



포커스

사물인터넷(IoT) 환경을 위한 경량 프로토콜 및 IETF CoAP 프로토콜

서두옥* 이동호**

사물인터넷(IoT)이 활성화되면 수 많은 사물들이 서로를 스스로 식별하고 인식하여 상호간 정보교환을 통해 우리의 삶을 편하게 해줄 수 있는 다양한 서비스들의 제공이 가능할 것이고, 이러한 IoT 시장은 해마다 급성장하고 있으며, 다양한 IT 기술이 융합될 것으로 예상된다. IoT 환경에서 사물기기 간의 데이터 교환기술 즉, 메시지 프로토콜은 중요한 기술 중의 하나로 분류되고 있다. 본 고에서는 IoT 환경에서 다양한 경량 프로토콜의 기본적인 특징과 IETF의 CoRE(Constrained RESTful Environments) WG에서 진행되고 있는 CoAP(Constrained Application Protocol) 프로토콜의 최근 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

목 차

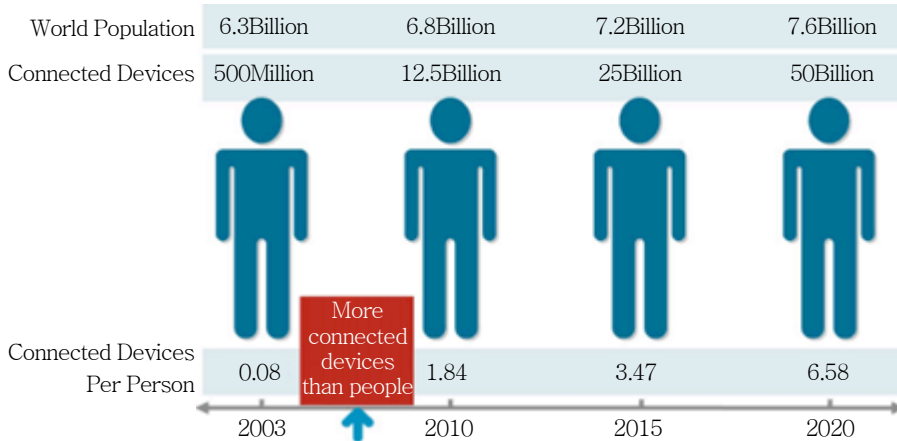
- I. 서론
- II. IoT 경량 프로토콜
- III. IETF CoAP 프로토콜 표준화 동향
- IV. 결론

I. 서론

사물인터넷(Internet of Things: IoT)은 사물에 센서 등을 부착하여 데이터를 수집하고 수집된 정보를 실시간으로 유무선 통신망을 통해 서로 주고 받는 기술이나 환경을 말한다. 즉, 사람의 도움 없이 정보를 주고 받는 것으로 사물지능통신(Machine-To-Machine: M2M)이 확장된 개념이다[1].

현재 인터넷에 연결되어 있는 기기는 소수에 불과할 뿐이지만 IoT 환경이 발전하면서 갈수록 인터넷에 연결되는 사용자와 모바일 및 사물기기의 수가 기하급수적으로 증가할 것이다. 이와 관련하여 시스코(CISCO)는 인터넷에 연결되는 기기 등이 2012년 87억 개에서 2020년까지 500억

* Clickseolnsight/대표
 ** 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과/교수



<자료>: Cisco IBSG, April 2011.

(그림 1) 인터넷에 연결되는 사용자와 사물기기[3]

개로 늘어날 것으로 전망하였다. 또한, 글로벌 시장조사업체 가트너(Gartner)는 오는 2020년에는 전세계에서 사용되는 개인용 컴퓨터와 모바일 기기(스마트폰과 태블릿 등)의 수가 73억 대에 이르고, 이를 제외한 사물기기들이 2009년 9억 대에서 2020년까지 260억 대로 30배 이상으로 성장할 것으로 예측하고 있다[2].

