

主題

## 3세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 제공 방안

LG/IMT-2000사업추진단 서은주, 이상민, 안병욱

차 례

- I. 서 론
- II. 2세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 현황
- III. 3세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 요구사항
- IV. 무선 인터넷 관련 표준화 현황
- V. 3세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 구현방안
- VI. 결 론

### 요 약

현재의 무선 인터넷 서비스는 낮은 전송 속도 및 QoS 때문에 문자 기반의 서비스를 제공하고 있다. 또한 다양한 무선 인터넷 규격간의 호환성 결여로, 양질의 콘텐츠와 이동 단말의 수급에 어려움을 겪고 있다. 그러나 3세대 이동통신망은 현재의 2세대 망과는 달리 높은 전송 속도와 향상된 이동 단말 기능이 제공되기 때문에, 유선 인터넷과 동일한 수준의 다양한 멀티미디어 서비스가 제공 될 것이며, 이를 위하여 3GPP(3GPP2), WAP, W3C, IETF, 등 표준화 단체에서 무선 인터넷에 적합한 기술 표준 제정 작업 중에 있다.

본 고에서는 3세대 이동 통신망에서 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위한 요구 사항을 정리하고, 관련 표준의 현황과 3세대 이동 통신망에의 적용 방안에 대하여 기술하였다.

### I. 서 론

최근 몇 년 동안 이동 통신과 인터넷 사용자는 비약적으로 증가하고 있으며, 이 두 가지는 서로 결합하여 강력한 상승 작용을 일으키고 있는데 그것이 바로 무선 인터넷(wireless internet)이다.

현재의 무선 인터넷은 2세대 이동통신망의 낮은 전송 속도, 높은 지연 그리고 낮은 이동 단말기 환경으로 인하여 문자 위주의 제한된 서비스를 제공하고 있다. 그럼에도 불구하고 NTT DoCoMo의 I-mode로 대표되는 무선 인터넷 서비스는 세계적으로 급신장을 하고 있다.

2002년부터 서비스 예정인 3세대 이동통신망은 높은 전송속도와 고 성능의 정보단말을 제공하게 된다. 이로 인하여 칼라 이미지, 고품질 음악, 비디오와 같은 다양한 멀티미디어 서비스가 가능

해지며 향상된 무선 패킷 서비스에 의하여, 유선과 동일한 수준의 멀티미디어 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있게 될 것이다.

2장에서는 무선 인터넷의 발전 과정, 복수 방식 간의 비교와 현재 무선 인터넷의 문제점을 짚어본다. 3장에서는 3세대 이동통신망에서 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위한 기본적인 요구사항들을 알아 보고, 4장에서는 무선 인터넷 관련 기술 표준 현황에 대해 살펴볼 것이다. 5장에서는 구체적인 무선 인터넷 구현 방안을, 그리고 마지막으로 결론을 제시한다.

## II. 2세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 현황

무선 인터넷이란 이동통신 단말기로 인터넷에 무선으로 접속하여 e-mail 검색, 게임, 전자 상거래, 웹 브라우징 등을 할 수 있는 서비스 혹은 환경을 의미한다.

본 장에서는 무선 인터넷의 발전 과정, 방식간 비교, 문제점에 대해 간략하게 기술한다.

### 1. 무선 인터넷의 발전 과정

#### 1) HDML(Pre-WAP)서비스

무선의 제약된 환경에서 인터넷 서비스를 제공하기 위한 방안이 1997년 중반과 1998년 초에 W3C에 2개의 규격으로 제안되었는데, 하나는 Phone.Com에서 제안한 HDML (Handheld Device Markup Language)이었고, 다른 하나는 일본 NTT DoCoMo를 중심으로 한 compact HTML이었다.

Phone.Com(구, Unwired Planet)은 1995년 Nokia, Ericsson, Motorola와의 전략적 제휴를 통하여 최초의 무선 인터넷 접속 규격

인 HDML을 완성하였다. HDML은 메모리, 스크린 크기, 입력 방법이 데스크탑보다 매우 열악한 이동 휴대 단말기만으로 인터넷을 접속할 수 있도록 고안된 무선 인터넷용 특수 규격으로, 1996년 AT&T Wireless가 PocketNet, Bell Atlantic Mobile가 Cellscape, 1997년 GTE Wireless가 Super Phone라는 이름으로 HDML 서비스를 시작하여, HDML은 세계 최초로 상용화된 무선 인터넷 기술이 되었다.

#### 2) I-mode 서비스

NTT DoCoMo의 무선 인터넷 서비스인 I-mode 의 근간 기술은 compact HTML이며, HDML과 마찬가지로 제한된 메모리, 화면 크기 그리고 낮은 네트워크 전송 속도 (9.6Kbps)를 극복할 수 있도록 고안되어졌다.

Compact HTML은 HTML의 최소 태그만을 사용함으로써, 유선 인터넷과의 완벽한 호환성을 제시한 것이 큰 특징이다. 따라서 누구나 인터넷에 자신만의 콘텐츠를 쉽게 작성할 수 있었으며, 이 점이 NTT DoCoMo가 1999년 2월 I-mode 서비스를 상용화하자, 가입자를 폭발적으로 늘게 한 요인이 되었다.

일본에서의 큰 성공과는 달리, 국제 산업 표준으로 자리잡은 WAP에 밀려서 compact HTML은 일본 내에서도 NTT DoCoMo에서만 사용하고 있다.

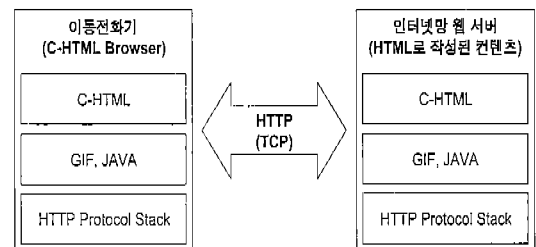


그림 1. I-Mode 서비스 모델

### 3) WAP 서비스

Phone.Com, Nokia, Ericsson, Motrola는 무선 인터넷 국제 산업 표준을 제정하기 위해 1997년 6월에 WAP 포럼을 결성하여, 1998년 4월 WAP 1.0을 발표하였고, 1999년 말에 최초의 WAP 상용 제품들이 출시되었다.

WAP은 SMS, CDMA, CDPD, PDC-P, IS.135 등의 베어러에 독립적으로 이동 전화기, PDA 등과 같은 소형 이동 기기에서 무선 인터넷 서비스를 이용할 수 있도록 하기 위한 무선 프로토콜 및 응용 환경을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

WAP 모델은 그림 2와 같이 WAP 게이트웨이(gateway)가 유선 구간과 무선 구간 사이에서 프로토콜 변환 기능을 수행한다. 즉, 이동 단말기가 인터넷 서비스를 요구하면, 이동 단말기의 요구는 WAP 게이트웨이에게 전달되고 WAP 게이트웨이는 이동 단말기로부터 요청받은 서비스를 인터넷상의 웹 서버에게 요구한다. 이어서 WAP 게이트웨이가 인터넷 웹 서버로부터 응답을 받으면, 이를 WAP 프로토콜로 변환하여 이동 단말기에게 전송한다.

### 4) Mobile Explorer 서비스

1999년 MircoSoft는 데이터와 음성 통신이 결합된 단말인 Stinger를 발표 하였다. 이는 PDA, 전화기, PDA가 하나로 통합된 형태로, 주요 기능은 Pocket 메시징(Pocket Outlook), 음성 전화(Phone Dialer, Call Logging, 전

화부), 개인 정보 관리(Pocket Outlook, Active Sync), 사무지원(Pocket Word, Excel Viewer, Pocket Money, FAX), 위치 기반 정보 검색(Mobile Explorer)이다.

