

## 사물인터넷 기술 동향

표 철 식

한국전자통신연구원  
IoT 융합연구부

## I. 서 론

사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 지능화된 사물들이 인터넷에 연결되어 네트워크를 통해 사람과 사물(물리 또는 가상), 사물과 사물 간에 상호 소통하고, 상황 인식 기반의 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공하는 글로벌 인프라이며, 스마트 디바이스, 모바일, 클라우드, 빅데이터 기술 등과 융합하여 개방과 공유를 지향하는 초연결사회의 핵심이 되어 신산업 창출, 생산성·효율성 제고, 사회 현안 해결 및 삶의 질 향상 등에 크게 기여할 것으로 전망된다<sup>[1]~[3][47]</sup>. 2020년에 인터넷에 연결되는 사물의 수는 약 260억 개까지 증가할 것으로 전망되며(PC, 태블릿, 스마트폰 제외), 약 3,000 억 달러의 시장(서비스, 제품) 창출과 1.9조 달러의 경제적 파급 효과가 기대되며, 특히 제조와 헬스케어 분야의 파급 효과가 가장 클 것으로 전망된다<sup>[4]</sup>.

사물인터넷은 1999년 MIT Auto-ID 센터 공동설립자인 케빈 애쉬튼에 의해 최초로 제안되었으며, RFID 태그를 통한 사물(Thing)의 지능화 미래비전 개념이었다<sup>[5]</sup>. 그 후 2005년 ITU의 7번째 인터넷 보고서인 IoT 보고서에서 기존의 Anytime, Anyplace 중심의 정보 통신 기술에 Anything 연결성을 추가하여 새로운 다이나믹 네트워크를 형성하는 기술적인 혁신에 의해 인터넷에 큰 변화가 올 것이라고 제시하면서 확산되기 시작했다<sup>[6]</sup>. 미국(6대 혁신기술/2008년, SmartAmerica Challenge/2013), 유럽(IoT 액션플랜/2009년), 독일(Industry 4.0/2013년), 중국(感知中國/2009년) 등 세

계 주요국은 글로벌 IoT 시장 선점을 위해 국가 전략을 수립하였다. 우리 정부는 2004년부터 추진해 온 RFID/USN, 사물지능통신 결과를 기반으로 새롭게 발전시킨 사물인터넷을 창조경제의 핵심 아젠다로 설정하고, ‘초연결 디지털 혁명의 선도 국가 실현’을 위한 ‘사물인터넷 기본계획’을 수립하여, 1) 창의적 IoT 서비스 시장 창출, 2) 글로벌 IoT 전문기업 육성 및 3) 안전하고 역동적인 IoT 발전 인프라 조성을 주요 정책 추진 과제로 선정하고, 글로벌 파트너십 추진과 핵심 기술 개발 전략 로드맵 등 실행 계획을 본격적으로 수립하고 있다<sup>[7]</sup>.

본 고에서는 IoT 생태계를 구성하는 IoT 서비스, IoT 서비스 플랫폼, IoT 네트워크 및 IoT 디바이스 등 IoT 핵심 기술 동향 및 발전 전망을 소개한다.

## II. 사물인터넷 개요

## 2-1 사물인터넷 개념

사물인터넷은 실세계와 가상세계에 존재하는 사람, 사물, 공간, 데이터, 프로세스 등 모든 것이 인터넷으로 연결되어 상호 소통하고 작용하며, 정보가 생성·수집·공유·활용되는 지능형 서비스 인프라이다<sup>[7][8]</sup>. IoT는 사물 지향(Things-oriented) 식별 및 센싱, 인터넷 지향(Internet-oriented) 연결성, 시맨틱 지향(Semantic-oriented) 지식화 기술 등으로 구성되며<sup>[9]</sup>, IoT 서비스를 제공하기 위한 예코 시스템은 [그림 1]에서 보는 바와 같이 IoT 디바이스(사물의 센싱, 동작), IoT 네트워크(연결) 및 IoT 플랫폼(사물간 연결·



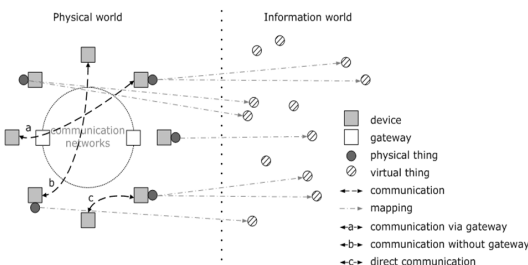
[그림 1] IoT 서비스 개념도<sup>[8]</sup>

협업·분석) 등 가치 사슬 전반에 걸치는 산업 생태계를 통해 서비스를 실현하며, 글로벌 기업들은 자신의 핵심 역량을 바탕으로 경쟁 중이나 아직은 지배적인 기업이 없으며, 기업 간 전략적인 제휴와 기업 간 인수·합병(M&A)이 활발하다<sup>[7],[8]</sup>.