IoT가 활성화되면 수 많은 사물들이 서로를 스스로 식별하고 인식하여 상호간 정보교환을 통해 우리의 삶을 편하게 해줄 수 있는 다양한 서비스들의 제공이 가능할 것으로 예상된다. 이러한 IoT 시장은 해마다 급성장하고 있으며, 산업연구원(KIET)은 전세계 IoT 시장규모가 2013년 2,000억 달러에서 오는 2020년 1조 2,000억 달러 규모로 성장할 것으로 예측하고 있다[3]. 또한, 각 국가별로 IoT 기술이 사회를 변화시킬 수 있는 핵심

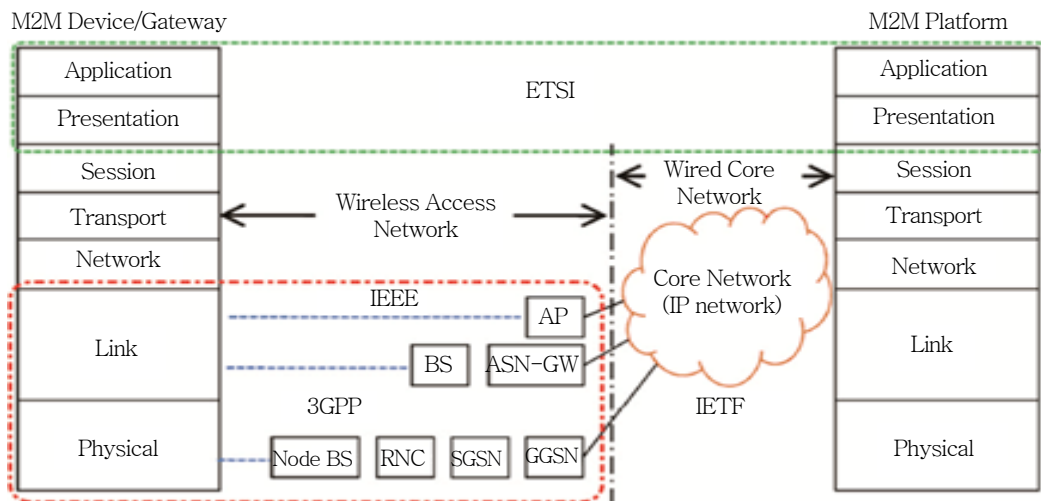


<자료>: 산업연구원, 2014.

(그림 2) 사물인터넷 시장규모

기술임을 인식하고, 이를 위한 투자 및 개발을 적극적으로 진행하고 있다. IoT 를 이끄는 기술요소는 센서, 디바이스, 네트워크, 플랫폼, 애플리케이션 등으로 다양하다. 여기에 클라우드(Cloud), 빅데이터(BigData)·애널리틱스(Analytics), 보안 등에 이르기까지 다양한 IT 기술이 융합될 것으로 보인다[2].

하지만 그 동안 사물기기 간 통신은 제조사와 서비스 업체들이 서로 다른 프로토콜을 사용함으로써 호환성이 떨어지는 문제점이 있었다. 이 때문에 IoT 가 인터넷, 스마트폰을 넘어서는 3 차 디지털 대전의 원동력이 될 것으로 예상되는 시점에서 IoT 활성화를 위해서는 서비스 프로토콜의 표준화가 더욱 더 중요해지고 있다. 최근 IoT 관련 국제 표준화 단체에서 논의되고 있는 IETF 의 CoAP 와 oneM2M 의 LWM2M 은 프로토콜 변경 없이 IoT 환경에서 사물기기 간 통신을 가능하게 하여 시간과 비용 절감 그리고 사용자 불편을 모두 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 대표적인 두 가지 프로토콜은 유럽통신표준화기관(ETSI)의 “CoAP 플러그 테스트 시험”과 OMA “테스트 페스트(TestFest) 이벤트”에 각각 참가하여 상호 호환성이 우수하다는 결과를 얻었다. 국내에서는 한국전자통신연구원(ETRI)과 한국정보통신기술협회(TTA)가 공동으로 상호운용성 시험을 진행하고 있으며, 또한 기술이전을 추진하면서 국내 기기 시장과 서비스 활성화에 기여할 것으로 기대된다 [4],[5].