Stinger에서 사용하는 Mobile Explorer는 이동 전화기와 PDA에 효율적으로 탑재될 수 있는 인터넷 표준을 지원하는 웹 브라우저이다. Mobile Explorer의 특징은 어떤 운영체제에도 이식 가능하며, 이동 전화기에 탑재 될 수 있을 정도로 사이즈가 작고, HTML 3.2를 지원함으로써 유선 인터넷과 호환이 된다는 점이다.

Mobile Explorer는 I-mode 서비스처럼 기존의 HTML 컨텐츠들을 그대로 이용할 수 있다는 점에서 매우 긍정적이다. 그러나 2세대 이동통신망의 느린 전송 속도에서 HTTP/TCP를 사용하므로 WAP보다 속도가 현저히 느리다.

## 2. 무선 인터넷 방식간 비교

현재의 무선 인터넷은 크게 2 계열로 나누어 지는데, 하나는 무선 환경에 적합하도록 설계된 국제 산업 표준인 WAP 계열이고, 다른 하나는 유선 인터넷 환경의 부분집합으로 이루어진 HTML 계열이다. 이 둘간의 차이점은 표 1과 같다.

## 3. 현재의 문제점들

2세대 이동통신망에서의 무선 인터넷이 직면하고 있는 가장 큰 문제점은 국가 및 세계적인 단일

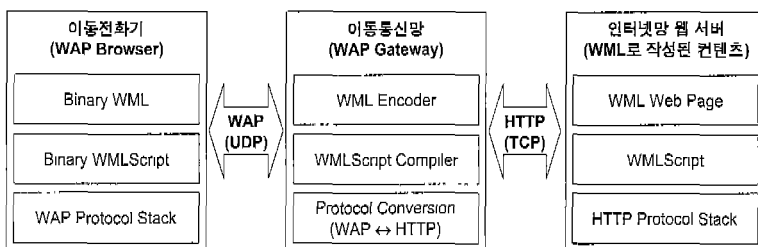


그림 2. WAP 모델

표준이 없다는 점이다.

앞에서 언급한 바와 같이 여러 방식이 혼재되어 있는데다가, 각 방식간에 호환이 되지 않기 때문에, 이동 전화기 제조업자와 콘텐츠 제공 업체들은 각각의 방식을 지원하는 이동 전화기와 콘텐츠를 제공해야 하는 어려움에 처해 있다.

국내의 경우를 보더라도, WAP 진영과 MircoSoft 진영으로 확연히 구분되어 있어서, 이동 전화기 제조업체들은 WAP 브라우저와 Mobile Explorer, 2개의 무선 인터넷 브라우저 모두에 대해 라이선싱(licensing)하고 이식해야 한다. 또한 콘텐츠 제공 업체도 WML과 HTML의 2가지 버전을 제작/관리해야 한다.

사용자 관점에서의 문제점은 2세대 이동통신망

의 전송속도가 14.4 Kbps로 한정되어 있기 때문에, 전달 시간이 매우 느리며, 텍스트 위주의 콘텐츠만 제공받을 수 있다는 점이다. 그러나 무선 인터넷 사용자들 대부분은 유선 인터넷 서비스를 사용해 본 경험이 있기 때문에 사용하기 쉬운 단말기 인터페이스, 멀티미디어 콘텐츠 그리고 좀 더 빠른 전송 속도를 원한다.

### Ⅲ. 3세대 이동통신에서의 무선 인터넷 요구사항

본 장에서는 무선 인터넷 서비스를 3세대 이동통신망에서 제공하기 위한 요구사항들에 대해 설

표 1. 현재의 무선 인터넷 방식간의 비교

	WAP 계열	HTML 계열
특 징	- 국제 산업 표준 - WAP(WAP)규격을 따르며, 망, 베어러 그리고 이동 단말기에 독립적임.	- 비 표준 - TCP/IP가 제공되는 망에서 특정 브라우저가 탑재된 이동 단말기로만 서비스 사용 가능
분 류	preWAP(HDML), WAP	I-Mode compact HTML, MS Mobile Explorer
장 점	- 이동 단말기에 적합한 표현 방식 사용 - 무선망에 적합하게 고안된 프로토콜 사용 - 무선망에 적합하게 고안된 보안 기법 사용	- HTML과 완벽 호환 - 인터넷 프로토콜을 그대로 사용 - 인터넷 보안 기법 그대로 사용: end-to-end security 보장
단 점	- 별도의 콘텐츠 제작 - 인터넷과 이동통신망 사이에 프로토콜 변환 필요 - End-to-end security 보장 안됨	- I-mode, m-HTML, s-HTML 등 변종이 많고 서로 호환이 안됨. - 전송해야 할 데이터 량이 많음 - 무거운 프로토콜로 인한 긴 지연 시간
주도업체	Phone.Com, Nokia, Ericsson, Motorola	NTT DoCoMo, MircoSoft, 삼성전자
국내업체	LG 텔레콤, SK 텔레콤, 신세기 이동통신	KT 프리텔, 한솔M.Com
기술사항	표현: WML 프로토콜: WAP/UDP 보안: WTLS, PKI, WIM	표현: HTML 부분집합 프로토콜: HTTP/TCP 보안: TLS/SSL, PKI, smart card

명하기로 한다.

### 1. 3세대 이동 통신 서비스의 특성

멀티미디어 서비스 : 3세대 이동통신 서비스의 가장 큰 특징은 멀티미디어 서비스이다. 멀티미디어 서비스란 하나의 호(call)에 2개 이상의 미디어가 동시에 제공되는 서비스이며, 미디어 종류로는 음성, 오디오, 비디오, 데이터, 이미지 등을 들 수 있다. 멀티미디어 서비스의 가장 큰 특징은 한 서비스에서 다중점(multi-point), 다중연결(multi-connection) 통신이 이루어지며, 이들에 대한 추가/삭제/변경이 자유자재로 가능해야 한다는 점이다.

인터넷 서비스 : 3세대 이동통신 서비스의 또 다른 큰 특징으로는 인터넷 접속 서비스이다. 이의 대표적인 응용(application)으로는 e-mail, 웹 브라우징, 파일 전송인데, 이들은 현재보다 더욱 더 멀티미디어화 될 것이며, 이와 더불어 영상통화/회의, 가상현실 브라우징 등과 같은 새로운 응용들이 출현하게 될 것이다.

인트라넷 서비스 : 대부분의 회사들이 원활한 사내 정보 흐름과 공유를 위해 인트라넷을 채용하고 있는데, 인트라넷은 접속할 수 있는 사용자 그룹이 제한되어 있다는 점이 다를 뿐, 인터넷과 동일한 서비스가 제공된다. 그러나 3세대 이동통신 시장의 큰 비율을 차지하게 될 비즈니스 사용자들을 사무실 환경을 그대로 무선으로 옮겨 놓은 듯한 이동 사무실 환경을 요구할 것이므로, 이들을 위한 프리미엄 서비스를 제공할 수 있어야 할 것이다.

서버와 플랫폼 : 인터넷과 인트라넷 서비스의 특성 상, 사용자는 유선과 무선을 이동하면서 이용할 것이므로, 응용 서비스들을 제공하게 될 서버와 서비스 플랫폼은 어떠한 망으로도 전송될 수 있도록 설계되어야 한다.

### 2. 멀티미디어 전송 기법

영상 전화 서비스와 같은 서킷 교환형의 멀티미디어 서비스(예, H.324)는 하나의 베어러에 모든 미디어를 다중화(multiplexing)하여 전송한다. 그러나 대부분의 유선 인터넷 멀티미디어 서비스(예, H.323, SIP, MS NetMeeting, 멀티미디어 웹 브라우징)는 패킷 교환형이며, 이 경우에는 B-ISDN에서와 같이 다른 특성을 갖는 미디어들은 다른 베어러에 실어 보낼 수 있다(예: 영상회의 시, 데이터, 음성, 영상이 각각의 베어러를 사용).

