

사물통신 차량 분야 기술 개발 및 전망

KT 중앙연구소 | 김상연

1. 사물통신(M2M)

1.1 M2M 배경

사물(M2M: Machine to Machine) 통신이 나타나게 된 배경은 단기적인 관점과 장기적인 두 가지 관점으로 구분하여 생각할 수 있다.

첫째, 단기적인 관점에서 보면 M2M 통신의 출현 배경은 통신 시장의 성장을 위한 돌파구를 찾는 데서 출발하였다. 2000년 이후로 전세계 통신 시장은 성장의 어려움에 직면하고 있다. 국내의 유선 전화 시장은 가입자의 증가는 고사하고 2007년부터는 감소세로 돌아섰다. 무선 전화를 사용하는 이동통신 가입자는 아직까지 소폭으로 증가하고 있으나, 거의 포화상태에 도달했다. 그렇지만 유선 통신 시장은 인터넷을 통한 데이터 수요를 창출하여 음성뿐 아니라 데이터와 IPTV (Internet Protocol Television) 와 같은 비디오 서비스를 제공하여 부가 가치를 창출하고 있다. 무선 통신 시장도 유선과 마찬가지로 데이터 서비스를 제공하여 부가 가치를 높이고, 성장을 위한 수요 창출이 필요하다. 스마트 폰과 M2M 통신이 무선 통신 시장에서 데이터 수요 창출을 통한 새로운 성장 동력이 될 수 있다. 국내에서는 2009년부터 스마트 폰이 보급되고 있는데, 무선 통신을 이용한 데이터 서비스가 음성 서비스와는 다른 차별화된 가치를 제공하고 있다. 따라서 M2M 통신도 스마트 폰에 이어 데이터 서비스를 제공하여 부가 가치를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 거시적인 기술 발전 측면에서 살펴보면, 인류는 통신기술을 기반으로 한 정보화를 완성하고 오감을

확장하기 위한 센서화 기술 개발을 시작하였다고 할 수 있다[1]. 그림 1은 기계화, 정보화, 센서화의 순차적인 혁신을 보여준다. 인류는 정보화에 앞서 기계화를 통한 대규모의 혁신을 경험했다. 기계화는 기계적 힘을 확장하기 위해 연소 엔진을 이용한 자동차, 전기모터를 이용한 공장 시설 및 냉장고, 세탁기 등 각종 생활 가전, 제트 엔진을 이용한 비행기 등을 발명하여 삶을 비약적으로 변화시켰다. 두 번째의 대규모 혁신을 정보화라고 하는데, 정보화는 두뇌기능인 지능을 확장하기 위하여 컴퓨터와 인터넷 등을 발명하여 다양한 분야에서 인류의 활동을 크게 변화시켰다. 2000년 즈음부터 시작된 센서화 혁신은 인류의 오감을 확장하려고 한다. 예를 들어 먼 곳으로 여행을 가는 경우, 여행 목적지의 날씨, 교통, 숙박, 음식 등의 맞춤형 정보를 센서화 혁신을 통하여 제공할 수 있다. 컴퓨터와 인터넷을 통하여 정보화를 실현한 것과 같이 M2M 통신을 통하여 센서화를 실현할 수 있다.

1.2 M2M 개념

M2M 통신에 대한 개념이나 정의는 연구기관이나 단체에 따라 다르지만 기본적으로 M2M 통신을 유선, 무선에 따라 구분하지 않는다.

방송통신위원회에서는 사물통신을 “사람 대 사물, 사물 대 사물 간 지능통신 서비스를 언제 어디서나 안전하고 편리하게 실시간으로 이용할 수 있는 미래 방송통신 융합 인프라”로 정의하고 있다[2]. 좁은 의미로는 기계간의 통신 및 사람이 동작하는 장치(device)와 기계간의 통신으로 정의하고, 넓은 의미로는 통신과 ICT(Information Communication Technology) 기술을 결합하여 원격지의 사물정보를 확인할 수 있는 제반 솔루션으로 정의한다. 그러나 음성이나 영상 통신 등과 같이 사람 대 사람간의 통신과 사람이 컴퓨터를 이용하는 이메일, 인터넷 검색 등은 M2M 통신에서 제외한다.

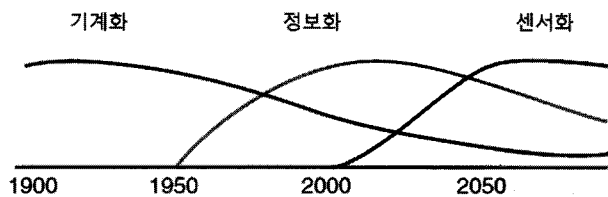


그림 1 3차 기술 혁신

유럽 전기통신 표준 협회(ETSI: European Telecommunications Standards Institute)에서는 M2M 통신을 사람의 개입이 필요하지 않은 기계나 장치들 사이의 데이터 통신으로 정의하고 있다[3]. 더 나아가 M2M 통신 서비스는 자동화된 의사 결정을 목표로 한다. 이를 위해 M2M 통신은 컴퓨터, 내장 프로세서(embedded processor), 스마트 센서, 구동장치(actuator) 및 모바일 기기가 서로 통신하여 계측 결과를 얻거나, 사람이 개입하지 않고 의사 결정을 내리는데 사용하는 기술적인 방법을 의미하기도 한다[4]. 사물이나 기계의 종류와 무관하게 데이터를 일관된 방법으로 전달하기 위해서는 네트워크의 접속 기술, 통신 방법, 데이터의 사용 방법 등 여러 가지 기술이 뒷받침 되어야 한다. M2M 통신의 응용은 기계나 사물의 종류, 서비스에 따라 여러 가지 형태로 나타난다. 그렇지만 M2M 통신의 응용을 위한 일반적인 처리 단계는 데이터의 수집, 수집한 데이터를 선택하고 통신망을 통한 전달, 데이터의 분석, 정보에 대한 응답의 4단계로 구분할 수 있다.

또한 M2M 통신과 유사하지만 개념 구분이 필요한 사물인터넷(IoT: Internet of Things)이 있다[5]. IoT는 2001년 MIT의 Auto-ID 센터에서 유래하였는데, Auto-ID는 광범위한 산업 분야에서 자동화하고, 에러를 줄이며, 효율을 향상시키는데 사용하는 식별체계이다. 국제전기통신연합(ITU: International Telecommunication Union)에서 2005년에 인터넷 보고서[6]의 시리즈의 하나로 IoT를 발표하면서 관심이 증가하였다. IoT에서 의미하는 인터넷은 현재 사용하는 인터넷을 의미하는 것이 아니라 차세대통신망(NGN: Next Generation Network) 이후의 목표 통신망을 의미한다. 따라서 TCP(Transmission Control Protocol) / IP(Internet Protocol) 기술을 사용하는 데이터 통신 시장을 확대하기 위한 사업 목적의 M2M 통신과는 개념적으로뿐만 아니라 실제적으로 다르다.

1.3 M2M 응용 분야

2010년 8월중으로 인터넷에 접속 가능한 기기가 50억대를 넘을 것으로 예측하고 있다[7]. 다양한 분야에서 기기를 인터넷에 연결하여 활용하는 M2M 통신의 응용은 기존의 사업 분야만큼 다양하다. 그러므로 M2M 통신 응용 분야의 분류는 분류 기준과 기관에 따라 다양하게 나타난다. M2M 통신의 표준화에 가장 적극적인 ETSI는 지능형 검침(Smart Meter)[8], 전자 보건(e-Health)[9], 통신 가전(Connected Consumer)[10], 도

시 자동화(City Automation)[11], 차량 응용(Automotive Application)[12]의 다섯 가지 응용 분야에 대한 M2M 사례를 작성하고 있다. 이외의 M2M 통신 응용 분야에 대해서 ETSI는 표 1과 같이 제시하고 있다[3]. M2M 통신은 이동통신과 비교할 때 새로운 시장에 적용하며, 통신 요금이 저렴하고, 사람이 사용하는 이동통신보다 많은 단말을 설치하며, M2M 통신에서 유발하는 트래픽은 적다. 표 2는 이동통신과 M2M 통신 시장의 특징에 대한 차이점을 요약하여 보여준다[13].

