

IoT 통신용 반도체의 기술 및 동향

I. 서론

IT 산업은 우리의 경제, 문화, 산업에 큰 영향을 미쳐왔다. 이미 우리는 스마트 폰이 없는 세상을 상상할 수 없는 상황이 되었고 이를 이용한 서비스 모델은 핀테크 같은 금융까지 개혁을 시키고 있다. IT 산업은 약 10년 마다 새로운 분야가 나타나서 시장을 이끄는데 지금까지 2000년 전후의 초고속 인터넷에 이어 2010년 전후의 모바일 인터넷이 IT산업을 이끌어 왔다. 그러나 2015년 현재 스마트 폰 시장의 포화로 새로운 먹거리가 필요해졌으며 이미 2014년부터 사물인터넷 (IoT)이 2020년의 새로운 핵심산업으로 자리잡고 있다^[1]. 이번 논고에서는 IoT 시장의 현황과 이의 핵심 기술인 무선통신용 반도체의 기술 및 표준화 동향에 대해 알아본다.

II. 무선 통신 SoC의 개요

1. IoT산업의 핵심 반도체 분야

IoT 시대의 핵심 반도체는 무엇이 될까의 이슈는 반도체 업계의 주요 관심사이다. IoT의 개념이 사물끼리의 통신을 위해 스스로 정보를 감지하고 이 정보를 무선 네트워크를 통해 전달 및 수집하며 수집된 정보를 처리해서 서비스를 하는 개념이므로 지금까지의 자료를 취합해 보면 IoT의 주요 핵심 기술은 processing, sensing, connecting으로 볼 수 있다. 이를 반도체 제품으로 변환하면 센서, MCU 그리고 무선통신 SoC가 된다. 이 중 무선 통신 SoC의 기술적 요소 및 주요 사양에 대해 정리하면 다음과 같다.^[2-3]



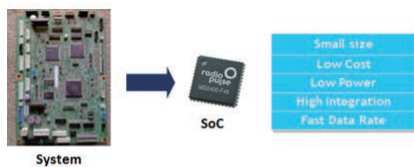
왕 성 호
레이디오펠스 주식회사

2. 무선통신 SoC의 개요

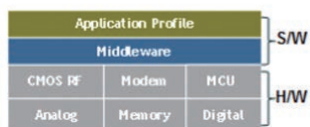
과거에는 무선통신을 하기 위해서 RF칩, 모뎀칩, MCU, 메모리 등의 소자를 개별적으로 사용하였으나 최근 SoC의 발달로 인해 현재는 모든 기능이 하나의 실리콘 기판에 집적되는 단일기판 SoC를 사용하고 있다. 따라서 소형화, 저전력, 저가격을 실현할 수 있게 되었다. (〈그림 1 (a)〉 참조) 무선통신 SoC의 구성은 하드웨어 실리콘 칩인 SoC 부분과 실제 엔진에 해당되는 스택, 그리고 각 응용별로 특화된 응용 프로파일로 구성된다.

과거에는 무선 칩만 제공하면 되었으나 SoC화 되면서 임베디드 소프트웨어의 비중이 점차 커지고 있다. 현재는 하드웨어보다 소프트웨어의 중요성이 더 크며 제품의 동작 안정성 및 신뢰성에서도 소프트웨어의 역할이 더 중요하다.

공정의 경우는 모든 기능이 하나로 집적되면서 기존의 일반적인 CMOS 공정으로는 지원이 불가능하게 되었다. 따라서 현재는 mixed mode CMOS공정을 기반으로 RF option이 들어가고 더불어 embedded flash 메모리 공정이 들어가서 공정단가가 매우 비싸게 되었다. RF 공정의 특징으로는 상위 metal에서 구현되는 MIM 캐패시터, 그리고 top metal을 Cu를 사용하여 두껍게 공정하여 저항값이 낮은 인덕터를 구현할 수 있도록 하는 Thick metal, 소자 파라미터를 2.4 GHz 등의 RF 영역에서 모델링을 정확히 하여야 하는 RF 파라미터 추출 등이 있다.