따라서 3세대 이동통신망에서는 무선 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 하나의 멀티미디어 서비스 내에서 각기 다른 특성을 갖는 미디어들을 적절한 QoS와 베어러에 실어 보낼 수 있는 방안을 제시할 수 있어야 한다.

### 3. 베어러와 서비스의 분리

대부분의 서비스는 호를 설정할 때 QoS 협상이 이루어진다. 따라서 서비스 제공에 필요한 요구사항과 capability가 송신자와 수신자간에 일치하지 않으면, 호가 설정되지 않거나 최소 QoS로 호가 설정된다.

그러나 베어러와 서비스가 분리되면, 서비스 중 QoS 재협상, 통화 중 새로운 호의 추가/삭제(multicall), 다중 통화 중 새 멤버의 추가 혹은 특정 멤버의 삭제, 통화중 음성 통화 모드와 영상 통화 모드간 전이 등의 유연한 서비스와 베어러간 협상이 가능해 진다.

### 4. 단말 소프트웨어 다운로드

유선 인터넷 환경에서 새로운 서비스를 이용하기 위해서는 소프트웨어를 다운로드받아 인스톨하기만 하면 된다. 이러한 기능은 서비스 제공자가

신규 서비스를 신속하고 간편하게 보급할 수 있게 한다.

따라서 3세대 이동통신망에서는 인터넷에서의 소프트웨어 다운로드 기능을 참조하여, 단말 소프트웨어를 다운로드받을 수 있는 네트워크 모델을 제시할 수 있어야 한다.

## 5. 인터넷 접속 기술

3세대 이동통신의 가장 대표적인 데이터 서비스는 인터넷 접속이 될 것으로 예상되므로, 인터넷 접속 서비스를 무선망에 최적화시키는 작업은 반드시 필요하다. 그러기 위해서는 다음과 같은 사항들을 고려하여야 한다.

- 무선환경에서의 패킷 재전송을 최소화할 수 있도록 최적화된 IP 전송 기법
- 무선환경을 위해 최적화된 암호 프로토콜/알고리즘
- 이동통신망과 인터넷 양쪽 모두에서 적용 가능한 QoS 메카니즘
- 이동 단말기에서 인터넷 접속 및 인터넷 응용 어플리케이션을 이용할 수 있도록 하기 위한 unique IP 주소 할당(IPv6)

## 6. 멀티미디어 서비스 핸드오버(Handover)

일반적으로 핸드오버는 다음의 2단계를 거치게 된다. 1단계는 이동하게 될 셀의 무선 자원과 유선망 자원을 예약하는 HRR(Handover Resource Reservation)이고, 2단계는 old path에서 new path로 통신 path를 바꾸는 HPS(Handover Path Switching)이다.

음성 위주의 2세대 이동통신망과는 달리 3세대 이동통신망은 각기 다른 전송속도, 예러 허용치, 허용가능한 지연 시간을 요구하는 다양한 미디어

요소들로 이루어진 멀티미디어 서비스를 제공하기 때문에 1단계인 HRR이 매우 복잡해 진다.

예를 들면, 비디오, 오디오, 데이터로 이루어진 멀티미디어 호의 핸드오버를 위하여 새로운 셀의 자원을 예약할 때, 자원이 부족하면 호가 끊기는 것보다는 비디오를 제외한 오디오와 데이터로만 멀티미디어 호로 QoS를 강등시킬 수도 있다. 만약 일정 QoS를 유지하고 싶다면, 호가 설정될 때, 핸드오버 후보 셀들의 자원이 여유가 있는지를 미리 점검해 본 후에 호 수락 여부를 결정할 수도 있다.

따라서 3세대 이동통신망은 멀티미디어 데이터 호(call)에 대한 적절한 핸드오버 기법을 제시해야 한다. 또한 핸드오버 시, 이동통신 기간 망에서의 패킷 전송 기법도 고려되어야 한다.

## IV. 무선 인터넷 관련 표준화 현황

### 1. 3GPP

3세대 이동통신망은 2세대와 비교하면 고속주행 144Kbps, 보행 384Kbps, 빌딩내 2Mbps의 고속 데이터 전송과 멀티미디어 무선 인터넷이 가능한 이동통신망이며, 글로벌 로밍과 유무선 통합 서비스가 기본 기능으로 제공되는 이동통신망이다.

IMT-2000 관련 표준 단체는 비동기식인 3GPP와 동기식인 3GPP2가 있으며, 3GPP는 GSM을 기반으로한 유럽식 IMT-2000 시스템의 표준을 제정하기 위한 표준 단체이고, 3GPP2는 CDMA를 기반으로 한 IMT-2000 시스템의 표준을 제정하기 위한 표준 단체이다.

본 고에서는 3세대 이동통신망을 3GPP를 중심으로 설명하고자 한다.

3GPP의 표준화 현황을 살펴보면, Release

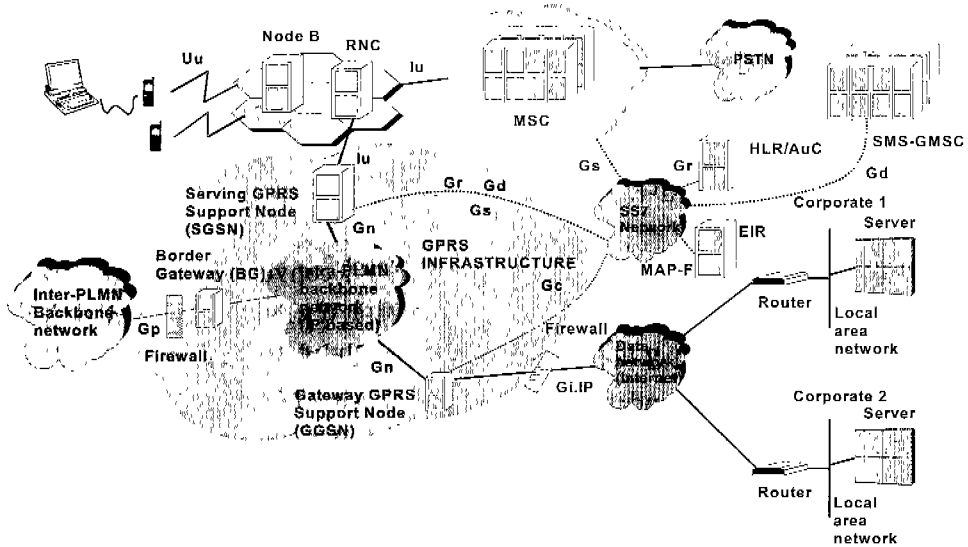


그림 3. 3GPP 망 구조

99가 2000년 6월 완성됐고, 지금은 Release00을 제정 중이다. 이 둘간의 차이는 다음과 같다. Release 99는 GSM이 발전된 형태인 circuit 망을 기반으로 하여 packet 망(GPRS)이 추가된 망(이하, 3GPP망) 중심이라면, Release 00은 망, 단말, 서비스, 등 모든 것이 IP기반으로 제공되는 All IP(이하 3GPP All IP망)가 중심이라는 것이 큰 특징이다.

표준화 진행 상황과 개발 진척을 고려해 보면, 2004년을 기점으로 하여, 2004년 이전에는 3GPP 망이, 2004년 이후에는 3GPP All IP망이 도입되리라 예상된다.

먼저 3GPP망에 대해 살펴보면, 망 구조는 그림 3과 같다. 음성 위주의 circuit망에 데이터 서비스를 위한 GPRS망이 새로이 추가되어 있는 것이 보인다(SGSN, GGSN).