## 2-2 사물인터넷 Thing의 정의

사물인터넷의 Thing은 [그림 2]에서 보는 바와 같이 물리세계(물리사물) 또는 정보세계(가상사물)의 객체로서 식별 및 통신 네트워크에 통합이 가능하며<sup>[10]</sup>, <표 1>과 같이 기관에 따라 여러 가지로 정의되며, 가트너의 2020년 260억개 사물에는 스마트폰(사물을 과장하는 허브) 등은 미포함된다<sup>[4]</sup>.

## Ⅲ. 사물인터넷 서비스 및 플랫폼



[그림 2] IoT Thing의 정의<sup>[10]</sup>

<표 1> IoT Thing의 여러 가지 정의

단체	IoT Thing의 개념 및 정의
ITU-T: Y.2060 <sup>[10]</sup>	Object of the physical world (physical things) or of the information world (virtual things): capable of being identified and integrated into the communication networks
IETF	Things should be identified at least by one unique way of identification for the capability of addressing and communicating with each other and verifying their identities. If the "thing" is identified, we call it the "object".
IoT-A	Thing denotes the same concept as a Physical Entity (Any physical object that is relevant from a user or application perspective.)
Gartner <sup>[4]</sup>	Thing: 직접적으로 공용망에 연결되거나 다른 네트워크를 통해 연결 가능, 독립적으로 식별되는 것으로 무선 모듈, MCU 등도 사물이 될 수 있으며, 자동차 등과 같은 기능 집합도 하나의 인터넷 연결을 통한다면 사물 * PC, 노트북, 스마트폰은 사물을 관장하는 허브 역할로 여겨 사물로 보지 않음.
IDC <sup>[11]</sup>	Thing: 인간의 개입 없이 유선 또는 무선의 네트워크를 통해 연결되며, 고차원의 Intelligent system에 의해 관리되는 객체 * PC, 노트북, 스마트폰은 사물로 보지 않음. * 폰의 가속도 센서는 사물로 보지 않음.

## 3-1 사물인터넷 서비스

사물인터넷 서비스는 서비스 대상과 서비스 제공 주체에 따라 구분할 수 있으며, 개인이 삶의 질 향상을 위해서 IoT 디바이스 제품을 직접 구입하여 서비스를 제공 받는 개인 IoT 서비스(컨슈머), 정부가 사회문제 해결 및 대국민 서비스를 제공하기 위해 인프라를 구축하여 제공하는 공공 IoT 서비스, 기업이 산업 경쟁력을 강화하고 효율성을 제고하기 위해 도입하는 산업 IoT 서비스 등으로 분류할 수 있다<sup>[7]</sup>.

### 3-2 사물인터넷 플랫폼

사물인터넷 플랫폼은 다양한 IoT 서비스를 제공하기 위해서 다수의 사용자와 다양한 사물 사이에서 중계자 역할을 하는 것으로 하나에 응용에 종속되지 않으면서 사물의 연결, 데이터 수집, 데이터 분석 및 지능형 서비스 등을 제공하는 공통의 시스템으로 사물 연결 플랫폼, 데이터 분석 지능형 플랫폼 및 응용 플랫폼으로 구분된다<sup>[7],[8]</sup>.

이동통신 사업자들은 이동통신 단말을 통해 인터

넷에 연결하기 위해 ETSI, 3GPP 등을 통해 M2M 플랫폼을 개발해 왔으며, 글로벌 표준을 통해 시장규모를 확대하기 위해 oneM2M 표준화에 적극적으로 참여하고 있다. LogMeIn 사의 Xively는 REST 인터페이스로 웹에 연결할 수 있는 서비스 플랫폼을 제공하고 있으며, ioBridge사의 ThinkSpeak는 센서를 비롯한 사물들이 웹을 통해 연동될 수 있도록 하며, 소셜 네트워크와의 연동을 통해 사물들을 활용 가능하게 한다. IBM, 오라클, CISCO 등은 각사의 강점을 기반으로 IoT 플랫폼의 전 분야에 대한 전략적 접근을 통하여 기술력 확보와 관련 시장 선점에 주력하고 있다. 국내에서도 SKT, KT, ETRI(Coweb), KETI (Mobius), 모다정보통신 등에서 ETSI 표준기반으로 사물연결 플랫폼을 개발하고 있다<sup>[3],[8],[12]</sup>.

[그림 4]와 같은 ETRI의 Coweb(Collaborative Web of Things) 플랫폼은 사물 연결성, 사물 매쉬업, 동적 사물 협업을 통한 IoT 사물 연동·공유 및 IoT 서비스 생성·운용을 지원하는 플랫폼이다.