a) 무선 SoC의 개요 및 장점



b) 무선 SoC의 구성

〈그림 1〉 무선 SoC의 개요 및 구성 요소

무선 SoC는 여타의 다른 설계 보다 어려우며 기술의 진입장벽도 매우 크다. 이는 하드웨어와 소프트웨어가 결합하여 동작한다는 복잡도의 증가도 있지만 기본적으로 민감한 RF 회로와 디지털 클락을 사용하는 디지털 회로가 하나의 기판에 구현될 경우 디지털 노이즈가 기판을 타고 LNA 같은 민감한 회로의 ground에 영향을 주어 회로의 성능을 급격히 떨어뜨리기 때문이다. 이를 해결하기 위해 회로간의 배치, 기판 노이즈를 막는 guard ring 등의 기법이 중요하다. 또한 ESD의 경우도 무선 통신 SoC의 경우 취약할 수 있다. 기본적으로 ESD 방지회로는 low pass filter로 동작하므로 고주파 신호가 이를 지나가면서 신호의 강도가 감소되는 부작용이 있을 수 있다. 따라서 무선 SoC의 설계는 많은 경험과 시행착오를 필

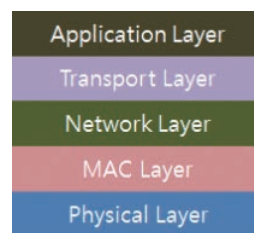
요로 하는 어려운 분야로 볼 수 있다.

3. 무선 통신의 계층별 기능

무선 통신에서도 여타의 통신과 같이 상위 단의 응용 소프트웨어부터 가장 아래 단의 물리 계층까지 계층별로 나누어 그 기능을 담당한다. 무선통신에서의 계층은 그 표준에 따라 서로 다르게 표현되나 가장 기초적인 기능을 중심으로 간략하게 표현하면 다음의 〈그림 2〉와 같다.^[4-5]

먼저 이해를 돕기 위해 무선 통신의 역할을 택배회사의 업무로 가정해 보자. 택배 회사의 목적은 원하는 내용을 내용의 왜곡 없이 원하는 곳에 정확히 전달하는 것이다. 무선통신도 이와 같이 원하는 디바이스에 원하는 정보를 정확히 전달하는 것이 목표이다.

Physical layer는 물리 계층으로서 데이터를 변조하여



〈그림 2〉 무선통신의 계층

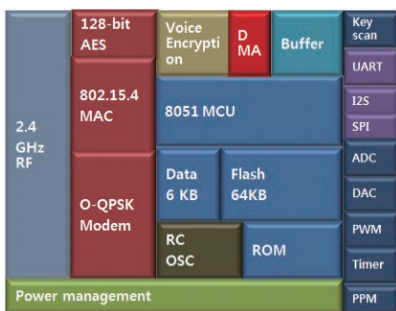
송신하고 수신된 데이터는 복조하여 다음 단계로 전달하는 역할을 한다. 이는 택배회사에서 이 편지를 비행기로 보낼 것인지 기차로 보낼 것인지를 결정하고 실제로 보내는 일을 하는 것이다. 운송 수단은 캐리어 주파수로 볼 수 있으며 그 표준 종류에 따라 전달 데이터 전송속도 및 방식이 달라진다.

MAC layer 는 Link layer 라고도 하며 네트워크 장비 간의 물리적인 전송에 관한 일을 한다. 이를 택배에 비유하면 주소가 쓰여 있는 우편물을 전송을 잘 하도록 잘못이 없는지 확인하고 기차 혹은 트럭에 적재하는 것에 비유할 수 있다.

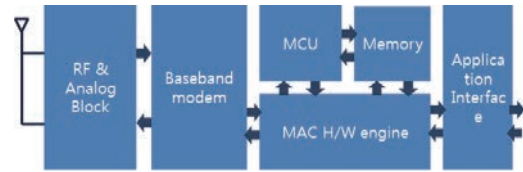
Network layer (IP) 는 쓰인 주소를 바탕으로 목적하는 디바이스까지 가는 최적 경로를 산정하고 관리, 유지 및 해제를 한다. 택배의 경우 이 우편물을 직접 부산까지 보낼 것인지, 혹은 대전에 들렀다가 갈 것인지, 경부 고속도로로 갈 것인지 중부 고속도로로 갈 것인지를 결정한다. 중부 고속도로에서 사고가 나면 경부로 바꾸는 일도 한다.