다양한 M2M 통신의 응용 분야 중에서 차량과 관련된 분야가 특히 중요하다고 할 수 있다. 첫째 이유로 그림 2에서 보는 바와 같이 M2M 통신 시장의 약 60%가 차량을 기반으로 하는 추적 분야이다[14].

표 1 M2M 응용분야

응용분야	응용 사례
보안	경고시스템, 접근 제어, 자동차/운전자 안전 등
추적	집단적인 차량 추적, 주문 관리, 맞춤형 차량 보험, 자산 추적, 교통 정보, 도로 요금 정산 등
지불	매장 자동 계산, 자동판매기, 게임기 등
보건	생명 징후 감시, 노약자 및 장애인 보조, 원격 진료 등
원격관제	각종 센서, 조명, 밸브, 펌프, 승강기, 차량 진단 등
검침	전력, 수도, 가스, 산업 계측 등

표 2 이동통신과 M2M의 비교

구분	이동통신	사물통신
고객	개인	기업 및 개인
고객 요구	차별화된 요구	맞춤형 요구
음성 통신	요금의 80% 정도	불필요
데이터 통신	단문 메시지 제외시 적은 데이터	1차적으로 저속 데이터
월 통신요금	평균 2만원 이상	만원 이하
과금 모델	통화량 기반 요금제	신축적인 요금제
고객 유지	경쟁 환경	기계의 운영기간

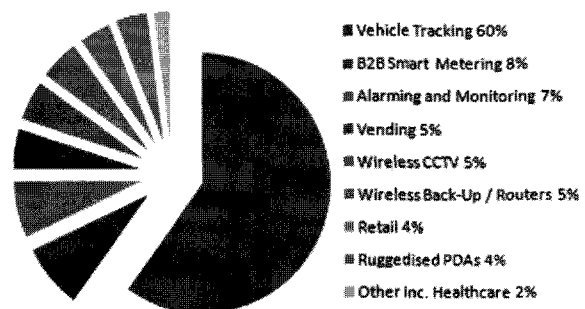


그림 2 주요 M2M 응용 분야의 시장 비율

둘째, M2M 통신을 자동차 분야에서 응용하는 경우, 표 1에서 제시된 자동차의 안전, 차량 원격 진단 및 추적에 관련된 다양한 응용이 가능하다. 또한 ETSI의 다섯 가지 응용 사례의 하나[12]이기도 하다.

셋째, 전 세계적인 관심사인 기후변화 대응과 화석 에너지 문제를 해결하는데, M2M 통신 기술이 크게 기여할 수 있다. 2009년 12월 코펜하겐에서 열린 유엔 기후변화협약 당사국 총회에서 우리나라는 국제녹색성장연구소(GGGI: Global Green Growth Research Institute) 설립 방안과 2012년 기후변화 당사국총회 유치 의사를 발표하였다. 또한 2009년 12월부터 시행하고 있는 지속가능교통물류발전법과 2010년 1월에 국회에서 통과된 녹색성장기본법 등을 통하여 온실가스 감축을 위한 법적, 제도적인 근거가 마련되었다. 온실가스를 줄이기 위해서는 모든 산업 분야에서 대책이 필요하다. 특히 수송 부문은 국가 에너지의 21%를 소비하는데, 이는 국내 전체 석유 사용량의 약 35%를 차지하는 것이다. 수송 부문에서 배출하는 온실가스는 에너지 분야 배출가스의 약 20%를 차지하고 있어서 물류 활동에서 발생하는 이산화탄소 배출을 줄이는 것은 매우 중요하다. 그러나 교통과 물류 산업에서는 차량별, 구간별, 일자별 또는 시간별로 차량 운행에 따른 이산화탄소 발생 규모를 거의 산출하기 못하고 있다. M2M 통신은 온실 가스 배출 절감을 위한 정보의 전달 뿐 아니라 운전자의 안전, 추적을 통한 도난 예방 등 다양한 응용이 가능하다.

2. M2M 통신 구조와 구성 요소

2.1 M2M 통신을 위한 구조

M2M 통신 구조는 그림 3과 같이 M2M 디바이스 영역과 M2M 네트워크 및 응용 영역으로 분류할 수 있다[15]. 이 구조는 네트워크를 구성하기 위한 기능 구조 관점에서 제시하고 있는데, ETSI 구조라고 부르기로 한다.

M2M 디바이스 영역은 직접통신형 M2M 단말장치, 간접통신형 M2M 단말장치, M2M 게이트웨이, M2M 지역 네트워크로 구성된다. 직접통신형 M2M 단말장치는 M2M 기능과 통신 기능을 이용하여 응용을 처리하는 장치로서, 접속망을 통하여 네트워크에 직접 연결한다. 간접통신형 M2M 단말장치는 접속망을 직접 접속하지 않고, M2M 게이트웨이를 통하여 간접적으로 접속망에 연결한다. M2M 게이트웨이는 간접통신형 M2M 단말장치를 M2M 지역 네트워크를 통하여 접속망에 연결한다. 직접통신형 M2M 단말장치와 M2M

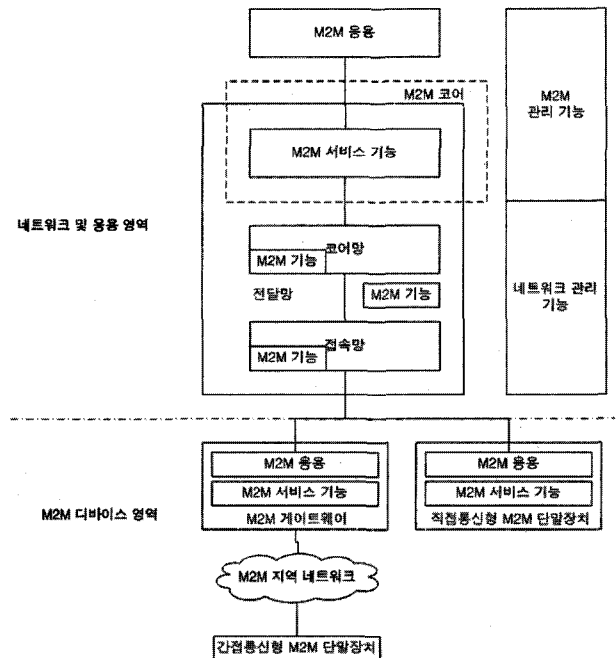


그림 3 M2M 통신 구조

게이트웨이는 M2M 서비스를 제공하기 위하여 데이터의 수집과 보고, 원격 제어 기능, 그룹통신 또는 일대일 통신 기능, 트랜잭션 처리 등의 기능을 제공한다. M2M 지역 네트워크는 간접통신형 M2M 단말장치와 M2M 게이트웨이를 연결하는 네트워크로서, IEEE 802.15, ZigBee, 블루투스, RFID 등 개인 영역 네트워크(PAN: Personal Area Network), 차량용 통신기술, 산업용 네트워크, 건물 자동화 통신기술 및 홈 자동화에 사용하는 통신 기술 등이 있다[16]. 차량용 통신 기술은 CAN (Controller Area Network), LIN(Local Interconnect Network), FlexRay 등이 있다[17]. 건물 자동화를 위한 통신 기술로서 BACnet(Building Automation and Control Networks)[18]이 있으며, 홈 자동화를 위한 네트워크 기술은 CEBus(Consumer Electronics Bus), LonTalk 등이 있다. 이런 기술은 모두 M2M 지역 네트워크로 활용할 수 있다.