센서 정보를 함께 활용하기 위해서는 센서 데이터의 개방이 필연적이며, 개방된 센서 데이터가 외부에 적극적으로 활용되도록 하기 위해 개발자들이 쉽게 데이터를 찾고 적용할 수 있는 개방형 데이터 플랫폼이 요구된다. OGC(Open Geospatial Consortium)에서는 SWE(Sensor Web Enablement) 표준을 개발하였으며, 이는 GIS 관점에서 웹서비스 아키텍처를 기반으로 센서가 제공할 수 있는 여러 서비스를 정의하고, 이를 위한 프레임 워크를 표준화하였다. W3C는 SSN-

〈표 2〉 IoT 서비스 구분

구분	서비스 사례
개인 IoT 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 웨어러블 등 스마트 기기(부착형, 생체이식형)</li> <li>• 스마트 홈 가전기기 등(TV, 냉장고, 세탁기 등)</li> <li>• 생활 제품 등(스마트 화분, 신발, 장난감, 전구 등)</li> <li>• 헬스케어, 자동차 등</li> </ul>
공공 IoT 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기/수도/가스 등 유틸리티 측정에 유무선 양방향 IP 통신이 가능한 스마트 미터 사용</li> <li>• 지능형 교통 수단 및 도시 공간 인프라에 센서 설치</li> <li>• 수질/대기 등 환경 모니터링</li> </ul>
산업 IoT 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공장 및 플랜트 시설/안전 설비의 모터, 펌프, 밸브, 튜브 배관 등 주요 부품에 센서 적용</li> <li>• 빌딩, 산업단지 등 조명, 공조, 제조 프로세서 등 에너지 관리용 센서 및 액추에이터</li> <li>• 스마트 팩토리를 위한 네트워크가 기존의 유무선 형태에서 고신뢰성 무선 네트워크 적용</li> </ul>

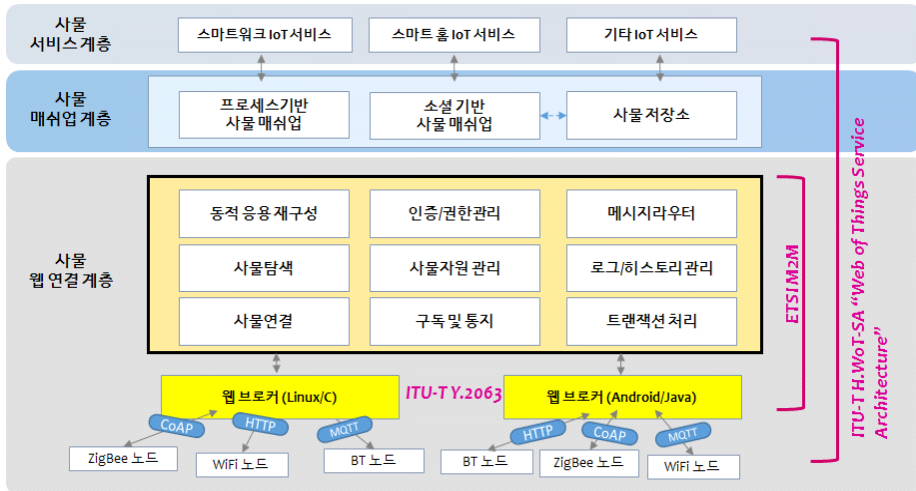


[그림 3] IoT 서비스 사례<sup>[7]</sup>

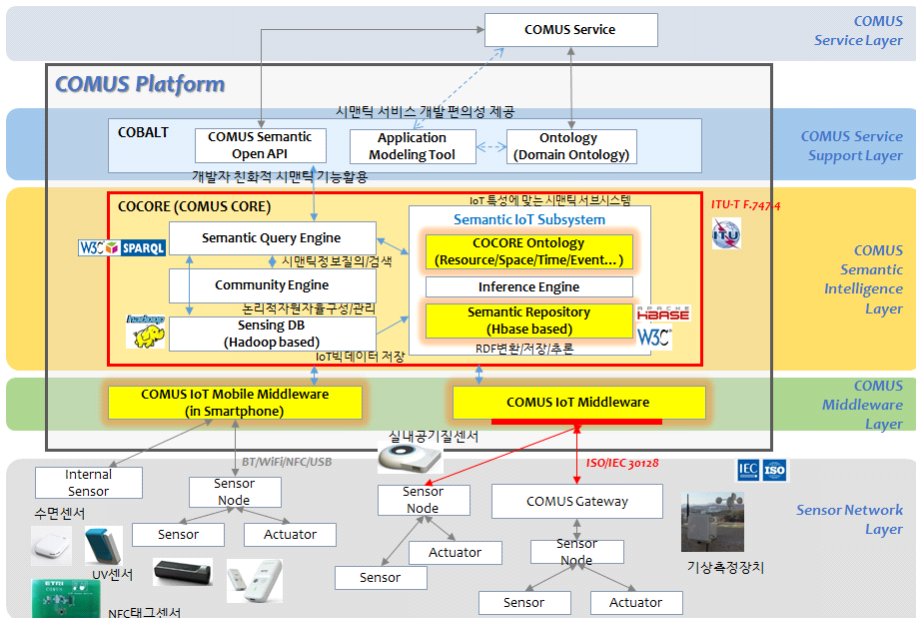
XG(Semantic Sensor Network Incubator Group)을 통해 SWE와 센서/센서 네트워크 온톨로지와 연계 표준 기술을 개발하였다. 이를 활용하여 iCore, OPENIoT 등 EU의 FP7 프로젝트들이 다수 진행되고 있다. 특히, EU를 중심으로 IoT 기술 개발과 함께 시맨틱 기

술의 중요성이 부각됨에 따라 향후 자원의 시맨틱화 기술은 매우 유용하게 개발될 것으로 전망된다.