<자료>: 오승훈, 고석갑, 손승철, 이병탁, 김영선, “이동통신 기반 IoT 장치관리 표준 프로토콜 동향”, ETRI, 전자통신동향분석 30 권 1 호(통권 151), Feb. 2015.

(그림 3) 사물인터넷 표준기관별 표준범위

본 고에서는 이러한 IoT 환경에서의 다양한 경량 프로토콜의 기본적인 특징과 IETF 의 CoRE(Constrained RESTful Environments) WG 에서 진행되고 있는 CoAP(Constrained Application Protocol) 프로토콜의 최근 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

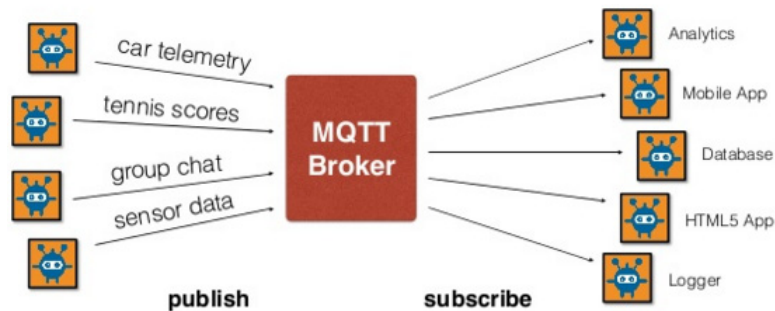
II. IoT 경량 프로토콜

IoT 에서 사물기기 간의 데이터 교환기술 즉, 메시지 프로토콜은 중요한 기술 중의 하나로 분류되고 있다. 현재 주요 프로토콜로 MQTT, XMPP, CoAP 등이 제안되고 있으며, 본 절에서는 각 프로토콜의 개요 및 특징을 간략히 살펴보기로 한다.

1. MQTT

MQTT(Message Queue Telemetry Transport) 프로토콜은 지연 및 손실이 심한 네트워크 환경에서 검침기, 센서 등 작은 기기들의 신뢰성 있는 메시지 전달을 위해 IBM 과 시스템 공급업체인 유로테크에서 1999 년 Andy Stanford-Clark 와 Arlen Nipper 에 의해 발표된 메시지 프로토콜이다. 최근에는 OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)가 2013 년 5 월 IoT 를 위한 표준 프로토콜로 MQTT 를 선정하고 발표한 오픈 애플리케이션 프로토콜이다. MQTT 는 단순한 메시지 포맷을 바탕으로 네트워크 대역 및 배터리 소모가 작다는 것을 특징으로 해서 페이스북의 모바일 메신저 프로토콜로도 이용되고 있다[7]-[9].