M2M 네트워크 및 응용 영역은 접속망, 코어망, M2M 코어, M2M 응용, 네트워크 관리 기능, M2M 관리 기능으로 구성된다. 접속망은 유선 접속망과 무선 접속망으로 분류할 수 있는데, 현재 M2M 통신에서는 무선 접속망을 많이 사용한다. 무선 접속망은 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), WiFi (Wireless Fidelity) 등의 무선 통신망을 사용할 수 있다. 코어망은 인터넷 백본망을 사용하는데, 인터넷을 연결하고, 서비스와 네트워크를 제어하며, 다른 네트

워크와 상호 연결 및 로밍 기능을 제공한다. 전달망은 접속망과 코어망으로 구성되어 있으며, 제어 정보와 M2M 데이터를 전송한다. M2M 코어 기능인 M2M 서비스 기능은 응용 기능을 제공하기 위한 정보의 저장 및 식별, 통신 선택, 원격 객체 관리, 보안, 트랜잭션 관리, 연동 등의 기능을 제공한다. M2M 응용은 표 1이나 그림 2에서 분류한 것과 같은 분야별 서비스이다.

네트워크 관리 기능은 M2M 관리 기능을 포함하고, 추가로 무선 접속망과 코어망의 관리를 수행한다. 네트워크 관리 기능은 구성관리, 장애관리, 가입자 관리 및 성능관리와 M2M 서비스 구성에서 요구되는 보안 관리로 분류할 수 있다. M2M 관리 기능은 구성관리, 장애관리 및 가입자 관리 기능으로 구분할 수 있다. 구성관리는 M2M 디바이스 영역에서 발생하는 디바이스의 설치부터 폐기에 이르는 순기 관리, 디바이스 정보, 자동 구성, 시각 동기, 소프트웨어의 업그레이드 기능을 제공한다. 장애관리는 M2M 디바이스를 운영하는 과정에서 발생하는 장애를 예방하고 관리하기 위한 M2M 디바이스의 진단 기능, 코어망 접속 시험, 장애 발견/탐색 및 보고, 장애 복구 및 원격관리, 고객 서비스 레벨 감시 등을 제공한다. 가입자 관리는 인증 및 요금과 관련된 기능을 제공한다.

그림 4는 M2M 서비스를 제공하기 위한 관점에 제시한 구조로서[19], ETSI에서 제시한 네트워크 및 응용 영역을 구분한 것이 특징이 있으며, 서비스 구조라고 부르기로 한다.

서비스 구조의 M2M 디바이스 영역 인터페이스 ⑥은 ETSI에서 제시한 그림 3의 M2M 지역 네트워크와 같다. M2M 디바이스 영역 인터페이스 ⑦은 M2M 단말장치와 접속망을 연결하는 인터페이스이다. 그러나 인터페이스 ⑦은 M2M 디바이스가 인터넷 프로토콜

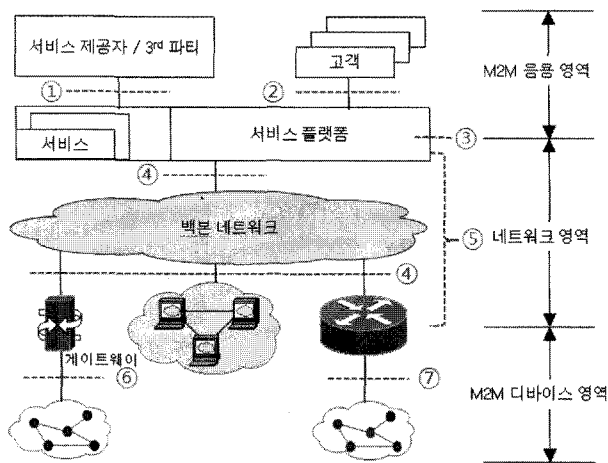


그림 4 M2M 서비스 구조

표 3 무선 접속망의 비교

구분	Mobile WiMAX	WCDMA/HSPA	WiFi
표준	IEEE 802.16e-2005	3GPP Rel.6	IEEE 802.11a/g/n
대역폭	3.5, 5, 7, 8.75, 10 MHz	5 MHz	20, 40 MHz
다중화	TDM/OFDMA	TDM/CDMA	CSMA
주파수	2.3, 2.5, 3.5 GHz	0.8, 0.9, 1.8, 1.9 GHz	2.5, 5 GHz
거리	3 Km 이하	5 Km 이하	30 m 이하
이동성	중	상	하
가입	유료	유료	무료
망접속	사용자 ID	IMEI	SSID
통신	IP 주소	전화번호	IP 주소
상향	7 Mbps	1.4 Mbps	100 Mbps
하향	46 Mbps	14.4 Mbps	100 Mbps

을 기반으로 하고 있어서 WiMAX, WiFi 등의 무선 접속망을 대상으로 한다. 표 3은 M2M 통신에서 사용할 수 있는 무선 접속망을 비교[20]하여 보여준다. WCDMA에서는 통신을 하기 위하여 전화번호를 이용하는데, WiMAX와 WiFi는 IP 주소를 이용한다. 그러므로 WCDMA 무선 접속망은 주로 고려하지 않고 있다. M2M 통신에서 WCDMA, WiMAX, WiFi 중 어떤 무선 접속망을 사용하느냐에 따라 과금 방법이 다르다. WCDMA는 전화번호를 이용하여 과금을 처리하지만 WiMAX/WiFi에서는 과금을 위해 IP 주소를 이용하지 않고 ID를 이용한다. 즉, 전화번호와 IP 주소는 기술적으로 정보 전달을 위한 경로 식별을 위해 사용하지만 과금은 네트워크 종류에 따라 다른 정보를 이용한다.

서비스 구조에서 네트워크 영역으로 표현한 인터페이스 ⑤는 ETSI의 구조와 달리 접속망과 코어망을 구분하지 않고 통합적으로 표현하였다. 이것은 M2M 통신에서는 모두 all-IP 망을 이용하는 것으로 가정하고 논리적인 구조를 제시한 것이라고 할 수 있다. 그러므로 WCDMA 무선 접속망을 이용하여 단문 메시지 형태로 제공하는 M2M 서비스는 IP 기반의 데이터 통신으로 진화가 필요하다. 왜냐하면 M2M 통신은 본질적으로 데이터 양에 무관하게 음성 통신이 아닌 데이터 통신 기술이기 때문이다.

그림 3의 ETSI 구조에서 서비스 인터페이스는 전달망의 M2M 서비스 기능을 이용하는 단순한 구조이다. 그림 4의 서비스 구조에서 M2M 서비스 플랫폼은 4가지의 인터페이스가 있다. 4가지 인터페이스는 서비스 플랫폼을 중심으로 고객에게 직접 서비스를 제공하는 인터페이스, 서비스 플랫폼을 이용하여 제3자의 응용

서비스를 제공하는 인터페이스, 서비스 플랫폼간 논리적인 연동 인터페이스, 서비스 플랫폼과 네트워크 인터페이스이다.