Transport layer (TCP/UDP)는 시스템 간의 신뢰성 있는 정보를 전달하는 역할을 하며 에러의 발견, 네트워크 장비의 QoS를 포함한다. 택배의 경우 보통 우편으로 갈지 혹은 등기속달로 갈지를 결정하고 이를 따르는 역할을 한다.

Application layer는 각 응용에 따라 필요한 명령어를 지원하며 사용자 프로그램의 네트워크 서비스를 지원하는 사용자에게 친숙한 서비스이다. 택배의 경우 이 편지



〈그림 3〉 무선통신의 SoC 의 구성



〈그림 4〉 무선통신의 SoC 의 송수신 구성도

가 업무용인지 연애편지인지를 보는 것으로 볼 수 있다. 그 용도에 따라 각자 다른 프로토콜을 사용한다.

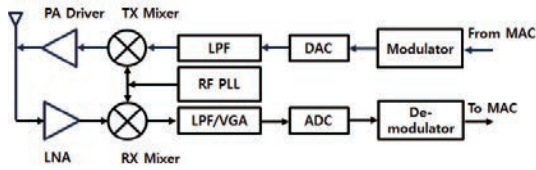
4. 무선 SoC 의 구성 및 기능

무선 SoC 는 기본적으로 RF 및 analog, baseband modem, MCU, program memory 및 기타 주변회로로 구성되어 있다. 무선 통신 칩의 하드웨어적인 블록 구성은 ZigBee 칩을 예로 들면 다음의 〈그림 3〉과 같다.^[6]

무선 SoC 의 구성을 기능별로 나타내면 다음의 〈그림 4〉와 같다. 안테나를 통해 들어온 신호는 RF 송수신단을 거치면서 기저 대역의 신호로 RF 복조 되고 이 신호는 필터를 거친 후 아날로그에서 디지털 신호로 바뀐다. 이렇게 디지털로 바뀐 신호는 모뎀을 거치면서 복조되어 실제 1 또는 0의 정보로 변환된다. 송신 시에는 이와 반대로 디지털 모뎀에서 변조된 후 디지털 신호가 아날로그신호로 바뀌고 이 신호가 필터를 거친 후 캐리어 주파수와 섞여서 RF 변조되며 이 신호가 안테나를 거쳐 전송된다. 상위 레벨의 소프트웨어 스택은 프로그램 메모리에 저장되며 여기서 프로그램을 읽어 MCU가 중앙 제어 관제센터의 역할로 송수신 과정을 컨트롤 한다. Application interface 는 본 시스템과 UART, SPI 등의 표준으로 연결시키는 부분이다.

5. 송수신단의 회로별 기능

무선 SoC에서 성능을 좌우하는 중요한 부분이 송수신단이다. 송수신단은 보내고자 하는 정보가 있을 때 이 정보를 가장 효율적으로 그리고 안전하게 목적지까지 전달하는 중요한 사명을 가진다.



〈그림 5〉 송수신단의 블록 다이어그램

먼저 송신단의 동작을 요약하면 다음과 같다. 데이터를 보낼 때 중요한 것 중의 하나가 많은 양의 정보를 효율적으로 보내는 것인데 이를 위해서 디지털 신호 변조를 하고(modulator) 고주파 무선 캐리어 전파에 신기 위해 디지털 신호를 아날로그 신호로 바꾼다. 여기서 쓸데없는 노이즈 신호를 제거하기 위해 필터를 거친 후 송신 믹서를 통해 전하고자 하는 RF 캐리어 주파수에 데이터를 신게 된다. 이 경우 캐리어 주파수에 데이터가 변조된 상태이며 약한 신호를 안테나를 통해 멀리 송신하기 위해 power amp를 거치며 신호를 증폭시킨다.