따라서 3GPP 망에서의 무선 인터넷 서비스는 3GPP GPRS망을 통해서 제공될 것이며, 유선 인터넷과 동일한 어플리케이션들을 무선 환경에서 효율적으로 제공할 수 있는 구조를 갖고 있다. 또한 GPRS는 PTP (Point-To-Point)와 PTM

(Point-To-Multipoint)의 2개 타입의 베어러 서비스(bearer service)를 제공하며, PTP 베어러로 제공될 수 있는 텔리서비스(teleservice)는 웹 브라우징과 같은 검색 서비스, 메시징 서비스, 대화형 서비스, 전자 상거래를 위한 트랜잭션 서비스이며, PTM 베어러로 제공될 수 있는 텔리서비스는 뉴스 배포와 같은 distribution 서비스, 택시 배차와 같은 dispatching 서비스, 회의형 서비스, 방송형 서비스이다.

음성 위주의 통신망에서나 가능했던 음성통화/회나 SMS/CBS 류의 서비스들이 RTP/RTCP, H.323/SIP, Megaco/H.248 등과 같은 인터넷 기술들이 발전함에 따라 패킷망에서도 서비스가 가능하게 되었다. 아직까지는 상용 서비스를 제공할 정도의 품질은 아니지만, 현재의 기술 발전 속도대로라면, 향후 몇 년후에는 음성통화는 VoIP로, SMS/CBS는 IM(Instant Messaging)으로 대체될 것으로 예측된다. 또한 3세대 이동통신에서는 음성보다는 데이터 사용량이 더 많을 것으로 예측되고 있다.

이러한 이유로 인해 3GPP는 기존 음성위

주의 circuit망에서 제공되던 실시간형 서비스와 인터넷에서 제공되는 비실시간형 서비스를 동시에 제공할 수 있는 패킷 망에 대한 표준을 제시할 예정이다. 이 망은 단말을 비롯한 모든 망 요소들이 IP 기반이기 때문에, All IP라 불린다.

## 2. WAP 포럼

지난 1999년 12월 WAP 규격 1.2 버전이 승인되었으며, 현재는 멀티미디어와 end-to-end security 기능을 갖는 후속 버전인 1.3과 차세대 WAP인 WAP 2.0을 준비하고 있다.

WAP 1.3은 텍스트 위주의 콘텐츠를 칼라 텍스트, 칼라 이미지/사진, 음악을 지원하는 멀티미디어 콘텐츠로 진화시키고, 전자상거래 서비스를 지원하기 위한 보안 메커니즘을 강화하고자 시작되었다.

그러나 UDP기반에 패킷 사이즈가 1KByte인 현재의 WAP 프로토콜로는 수 MByte의 멀티미디어 데이터를 전송하기 매우 어렵기 때문에 프로토콜 스택 전체에 수정을 가하거나 멀티미디어만을 위한 별도의 프로토콜 스택을 더한 듀얼 스택(dual stack)을 제시해야 한다. 또한 이동 단말과 인터넷상의 서버사이에서 WAP 게이트웨이가 인코딩/디코딩을 위해 패킷을 열어보기 때문에 보안에 허점이 생긴다. 이는 전자상거래, 특히 모바일 뱅킹 서비스를 제공할 수 없게 하는 장애 요인이 되고 있다.

또한 WAP은 기본적으로 낮은 전송 속도(9.6, 14.4 Kbps), 긴 지연, 낮은 이동 단말 성능, 작은 화면에 적합한 무선 인터넷 방식이므로, 망의 진화와 이동 단말 성능 향상은 WAP의 존속성에 대한 의구심을 갖게 한다. 게다가 WAP 진영에서 제외되어 있던, 일본 NTT DoCoMo, Microsoft, SUN이 WAP 진영에 합류하면서, 단일 무선 인터넷 표준을 제시하기 위한 convergence에

대한 논의가 대두되었다.

### 1) 차세대 WAP (WAP 2.x)

1999년 12월 시드니 미팅에서 NTT DoCoMo와 Ericsson이 차세대 WAP convergence 구조를 제안했으며, 제안된 구조는 W3C와 IETF와의 convergence에 초점이 맞추어져 있는 차세대 WAP이었다. 즉, 유선과 동일한 수준의 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있도록 WAP 전체 구조를 개조하고자 하는 것이다.

차세대 WAP인 WAP 2.x는 단계별로 규격이 진행 중이며, 그 중 1단계 규격은 2000년 12월 완료, 2002년 상용을 목표로 현재 작업 중이다.

WAP 2.x는 3단계로 나누어 진행될 예정인데, 각 단계별 목표는 다음과 같다. 1단계는 W3C, IETF와의 기본적인 convergence로, TCP, HTTP, TLS, XHTML을 WAP에 적용하는 것이다. 2단계는 1단계를 기반으로 한 새로운 어플리케이션 개발로, 멀티미디어 포맷/기술과 어플리케이션 다운로드(java)를 지원하는 것이다. 마지막 3단계는 서비스 성능 향상과 확장 단계로, QoS와 service discovery를 제공한다.(그림 4 참조)

WAP 2.x 1단계 규격을 위한 요구 사항은 다음과 같다. 첫째로, IETF 프로토콜과의 convergence를 위하여 wireless profiled TCP/IP를 도입한다. 둘째로, W3C와의 convergence를 위하여 XHTML 채택한다. 셋째로, 멀티미디어

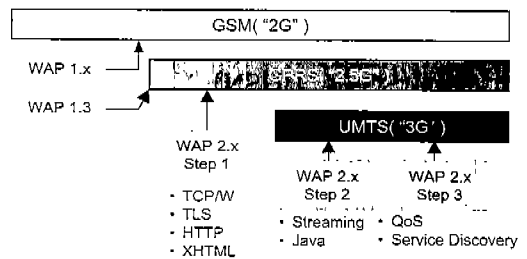


그림 4. 망 진화와 WAP 2.x 단계



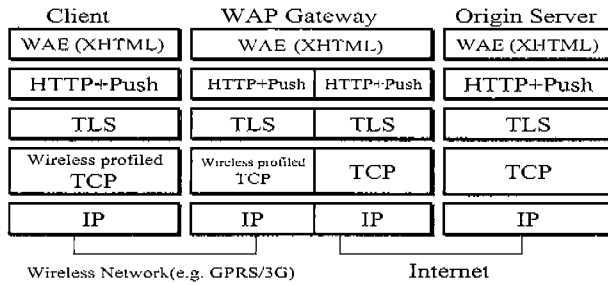


그림 5. WAP 2.x 프로토콜 스택

데이터를 전송하기 위하여 wireless profiled TCP/IP를 도입한다. 넷째로, 유선 인터넷 표준과 호환되는 end-to-end security를 지원하기 위하여 TLS(Transport Layer Security)를 적용한다. 다섯째로, 유선 인터넷 표준과 호환을 위하여 HTTP를 도입하고, WAP WSP가 지원하지만 HTTP는 지원하지 않는 기능들(WAP Push, WSP 헤더 인코딩, 세션(session) 관리)을 추가로 개발하며, IETF와 공동 작업한다(wireless profiled HTTP).

2) WAP 2.x의 구조

앞의 내용을 요약하면, WAP 2.x에서의 프로토콜 스택은 그림 5와 같다. 이 구조는 현재의

WAP 1.x와는 매우 상이한 모습을 가지고 있으며, 자세히 보면, TCP 계층만 유무선이 다를 뿐 나머지는 동일해서, WAP 게이트웨이의 존재가 이상해 보인다.

이제 WAP 게이트웨이는 유선과 무선간의 프로토콜 변환 기능보다는 무선 구간에서의 데이터 송신 및 이동 단말 부담을 줄이기 위한 프락시(proxy) 기능-컨텐츠 인코딩/디코딩 기능과 User Agent Profile 관리 기능에 치중하게 될 것이다. 그리고 유선과 무선에서의 TCP 성능을 최적화시키기 위하여 무선 구간은 wireless profiled TCP를 유선 구간은 TCP를 적용한다. 이를 split 접근 방식이라 하며, 이에 대한 작업은 IETF에서 진행되고 있다.

