

## [사물인터넷] IETF에서의 사물인터넷 표준화 동향

최근 IETF에서는 사물인터넷 환경을 고려한 여러 WG이 활동 중이면 WG 별 다양한 표준기술이 다루어지고 있다. 특히, 무선 자원 제약적 노드(wireless resource constrained node)로 구성된 저전력 손실 네트워크(LLN: Low-Power and Lossy Network)를 사물인터넷 접속 네트워크 환경으로 인식하고 LLN 관점에서 사물인터넷 표준기술을 중점적으로 다루고 있다. 최근 신설된 관련 WG으로는 lwig(Light-Weight Implementation Guidance), 6tisch(IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e), 6lo(IPv6 over networks of resource-constrained nodes) 등이 있으며 CoAP를 개발 중인 CORE(Constrained RESTful Environments) WG에서도 사물인터넷 환경이 고려된 프로토콜을 지속적으로 개발 중이다.

우선, lwig WG에서는 인터넷에 연결되는 물리적으로 작은 자원 제약적 사물인터넷 디바이스를 위한 최적화된 통신 프로토콜의 필요성을 인식하고 기존 인프라를 통해서도 원활한 통신 서비스를 제공받을 수 있는 경량화가 가능한 통신 프로토콜 구현에 대한 가이드라인 표준화를 추진에 있으며 이를 위해 지금까지 개발된 current practice 결과를 정리하여 implementation guidance 표준화를 진행 중이다. 세부 추진 내용은 지금까지 구현된 디바이스간 상호 정보 교환이 가능한 경량화 된 IP stack 구현 경험을 수집하고 기존 인터넷 프로토콜인 IPv4, IPv6, UDP, TCP, ICMPv4/v6, MLD/IGMP, ND, DNS, DHCPv4/v6, IPsec, 6LOWPAN, COAP, RPL, SNMP, NETCONF protocols 등의 프로토콜 경량화 내용을 집중적으로 다루고 있다. 최근 열린 IETF 90차 회의까지 lwig WG에서 다루어진 표준기술 문서 중 “Terminology for Constrained Node Networks”는 RFC7228로 제정 완료되었으며 이 문서에는 사물인터넷 디바이스 내에 사용 가능한 자원 및 성능 등을 기준으로 디바이스 타입을 정의하고 있으며 또한, 네트워크 용어도 새롭게 정의하고 있다. 특히, 제약적 요소를 가진 사물인터넷 디바이스를 Constrained Node(CN)로 용어 정의를 하고 있으며 이런 제약적 노드로 구성된 네트워크 모델을 Constrained Node Network(CNN)으로 용어 정의를 하였다. 최근까지 다루어지고 있는 기술표준 문서들은 Building Power-Efficient CoAP Devices for Cellular Networks (draft-ietf-lwig-cellular-01), CoAP Implementation Guidance (draft-ietf-lwig-coap-01), Energy Efficient Implementation of IETF Constrained Protocol Suite (draft-ietf-lwig-energy-efficient-00), A Hitchhiker's Guide to the (Datagram) Transport Layer Security Protocol for Smart Objects and Constrained Node Networks (draft-ietf-lwig-tls-minimal-01) 등이 있다. 우선, “Building Power-Efficient CoAP Devices for Cellular Networks”문서는 이동통신망 기반 CoAP 디바이스의 파워 사용에 대한 효율적 방법과 가이드라인을 제시하는 문서이다. 또한 “Energy Efficient Implementation of IETF Constrained Protocol Suite” 문서는 CN에서 cross layer를 고려한 효율적 에너지 사용 방법에 대한 구현 방법 및 가이드를 제시한 문서이다. 최근 개최된 IETF 90차 회의 결과를 통해서 보면

본 WG에서는 개발할 더 이상의 새로운 이슈가 없다 판단하여 현재 개발 중인 WG 문서를 마무리하고 더 이상 관련 기술을 개발하지 않기로 결정되었다.