수신단의 경우 이와 반대의 순서를 거치는데 안테나로부터 들어온 신호는 인식하기에는 너무 약하므로 LNA를 통해 증폭시킨다. 송신 시 RF 주파수에 변조된 신호를 다시 분리해 내야 하므로 수신 믹서를 통해 그 동안 운송자로서의 역할을 했던 캐리어 주파수를 분리해 낸다. 이를 기저대역 신호라고 하는데 데이터가 여행을 하는 동안 노이즈가 끼어 있고 크기도 변했으므로 가변 이득 앰프로 크기를 조절하고 필터를 이용하여 다른 밴드의 노이즈를 제거한다. 초기의 신호는 디지털이었으므로 현재의 아날로그 신호를 다시 디지털로 바꾸어야 하며 ADC를 통해 디지털 신호로 바꾼다. 이 신호는 초기에 변조된 신호이므로 다시 복조를 하여 올바른 데이터로 복구하며 이를 MAC으로 보내 임무를 완수하게 된다. 〈그림 5〉는 송수신단의 블록 다이어그램을 나타내며 상위의 송신단, 하위의 수신단, 그리고 변조와 복조를 위한 RF PLL 부분으로 구성되어 있다.

6. 무선통신 SoC 의 개발 방향

무선통신 SoC의 시장이 커지면서 개발의 방향도 시

장의 수요에 맞게 변하고 있다. 이를 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 하나는 서로 다른 표준끼리의 통합칩을 만드는 것이다. 이미 시장에서 Wi-Fi 와 Bluetooth를 하나로 구현한 칩이 적용되고 있으며, 이 외에도 ZigBee / Bluetooth 통합칩, ZigBee / Wi-Fi 통합 칩이 구현되었다. 향후는 더욱 많은 표준들이 하나의 기판 위에 구현될 것으로 예상된다. 다른 한 가지의 동향은 가능한 무선 통신을 소프트웨어로 구현하는 것이다. RF 주파수에서 신호를 디지털로 변환할 수 있다면 모든 변복조를 소프트웨어로 구현할 수 있어 원가 절약 및 상황에 따라 자동으로 표준을 변화시키는 Cognitive Radio 의 구현도 가능해진다.

유무선 통신 기술 중 근거리 무선통신 기술이 2020년에 약 69%를 차지할 것으로 예상된다.^[7] 대표적인 근거리 무선통신 기술로는 Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee 그리고 Z-Wave 등이 있다.

그러나 기본적으로 시급한 시장의 요구는 저가격, 저전력 및 특수한 기능들을 구현하는 feature 의 차별화이다. 이를 위해 많은 SoC 디자인 회사들이 최선을 다하는 노력을 하고 있다.

III. IoT 의 무선 통신 기술 표준

IoT산업에서 무선통신은 가장 중요한 역할을 차지한다. KT 경제연구소의 2014년 자료에 의하면 유무선 통신 기술 중 근거리 무선통신 기술이 2020년에 약 69%를 차지할 것으로 예상된다.^[7] 대표적인 근거리 무선통신 기술로는 Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee 그리고 Z-Wave 등이 있다. 이들의 중요한 특징을 살펴보면 다음과 같다.