ETRI에서 개발 중인 개방형 시맨틱 USN 서비스 플랫폼(COMUS: Common Open Semantic USN Service Platform)은 [그림 5]에서 보는 바와 같이 IoT 인프라



[그림 4] ETRI의 Coweb 플랫폼<sup>[8]</sup>



[그림 5] ETRI의 COMUS 플랫폼<sup>[8]</sup>

와 사용자가 설치·운용·활용하는 다양한 IoT 디바이스와 센서를 활용하여 시공간에 구애를 받지 않고, 언제 어디서나 원하는 기기 및 센싱 정보를 쉽게 이용할 수 있도록 개인 맞춤형 실시간 기기 및 센싱 정보 서비스를 제공하는 의미 정보 기반의 서비스 플랫폼이다. 시맨틱 데이터 표현 방식인 RDF(Resource Description Framework) 표준에 따라 각 USN 자원의 메타 데이터를 변환하고, 센싱 값에 의한 이벤트 정보 추론을 통해 추론된 정보를 시맨틱 데이터로 가공하여 고부가가치 정보를 재생산하게 된다. 또한 다양한 서비스 간 매쉬업과 OpenAPI, LOD(Linked Open Data) 서비스 등을 제공하여, 개발자들이 쉽게 창의적인 서비스 재생산이 가능하도록 지원하는 기능을 수행한다<sup>[14]</sup>. 헨디소프트는 ETRI의 COMUS 플랫폼을 기술이전 받아 핸드피어(그림 6) 제품을 출시했다.

향후 IoT 디바이스의 연결성을 강조한 사물연결 플랫폼은 다양한 플랫폼을 상호연동하기 위한 기술 개발과 oneM2M 등 표준화가 활발해질 전망이고, 이 사물연결 플랫폼은 시맨틱을 기반으로 지능적인 서비스를 제공하는 데이터 분석 플랫폼과 연계되고, 모바일, 클라우드, 빅데이터 기술과 융합되어 개방형 생태계로 발전될 전망이다<sup>[3],[8]</sup>.

#### IV. 사물인터넷 네트워크 및 디바이스

#### 4-1 사물통신 및 네트워크 기술<sup>[13]</sup>



[그림 6] 핸디소프트의 핸디피아 플랫폼

[그림 7]은 현재 IoT 사물 연결용으로 사용되고 있는 여러 가지 근거리 사물 통신 및 네트워크 프로토콜을 보여준다<sup>[14]</sup>. 그 프로토콜은 무선 근거리 개인 통신망(WPAN) 전송 규격인 IEEE802.15.4 표준 또는 이에 준하는 다양한 물리계층 규격을 기반으로 관련 산업의 요구에 적절한 상위 계층을 규정한 ZigBee, BACnet 등 규격이 있으며, 물리계층 위에 IP 기술을 접목하기 위한 IETF의 6LoWPAN, RoLL 기술 등이 있다.

최근에는 ITU-R M.2002/M.2224 등의 요구사항을 고려하여 기존 IEEE802.15 기술의 문제점을 극복하며, 1 km 이상의 통신 거리, 음영 지역에서 신뢰성 있는 통신, 10년 이상의 배터리 수명을 위한 저전력화, 최소 인프라 기술 요구사항 등을 만족시키기 위해 Weightless v1.0, IEEE802의 15.4e,g,k 표준 등이 완료되었고, 15.4m, 15.8 등의 표준이 논의되고 있으며, <표 3>은 여러 가지 통신 방식을 보여준다<sup>[15]</sup>.

IEEE 15.4e는 시분할 기반 채널 접근 방식인 DSME (Deterministic and Synchronous Multi-channel Extension) 모드와 TSCH(Time Slotted Channel Hopping) 모드 등 복수의 모드로 구성되어 서비스가 요구하는 특성에 따라 사용자가 선택할 수 있다. 시분할 기반 채널 접근 방식은 패킷 충돌에 의한 재전송을 줄여 유효 통신 전력을 최소화하고, 예측 가능한 지연 시간을 제공하는 등의 장점이 필요한 응용에 적합한 MAC 기술이다.

Application layer					ModBus	BACnet	CoAP
					DASH7	ONE-NET	
Transport layer							UDP
Network layer					BACnet	ONE-NET	RPL
							6Low PAN
Link layer					IEEE 1609.4	DASH7	
					IEEE 802.15.4	IEEE 802.11	
Physical layer			KNX-RF	IEEE 802.15.4	EnOcean	DASH7	ONE-NET
				IEEE 802.11x	NFC		
			Bluetooth	Bluetooth LE			IEEE 1902