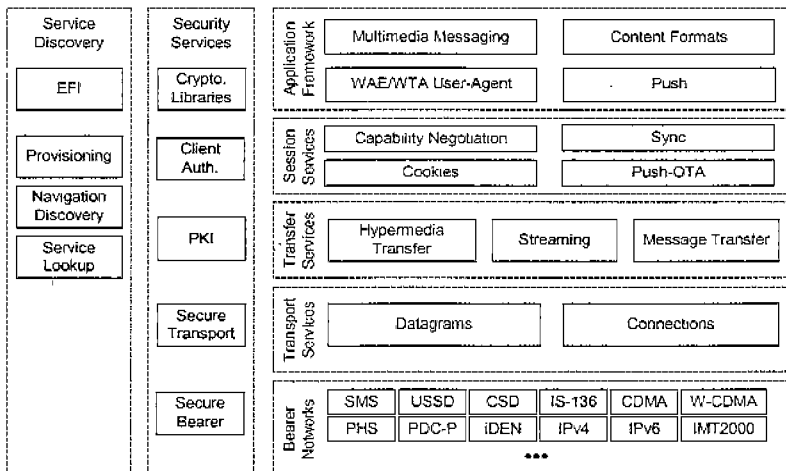


그림 6. WAP 2.x Stack Architecture

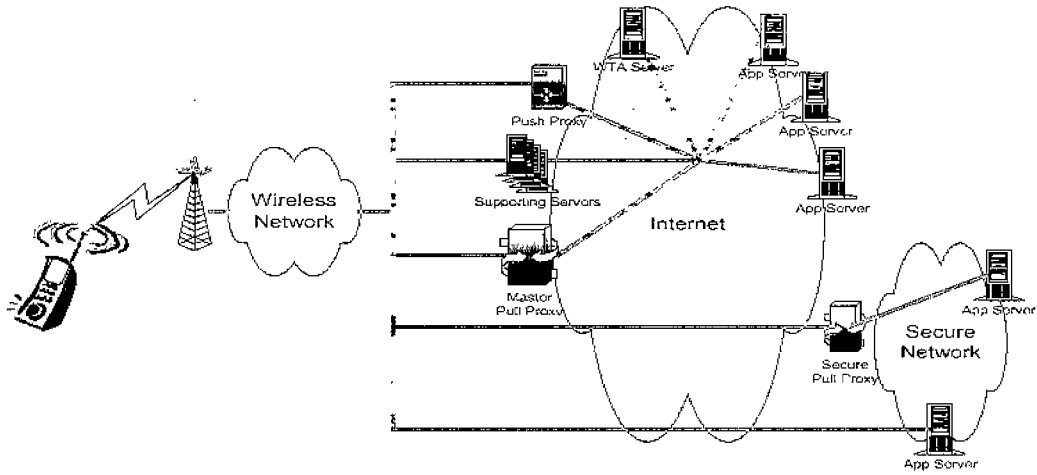


그림 7. WAP 네트워크의 예

그림 6은 WAP 2.x의 계층화된 스택에서 가능한 서비스들을 보여주고 있다.

3) WAP 2.x에서의 네트워크 요소들

WAP 네트워크는 그림 7과 같다. WAP클라이언트는 서비스에 따라 어플리케이션 서버에 직접 접속할 수도 있고, 다양한 종류의 프락시를 거쳐서 접속할 수도 있게 되어 있다(proxy selection mechanism). 프락시는 무선 망의 특성을 반영할 수 있도록 하기 위해서 망 사업자가 소유하는 것이 일반적이다.

그림 7의 Supporting Server는 특수한 서비스를 제공하는 망 요소로, 예를 들면, 공개키 기반 인증 서비스를 제공하는 WPKI 서버, 클라이언트 capability와 사용자 프로파일을 저장하고 있는 UProf 서버, WAP 디바이스에 provisioning 정보를 제공하는 Provisioning 서버, 등이 포함된다.

4) WAP 2.x에서의 클라이언트 구조

WAP 클라이언트는 2계층으로 나뉘는데, 그 중 상위 계층은 application framework으로, XHTML Basic+알파를 지원하는 XHTML 브

라우저와 푸쉬된 정보를 처리하는 Push Dispatcher, 멀티미디어 메시지를 위한 MMS Uer Agent, 등의 각종 WAP 클라이언트 어플리케이션들의 집합이다.

하위 계층에는 각종 어플리케이션 기능들을 지원하기 위한 모듈들이 존재하며, 모듈에는 프로토콜, 각종 멀티미디어 요소들을 처리하기 위한 플러그인들(JPEG 뷰어, MP3 플레이어, 비디오 녹화/재생기, 등), 보안을 위한 WIM(Wireless Identity Module) 그리고 카메라, 착탈식 메모리 카드와 같은 외부기기와의 인터페이스, 등이 있다.

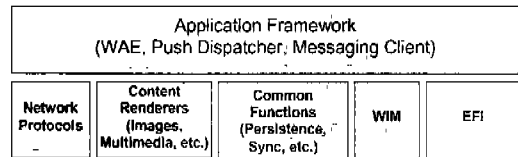


그림 8. WAP 클라이언트 구조

3. W3C

W3C(World Wide Web Consortium)은 1994년 10월에 설립된 웹 표준화 단체이다.

WAP 2.x에서 XHTML을 채택함으로써, W3C와 WAP간의 convergence가 이루어지고 있다.

### 1) XHTML

XHTML(eXtensible Hyper Text Markup Language)는 기존의 HTML 명령어들을 그대로 유지하면서 XML(eXtensible Markup Language) 포맷에 맞도록 필요한 요소들을 가미한 언어체제로, 웹 페이지를 만드는 데 가장 많이 쓰이는 언어인 HTML이 차세대 언어인 XML로 대체되기 위한 다리 역할을 수행할 것이다.

그러면 왜 XML이 차세대 인터넷 언어인가? 주된 이유는 기존의 HTML과는 달리 웹 페이지에 담긴 내용인 '콘텐츠 정보'와 단말기 화면에 나타날 모양을 결정하는 '스타일 정보'를 분리시킬 수 있다 점 때문이다. 바로 이점에 의해 XML로 작성된 콘텐츠는 핸드폰에 붙은 액정화면에서 텔레비전 화면에 이르기까지 다양한 단말장치에 비디오, 수학기공식, 움직이는 2차원 글씨 등 변화무쌍한 내용을 자유롭게 보여줄 수 있게 된다.

그러면 왜 차세대 언어인 XML이 HTML을 대체하지 못하고 있는가? 근본적인 문제는 HTML과 XML 사이에는 적잖은 차이가 있기 때문에, XML이 아무리 강력하다 할지라도 현재 HTML로 씌어있는 10억개가 넘는 웹페이지들을 하루아침에 모두 XML로 바꿀 수는 없다는 점이다. 그렇다고 이미 축적된 방대한 HTML 문서들을 버릴 수 없다는 이유만으로 XML로 가는 길에서 발목을 잡힐 수도 없다.

그래서 나오게 된 것이 XHTML이다. XHTML은 XML의 응용이면서, 동시에 HTML을 지원하는 backward compatibility 특성을 갖는다. 이 때문에 XHTML 브라우저를 가진 사용자는 XML과 HTML 모두를 볼 수 있게 된다. 따라서 기존 HTML 콘텐츠에 대한 변경 없이 새로운 콘텐츠만을 XML로 작성하게 되면, 서서히

HTML 사이트들이 XML로 변경될 것으로 예상된다.

### 2) XHTML Basic

현재의 웹에서는 가전제품(consumer device) 분야는 영역 외로 여겨지고 있다. 그러나 산업계에서는 이동 전화기, PDA, 삐삐, 셋탑 박스, 프린터, 복사기 등과 같은 제한된 자원을 갖는 기기들을 네트워크에 연결하여 온라인 정보 서비스를 제공하고자 한다.