MQTT 프로토콜은 하위 프로토콜 스택의 전송계층으로 TCP 를 이용하여 그 위에서



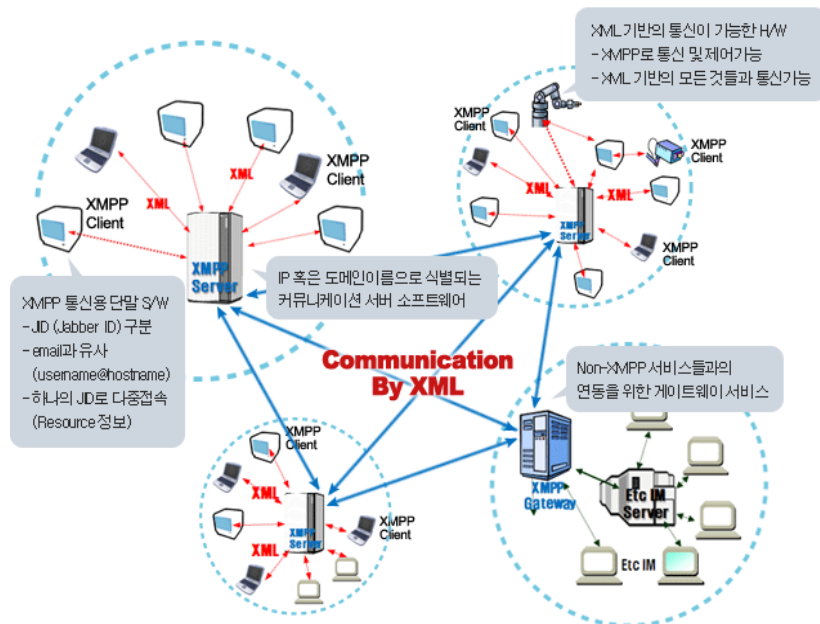
<자료>: SlideShare, "MQTT - A practical protocol for the Internet of Things".

(그림 4) MQTT 기본 동작, Broker 와 Pub/Sub 관계

동작되며, 동작 시에 브로커라는 중계 서버를 기반으로 사물기기들 간의 Publish/Subscribe 관계 모델을 사용한다. 브로커에서는 퍼블리시가 발행한 토픽에 대해 세션을 열고 서브스크라이브에게 중계해 주는 방식이다. 이를 바탕으로 사물기기들 사이에 전달되는 메시지들의 손실 복구 기능을 통해 전달되는 구조를 가지고 있다. 또한, 반드시 전달되어야 하는 중요한 메시지에 대한 전달 보장 및 중복 방지를 위해 세 가지 QoS 레벨을 제공하고 있다. 이를 통해 QoS 레벨에 따라 데이터를 신뢰성 있게 전달하는 메커니즘을 포함하고 있어 중요한 메시지에 대한 손실 없는 전달을 보장한다[7]-[9].

2. XMPP

XMPP(Extensible Messaging and Presence Protocol)는 XML 에 기반한 메시지 지향 미들웨어용 통신 프로토콜이다. XMPP 는 1999 년 Jabber 라는 오픈 소스 커뮤니티에서 Jabber 라는 이름으로 개발된 이후에 2004 년 IETF 를 통해 표준화(RFC 3920, RFC 3921, RFC 3922, RFC 3923)된 프로토콜이다. 현재 대표적으로 Google, Yahoo, MSN 의 메신저 프로토콜로서 사용되고 있다[7],[10].



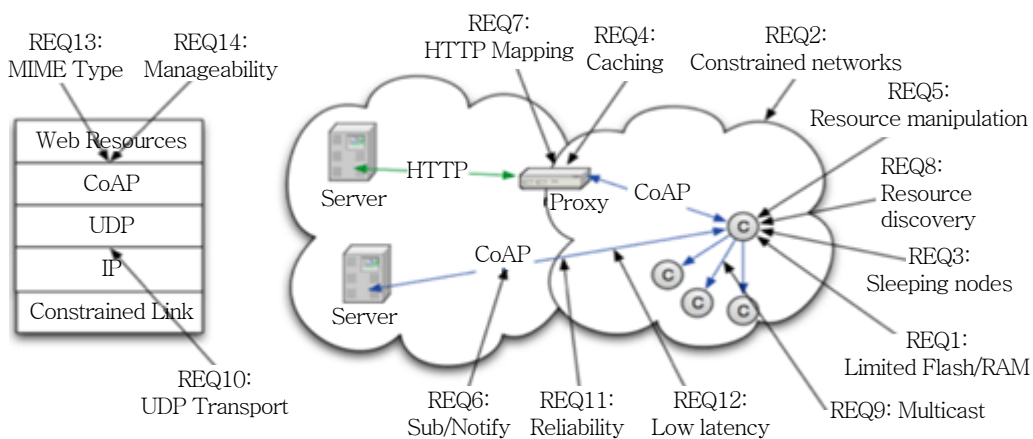
<자료>: XMPP Solution Provider, <[http:// www.xmpp.co.kr/](http://www.xmpp.co.kr/)>