[그림 7] IoT 사물통신 및 네트워크 프로토콜<sup>[14]</sup>

<표 3> 여러 가지 사물통신 기술<sup>[15]</sup>

구분	NFC	RFID	Blue-tooth <sup>®</sup>	Blue-tooth <sup>®</sup> LE	ANT	Propri- etary (sub- GHz & 2.4 GHz	Wi-Fi <sup>®</sup>	Zig- Bee <sup>®</sup>	Z-wave	KNX	Wireless HART	6Lo- WPAN	Wi- MAX	2.5~ 3.5 G
Topo- logy	P2P	P2P	Star	Star	P2P, star, tree mesh	Star, mesh	Star	Mesh, star, tree	Mesh	Mesh, star, tree	Mesh, star	Mesh, star	Mesh	Mesh
Power	Very low	Very low	Low	Very low	Very low	Very low to low	Low- high	Very low	Very low	Very low	Very low	Very low	High	High
Speed	400 Kbs	400 Kbs	700 Kbs	1 Mbs	1 Mbs	250 Kbs	11~100 Mbs	250 Kbs	40 Kbs	1.2 Kbps	250 Kbs	250 Kbs	11~100 Mbs	1.8~7.2 Mbs
Range	< 10 cm	< 3 m	< 30 m	5~10 m	1~30 m	10~70 m	4~20 m	10~300 m	30 m	800 m	200 m	800 m (sub- GHz)	50 km	Cellular network
Appli- cation	Pay, get access, share, initiate service, easy setup	Item tracking	Network for data ex- change, headset	Health and fitness	Sports and fitness	Point to point connec- tivity	Internet, multi- media	Sensor net- works, building and indus- trial auto- mation	Resi- dential lighting and auto- mation	Building auto- mation	Indus- trial sensing net- works	Senor net- works, building and indus- trial auto- mation	Metro area broad- band internet connec- tivity	Cellular phones and teleme- try
Cost adder	Low	Low	Low	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low	Medium	Medium	Medium	High	High

IEEE15.4g 기술은 15.4 PHY에 비해 증대된 전송 거리와 다양한 전송률 그리고 다중 경로 페이딩에 대한 강건성을 높이고자 FSK, OFDM, Multi-rate DSSS (MDSSS)를 기반으로 하는 PHY 기술로 구성되어 있다. IEEE15.4k는 옥외 환경에서 40 kbps 이하 전송 속도에서 1 km 이상 전송 거리와 10~20년 배터리 수명 규격을 만족시키기 위한 표준으로 DSSS 방식과 FSK 방식의 물리계층과 15.4k에 적합하게 변형된 DSME와 ALOHA 등의 MAC으로 구성된다.

IETF에서는 IoT 네트워크에 참여하는 사물들로 하여금 IPv6 기반으로 작동하도록 여러 가지 표준을 제안해왔다<sup>[24]</sup>. 우선 IEEE 802.15.4 기반의 하드웨어

와 같은 IoT 네트워크 하드웨어의 제약 조건을 극복하기 위해 IPv6 주소 체계와 IPv6 패킷 헤더(packet header)를 압축하는 6LoWPAN 기술을 RFC4944를 통해 2007년에 표준화 하였다. 6LoWPAN은 IPv6 패킷 헤더와, 주소 체계의 중복성이 있거나 쉽게 예측이 가능한 부분들을 압축시켜 긴 길이의 패킷 헤더와 IPv6 주소의 길이를 축소하는 방식을 제안한다. 2009년 8월에 새로운 라우팅 프로토콜인 RPL 라우팅 프로토콜의 설계가 시작되었고, 이는 RFC6550을 통해 2012년에 표준화 되었다. RPL에서는 IoT 노드들로 하여금 게이트웨이 노드 혹은 루트 노드를 향한 Destination Oriented Directed Acyclic Graph(DODAG)을 형성하게

하여 many-to-one 네트워크를 우선적으로 형성하게 하고, 이 DODAG의 Connectivity를 활용하여 루트 노드에서 각각의 노드를 접근할 수 있는 라우팅 방식을 두 가지 제안하였다. 그 첫 번째 방식은 모든 IoT 노드들이 라우팅 테이블을 유지하여 Hop-by-hop 라우팅을 하는 Storing mode 방식이며, 두 번째 방식은 게이트웨이 노드에서 패킷의 경로를 Source routing header를 통해 패킷에 포함시켜 라우팅을 진행하는 Non-storing mode 방식이다.

응용단에서의 효과적인 정보 전달을 위한 Constrained Application Protocol(CoAP)을 IETF CORE working group에서 제안을 하여, 기존의 인터넷에서 HTTP와 TCP 기반으로 돌아가는 체계를, LLN에서는 사용되는 기기와 통신 환경의 성능을 고려하여 CoAP과 UDP를 중심으로 패킷을 주고 받는 체계를 만들고자 노력하고 있다.

최근에 출범한 6TiSCH working group은 다양한 IETF 표준들이 새로 제안된 IEEE 802.15.4e의 물리 계층과 효과적으로 연동될 수 있는 환경을 갖추게 하는데 그 목적을 갖고 있으며, 6top이라는 아키텍처를 통해 상위 계층의 프로토콜들이 MAC 계층의 작동에 따라 효과적인 파라미터를 유추하고 설정 가능하도록 구조를 제안한다<sup>[13]</sup>.