이러한 활동의 일환으로 나타난 것이 compact HTML, HDML, WML 등이다. 그러나 기존 방법들은 공통된 특성과 어플리케이션을 갖고 있지 않기 때문에 호환성이 결여되어 있다.

이런 이유로, XHTML basic은 특정 목적을 위한 다양한 정보기기들간에 공유될 수 있는 공통된 element set을 제시한다. 즉, XHTML basic은 최소 요소들만으로 구성되어 있는 XHTML의 부분집합이므로, XHTML Basic Micro Browser를 탑재한 기기는 XHTML을 하나의 데이터 포맷으로 사용하여 외부와 통신할 수 있게 된다.

## 4. IETF

IETF(Internet Engineering Task Force)는 인터넷과 관련된 기술을 논의하는 전문가 집단으로, 인터넷 기술 표준을 제정하는 국제 표준 단체로 인식되고 있다.

WAP 2.x에서 기존 WAP 1.x 프로토콜은 backward compatibility를 위해 유지하고, 무선 인터넷 프로토콜로 구성된 새로운 프로토콜 스택을 제시함으로써, IETF와 WAP간의 convergence가 이루어지고 있다.

### 1) Wireless Profiled TCP

2세대에서 2.5 세대, 3세대로 이동통신망이 진화함에 따라, 데이터 전송속도가 14.4Kbps에서 144Kbps, 384Kbps로 고속화되고, 이동 전화기의 성능이 PDA 수준으로 향상되면서, 무선망에서 다음과 같은 요구 사항이 대두되었다.

- 멀티미디어 콘텐츠를 다운로드받기 위한 대용량 데이터 전송
- 전자상거래 서비스를 위한 end-to-end security
- 향후 인터넷 발전 방향과의 일치를 위한 IETF 프로토콜과의 convergence
- 향후 이동 전화기 실행 환경의 중요한 요소가 될 자바 실행 환경

위와 같은 요구사항들을 만족시키기 위해서는 TCP를 사용해야 한다. 그러나 현재의 TCP는 인터넷망에 적합하도록 튜닝(tuning)되어 있는데다가, 무선 환경은 유선 환경과 달리 높은 에러율, 긴 지연 시간, 변동이 심한 bandwidth와 지연 때문에 그대로 무선환경에 적용하게 되면, 무선망에서의 성능이 현저히 저하된다.

TCP를 그대로 무선 환경에 적용할 때, 발생하는 문제점과 해결방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 높은 에러율(BER). 무선 환경에서의 대부분의 세그먼트(segment) 손실은 높은 에러율( $10^{-3} \sim 10^{-6}$ )에 의한 세그먼트 오염 때문에 발생하는데, TCP는 세그먼트의 손실을 통신 폭주 때문이라고 판단해서, 통신 폭주 제어를 위해 폭주 윈도우 크기를 감소시키고 slow start stage로 들어가게 된다. 이렇게 되면, 네트워크는 전송할 수 있는 능력이 여전히 있는데, 전송되는 패킷의 수는 현저히 감소하는 현상이 발생하게 된다.

이를 해결하기 위해서는 split TCP 접근 방식을 사용한다. 즉, 그림 9와 같이 TCP 연결을 2개의 작은 연결로 나누어, 프락시가 유선과 무선의

중단점이 되도록 하는 것이다. 유선 구간과 무선 구간의 특성이 다르기 때문에, 유선에서는 종래의 TCP를, 무선에는 wireless profiled TCP를 사용하여 최적의 데이터 전송이 이루어지도록 한다.



그림 9. Split TCP 접근 방식

둘째, 긴 지연 시간. 이동 통신망은 'long fat network'으로 분류된다. 그 이유는 다음과 같다. 일반적인 TCP의 윈도우 사이즈는 64KB인데, 무선 링크의 bandwidth 활용률은 긴 지연 시간 때문에 낮은 편이기 때문에 적절한 윈도우 사이즈는 delay bandwidth가 된다. 따라서 무선 환경에서의 윈도우 사이즈는 유선보다 크다.

또한 긴 지연 시간 때문에 TCP RTT(Round-Trip Time)가 크다. 이로 인해서 한번 폭주 제어 모드인 slow start stage로 들어가게 되면, 정상으로 돌아오는데 매우 긴 시간이 소요되고, 그로 인해 망은 비어 있는데, 전송되는 패킷의 수가 매우 작게 된다.

이를 해결하기 위해서는 slow start와 폭주 제어 메카니즘을 향상시켜야 한다. 세그먼트 오염으로 인해 폭주 제어 모드와 slow start stage가 되는 것을 방지하기 위한 몇 가지 기법들(Increased Initial Window, Retransmission/Fast Recovery, Selective Acknowledgement, Explicit Congestion Notification)이 있다.

셋째, 변동이 큰 bandwidth와 지연. 동적 채널 할당에 의해 bandwidth와 지연도 동적으로 증가/감소하게 된다. TCP는 RTT를 측정하여 RTO(Retransmission TimeOut period)를 추정하는데, 지연이 갑자기 커져서 RTO를 초

과하게 되면, 폭주 제어 모드로 들어가 slow start stage가 시작되게 된다.

이에 대한 해결 방안은 최대 throughput을 위해 가용 채널을 모두 사용할 수 있도록 TCP 윈도우 사이즈를 크게 하는 것이다. 따라서 split TCP 접근 방식을 채택하여, 무선 구간에서만 TCP 윈도우 사이즈를 크게 잡는다.

넷째, 높은 overhead. 무선 자원은 한정되어 있기 때문에 이동통신망 사용료는 유선 망보다 비싸다. 무선 채널을 효율적으로 사용하는 데에 관심이 집중된다. 그러나 TCP/IP는 패킷 헤더가 매우 커서 실제로 전송되는 데이터 량에 비해 overhead가 크다. 따라서 압축해야 overhead를 줄일 수 있을 것이다.

다섯째, 갑작스런 끊김 현상. 무선 링크는 fading과 shading 때문에 갑자기 연결이 끊기기 쉽다. 그런데, TCP는 연결이 갑자기 끊기면, 3-way handshake방식으로 재 연결하고 slow start stage에서 전송이 시작된다. 그렇게 되면 재 연결될 때의 긴 시간이 필요하고, 채널 활용율도 낮게 된다. 게다가 사용자는 데이터를 처음부터 모두 다시 보내야 한다.

이에 대한 대처 방안으로 무선 링크에서 TCP 연결이 갑자기 끊기는 경우에도 TCP 연결을 유지하게 하는 방법이 있다. 그러나 이에 대한 구체적인 규격은 아직 없다.

## 2) Wireless Profiled HTTP

Wireless Profiled TCP와 같은 이유로 무선 환경에 적합한 Wireless Profiled HTTP에 대한 작업이 시작되려고 하고 있다. 2000년 7월에 WAP Forum의 WPG 멤버들이 주축이 되어 "HTTP Future (httpfu)"라는 이름으로 BOF가 결성되었으며, 이 그룹의 목적은 무선 링크로 웹 접속할 때, 적합한 HTTP를 정의하는 것이다.

좀 더 구체적으로 설명하자면, RFC 2616에 정의된 HTTP는 기존의 HTTP와의 inter-conecvity가 보장되면서도 무선환경에 적합하도록 교정하거나 재설계하게 될 것이다. 그리고 W3C와 IETF가 주축이 되어 진행했었던(지금은 지지부진하지만) HTTP-NG의 결과를 참고하고, 무선 환경에서 국제 산업 표준으로 자리매김한 WAP의 WSP 기능을 추가할 예정이다.