2.2 M2M 디바이스

M2M 통신 구조의 M2M 디바이스 영역에서 설명한 바와 같이, M2M 디바이스는 직접통신형 M2M 단말장치, 간접통신형 M2M 단말장치, M2M 게이트웨이로 구분한다. M2M 디바이스는 모두 정보를 수집하여 전달하거나, 응용 서비스플랫폼의 명령에 따른 제어를 수행한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 정보 수집을 위한 각종 센서 또는 제어를 위한 구동장치(actuator)가 필요하다.

M2M 디바이스는 그림 5와 같이 응용기능, 미들웨어, 운영체제, 인터페이스의 기능을 제공한다[21]. 인터페이스는 정보 수집을 위한 센서 인터페이스와 무선 접속망을 연결하기 위한 인터페이스로 구성된다.

하드웨어와 운영체제(OS: Operating System)는 임베디드 OS나 펌웨어를 통하여 M2M 디바이스의 드라이버와 통신 기능을 제공한다. 펌웨어는 제한된 특정 기능을 전담하여 처리하는데 적합하다. 반면 OS는 다양한 프로세스를 처리하는데 유리하다. M2M 디바이스 드라이버의 통신 기능은 무선 접속망을 이용하기 위한

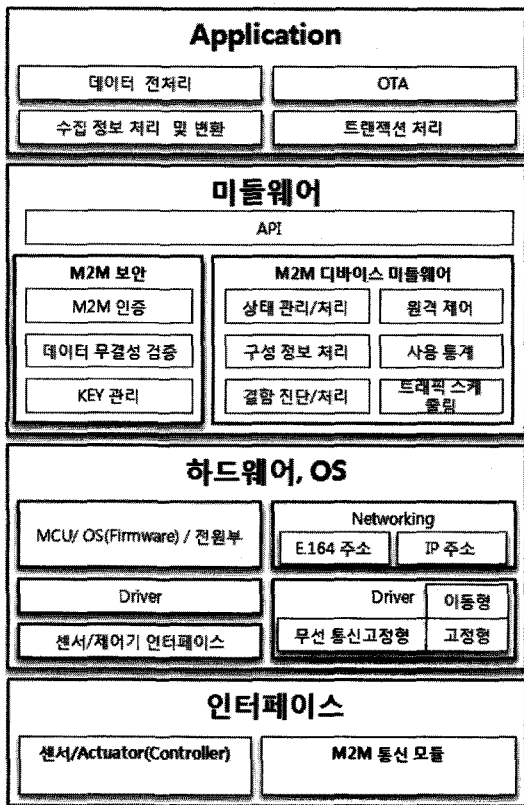


그림 5 M2M 디바이스 기능

최적화된 전력 절감 기능을 제공해야 한다. WCDMA, WiMAX, WiFi 등 무선 접속 방법에 따라 전력 절감을 제어하는 기술이 다르며, 국제 표준화 단체를 중심으로 연구를 하고 있다.

M2M 디바이스의 미들웨어는 M2M 기능을 제공하기 위한 상태관리 및 처리 기능, 원격 제어 기능, 구성 정보 처리 기능, 장애 진단 및 처리 기능, 사용 통계, 트래픽 스케줄링 등의 기능을 제공한다. 또한 보안을 위한 M2M 디바이스 인증, 데이터 무결성 검증, 키 관리를 위한 기능을 제공한다. 디바이스 인증 기능은 무선 접속망에 따라 인증을 위한 정보와 방법이 다르다.

M2M 디바이스는 응용을 위하여 데이터 전처리 기능, 수집정보 처리 및 변환 기능, OTA) 기능, 트랜잭션 처리 기능을 제공한다. 데이터 전처리는 대량으로 수집된 정보의 요약하거나 수집한 정보를 변환하는 기능이다. 수집 정보의 처리 및 변환은 데이터 전처리보다 복잡한 기능으로서 데이터 압축 등의 기술이다.

2.3 M2M 통신을 위한 무선 접속망

M2M 통신 구조의 M2M 네트워크 및 응용 영역에서 설명한 바와 같이, M2M 무선 접속망은 WCDMA, WiMAX, WiFi 기술을 사용할 수 있다. 이러한 무선 접속망은 M2M에 최적화 되어 있지 않기 때문에 M2M 통신을 위한 연구와 기술 개발을 관련 기관에서 시작하였다.

WCDMA의 네트워크는 그림 6과 같은 구조로 되어 있다[22]. M2M 통신을 위한 RAN(Radio Access Network)을 개선하기 위한 기술적인 연구를 하고 있다. M2M을 위한 연구 내용은 하나의 셀에서 많은 M2M 디바이스에 무선자원을 할당하는 방법, 이동하지 않고 고정된 장소에 설치된 M2M 디바이스의 기능, 다양한 M2M 응용 시나리오를 위한 전력절감 기술 및 유연한 주기 설정 등이다. 또한 대량의 M2M 디바이스가 RAN 성능에 미치는 영향도 중요한 연구 사항이다.

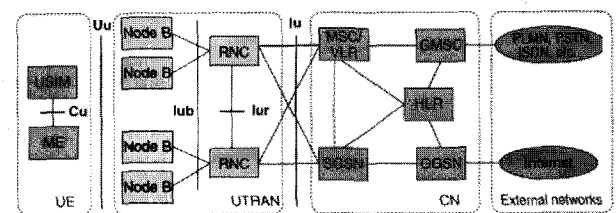


그림 6 WCDMA 네트워크 구조

1) Over The Air의 약어로서 무선 네트워크에서 어플리케이션이나 펌웨어를 업그레이드 하는 기술

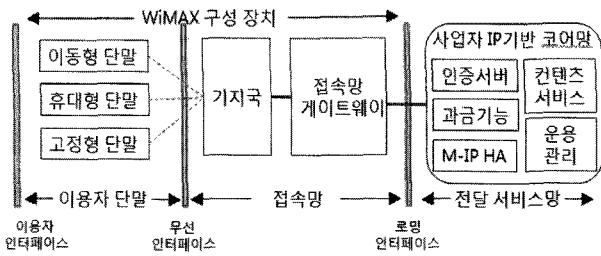


그림 7 WIMAX 네트워크 구조

WiMAX의 네트워크는 그림 7과 같은 구조로 되어 있다[23,24]. WiMAX 네트워크를 이용하여 M2M 통신을 효율적으로 제공하기 위한 기술적인 요구사항은 다음과 같다[25]. WiMAX를 이용하는 M2M 디바이스는 저전력 소비를 위한 기술을 제공하여야 한다. M2M 디바이스가 장시간 간격으로 통신하는 경우, 전력 절감 기능을 제공하여 저전력으로 통신이 가능하여야 한다. 고정형 WiMAX M2M 디바이스는 전력을 절약하기 위하여 핸드오버에 필요한 제어 신호를 줄여야 한다. 배터리를 가진 M2M 디바이스는 주기적으로 충전하거나 교체할 수 있어야 한다. M2M 디바이스를 위한 WiMAX 프로토콜은 시간 정보를 이용하여 제어가 가능하여야 하며, 데이터의 전송을 정해진 시간안에 처리(time-tolerant)하여야 하고, 빈번한 트래픽을 발생하는 M2M 디바이스의 전력을 절약하기 위한 제어 방법을 개발하여야 한다.

WCDMA의 단일 셀에서 대량의 M2M 디바이스를 접속하기 위해 무선 자원의 할당 기술 개발이 필요한 것과 같이, WiMAX에서도 대량의 M2M 디바이스가 단일 셀에서 통신이 가능하여야 한다. 이를 위해서 M2M용 WiMAX 프로토콜은 대량의 M2M 디바이스를 개별적으로 또는 그룹으로 주소를 할당하여야 한다. 넓은 지역에 분산된 대규모의 M2M 디바이스는 그룹으로 관리할 수 있어야 한다. 대량의 M2M 디바이스가 서로 다른 종류의 M2M 서비스를 요구하는 경우 접속 우선순위를 제어할 수 있어야 한다. M2M용 WiMAX 기술은 대규모의 M2M 장치를 연결된 상태에서 휴지 상태(idle state)를 제공하여야 하며, M2M 서비스를 위한 QoS를 제공하여야 한다.