사물 간 연결성을 제공하는 통신 및 네트워크 기술은 기본적으로 5G 등 유무선 네트워크 기술과 융합은 필수적이다. 사물의 원활한 연결성을 확보하기 위해서는 기존의 사람 중심의 네트워크 트래픽과는 전혀 다른 특성을 나타내는 사물 간 트래픽을 적절히 처리할 수 있는 기술적 준비가 필요하여, 클라우드 네트워크 기반으로 연결 범위를 확대하는 기술, 다양한 제한조건에 최적화된 센서망 기술 및 이종 기기 간 중단 없는 연결과 협업 기술의 발전이 전망된다. 모든 사물이 인터넷에 연결되는 과정에서 트래픽 급증이 예상됨에 따라 SW 기반으로 트래픽을 유연하게 처리하는 기술개발 시도도 전망된다.

## 4.2 사물인터넷 디바이스 플랫폼 기술<sup>[13]</sup>

IoT 디바이스 운영체제는 사물 간 인터넷 통신 기능과 웹 프로토콜 기반의 데이터 수집 및 전달 기능을 내장하고 있는 형태로 개발되고 있으며, 센싱 디바이스의 경우, 상용화 수준까지 개발되었으나, 다양한 IoT 응용 도메인별 차별성을 지원하는 운영체제는 아직 시험 개발 단계이다.

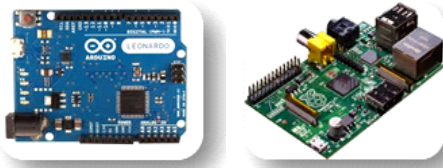
센싱 디바이스 관련 운영 체제는 미국의 TinyOS, 스웨덴의 Contiki 등이 대표적으로 많이 사용되고 있으며, 국내에서는 ETRI에서 개발되고 있는 NanoQplus가 있다. TinyOS는 저전력 네트워크를 위한 IP 스택(BLIP)을 지원하며, 최근에는 저전력 환경에서의 IPv6 라우팅 프로토콜(RPL) 및 Open API 개념의 웹기반 상위 응용 프로토콜(CoAP)을 제공하고, Contiki는 TCP, HTTP, RPL 및 CoAP의 기능 등이 포함된 uIP6 스택을 지원한다. 또한 ETRI는 초소형 센서 노드용 운영 체제 NanoQplus 및 스마트 에너지 프로파일 2.0을 위한 ZigBee IP 스택(IPv6, RPL, CoAP)을 확보하고 있다.

IoT 디바이스용 MCU의 경우, 다양한 센서들이 직접 인터페이스될 수 있도록 저전력 I2C, SPI, UART, ADC, PIO 등 다양한 인터페이스를 제공하고, 송수신 통신용 칩과 보안 기능을 내장하는 형태로 개발되고 있다. MCU 분야에서는 Renesas, Atmel, Microchip 등이 시장을 선도하고 있으며, 국내에서는 (주)에이디칩스가 EISC 기반의 32bit MCU를 양산하고 있다.

최근 각광을 받고 있는 ‘개방형 디바이스 플랫폼’은 [그림 8]과 같은 아두이노(Arduino)와 Raspberry Pi가 주로 사용되고 있으며, 하드웨어와 소프트웨어가 모두 오픈소스로 공개되어 있는데다 상대적으로 배우고 활용하기가 쉽기 때문에 기본적인 하드웨어 지식을 익힌 뒤 윈도우, 맥OS X, 리눅스 등 각종 운영 체제에서 작동되는 개발 도구를 이용하면 누구든지 자신의 상상력을 구현할 수 있다.