## 5. Java

지난 1999년 6월, SUN은 "자바를 모든 곳에"라는 슬로건 하에 그림 10과 같은 Java2 platform edition을 발표하였다. Java2는 3개의 edition으로 구성되어 있는데, 서버용인 J2EE(Java2 Enterprise Edition), PC용인 J2SE(Java2 Standard Edition), 그리고 마지막으로 2년 전에 개발한 Personal Java와 Embedded Java를 대체하는 J2ME(Java2 Miro Edition)이 있다.

특히 J2ME는 일반적인 서버, 컴퓨터를 제외한 모든 기기에서 Java를 지원하기 위한 플랫폼으로, 각종 가전 제품, 자동차, 스크린 폰, 이동 단말기, Handheld 단말기, POS, 등에 탑재될 Java VM (Virtual Machine), configuration, profile로 구성되어 있다.

다음 내용으로 넘어가기 전에, J2ME에서의 소프트웨어 계층에 대해서 언급하고자 한다. 그림 11과 같이 기기의 OS 상위에 3개의 자바 계층이

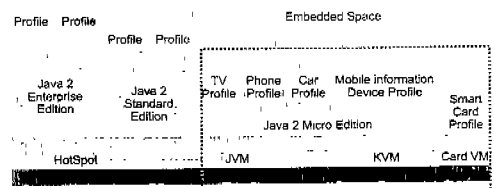


그림 10. Java 2 Platform Edition

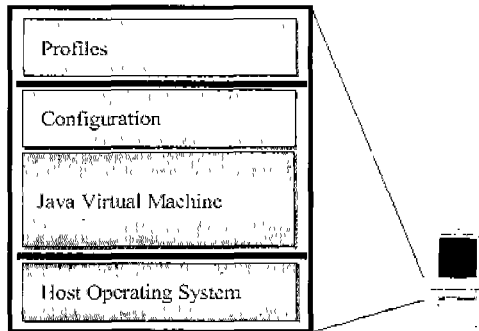


그림 11. J2ME Software Layer Stack

있다.

최하위에 있는 Java VM 계층은 특정 디바이스의 특정 OS에 적합하게 Java VM을 이식한 것으로, 특정 configuration과 밀착 관계를 갖는다.

중간 계층인 configuration 계층은 Java 플랫폼의 코어로서, horizontal market segment로 표현되는 특정 디바이스군을 위한 특정한 VM과 Java 클래스 라이브러리들의 최소 집합이다. Configuration은 디바이스의 하드웨어 특성과 밀접하며, 제공되는 기능의 경계를 뚜렷히 한다.

최상위의 profile 계층은 어플리케이션과 밀접한 관계가 있는 계층으로, vertical market segment로 표현되는 디바이스 류에만 제공되는 API의 최소 집합이다. Profile은 특정 configuration의 상위에만 존재할 수 있으며, 이를 더 쉽게 설명하면, 어플리케이션은 특정 profile을 사용하여 만들어지고, 그 profile을 지원하는 기기라면 곧바로 이식될 수 있다.

J2ME에 대해서 자세히 살펴보면, 그림 12와 같이 기기의 하드웨어적 특성에 따라 2종류의 configuration으로 나뉘고, 각 configuration에 따라 Java VM이 결정된다.

CDC(Connected Device Configur-

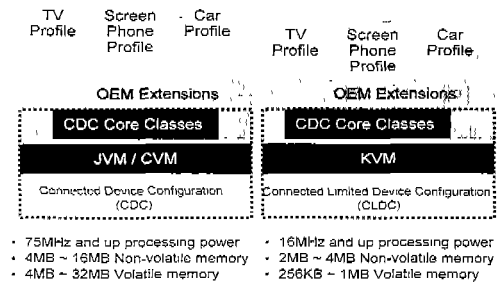


그림 12. J2ME Configuration and Profile

ation)는 Handheld PC, PDA, TV, 스크린 폰, 자동차와 같이 네트워크에 연결될 수 있는 75MHz이상의 CPU, 4MB이상의 ROM/RAM을 갖는 기기를 위한 것으로, 일반적인 Java VM 혹은 최근에 개발중인 Compact VM을 사용한다.

CLDC(Connected Limited Device Configuration)는 이동 전화기, 삐삐, 전자수첩, POS와 같이 네트워크에 연결될 수 있는 16MHz 이상의 CPU, 2~4MB의 ROM, 256KB~1MB의 RAM을 갖는 기기를 위한 것으로, KVM을 사용한다.

## V. 3세대 이동통신에서의 무선 인터넷 구현방안

본 장에서는 3세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 제공 방안에 대해서 논하기로 한다.(3세대 이동통신망은 3GPP에서 제안한 네트워크를 기준으로 함.)

### 1. 망 구조

2002년에 도입 예정인 3세대 이동통신망인 3GPP망에서의 차세대 무선 인터넷 서비스를 제

공하기 위한 망 구조는 그림 13와 같이, GPRS 망과 WAP 2.x Gateway가 중심이 될 것이며, 2004년 이후에 도입될 예정인 All IP에서의 망 구조도 이와 유사한 구조를 갖게 될 것이다. 앞서 서도 언급한 바와 같이 GRPS는 무선 데이터 서비스를 위한 핵심 망이고, WAP 2.x Gateway는 현재와는 달리 전송망과 이동기에 독립적인 무선 인터넷 서비스를 제공하기 위한 환경을 제공하게 될 것이다.

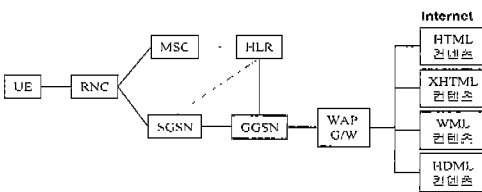


그림 13. 차세대 인터넷 서비스를 위한 망 구조

또한 WAP 2.x에서 WML 대신에 XHTML을 사용하게 됨으로 인해, 콘텐츠 변환 기법 (Gateway 혹은 서버)이나 멀티 브라우징 기법 (이동 단말) 등의 적용이 용이하게 된다. 그러므로 이동 단말기는 XHTML 브라우저만을 탑재하면 다양한 콘텐츠를 서비스 받을 수 있게 될 것이다.

이동 단말에서 웹 서버까지의 프로토콜 스택은 그림 14와 같이 제공될 것이다. 이동 단말의 프로토콜 스택은 GRPS를 제공할 수 있는 프로토콜

스택 위에 WAP 2.x 프로토콜 스택이 탑재되는 형태로 제공될 것이다. 또한 WAP 실행 환경에는 각종 어플리케이션들이 그림 15와 같이 탑재되어, 유선과 유사한 수준의 인터넷 서비스가 가능하게 될 것이다.

3세대에서는 다양한 종류의 이동 단말이 제공될 것이지만, 모든 단말의 기본적인 구조는 그림 15와 같이 동일해야 한다. 물론 각 요소들의 기능이 단말 하드웨어의 사양에 따라 차이는 있을 수 있다. 예를 들어, 현재 널리 사용되고 있는 음성위주의 전화기와 PDA 수준의 스마트폰에서 보여줄 수 있는 콘텐츠의 질은 분명히 차이가 있을 것이다. 음성 위주의 전화기에서는 텍스트위주의 인터넷 브라우징과 흑백 텍스트 위주의 자바 어플리케이션(CLDC, KVM)이 실행될 수 있을 것이고, PDA 수준의 스마트폰은 WinCE, EPOC, Java OS, Linux와 같은 개방형 운영체제 위에서 칼라 비디오까지 가능한 인터넷 브라우징과 PC와 유사한 수준의 자바 어플리케이션(CDC, JVM/JVM)이 실행될 수 있을 것이다.