1. Wi-Fi

2000년 초에는 무선랜의 용도가 유선 인터넷의 무선 대체로 인식되어 우리나라처럼 초고속 인터넷이 잘 되



〈그림 6〉 Wi-Fi 로고

어 있는 나라는 무선랜이 발전 못 할 것이라는 의견이 지배적이었다. 또한 통신사가 주도하는 이통망이 굳건하여 휴대폰에 무선랜인 Wi-Fi 가 탑재 되리라고는 2007년까지만 해도 생각하지 않았었다. 그러나 스마트 폰이 등장하고 Wi-Fi 의 수요가 증대하면서 이제는 Wi-Fi 없는 세상을 상상할 수 없게 되었으며 현재 주요 통신사에 의해 Wi-Fi 가 전국적으로 서비스되고 있다. 초기에는 IEEE 802.11 및 11b 로 시작되었으나 보다 높은 전송속도의 요구에 의해 11g를 거쳐 11a, 그리고 지금은 11n 이 널리 사용되고 있다. IEEE802.11n 은 기존의 11 기술에 MIMO 및 40MHz 대역의 Physical 및 MAC 계층을 추가하여 만들어졌다. 따라서 전송속도가 최대 600 Mbps 까지 올라갔으며, 보다 발전한 IEEE802.11ac 의 경우 multi user MIMO를 사용하고 데이터 전송속도는 최대 1Gbps를 보인다. 이 외에도 다른 표준이 점차 상용화되고 있는데, IEEE802.11ad는 WiGig 이라고도 부르며 캐리어 주파수가 60GHz 이고 전송속도가 7 Gbps 에 이른다. 반면에 IEEE802.11ah의 경우 900MHz 주파수에서 동작하며 데이터 전송속도는 100 kbps 로 작은 대신에 통신 거리가 매우 길다. Wi-Fi 는 다른 표준보다 전송속도가 크고 널리 구축된 인프라라는 장점이 있으나 배터리 소모가 크고 무선 네트워크 기능이 상대적으로 약하며 SoC 의 가격이 비싸다는 단점이 있다. 그러나 인프라 구축이 매우 잘 되어 있어 향후도 가장 널리 쓰이는 무선 표준이 될 것으로 예상된다.

2. Bluetooth

Bluetooth는 현재 스마트 폰을 중심으로 하는 액세서



〈그림 7〉 Bluetooth 로고

Wi-Fi가 고속의 데이터 전송에 적합하고, Bluetooth가 스마트 폰을 중심으로 하는 기기에 특화되었다면 ZigBee는 셋탑 박스 등의 고정된 AP를 기반으로 하는 무선 센서 네트워크에 적합하다.

리에 널리 쓰이고 있는 표준이다. Bluetooth 라는 이름은 10세기에 덴마크와 노르웨이를 통일했던 헤럴드 블루투스라는 왕의 이름에서 따왔으며 블루투스 왕의 업적처럼 각종 디지털 기기들의 통신을 통일시키자는 취지로 이름지어졌다. Bluetooth는 1999년을 전후해서 당시 라이벌이던 Home RF에 완승을 거두고 크게 주목받았으나 2004년까지 시장에 큰 영향을 주지는 못하였다. 그러나 2005년 이후 휴대폰에 적극적으로 채용되기 시작하면서 현재는 스마트 폰을 기반으로 하는 모든 기기에는 필수적으로 쓰이게 되었다. Bluetooth 는 Wi-Fi 보다 전송속도가 느리나 전류소모가 적어 휴대 기기에 적합하다. 표준으로는 2004년 2.0, 2009년 3.0을 발표하였고 2010

년에는 배터리 수명을 길게 가져갈 수 있는 4.0 (Low Energy 채용) 을 발표하였다. 2016년 1Q에는 기존의 Bluetooth Low Energy 기능에 위치 기반 서비스와 음성 전송을 보강한 Bluetooth 5.0 의 표준이 발표될 예정이다. 2020년

Bluetooth 무선 SoC 의 판매 개수는 50억 개를 넘을 것으로 예상된다.^[8]

3. ZigBee

ZigBee 는 2003년 저전력 근거리 무선 네트워크 통신을 위해 IEEE802.15.4를 기반으로 해서 만들어진 무선 표준이다. 기존의 Bluetooth 와는 다르게 데이터 전송속도를 250 kbps 로 낮추는 대신에 powerdown 모드를 채용하여 배터리 수명을 길게 하고 무선 네트워크 기능을 보강하여 65,500 개 까지의 노드를 지원함으로써 다가올 무선센서 네트워크에 적합한 솔루션으로 출발하였다. 그러나 2009년까지 무선 센서 네트워크의 시장