M2M용 WiMAX 기술은 매우 작은 정보를 모아서 전송하여야 하며, 작은 버스트 크기의 데이터를 효율적으로 전송하여야 한다. 또한 M2M 디바이스를 인증하는 기능을 제공하고, M2M 서비스를 제공하기 위해 교환되는 정보의 확인과 검증 기능이 있어야 한다. 그리고 소량의 데이터를 버스트 형태로 전송하는 경우 효율적인 보안 방법을 제공하여야 한다.

2.4 M2M 서비스 플랫폼

M2M 서비스 플랫폼은 M2M 서비스 구조에서 설명한 바와 같이 4개의 인터페이스가 있다. 서비스 플랫폼에서 고객에게 직접 서비스를 제공하는 인터페이스, 서비스 플랫폼을 이용하여 제3자의 응용 서비스를 제공하는 인터페이스, 서비스 플랫폼간 논리적인 연동을 제공하는 인터페이스, 서비스 플랫폼과 네트워크의 인터페이스가 있다. M2M 서비스 플랫폼은 그림 8과 같이 서비스 제공 계층과 네트워크제공 계층으로 분류하여 기능을 제공한다[21].

M2M 서비스 플랫폼의 서비스 제공 계층은 M2M 디바이스에서 수집한 정보를 바탕으로 위치 기반 정보 또는 지리 정보를 처리하여 표시하고, 특정 조건을 만족하는 경우 트랜잭션을 처리하고 관리하여, 필요시 고객의 휴대폰에 정보를 전달하는 단문 메시지를 전송한다. M2M 서비스의 가입 여부를 확인하기 위하여 인증을 수행하고, 데이터 사용량에 대한 요금 정보를 생산하여 통신 요금 청구서를 발송하고 수납을 처리한다. 또한 M2M 디바이스에서 수집한 정보를 가공 분석하여 상황에 알맞은 선택을 하도록 추가적인 정보를 제공하고, 웹 포털을 통하여 가입자가 상황을 확인할 수 있도록 한다. M2M 웹 서비스를 디렉토리 형태로 제공하고 IMS(IP Multimedia Subsystem)를 이용하여 다른 서비스 플랫폼과 연동한다.

M2M 서비스 플랫폼의 네트워크 제공 계층은 M2M 디바이스에서 수집한 정보를 가공처리하거나 데이터 베이스 구축을 통하여 데이터 형식을 변환하고, M2M 디바이스가 차량과 같이 이동하는 사물인 경우에는 핸드오버 기능을 제공한다. M2M 디바이스에서 수집한 정보를 전달하는데 문제가 없도록 QoS(Quality of Service)를 보장하고, 데이터의 위변조나 유출이 발생하지

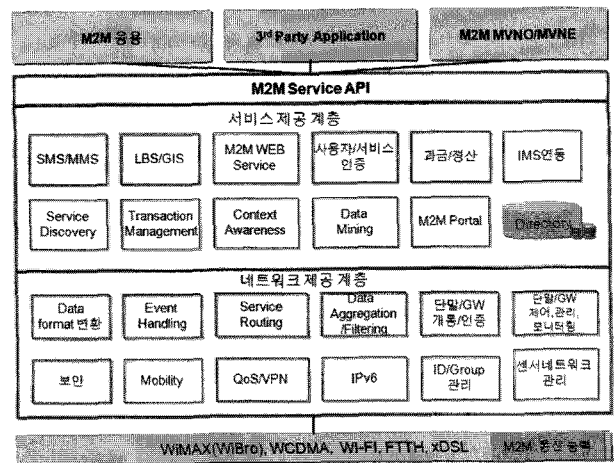


그림 8 M2M 서비스 플랫폼의 기능

않도록 보안 기능을 제공한다. 필요시 수집한 정보를 요약하거나 걸러내고, 서비스에서 요구하는 장소로 전달하여, 특정 조건에 따른 후속 처리가 가능하도록 한다. 이를 위해 M2M 디바이스가 네트워크에 설치될 때 시험을 통하여 바르게 동작하는지 개통을 확인하고, 다수의 M2M 디바이스를 개별적으로 또는 그룹으로 관리한다. 또한 인터넷 접속을 위한 IP 주소의 부족에 대비하여 IPv6를 지원하는 것이 중요하다. 이미 인터넷에 접속 가능한 기기가 50억 개를 초과할 것이라는 예측이 발표되어[7], 현실적으로는 IPv6의 지원이 필수적이라고 할 수 있다. 네트워크 제공 계층은 M2M 디바이스의 동작을 감시한다. M2M 디바이스에 장애가 발생하는 경우, 네트워크에서 감지하여야 한다. 사람이 통신하는 경우, 휴대폰이나 통신망에 문제가 발생하면 고객센터에 고장 신고나 불만을 제기할 수 있으나 M2M 디바이스는 네트워크 운영 센터에 문제에는 네트워크에서 스스로 판단하여야 한다. 더구나 M2M 게이트웨이를 통하여 정보를 수집하는 간접통신형 M2M 단말장치에서 장애가 발생하면 직접통신형 M2M 단말장치보다 장애를 감지하는 것이 어렵다. 이런 경우에는 M2M 게이트웨이를 통하여 간접통신형 M2M 단말장치의 장애를 감시하고 관리하여 문제가 발생할 때마다 네트워크에 보고할 수도 있다.

3. 차량 분야의 M2M 응용

3.1 M2M 디바이스 고려사항

M2M 디바이스를 이용하여 서비스를 제공하기 위한 일반적인 고려사항은 다음과 같다. 첫째, 센서를 설치하기 위한 공간적인 위치 선정을 고려하여야 한다. 택배의 경우 모든 물품에 설치할지 일부 물품에만 설치할지 결정하여야 한다. 예를 들어 대도시간 대량으로 물품을 이동하는 경우나 국가간의 수출입에 따라 물품이 이동하는 경우에는 물품을 그룹화하여 이동 경로를 추적하는 경우, 일부 물품에만 M2M 디바이스를 이용하는 것이 효과적이라고 할 수 있다. 그러나, 최종 소비자에게 단일 물품을 개별적으로 배달하는 것을 추적하는 경우에는 개별 물품마다 M2M 디바이스를 이용할 수 있다. 또한 환경 감시나 날씨 정보를 M2M 디바이스를 이용하여 수집하는 경우에 사업 목적에 따라 센서의 설치 장소와 수량이 달라질 수 있다.

둘째, 센서를 이용한 정보의 수집 주기도 중요하게 고려하여야 한다. 예를 들어 음식점에서 조리 온도를 감시하여 일정 온도에 도달한 후 다음 조치를 취해야 한다면 목표 온도에 도달하는 시간을 알기 위하여 초

단위의 짧은 정보 수집 주기로 정할 수 있다. 그러나 기상청의 날씨 예보에 사용하는 온도 정보를 수집하기 위해서는 분 단위나 시간 단위의 수집 주기도 충분하다고 할 수 있다.