(그림 5) XMPP 구조

XMPP 는 하위 프로토콜 스택의 전송계층으로 TCP 를 이용하여 그 위에서 동작되고, 클라이언트는 도메인 서버에게 데이터를 전송하는 서버 클라이언트 방식으로 동작하기 때문에 서버 기반으로 상대 기기 간의 인증 및 허가와 관련한 보안요소가 지원되고 있으며 실시간 메시지 전달과 확장성을 고려하여 프로토콜이 설계되었다. XMPP 에서 사물기기들은 전자우편 주소와 같은 형식을 가진 Jabber ID 를 이용하여 구분되며, 도메인 서버를 통한 서버 클라이언트 통신 및 도메인 서버 간 통신을 통해 메시지 전달이 지원되는 구조를 가지고 있다[7],[10].

III. IETF CoAP 프로토콜 표준화 동향

인터넷 표준단체인 IETF(Internet Engineering TaskForce)에서는 다양한 기기가 인터넷에 연결될 것을 예상하여 IPv6, 6LoWPAN 등 표준화활동을 진행해 왔으며, 최근에는 6LoWPAN, CoRE, ROLL, LWIG WG 등이 저전력, 소형장치에 들어가는 표준을 개발하고 있다. 그 중 CoRE(Constrained RESTful Environments) WG 에서는 메모리, 에너지, 성능 등에 제약이 있는 M2M 환경을 위한 웹 기반 프로토콜인 CoAP(Constrained Application Protocol)이라는 프로토콜의 표준화를 진행하고 있다[11]. 기존의 사물인터넷에서 사용되는 HTTP 나 MQTT 와 같은 통신 프로토콜 이외에 제한적인 환경에서 사용할 수 있는 CoAP 에 대한 관심이 늘고 있다. CoAP 는 IETF 에서 표준화한 프로토콜로 상대적으로 적은 전



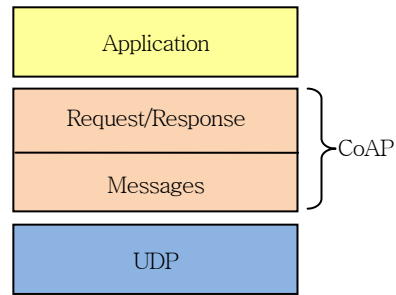
<자료>: IETF 79 차 회의 CoRE WG, <<http://www.ietf.org/proceedings/79/slides/core-0.pdf>>.

(그림 6) IETF CoRE WG 의 CoAP 요구사항

력을 소모하고, 신뢰성 있는 통신을 제공함으로써 사물인터넷 환경에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 핵심 프로토콜이다[12].

1. CoAP 프로토콜

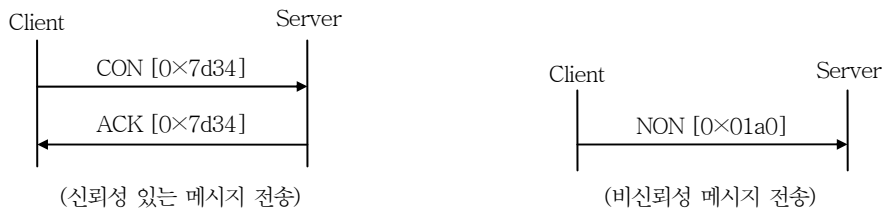
CoAP 프로토콜은 저전력, 고손실 네트워크 및 소용량 그리고 소형 노드와 같은 데이터 손실 가능성이 큰 제약적인 환경에서 사용될 수 있도록 특화된 웹 전송 프로토콜이다. CoAP는 기본적으로 UDP 기반의 Request/Response 모델로 동작하며 멀티캐스트를 지원한다. 또한, 신뢰성 있는 전달을 위해서 재전송 및 타이머 관리를 옵션으로 포함하고 있다. 보안을 위해서는 UDP와 CoAP 계층 사이에 DTLS(Datagram Transport Layer Security) 계층이 사용될 수 있다[11].