ZigBee
Control your world

〈그림 8〉 ZigBee 로고

이 그리 커지지 않아 시장 규모가 작았으며 2009년 이후에는 리모컨을 중심으로 시장이 커지기 시작하였다. RF4CE 는 리모컨용 스택 표준인데 2009년 ZigBee 얼라이언스로 편입되면서 리모컨 시장에서 ZigBee 의 점유율이 증가하였다. Wi-Fi 가 고속의 데이터 전송에 적합하고, Bluetooth 가 스마트 폰을 중심으로 하는 기기에 특화되었다면 ZigBee 는 셋탑 박스 등의 고정된 AP를 기반으로 하는 무선 센서 네트워크에 적합하다. 2014년부터는 사물인터넷의 급 부상으로 갑자기 시장 규모가 커지기 시작하였으며, 최근 Google 이 IEEE 802.15.4 기반의 Thread 표준을 발표하면서 적어도 무선 SoC 를 공급하는 칩 벤더의 입장에서는 폭발적인 시장의 확대를 기대할 수 있게 되었다. 표준으로는 초기에 ZigBee 2003 이 발표되었으며 2005년에 ZigBee 2004, 2007년에는 ZigBee PRO 라고도 불리는 ZigBee 2007이 발표되어 현재까지 사용되고 있다. 최근에는 ZigBee 3.0이 발표되어 그 동안 통일되지 못하였던 LED 제어 및 홈 오토메이션을 비롯한 여러 응용 프로파일들이 통일되는 계기를 마련하였다. 주요 응용 분야로는 리모컨을 비롯해 LED조명제어, 스마트 홈, 스마트 에너지 등이 있다. 특히 스마트 홈 분야에서는 무선 솔루션을 놓고 Z-Wave 와 치열한 선점 경쟁을 벌이고 있다. ZigBee는 향후 Google 이 주도하는 Thread 와 연합하여 스마트 홈에서 주요한 위치를 차지할 것으로 예상된다.

4. Z-Wave

Z-Wave 는 덴마크의 Zensys 라는 회사가 주도하여 만든 근거리 무선 통신 표준이다. 특징으로는 캐리어 주파수를 800~ 900 MHz를 사용하여 2.4 GHz를 사용하는 다른 표준에 비해 통신거리가 길다. Zensys는 개방



〈그림 9〉 Z-Wave 로고

표준이 아니라서 Zensys 에서만 칩을 공급할 수 있으며 Zensys 가 Sigma Design 에 인수되면서 지금은 Sigma Design 만이 칩을 공급하고 있다. 장점으로는 칩 공급자가 하나이므로 개발시 호환성이 편리하고 캐리어 주파수가 800~ 900 MHz 이므로 통신거리가 길다. 그러나 데이터 전송속도가 느리고 경쟁체제가 아니므로 가격의 하락 속도가 상대적으로 느리다. 주로 미국의 스마트 홈을 중심으로 채용되고 있으며 우리나라에도 LGU+가 스마트 홈 서비스에 채용하였다.

VI. IoT 의 무선 플랫폼 표준화 동향

시장이 가장 먼저 커질 것으로 예상하는 스마트 홈의 경우 플랫폼의 선점이 향후 주도권에 가장 중요하므로 글로벌 업체들이 경쟁적으로 표준 활동에 참여하고 있다.

사물인터넷 시장이 커지면서 시장을 선도하는 글로벌 기업들이 경쟁적으로 무선통신 플랫폼에 관련된 표준화를 주도하고 있다. 특히 시장이 가장 먼저 커질 것으로 예상하는 스마트 홈의 경우 플랫폼의 선점이 향후 주도권에 가장 중요

하므로 글로벌 업체들이 경쟁적으로 표준 활동에 참여하고 있다. 이 중 활발한 활동을 하는 업체로는 삼성, 엘지, 구글, 애플, 퀄컴, 인텔 등이 있다. 표준에 따라 추진하는 layer 가 다르지만 이들이 추진하는 주요 표준으로는 Thread, OIC, Allseen, HomeKit 등이 있다.

Thread 그룹은 Google 및 Google 이 2014년 3조 5천억 원에 인수한 Nest 가 주도하는 표준 그룹이며 2014년 7월에 결성되었다. 목적은 집안에서 기기간의 연결 및 컨트롤을 최적화 시키는 것이고 주요 참여사로는 삼성, 실리콘 랩스, 프리스케일, ARM 등이 있다. 주로 Physical layer 에서 IEEE802.15.4, 2.4 GHz 주파수를 이용하며 IPv6 기반의 6LoWPAN을 프로토콜로 사용한다.