셋째, 센서에서 수집한 정보의 보고 주기는 서비스를 제공하는데 있어서 중요한 고려사항이다. 보고 주기는 정보를 수집할 때마다 보고하는 방법과 특정 조건에 따라 주기적으로 보고하는 방법이 있다. 수집 정보의 보고 주기에 따라 네트워크에 과부하가 되지 않도록 설계하거나 제어하는 것도 중요하다. 예를 들어 M2M 디바이스가 밀집한 지역에서 초 단위로 정보를 수집한 후 초 단위로 보고하는 경우, WCDMA를 이용하는 무선 접속망은 음성통화에 영향을 미친다. 이런 경우에는 무선 접속망을 WiFi 등으로 변경하여 M2M 디바이스를 사용하거나, 보고 주기를 변경하여 무선 접속망에서 처리할 수 있는 수준으로 할 수 있다.

넷째, 서비스 수명을 고려하여야 한다. M2M은 특성상 장기간 사용하는데, 부품의 성능, 사후 관리, 재고 관리 등을 고려하여 서비스 수명을 정한다. 서비스 수명이 10년인 경우 재고 관리와 사후 관리를 위해서는 해당 부품을 최소한 10년 이상 생산하고 관리하는 것이 요구된다. 예를 들어 휴대폰용 칩 제조업체는 2년마다 새로운 칩을 출시하지만, 사후 관리를 위해 해당 모델은 2년이 지난 수년 후에 생산과 관리를 중단한다.

다섯째, 통신 범위도 중요한 고려사항이다. 예를 들어 WiFi를 사용하여 통신이 전국적으로 가능하도록 하는 것은 어렵지만, WCDMA는 전국적인 통신 서비스를 제공하고 있다.

마지막으로 중요한 것은 전체 비용이다. 전체비용은 단가, 서비스 수명, 통신 범위 등 다양한 요인으로 결정된다.

3.2 차량용 M2M 단말장치

M2M 응용분야에서 설명한 차량용 위치 추적, 원격 관제 및 이산화탄소 발생량을 산출하기 위한 차량용 M2M 단말장치는 그림 9와 같이 구성된다.

차량 정보의 수집을 위한 일반적인 설계 요구사항은 다음과 같다. 첫째, 외부 디바이스 센서부는 OB D2-II 컨넥터로서 SAE J-1962 규격에 따라 차량과 연결한다. 차량과 M2M 단말장치를 연결하는 단자는 차량 운행에 따른 지속적인 진동 조건에서도 정확한 정

2) On-board Diagnostics의 약자로 자동차에 부착된 센서들로부터 전자제어장치(ECU: Electronic Control Unit)로 전달된 자동차의 주요 계통에 대한 정보나 고장 등의 정보를 자동차의 콘솔이나 외부장치에서 볼 수 있도록 하는 기술

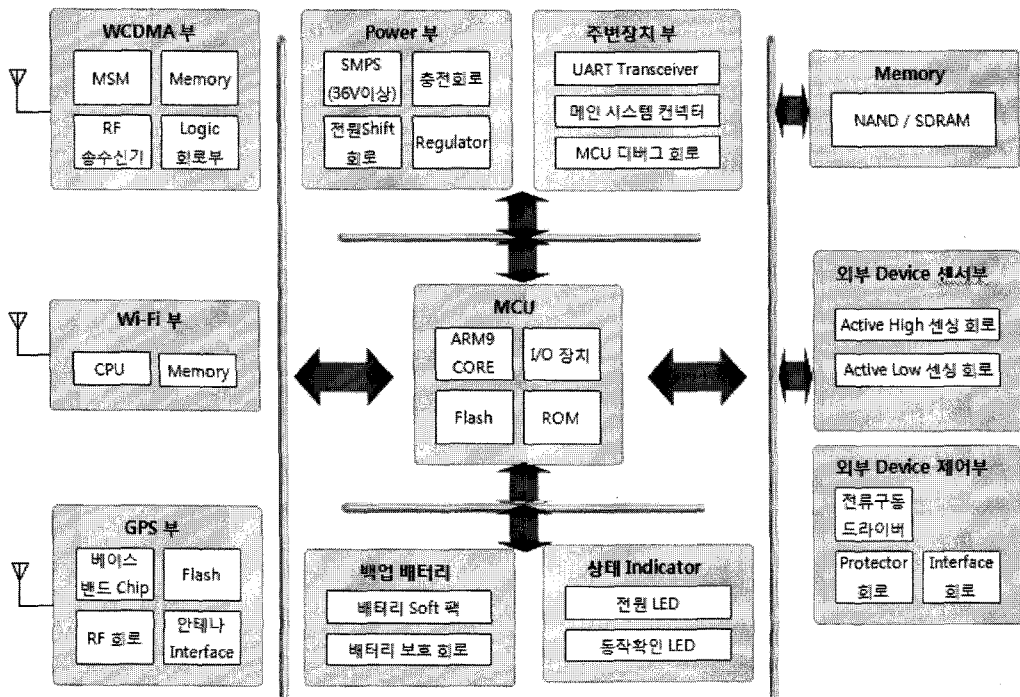


그림 9 차량용 M2M 단말장치 구성도

보를 전달하기 위한 구조를 가진다. 둘째, OBD-II를 통하여 수집한 차량 정보를 운전자가 볼 수 있도록 하기 위하여 블루투스나 직렬(serial) 인터페이스를 통하여 네비게이션이나 스마트폰에 전달하는 기능을 제공한다. 셋째, 차량 시동부터 시동 종료시까지 초단위로 온실가스 관련 정보를 수집하고, 시동 종료 후 요약정보를 지정한 서버에 전송한다. 이를 위해 시동 종료 후에는 차량 배터리에서 M2M 단말장치에 공급되는 전원을 이용하여 3분간 동작한다. 넷째, 차량용 M2M 단말장치는 OBD-II 컨버터를 통하여 차량의 배터리에서 전원을 받는다. 전원 공급부는 직류(DC: Direct Current) 12V에서 DV 24V까지 자동 조절하여 동작한다. 승용차, 택시 등 소형차의 배터리 전압은 DC 12V 이고, 버스, 트럭 등 대형 차량의 배터리 전압은 DC 24V이기 때문이다.

차량용 M2M 단말장치는 표 4의 정보를 수집한다. M2M 단말장치에서 수집하는 정보는 교통안전법 시행규칙[26]에서 요구하는 정보와 온실가스 절감에 필요한 정보이다. 온실가스 절감을 위해서 수집하는 정보는 연비, 공회전 시간, 급가속 급감속 정보이고, 이외의 정보는 교통안전법 시행규칙에서 규정한 수집 정보이다. 이외에도 차량 배터리 전압, 냉각수 온도 등 응용서비스에 필요한 정보를 수집할 수 있다.

차량용 M2M 단말장치는 M2M 디바이스에서 설명한 수집 정보를 처리하기 위하여 1초 단위로 저장한

표 4 차량용 M2M 단말장치의 수집 정보

항목	수집주기	
장치 모델명	최초등록	
차대번호		
자동차 유형		
자동차 등록번호		
운송사업자 등록번호		
운전자 코드	운송회사	
주행거리	일일 주행거리	차량 운행중 1초 단위로 수집
	누적 주행거리	
정보발생일시		
차량속도		
분당 엔진 회전수		
브레이크 신호		
차량 위치(GPS)	X 좌표	
	Y 좌표	
GPS 방위각		
가속도	Δx (진행방향)	
	Δy (측면방향)	
기기 및 통신 상태 코드		
연비	실시간	
	운행 누적	
공회전 시간	회수/시간	
	일일 누적	
급가속	회수/시간	
	총 운행	
급감속	회수/시간	
	총 운행	

다. 1초 단위로 저장한 정보를 운행 기록이라고 하는데, 6개월 동안 보관한다. 디바이스 고려사항에서 설명한 내용을 바탕으로 위치 정보를 주기적으로 보고하면 차량 추적이 가능하다. 차량 사고가 발생하는 경우 쌍방간의 과실을 규명하기 위해 차량 속도, 차량 위치, 가속도 정보는 10 ms 주기로 저장하는 기능도 필요하다. 사고 기록 분석을 위한 정보는 10 ms 주기로 20초간 저장한다. 저장 조건은 진행 방향 가속도가 ± 1.2 G 이상이거나 측면 방향 가속도가 ± 0.5 G 이상 상태가 발생하는 경우 발생 시점을 기준으로 전후 10초간 저장한다. 사고 기록은 누적하여 10회까지 저장한다.