<자료>: "The Constrained Application Protocol (CoAP), IETF RFC 7252.

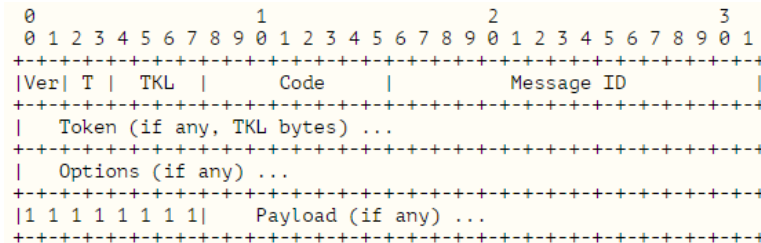
(그림 7) CoAP 계층구조

CoAP 프로토콜의 메시징 모델(messaging model)은 UDP 기반으로 메시지 교환을 통해 신뢰성 있는 메시지 전송과 비신뢰성 메시지 전송을 할 수 있다. 이를 위해 Confirmable (CON), Acknowledgement(ACK), Non-confirmable(NON), Reset(RST)의 4 가지 메시지 타입을 형식으로 정의하고 있다. 신뢰성 있는 전달을 위해서는 CON 메시지를 전송하며 여기에 포함된 메시지 ID는 승인 메시지에 동일하게 들어가게 된다. 만약 수신자가 메시지를 처리할 수 없다면 ACK 대신에 RST 메시지를 보낸다. 또한, 신뢰성 있는 전송이 요구되지 않을 때는 NON 메시지를 전송할 수 있다. 메시지 ID는 메시지 중복 검출용으로 사용된다. 여기에서도 수신자가 메시지를 처리할 수 없다면 RST 메시지로 응답할 수 있다[11],[13].



<자료>: "The Constrained Application Protocol(CoAP), IETF RFC 7252.

(그림 8) CoAP 프로토콜의 메시징 모델(Messaging Model)



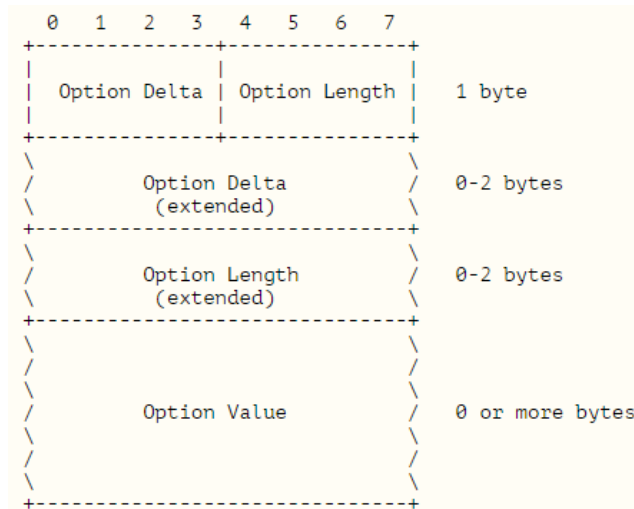
<자료>: "The Constrained Application Protocol(CoAP), IETF RFC 7252.

(그림 9) CoAP 프로토콜의 메시지 형식

CoAP 프로토콜의 메시지 형식은 간단한 바이너리 포맷으로 인코딩된다. 메시지는 4 바이트 크기의 고정 헤더를 포함하고 0 에서 8 바이트 길이의 토큰이 위치한다. 그리고 옵션이 오게 되며 페이로드(Payload)가 있는 경우 그 다음부터 데이터그램 끝까지 배치된다.