6tisch WG은 2013년 7월에 개최된 87차 IETF 회의에서 BoF(Birds of a Feather)로 시작하여 88차 회의에서 WG 회의가 개최되었다. 본 WG은 산업자동화를 위해 만들어진 IEEE 802.15.4e Time Slotted Channel Hopping(TSCH) 기술을 활용하여 산업영역에서 IPv6가 적용된 IEEE 802.15.4e TSCH 기반 저전력 손실 네트워크(LLNs) 구축을 위한 표준기술 개발에 초점을 맞추고 있다. 특히, 6tisch WG에서 개발하려는 “IPv6 over TSCH” 기술들은 산업계 표준에 IPv6를 적용하기 위함과 동시에 IT(Information Technology)를 OT(Operations Technology)에 결합하는 기술이라 할 수 있다. 현재 6tisch WG에서는 7개의 WG 문서가 개발 중이며 중요하게 다루어지고 있는 WG 문서만 살펴보면 우선, “Terminology in IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e” 문서를 통해 6tisch 관련 기술에서 사용될 용어를 정의하였으며 “Using IEEE 802.15.4e TSCH in an LLN context” 문서를 통해 6tisch 네트워크에서 IEEE 802.15.4e TSCH MAC프로토콜이 사용되는 경우의 네트워크 환경 및 문제점등을 정의하고 있다. 또한 “An Architecture for IPv6 over the TSCH mode of IEEE 802.15.4e”문서를 통해 WG에서 다루고자 하는 표준기술의 참조 모델로 사용되는 6tisch 아키텍처를 정의하고 있는 중이다. 마지막으로 “6TiSCH Operation Sublayer(6top) Interface” 문서는 LLC(Logical Link Control)를 위한 기능을 정의한 문서이다. 특히, 6top은 IEEE 802.15.4e TSCH 의 성능에 영향을 주는 TSCH 스케줄 관리 및 모니터링 역할을 수행한다. 최근 개최된 IETF 90차 회의에서는 TSCH에서 사용되는 cell에 대한 재정의가 논의되었으며 cell 그룹으로 정의되는 chunk 개념이 새롭게 소개되었다. 또한 RPL and subnet 경우에서의 L3 bundle에 대한 내용이 논점이 되었다. 그 외 WG 문서에 대한 업데이트 내용이 논의되었다.

6lo WG은 최근에 IEEE 802.15.4 이외에 다양한 종류의 자원 제약적 저전력 무선 통신 디바이스에 IPv6를 적용하기 위한 IPv6-over-foo(adaptation layer) 표준을 개발하기 위한 목적에서 만들어졌으며 현재까지 다음과 같은 표준기술이 개발되고 있다.

- Transmission of IPv6 Packets over BLUETOOTH(R) Low Energy
- Transmission of IPv6 Packets over DECT Ultra Low Energy
- Transmission of IPv6 over MS/TP Networks
- Transmission of IPv6 packets over ITU-T G.9959 Networks
- (신규 제안)Transmission of IPv6 Packets over IEEE 1901.2 Narrowband Powerline Communication Networks
- (신규 제안)Transmission of IPv6 Packets over Near Field Communication

특히, ETRI 표준연구센터는 NFC(Near Field Communication)에서 IPv6를 전송하기 위한 adaptation layer 개발에 관한 기고서를 발표하였고 신규 표준화 아이템 채택에 대한 합의가 이루어졌다. 기타 이슈로는 BT-LE, NFC, LOBAC, PLC, DECT-ULE, TSCH 기반의 Industrial, Healthcare, Transportation, Buildings 등과 같은 사물인터넷 응용서비스 관련해서 6lo 차원에서 usecase 관련 표준 문서 개발에 대한 논의가 있었다.

마지막으로 CORE WG에서는 메모리, 에너지, 성능 등에 제약이 있는 네트워크 환경에서 사용 가능한 웹 기반 응용 프로토콜로 CoAP(Constrained Application Protocol)을 개발해 왔다. CoAP 프로토콜은 TCP/UDP등의 전송계층을 포함하여 상위응용계층에서 디바이스간 이벤트에 대한 송수신을 비동기적으로 전송하는 방식이며 2013년 7월에 최종 승인된 이후, 현재 RFC 7252로 제정 완료되었다. 그 외, Observing Resources in CoAP(draft-ietf-core-observe-14)와 Group Communication for CoAP (draft-ietf-core-groupcomm-20)는 제정을 위한 마지막 검토 후 인터넷기술조정그룹(IESG) 검토 단계에 있으며, 추가적으로 현재 진행 중인 WG 표준 문서들은 Blockwise transfers in CoAP (draft-ietf-core-block-15), Guidelines for HTTP-CoAP Mapping Implementation(draft-ietf-core-http-mapping-04), Representing CoRE Link Collections in JSON (draft-ietf-core-links-json-02) 등이 있다.

IETF 90차 회의는 사물인터넷(Internet of Things)을 최대 이슈로 다루었다. 특히 위에 소개한 다양한 WG에서 사물인터넷과 관련된 표준기술이 다루어졌으며 특히, “6TiSCH/6lo/ROLL PlugFest” ([http://bitbucket.org/6tisch/meetings/wiki/140720a\\_ietf90\\_toronto\\_plugfest](http://bitbucket.org/6tisch/meetings/wiki/140720a_ietf90_toronto_plugfest))를 통해 현재 개발 중인 6tisch 기술 데모를 볼 수 있었으며 또한 ACE WG (<http://tools.ietf.org/wg/ace>)에서 smart object network 환경의 security 및 authorization 이슈를 다루었다. 뿐만 아니라 “Bits-and-Bites event“ (<http://www.ietf.org/meeting/90/ietf-90-bits-n-bites.html>)에서는 여러 회사에서 개발된 다양한 사물인터넷 솔루션들의 데모를 볼 수 있는 자리도 만들어졌다.

윤주상 (동의대학교 멀티미디어공학과 교수, [jsyou@deu.ac.kr](mailto:jsyou@deu.ac.kr))