센서를 이용하여 정보를 수집하는 M2M 디바이스는 표시가 필요하지 않다. 그러나 차량에서 M2M 통신을 이용하여 수집한 정보, 특히 운전 습관의 개선이나 경제 운전을 위한 정보는 운전자에게 제공하기 위한 표시 장치가 필요하다. 표시 장치는 운행 과정에서 발생하는 속도, 연비, 공회전, 급가속 등의 정보를 표시하여 운전자로 하여금 안전하고 경제적인 운전을 유도할 수 있다. 경제적인 운전 습관은 사고를 줄일 뿐 아니라 연비를 향상하는 효과도 있다.

차량용 M2M 단말장치는 전국에서 정보를 수집하고, 전달하여야 하므로 WCDMA 무선 접속망을 이용한다. 그러나 표 3에서 보는 바와 같이 상하향 전송 속도가 WiMAX나 WiFi에 비하여 낮기 때문에 수집한 정보를 실시간으로 서비스 플랫폼에 전송하면 WCDMA 네트워크에 부담이 될 수 있다. 그러므로 특정 서비스를 제공하기 위해 필수적인 정보를 긴급하게 보내거나, 차량 운행을 완료한 후 연비, 공회전, 급가속, 급감속, 운행 시간, 운행 거리 등의 운행 요약 정보를 서비스 플랫폼에 전달하는 데에만 WCDMA를 이용한다.

차량 M2M 단말장치가 수집하여 저장한 모든 정보는 WiFi를 이용하여 차고지 등 WiFi 접속이 가능한 곳에서 수집한 정보를 서비스 플랫폼에 전송한다. 이를 위해 차량 M2M 단말장치는 무선 접속망의 신호에 따라서 무선 접속망 선택 기능을 제공한다. 운행 기록 요약 정보는 WCDMA를 이용하여 보내고, 운행기록 전체 정보는 WiFi를 이용하여 보낸다.

3.3 차량용 M2M 서비스 플랫폼

차량용 M2M 서비스 플랫폼은 M2M 서비스 플랫폼에서 설명한 기능을 제공한다. 즉, 차량용 M2M 단말장치가 보낸 정보를 이용하여 데이터 베이스를 구축한다. 그림 10은 차량용 M2M 단말장치에서 수집한 정보를 가공하여 지도에 표시한 메시지³⁾ 응용 사례이다.

서비스 플랫폼은 차량용 M2M 단말장치에서 수집

한 데이터 베이스를 이용하여 차량별, 구간별, 일자별 또는 시간별로 차량 운행에 따른 이산화탄소 발생 내역을 분석하여 그림 10과 유사한 형태로 제공할 수 있다. 이를 통해 온실 가스 배출 절감을 위한 정책을 수립하는데 활용할 수 있다. 또한 데이터 마이닝을 통하여 새로운 응용을 개발할 수 있다.

3.4 차량용 M2M 응용 전망

차량용 M2M 응용 분야를 전망하기 위하여 차량 안전 운행, 교통 분야 공공 서비스, 교통 신호 확장, 차량 진단의 4개 분야로 나누어 볼 수 있는데[27], 일부 서비스는 연구를 하고 있고, 일부 서비스는 선진국에서 도입하고 있다. 이러한 응용을 위한 기술적인 요구 사항은 [28]에서 제시되어 있다.

첫째, M2M을 응용한 차량 안전 운행을 위하여 충돌 예방 관련 서비스를 제공할 수 있다. 교통신호, 차량 속도, 위치 및 기상 조건의 정보를 이용하여 교통 신호 위반의 위험 상황을 경고하거나, 도로 조건, 정지 신호등까지의 거리 정보를 이용하여 정지 신호의 위반을 경고할 수 있다. 좌회전시 반대편의 차량정보를 이용하여 위험을 경고할 수 있으며, 교차로에서 정지 신호가 발생할 때 자동으로 정지하여 사고를 예방할 수 있다. 신호등이 없는 교차로에서 차량의 속도와 위치 정보를 이용하여 충돌이 예상되는 경우 경고하거나 정지시킬 수 있다. 차선 합류부에서 충돌을 예방하기 위하여 경고할 수 있고, 보행자 횡단 정보를 운전자에게 전송하여 보행 사고를 예방할 수 있으며, 야간 및 악천후 환경에서 맨홀 작업 등 위험한 공사 지역의 사고 예방을 위해서 경고 서비스를 제공할 수 있다.

둘째, M2M을 응용하여 공공 서비스를 제공할 수 있다. 사고시 구난차량 또는 엠블런스 차량의 운행 시간 단축을 위하여 긴급 차량 접근 정보를 주변 차량에 전달할 수 있다. 또한 긴급 차량이 진행 신호를 받도록 신호를 조정하는 것도 가능하다. 충돌 직전의 상황이나 목숨이 위험한 상황에서 긴급 버튼으로 긴급 상황을 경찰이나 지정된 곳에 전파할 수 있다. 2차, 3차의 연쇄적인 충돌을 예방하기 위한 경고 서비스를 주변 차량에 제공할 수 있다.

셋째, M2M을 도로 시설과 차량에 응용하여 교통 신호 확장 서비스를 제공할 수 있다. 스쿨 존, 낙석 지역, 안개 지역, 동물 출몰 지역 등에서 도로 상황 정보를 운전자에게 전달할 수 있다. 커브 길에서는 우천

3) 웹에서 두 가지 이상의 자원이나 서비스를 섞어서 새로운 자원이나 서비스로 만드는 기술

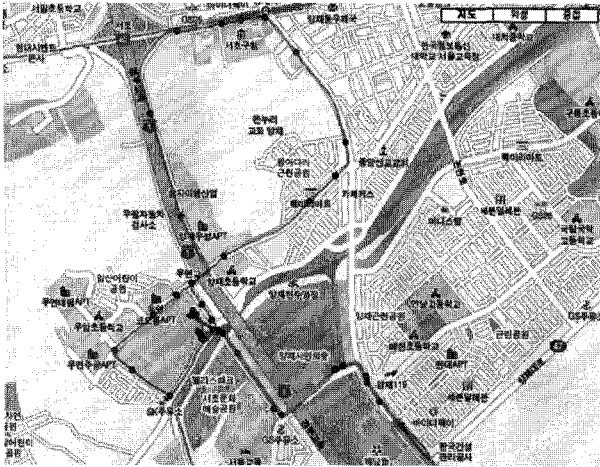


그림 10 차량 경로 추적 사례

이나 야간 등의 상황에 따라 감속 정보를 제공할 수 있다. 주차장 접근시 운전자에게 차량 통과 높이 정보 제공하거나 주변의 위험 상황 정보를 제공할 수 있다. 목적지를 향한 경로와 다른 잘못된 방향으로 진행할 때 경고할 수 있다. 잠수교와 같은 저지역 도로 정보의 제공도 가능하다.

