 로딩속도
Table 6. Downloading Time of Webpage
(단위 ms)

방식	URL	마이크로 웹페이지
2,073byte	732	231
2,487byte	1,022	249
3,195byte	1,091	303

표 7. 압축해제 시간
Table 7. Decompression Time
(단위 ms)

횟수 크기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
472 byte	20	63	56	77	77	89	56	21	72	72	60
497 byte	39	42	42	88	66	90	45	82	57	67	62
868 byte	95	91	96	91	89	70	73	76	89	91	86

표 7은 압축된 데이터를 압축해제 시간만 테스트 한 것이다. 표 6에서 나타난 3개의 웹 페이지 중에서 태그정보를 제외한 실제 내용만을 압축 해제한 시간이다. 압축해제 시간은 평균적으로 100(ms)을 넘지 않는 시간으로 사람이 인지할 정도의 시간은 아니다.

표 8. 웹페이지 압축률
Table 8. Compression Rate of Webpage
(단위 : byte)

크기 내용	472	868	2073	2487
압축후	230	473	970	954
압축률	48.7%	54.5%	46.8%	38.4%

표 8은 다양한 크기의 웹페이지를 압축 알고리즘을 사용하여 테스트 하였다. 나타난 결과처럼 압축 알고리즘을 사용하면 평균적으로 50% 정도의 압축률을 얻을 수 있어 메모리 사용률을 높일 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서 제안한 마이크로 웹페이지는 유비쿼터스 환경에서 컴퓨팅 요소들에 들어가는 웹 페이지이다. 컴퓨팅 요소에 들어가는 내용을 줄이기 위해 웹 페이지의 제어 태그는 템플릿으로 응용 프로그램이 제공하고, 실제 내용과 템플릿의 정보만 압축해서 태그에 저장하는 방식이다. 이러한 방법은 마이크로 웹페이지가 컴퓨팅 요소에 저장할 수 있는 초소형의 웹페이지를 임을 보였다. 또한 본 논문이 제안한 시스템은 NFC 태그에 URL만 저장될 경우보다 웹 페이지에 접근하는 시간이 624(ms)정도 빠름을 보였다.

특히 기존의 방식은 URL을 획득 후 웹 페이지에 접근할 것인지를 판단하는 결정시간이 수초가 필요했지만 본 논문의 시스템은 결정시간이 필요하지 않다. NFC Tag 자체에 웹페이지를 가지고 있기 때문에 원하는 정보에 바로 접근이 가능하다. 사용자에게 필요한 기본적인 정보를 마이크로 웹페이지를 통해 제공하고 좀 더 많은 정보가 필요할 때는 인터넷에 접속 하도록 하는 시스템이다.

앞으로 본 논문은 NFC에만 적용했던 시스템을 확장하고자 한다. QR코드, Zigbee, Mobile RFID 등을 비롯한 모든 컴퓨팅 요소에 존재하며 사용자

에게 정보를 제공해주는 시스템을 연구하고자 한다. 또한 응용프로그램뿐만 아니라 웹 서버에 템플릿을 가지고 있어 제공하는 시스템으로 확장 가능하다.

참고문헌

- [1] DENSO KOREA, "QRCode의 모든 것," <http://www.qrcode.com/ko/index.html>, 2010.
- [2] NFC FORUM, "URI Record Type Definition," NFCForum-TS-RTD_URL_1.0, 2006.7
- [3] Consumer Action, <http://www.consumer-action.org>
- [4] IBM Corporation, "Design for Performance," <http://www.ibm.com/developerworks/views/webSphere/libraryview.jsp>, 2000.
- [5] W3C, "Mobile Web Application Best Practices," <http://www.w3.org/TR/mwabp/>, 2010.12.14
- [6] KISA, "2010 Survey on the Wireless Internet Usage," <http://isis.kisa.or.kr>, 2010. 11
- [7] NIA, "스마트폰 활성화를 위한 3대 핵심이슈 및 정책방향," <http://www.nia.or.kr>, 2010.4
- [8] 이승윤, 정해원, "모바일 웹 2.0 표준화 동향 및 전망," 한국정보처리학회지, Vol. 15, No. 4, pp.13-22, 2008.
- [9] 전종홍, 이승윤, "모바일 웹 2.0과 모바일OK표준화 동향," 전자통신동향분석, Vol. 22, No. 6, pp.84-95, 2007.
- [10] WISEWIRES, "NFC 시장 및 기술 동향," <http://www.wisewires.com>, 2011.01.
- [11] kt경제경영연구소, "새롭게 주목받는 NFC의 개요, 관련 사업자 동향 및 시사점," <http://www.digieco.co.kr>, 2011
- [12] DAUM, <http://blog.daum.net>
- [13] Info-ZIP, <http://www.info-zip.org>, 2008

저 자 소 개

최복동



2007년 한남대 정보통신공학과 학사. 2009년 한남대학교 정보통신공학과 석사. 현재, 한남대 정보통신공학과 박사과정.

관심분야: USN, 센서노드운영체제
Email: qtisrael@daum.net

은성배



1985년 서울대 전산학과 학사. 1995년 KAIST 전산학과 석박사. 현재, 한남대학교 정보통신공학과 교수

관심분야: 실시간시스템, 유비쿼터스, 센서네트워크
Email: sbeun@hnu.kr