스마트 디바이스와 센서에 내장된 네트워크 인터

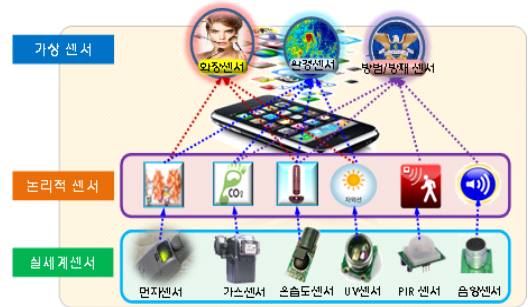




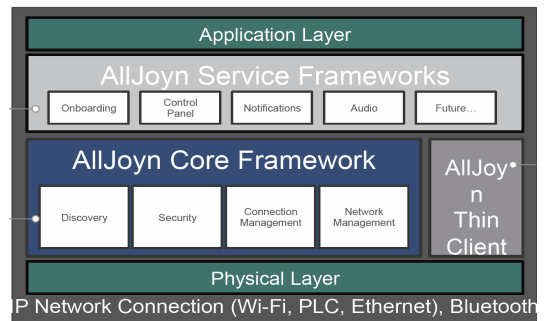
[그림 8] 아두이노와 Raspberry Pi 디바이스 플랫폼

페이스를 이용해서 두 기종 간의 직접 통신이 가능한 기술은 IoT 서비스를 위해 매우 중요하다. ETRI에서는 외부 센서 네트워크와의 연동을 통해 외부에 위치하고 있는 다양한 센서 정보를 직접 수집 또는 제어 할 수 있는 **Sensor Virtualization Machine(SVM)**을 개발하여 센서로부터 수집된 정보를 가상화시켜 다양한 센서 기반의 응용 서비스 및 센서 앱을 손쉽게 개발 또는 응용할 수 있는 스마트 디바이스 기반의 센서 단말 지원 소프트웨어 공통 플랫폼을 개발하였다. [그림 9]에서 보이는 바와 같이, ETRI에서 개발한 SVM은 외부의 물리 센서를 소프트웨어 상에서 가상화시켜 관리를 편리하게 하고, 그 조합을 통해 새로운 센서 정보를 만들어낼 수 있는 가상 센서 생성 및 관리 기능을 제공한다. 즉, 물리 공간에 설치된 센서를 IT 관점에서 물리적 센서를 1:1로 매핑 정보화하여 가상화된 센서를 생성하고, 가상화된 센서들의 조합을 통해 물리적 공간에 존재하지 않는 새로운 개념의 센서를 만들어 내는 맞춤형 가상 센서(Custom virtualized sensors)를 생성하는 기능을 제공한다. 새롭게 만들어진 가상 센서들은 SVM 내의 **Sensor object repository** 내에서 저장 및 관리된다.

퀄컴은 사물인터넷 플랫폼인 “올조인(Alljoyn)” 개발을 통해 미래 가정의 모습인 “Connected Smart Home”을 제시하였는데, 이 플랫폼으로 스마트폰과 태블릿으로 가정 내 조명과 TV, 시계, 스피커 등을 조절할 수 있다. 올조인은 [그림 10]에서 보는 바와 같은 구조의 오픈 소스 기반의 근거리 기기 간 P2P 소프트웨어 프레임 워크<sup>[15]</sup>이며, 운영체제(OS)나 애플리케이션



[그림 9] 센서 가상 머신(SVM) 개념도



[그림 10] AllJoyn Software Framework: High-level architecture<sup>[16]</sup>

션 프로세서(AP)가 탑재되지 않은 조명이나 에어컨에서도 구현이 가능하도록 되어 있으며, 각 가전제품에 탑재되는 와이파이 칩에 올조인이 소프트웨어 형태로 통합되어, 별도의 칩을 필요로 하지 않는다. 퀄컴은 다른 제조사에서 만들어진 조명, 스마트 워치, 냉장고, 에어컨, 도어락, 스마트폰, 태블릿이 “올조인”이라는 허브를 통해 연결되고 소통하는 것을 지향하고 있으며, 이를 위해 LG전자, 파나소닉, 하이얼 등 50여 업체가 참여하고 있는 “ALLSEEN Alliance”를 주도하고 있다<sup>[16]</sup>.

### 4.3 스마트 센서 및 스마트 더스트 기술

다양한 사물인터넷 응용 분야에서 사물 및 주변 환경 변화 정보를 수집하기 위해서는 초소형·조경

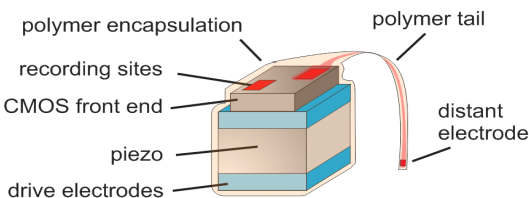


량·저전력·고감도·저가 형태의 센서가 요구된다. 센서는 측정 대상으로 부터 물리·화학·생물학적 정보를 측정하여 관측자나 시스템에서 읽을 수 있는 신호로 변환하는 정보 소자이며, 스마트 센서는 기존 센서에 논리 판단 통신 기능이 결합되어 데이터 처리, 자동 보정, 자가 진단, 의사 결정 기능을 수행하는 고기능, 고정밀, 고편의성 및 고부가가치 센서를 의미한다. 스마트 센서는 저전력, 소형화, 지능형 및 무선 센서가 요구되며, MEMS(MicroElectro Mechanical Systems) 기술로 구현이 가능하다<sup>[3]</sup>.

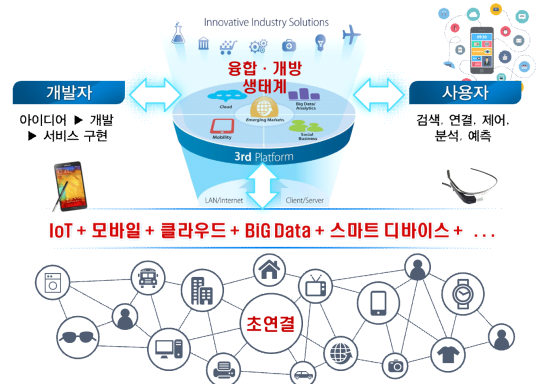
이러한 MEMS 기반 스마트 센서는 컴퓨팅, 무선 통신, 자율적인 전원 공급 기능 등이 결합되어 수 mm 사이즈로 구현되는 초소형 스마트 더스트로 발전될 전망이다. 스마트 더스트는 인간이 주변 환경과 상호 작용하는 방식과 기업이 서비스를 제공하는 방법을 변환시킬 미래 유망기술이다. 스마트 더스트 연구는 DARPA- funded project로 USC의 Robotics Research Lab, UC Berkeley 등에서 주로 수행하고 있으며, [그림 11]과 같은 구조의 초소형화, 에너지 관리, 통합, 저가화 등 혁신적인 기술 개발에 집중하고 있다<sup>[17],[18]</sup>.