넷째, 차량 진단 및 유지보수 관련 서비스를 제공하여 부품 교체, 각종 윤활유 등 교체 시기 차량 관리자에게 알려서 차량을 관리를 지원할 수 있다. 차량에서 수집된 위치와 속도 등의 정보를 이용하여 실시간 교통정보를 제공할 수 있으며, 차량 위치 정보를 이용한 작업 차량의 소재 파악, 택배 차량의 위치정보 등을 제공하거나, 위험물 차량의 운행 금지 구역을 감시할 수 있다. 운행 거리와 운행 패턴을 바탕으로 보험료를 할인하는 서비스도 가능하다.

4. M2M에 대한 전망

M2M 응용분야에서 설명한 바와 같이, 차량 분야 외에도 검침, 가전, 의료, 건물 등 다양한 분야에서 M2M 통신을 활용할 수 있다. 이를 위해 한국전기통신기술협회(TTA: Telecommunications Technology Association), ETSI, 3GPP, 미국 통신산업협회(TIA: Telecommunications Industry Association), ITU, 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization) 등 국내외 표준화 단체에서 M2M 통신과 관련된 표준을 제정하기 위한 연구를 하고 있다.

정보 수집을 위한 센서는 응용분야에 따라 다르다. 목적과 용도별로 센서를 공급하는 업체는 2010년 8월을 기준으로 전 세계에 3만개 이상이 있다[29]. 온도 센서를 예로 들면 일기 예보를 위한 기상 정보 수집에 사용하는 온도 센서와 차량의 냉각수 온도를 측정하

는데 사용하는 센서는 측정 범위가 다르다. M2M 디바이스에서 사용하기 위한 센서 인터페이스도 분야에 따라 다양하기 때문에[16], M2M의 응용을 위해서는 통신과 응용 분야를 접목하기 위한 산업분야를 넘나드는 이해가 필요하다. M2M 지역 네트워크로 활용할 수 있는 일부 기술은 서로 경쟁 보완 관계에 있으므로 시장의 요구에 따라 승자가 결정될 것이다.

M2M 서비스 플랫폼도 향후에는 변화가 예상된다. 2010년을 기준으로 M2M 서비스 플랫폼은 통신 사업자보다는 선발 M2M 플랫폼 공급업체를 중심으로 형성되어 있다. 그러나, 인터넷 초기 시장에서 몇몇 기업은 사라지고, 구글과 같이 새롭고 혁신적인 가치를 제공하는 회사가 출현하는 것처럼, 소수의 회사가 M2M 플랫폼을 혁신적으로 주도할 가능성이 있다.

전세계 M2M 시장은 연평균 30% 이상의 고성장을 예상하고 있으며[30], 해외 각국에서는 M2M 사업을 활발하게 추진하고 있다[31]. 국내 M2M 시장은 해외 시장보다 더욱 빠르게 성장할 것으로 전망된다[32].

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 과제(과제번호: 09교통체계-지능01)의 지원사업으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] Gerard C.M. Meijer, "Smart Sensor System", John Wiley & Sons, 2008, pp. 1-21
- [2] 방송통신위원회, "사물통신기반 구축 기본계획", 2009.12
- [3] 3GPP TR 22.868 "Study on Facilitating machine to Machine Communication in 3GPP System", Mar. 2007
- [4] David S. Watson, et al., "Machine to Machine (M2M) Technology in Demand Responsive Commercial Building", Lawrence Berkeley National Laboratory, Aug. 2004
- [5] Harald Sundmaeker, Patrick Guillemin, Peter Friess, Sylvie Woelfflé, "Vision and Challenges for Realising the Internet of Things", European Commission Information Society and Media DG, Mar. 2010
- [6] "ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things Executive Summary", Nov. 2005
- [7] 매일경제, "인터넷 접속 기기 숫자 50억대 넘는다", 2010.08.20, <http://news.mk.co.kr/v3/view.php?sc=40200073&cm=%EC%A0%84%EC%9E%90%EC%8B%>

A0%EB%AC%B8&year=2010&no=450224&relatedcode=&mc=

- [8] ETSI, TR 102 691, "Machine to Machine Communications (M2M); Smart Metering Use Cases", Feb. 2010
- [9] ETSI, TR 102 732, "Machine to Machine Communications (M2M); Use cases of M2M applications for eHealth", Mar. 2010
- [10] ETSI TR 102 857, "Machine to Machine Communications (M2M); Use cases of M2M applications for Connected Consumer", Jun. 2010
- [11] ETSI TR 102 897, "Machine to Machine Communications (M2M); Use cases of M2M applications for City Automation", Jan. 2010
- [12] ETSI TR 102 898, "Machine to Machine Communications (M2M); Use cases of Automotive Applications in M2M capable networks", Jun. 2010
- [13] IDATE, "The Machine-to-Machine Market, 2009 - 2013", Aug. 2009
- [14] Cellular-news, "Wireless M2M Vehicle Tracking Recovers to Pre-Recession Health", <http://www.cellular-news.com/story/44715.php>, 2010.08.09
- [15] ETSI, TS 102 690, "Machine to Machine Communications (M2M); Functional Architecture", Jan. 2010
- [16] Randy Frank, "Understanding Smart Sensor", Artech House, 2000 pp119-147
- [17] Dominique Paret, "Multiplexed Networks for Embedded Systems", John Wiley & Sons, 2007
- [18] ANSI/ASHRAE Standard 135-2001 "A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks"
- [19] Inge Grønbaek, "M2M Architecture with Node and Topology Abstractions", Teletronikk, Feb., 2009, pp. 89-110
- [20] Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed, "Fundamentals of WiMAX", Prentice Hall, 2007, Page 18
- [21] 박진수, "3W 기반의 M2M 기술 표준화 및 발전 전망", 2010 사물지능통신 컨퍼런스, Jun. 2010, pp. 85-93
- [22] Behcet Sarikaya, "Packet Mode in Wireless Networks: Overview of Transition to Third Generation", IEEE Communication Magazine, Sep. 2000, pp. 164-172
- [23] K. Fazel, S. Kaiser, "Multi-carrier and spread spectrum systems: from OFDM and MC-CDMA to LTE and WiMAX", John Wiley & Sons, 2008, pp. 237-263
- [24] Kamran Etemad, "Overview of Mobile WiMAX Technology and Evolution", IEEE Comm. Magazine, October 2008, pp. 31-40
- [25] Jose Puthenkulam, "IEEE 802.16p Machine to Machine (M2M) System Requirements Document", Jul. 2010, available at <http://wirelessman.org/ppc/index.html>
- [26] 국토해양부령 제258호, "교통안전법 시행규칙", 2010. 6.30
- [27] Elmar Schoch, Frank Kargl, and Michael Weber "Communication patterns in VANETs", Communications Magazines, IEEE, Nov. 2008, Vol. 46, No.11, pp. 119-125
- [28] Stephan Olariu, Michele C. Weigle, "Chapter5, Vehicular Networks From Theory to Practice", CRC Press, 2009
- [29] "Sensors, Transducers and Detectors", http://www.globalspec.com/ProductFinder/Sensors_Transducers_Detectors
- [30] "시장의 새로운 패러다임 'M2M'", 디지털타임즈, 2009.11.08, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2009110902012369740001
- [31] 김상언, M2M 해외 기술동향 및 해외사업자 사례, DigiEco Focus, 2010.05.18 <http://www.digieco.co.kr/>
- [32] "M2M, 통신시장 블루오션으로 부각", 전자신문 2010.07.27, <http://www.etnews.co.kr/news/detail.html?id=201007260178>

약력



김상언

1992 한양대 전자통신공학과 석사
2007 충남대 정보통신공학과 박사
1993~현재 KT 중앙연구소
관심분야 : M2M, Internet of Things, Future Internet,
Wireless Network
E-mail : sekim@kt.com