이렇게 다양한 성능의 이동 단말이 사용됨으로 인해서, 동일한 콘텐츠를 다양한 외형으로 보여줄 수 있는 능력이 중요해지게 된다. 예를 들면, 하나의 웹 페이지를 사용자가 어떤 망에서 어떤 단말을 사용하느냐에 따라 각기 다른 형식으로 동일한 내

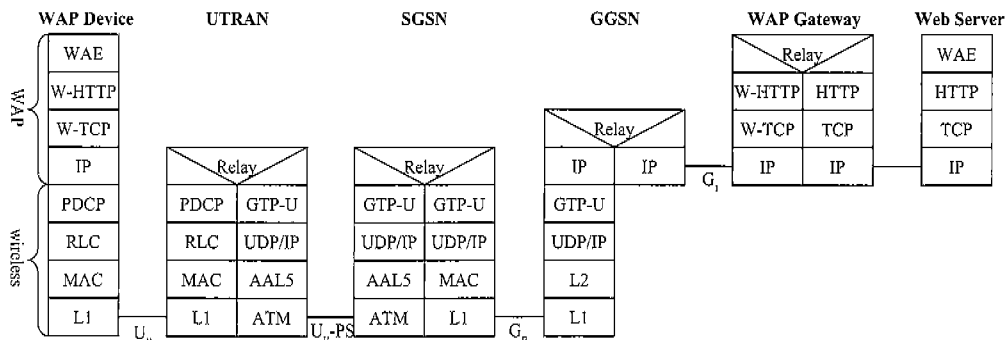


그림 14. 3세대 이동통신망에서의 무선 인터넷 프로토콜 스택

XHTML 브라우저, Push Dispatcher, MMS User Agent, 자바 어플리케이션들					
프로토콜 스택 (GPRS & WAP)	멀티미디어 객체 생성기 (이미지, 음악, 영상)	공용 기능틀 (저장, 동기화, 등)	WIM (스마트 카드)	외부 기기 인터페이스 (카메라, 메모리 카드)	Java 실행 환경 (CLDC 혹은 CDC)

그림 15. 차세대 인터넷 서비스를 위한 단말기 구조

용을 보여줘야 한다. PC나 노트북 사용자에게는 동영상 그래픽이 제공되는 원래의 이미지를, 스마트폰 사용자에게는 지나친 동영상 그래픽을 플립-플랍(flip-flop) 형태의 동영상 그래픽으로 감등시킨 형태의 이미지를, 음성위주의 이동 전화기에는 현재의 WAP 서비스와 같이 문자위주의 이미지를 전달할 수 있어야 한다. 이를 실현하기 위해서는 콘텐츠 제작기술(XHTML, style sheet), Java, Gateway(변환기능) 기술이 중요해 진다.

## VI. 결 론

국내에서의 3세대 이동통신 서비스는 2002년 월드컵에 시범적으로 시작될 예정이다. 따라서 이때에는 월드컵을 위한 행사 정보 및 행사 안내를 위한 이동 정보 단말이 3세대 이동통신 단말의 주류를 이룰 것으로 예상되며, 이런 이유로 무선 인터넷 서비스가 유선 인터넷과 동일한 수준으로 제공되어야 할 필요가 있다.

현재 3GPP, 3GPP2, WAP, IETF, W3C 등의 각종 표준이 2002년 상용을 목표로 진행 중이기 때문에, 기술의 개발 진척은 순조로이 진행되고 있다고 보여진다. 또한 이동 단말 제조업체에서도 3세대를 위한 다양한 정보 단말을 준비중인데, 이동 전화기와 PDA가 결합된 형태의 스마트폰이나, 블루투스가 내장된 이동 전화기와 PDA 세트가 주종을 이룰 것으로 예상된다.

따라서 2002년부터 최고 속도 384Kbps가 제

공되는 3세대 무선 데이터망(예, 3GPP GPRS)에서 차세대 WAP(WAP 2.x)를 통하여 무선 인터넷 서비스가 제공될 것이며, PDA형 정보 단말에 WAP 2.x XHTML 브라우저와 자바가 탑재되어 웹 브라우징은 물론 각종 어플리케이션을 무선 망을 통해 다운로드 받아 즉시 실행시키는 유연한 단말 환경이 제공될 것이다.

### ※참고문헌

- [1] 모바일C&C, "무선 인터넷 기술", 전기통신의 발전에 관한 연구, 한국전산원, 정보기술 전문가 세미나 자료, 2000년 7월 25일.
- [2] 박준석, 손지연, 한승원, "이동 TCP 기술동향", 주간기술동향 927호, 2000년 1월 11일
- [3] 아로마소프트, "Java Technology", 기술발표 세미나 자료, 2000년 8월 2일
- [4] "3G TS 22.260 General Packet Radio Service", 3GPP Release99, June 2000
- [5] "3GPP TR 22.960 Mobile multimedia services including mobile Internet and Intranet services," 3GPP, Release99, April 1999
- [6] Bill Day, "Java2 Platform Micro Edition", SUN TechDays Presentation, Jan 2000
- [7] Fujitsu, "Effectiveness of TCP Option and Split TCP for Wireless Profiled TCP", WAP Forum, June 16, 2000
- [8] Fujitsu, "Report on IETF RFCs related to Wireless Optimized TCP", WAP Forum, March 28, 2000
- [9] "Java 2 Platform Mircor Edition



- (J2ME) Technology for Creating Mobile Device" White Paper, SUN, May 19, 2000
- [10] Nokia, IBM, "WAP Next Generation: The Protocol Stack", WAP Forum, June 22, 2000
- [11] NTTDoCoMo, "Proposal for WAP-NG Convergence Architecture, WAP Forum, May 11, 2000
- [12] NTT DoCoMo, Ericsson, Fujitsu, HP, Mitsubishi, NEC, Panasonic & Sun, Proposal for WAP-NG Convergence Architecture(Step1), WAP Forum, May 11, 2000
- [13] Reginald Hutcherson, "Java2 Overview and Performance Tuning", SUN TechDays Presentation, Jan 2000
- [14] Thomas Bahls, Next-Generation WAP Architecture, WAP Forum, June 2000
- [15] WAP Arch-NG, "WAP-210-WAPArch, Draft Version 20-July-2000", WAP Forum, July 20, 2000
- [16] "WAP Wireless Profiled HTTP Proposal Version 14-July-2000", WAP Forum, July 14, 2000
- [17] WPG, "WAP Wireless Profiled TCP Specification Draft Version 16-July-2000", WAP Forum, July 16 2000
- [18] "XHTML 1.0: A Reformulation of HTML4 in XML1.0", W3C, Jan 26, 2000
- [19] "XHTML 1.1-Module-based XHTML W3C Working Draft", W3C, Jan 5,

2000

- [20] "XHTML Basic W3C Working Draft", W3C, Feb. 10, 2000

### 서 은 주

1992년 포항공과대학교 전자계산학과(공학사)  
 1992년~1994년 포항공과대학교 정보통신연구소  
 1997년 포항공과대학원 전자계산학과 데이터베이스 전공(공학석사)  
 1997년~1999년 LG정보통신 연구원  
 1999년~현재 LG텔레콤 선임 연구원  
 관심분야: 무선 데이터 서비스, 무선 인터넷, 무선 멀티미디어 서비스, Java, 영상전화/회의, 멀티미디어 이동 단말 기술

### 이 상 민

1988년 고려대학교 전자전산공학과(공학사)  
 1988년~1996년 LG정보통신 선임연구원  
 1996년~현재 LG텔레콤 책임연구원  
 관심분야: 멀티미디어, 인터넷 프로토콜, 무선 데이터, 차세대 단말 기술

### 안 병 옥

1972년 서울대학교 전자공학과(공학사)  
 1984년 전기통신 기술사  
 1973년~1987년 금성전기 기술부장  
 1987년~1996년 LG정보통신 기술담당이사  
 1996년~현재 LG텔레콤 상무(CTO)  
 관심분야: 차세대 통신 시스템, 무선 데이터 통신, 차세대 인터넷, 차세대 서비스 기반 기술, 고속 통신망