## V. 결 론

본 고에서는 사물인터넷의 개념을 기반으로 개인, 공공, 산업 IoT 서비스 사례, 개방형 IoT 플랫폼, 사물통신 및 네트워크, 사물인터넷 디바이스 플랫폼, 스마트 센서/더스트 기술 동향과 전망을 알아보았다.



[그림 11] Neural dust<sup>[18]</sup>



[그림 12] 초연결 기반 제3플랫폼 생태계<sup>[19]</sup>

IoT 플랫폼은 사물 연결 플랫폼과 데이터 분석 지능형 플랫폼이 연계되어 발전하고, 모바일, 빅데이터, 클라우드 등과 융합이 필수적이다. 최근의 사물 연결 네트워크 기술은 에너지, 환경, 산업 분야로 IoT 응용 분야를 확대하기 위해 수 km 통신, 10년 이상의 배터리 수명, 고신뢰 제어, IPv6 기반의 네트워크 기술 개발 등이 활발하며, IoT 디바이스는 다양한 창의적인 서비스와 아이디어를 수용하기 위해 오픈 소스 개방형 플랫폼을 기반으로 개발되고 있으며, 스마트 센서는 스마트 더스트로 발전되고 있으며, 초소형화를 위한 혁신적인 연구가 필요하다.

사물인터넷은 [그림 12]와 같이 초연결을 기반으로 모바일, 클라우드, 빅데이터, 스마트 디바이스 등과 융합하여 실현 생태계인 제3플랫폼으로 발전을 이드하여 신산업 창출, 생산성·효율성 제고, 사회 현안 해결 및 삶의 질 향상 등에 크게 기여할 것이다<sup>[19]</sup>.

## 참 고 문 헌

- [1] 석왕현, 송영근, 고순주, "통신환경 변화에 따른 M2M 산업 생태계 및 파급효과 분석", IT 이슈리포트 2013-7, ETRI, 2013년 6월.
- [2] 최민석, 하원규, 김수민, "만물지능인터넷 관점으

- 로 본 초연결사회의 상황 진단 및 시나리오", IT 이슈리포트 2013-12, ETRI, 2013년 7월.
- [3] 표철식, 강호용, 김내수, 방효찬, "IoT(M2M) 기술 동향 및 발전 전망", 한국통신학회지(정보와 통신), 2013년 8월.
- [4] The Internet of Things, *Worldwide*, Gartner, Inc. Nov. 2013.
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_Things](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things)
- [6] ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things, ITU, Nov. 2005.
- [7] 사물인터넷 기본계획, 미래창조과학부, 2014년 5월.
- [8] 사물인터넷 기술 및 융합서비스 워크숍, 제주대학교, 2014년 6월.
- [9] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey", *Computer Networks*, 54, 2787-2805, 2010.
- [10] ITU-T Y.2060, 2012.
- [11] IDC's Worldwide Internet of Things (IoT) Taxonomy, Oct. 2013.
- [12] 표철식, "M2M technology and its standardization trends", *oneM2M 2013 Seoul International Conference*,

rence, 2013년 6월.

- [13] 전종암, 김내수, 고정길, 박태준, 강호용, 표철식, "IoT 디바이스 제품 및 기술 동향", 한국통신학회지(정보와 통신), 2014년 4월.
- [14] 박동환, 방효찬, "개방형 시맨틱 USN/IoT 서비스 플랫폼 기술", 한국전자과학회지 전자과학기술, 24(4), 2013년 7월.
- [15] Kaivan Karimi and Gary Atkinson, "What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality", *White Paper, FreeScale and ARM*, 2013.
- [16] ALLSEEN Alliance, Enabling the Internet of Everything, May. 2014.
- [17] Hype Cycle for the Internet of Things, 2013, Gartner, Inc. Jul. 2013.
- [18] D. Seo, J. M. Carmenay, J. M. Rabaey, E. Alon z, and M. M. Maharbiz, "Neural dust: An ultrasonic, low power solution for chronic brain machine interfaces", arXiv:1307.2196v1 [q-bio.NC] 8. Jul. 2013.
- [19] Battles for leadership on the 3rd platform... and beyond, Direction 2014, IDC, May 2014.

≡ 필자소개 ≡

표 철 식



1991년 2월: 연세대학교 전자공학 (공학사)

1999년 2월: 한국과학기술원 전기및전자공학 (공학석사)

1991년~현재: 한국전자통신연구원

2005년~2007년: 한국전자통신연구원 RFID/USN연구그룹장

2010년~2013년: 한국전자통신연구원 IoT융합연구부장

2014년(현): 한국전자통신연구원 IoT융합연구부 책임연구원

[주 관심분야] RFID, USN, IoT, 무선 통신