CoAP 프로토콜의 메시지 옵션은 TLV 형태를 띤다. 현재 정의된 옵션은 Content-Format, ETag, Location-Path, Location-Query, Max-Age, Proxy-Uri, Proxy-Scheme, Uri-Host, Uri-Path, Uri-Port, Uri-Query, Accept, If-Math, If-Non-Match, Size1 가 있다[11],[13].

그 이외에 CoAP 표준에서는 페이로드 포맷, 캐쉬, 프록시 동작, CoAP URI 스킴, 서비스 및 리소스 탐색방법, 멀티캐스트 CoAP, DTLS 를 이용한 보안, CoAP 과 HTTP 연계



<자료>: "The Constrained Application Protocol(CoAP), IETF RFC 7252.

(그림 10) CoAP 프로토콜의 옵션 형식

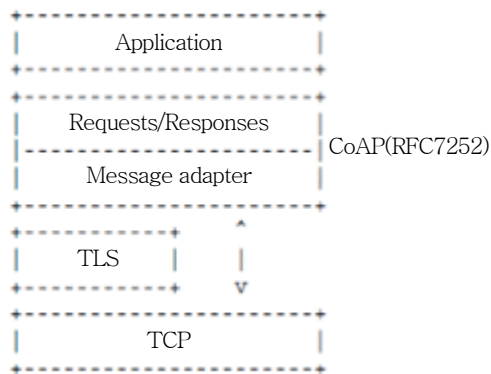
등에 대해 서술하고 있다[11],[13].

2. CoAP 를 위한 TCP/TLS 전송 프로토콜 표준화 동향

IETF CoRE WG 에서 UDP 기반의 CoAP 프로토콜의 표준화가 완료됨에 따라 IETF 87 차 회의에서는 Alternative Transport 섹션을 할당하여 UDP 이외의 다른 전송계층, 예를 들면 SMS, TCP, WebSocket, ASCII 전용 통신 매체 같은 다양한 전송계층 위에서 CoAP 사용에 관한 논의를 하였다. 또한, 최근 IETF CoRE WG 에서는 TCP 또는 Web Socket 기반 CoAP 메시지 전달기술에 대한 논의가 활발히 진행 중이다[11],[14].

CoAP 프로토콜 개발 당시 자원 제약적 노드에 적용되는 응용 프로토콜로 개발되었다. 작은 데이터/메시지 전송을 가정하고 있었기 때문에 전송 프로토콜로 UDP 를 선택하였다. 하지만 최근 CoAP 프로토콜의 엔터프라이즈 인프라 적용으로 인해 CoAP 프로토콜의 신뢰성 있는 메시지 전달 서비스의 필요성이 부각되고 있다. 또한, UDP 사용으로 인한 CoAP 프로토콜 메시지의 보안장비 내 메시지 차단이 종종 발생하고 있다. 추가적으로 최근 클라우드 인프라를 포함한 IoT 환경 구축이 이루어지고 있다. 이런 환경은 TCP 기반 웹 환경으로 이루어지고 있으며, 클라우드 인프라에서 UDP 기반 CoAP 단말과 통신하기 위해 클라우드 경계 부분에 TCP-to-UDP 게이트웨이를 추가, 설치하는 불편함이 발생하고 있다. 따라서 이런 이유로 인해 TCP 기반 CoAP 프로토콜 메시지 전달 방법이 제안되었다.

TCP 와 CoAP 간 상호작용 모델은 기존 UDP 기반 방식과 유사하다. 하지만 TCP 의 기능적 특징인 신뢰적 전송, 단편화 및 재조립, 혼잡제어기능이 CoAP 프로토콜에서 제공된다. TCP 기반 CoAP 프로토콜은 CoAP 메시지 계층에서의 ACK 메시지 전달이 필요 없다. 따라서 메시지 전달 방식과 상관없이 CoAP 메시지 계층의 NON 방식만으로 메시지 전달이 가능하다[14].



<자료>: "A TCP and TLS Transport for the Constrained Application Protocol(CoAP), IETF draft-tschofenig-core-coap-tcp-tls-05.