Allseen Alliance 는 2013년 12월에 리눅스 재단이 사물인터넷 확산을 위해 설립한 컨소시엄이다. 주도회사는 퀄컴이며 주요 참여사로는 LG전자, 파나소닉, AT&T 등이 있다. 초기 프레임워크는 퀄컴이 제공한 올조인 (Alljoyn) 오픈소스 프로젝트를 기반으로 하고 있다. 이 Alliance 의 목적은 가정 내의 기기들이 제조사 및 통신



방식이 다르므로 제조사에 상관없이 이를 모두 연결시키도록 하는 것이다.

OIC(Open Interconnect Consortium)은 삼성과 인텔이 주도하여 만들어진 컨소시엄이며 2014년 7월 결성되었다. 퀄컴과는 경쟁구도를 가지며 오픈소스 공동체와는 협력구도를 가진다. 설립목적은 IOT 시대에 모든 기기들을 자유롭게 연결하자는 것이고 이를 위해 오픈 소스 소프트웨어를 지향, 모든 소프트웨어와 소스코드를 개발자들에게 기본적으로 무상으로 제공한다. 주요 참여 업체로는 인텔, 삼성, 델, 브로드컴, 아트멜 등이 있다

Home Kit은 Apple 이 추진하는 스마트 홈의 개발도구이다. 2014년 7월 세계 개발자 대회에서 첫 선을 보였으며 그 동안 다른 플랫폼 업체와 협력을 하지 않은 스타일대로 이번에도 독자적으로 추진하는 틀이다. 그러나 이미 iOS8 기반의 제품들이 시장에서 강력하게 자리 잡고 있고 많은 가전제조사들이 2015년 CES 에서 관련 제품을 전시함으로써 그 영향력을 보였다.

VI. 결론

지금까지 IoT에서 가장 중요한 요소인 무선 통신 SoC의 개념과 기능 그리고 표준화 동향에 대해 알아보았다. 향후 무선 통신은 사물인터넷의 발전과 함께 더욱 그 수요가 증가할 것으로 예상되며 더불어 정보를 받아들이는 센서, 받아들인 정보를 전송하고 모아진 정보를 분석하는 MCU의 시장도 발전할 것으로 예상된다. 각 제조사들은 이러한 시장에서 경쟁하기 위해 저전력, 저가격, feature의 차별화를 구현하고 있으며 다른 표준과의 통합칩 및 소프트웨어로 구현되는 통신 칩의 개발에도 박차를 가하고 있다. 무선 통신 SoC는 글로벌 업체들의 IoT 플랫폼에서 핵심적인 역할을 할 것으로 보인다.

참고 문헌

[1] Martha Zemed, "Explosion of the Internet of Things", Keysight Technologies report, Jun, 2015.
 [2] Peter Middleton et. al. "The Internet of things, worldwide, 2013", Gartner research note, Nov, 2013

[3] Frank E. Gillet, "The internet of things comes home, bit by bit", Forrester note for CIOs, pp. 2-15, Dec, 2013,
 [4] 김해용, 정종수, 차우석, 신규상, 김선태, "스마트 그리드를 위한 AMI 및 HEMS 관련 요소 기술 현황", ETRI journal, Electronics and Telecommunication Trends, 2013
 [5] "Silicon Labs Application Development Fundamentals", Silicon Lab, 2015
 [6] RadioPulse Inc, "ADS0403 MG2470B Datasheet v 1.7" RadioPulse Inc. 2014
 [7] 권명관, "2014년 국내 IT 시장 전망" IT 동아 Dec. 2014.
 [8] Industry Arc Analysis, " Bluetooth enabled device market forecast" Industry Arc, Feb 2015



왕 성 호

- 1989년 2월 연세대학교 전자공학과 학사
- 1991년 2월 연세대학교 전자공학과 석사
- 2003년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 박사
- 1991년 1월~2003년 4월 하이닉스 반도체 책임연구원
- 2003년 4월~현재 RadioPulse Inc, 사장

〈관심분야〉

무선통신 SoC, CMOS RF Transceiver, ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, IoT