(그림 11) TLS/TCP 프로토콜 기반의 CoAP 스택

IV. 결 론

그 동안 사물기기 간 통신은 제조사와 서비스 업체들이 다양하고 복잡한 프로토콜을 사용함으로써 각각의 시스템에 맞는 규격과 프로토콜 구현으로 인해 호환성이 떨어지는 비효율성을 야기했었다. 다양한 사물기기가 서로 연결되는 IoT 환경의 활성화가 예상되는 시점에서 서비스 프로토콜의 표준화가 더욱 더 중요해지고 있다. 최근 IoT 관련 국제 표준화 단체에서 논의되고 있는 IETF의 CoAP와 oneM2M의 LWM2M은 프로토콜 변경 없이 IoT 환경에서 사물기기 간 통신을 가능하게 하여 시간과 비용 절감 그리고 사용자 불편을 모두 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 관련 프로토콜에 대한 활발한 연구개발 및 표준화 참여 그리고 특허 확보와 함께 기술 이전을 추진하여 국내 시장과 서비스 활성화를 유도해야 할 것이다.

<참 고 문 헌>

- [1] 서두욱, 이동호, “웨어러블 컴퓨팅 시대의 정보보호 위협”, 정보통신기술진흥센터(IITP), 주간기술동향, 1664 호, 2014. 9. 24.
- [2] 이지유, “IoT 구현하는 통신기술, 무엇이 있나”, 디지털데일리, 2014. 2. 9.
- [3] 김창욱, “사물인터넷”, 전자신문(etnews), 2014. 9. 24.
- [4] 이준기, “IoT 구현하는 통신기술, 무엇이 있나”, 디지털타임스, 2015. 4. 27.
- [5] 류영상, “사물인터넷 시대의 성공 요건은...‘표준화’ 선행돼야”, 2015. 10.22.
- [6] 오승훈, 고석갑, 손승철, 이병탁, 김영신, “이동통신 기반 IoT 장치관리 표준 프로토콜 동향”, 한국전자통신연구원(ETRI), 전자통신동향분석 30 권 1 호(통권 151), Feb. 2015.
- [7] 최성찬, 김재호, 이상신, 안일엽, “M2M/IoT 통신 환경에서 메시지 프로토콜 동향”, 한국통신학회, 한국통신학회 동계종합학술발표회 논문집, Jan. 2014.
- [8] 김병준, 조성현, “IoT 미들웨어 경량 메시지 프로토콜 연구 동향”, 대한전자공학회, 대한전자공학회 추계학술대회, Nov. 2014.
- [9] 심승현, 김학범, “사물 인터넷과 MQTT 기술”, 정보보호학회, 정보보호학회지 제 24 권 제 6 호, Dec. 2014.
- [10] 신수민, 김학범, “사물 인터넷 환경에서의 센서 네트워킹 보안 기술 분석”, 정보보호학회, 정보보호학회지 제 24 권 제 3 호, Aug. 2014.
- [11] 고석갑, 박일균, 손승철, 이병탁, “IETF CoAP 기반 센서 접속 프로토콜 기술 동향”, 한국전자통신연구원(ETRI), 전자통신동향분석, Dec. 2013.
- [12] 김철민, 강형우, 김지인, 고석주, “사물인터넷 환경에서 CoAP 프로토콜을 이용한 저전력 디바이스 통

- 신 구현”, 한국통신학회, 한국통신학회 동계종합학술발표회 논문집, Jan. 2015.
- [13] Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann, “The Constrained Application Protocol(CoAP)”, IETF, RFC 7252, June 2014.
- [14] 윤주상, “CoAP 를 위한 TCP/TLS 전송 프로토콜 표준화 동향”, (사)개방형컴퓨터통신연구회, IETF Forum Korea 인터넷표준동향소개, 2015 년 8 월 2 호, Aug. 2015.

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 ITP 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.