

사물인터넷을 위한 CoAP 프로토콜 표준화 및 시험 동향



고석갑 IETF 미러포럼 위원
ETRI 관제디바이스연구실 선임연구원
이병탁 ETRI 관제디바이스연구실 책임연구원
박근우 TTA 네트워크시험인증단 선임연구원

1. 머리말

최근 다양한 사물이 서로 연결되는 사물인터넷(IoT, Internet of Things)에 대한 기대와 관심이 커지고 있다. 다양한 기기가 인터넷에 연결되어 연동되기 위해서는, 작은 메모리와 낮은 처리 성능을 가진 노드들도 사용할 수 있는 가볍고 빠른 통신 프로토콜이 필요하다. 국제 인터넷 표준화 기구(IETF)에서는 제약을 가진 노드들을 위한 웹 프로토콜로 CoAP(Constrained Application Protocol)을 정의하였으며, 원엠투엠(oneM2M), 유럽통신표준협회(ETSI), 오픈 모바일 얼라이언스(OMA) 등 다른 표준단체에서 CoAP을 채택한 표준을 개발하고 있다. 표준 개발의 완성도가 높아짐에 따라, CoAP 프로토콜 구현물 간의 호환성 확인을 위한 상호운용성 시험이 개최되고 있다. ETSI와 OMA는, CoAP 표준의 조기 정착 및 확산을 지원하기 위해, CoAP 플러그테스트(Plugtest)라는 상호운용성 시험을

개최하여, 전세계의 사물인터넷 관련 업체 및 기관들이 모여 연동 시험을 수행하였다. 또한, 국내에서도 한국정보통신기술협회(TTA)와 한국전자통신연구원(ETRI)이 미래창조과학부의 후원을 받아 ION(Interoperability ON) CoAP 상호운용성 시험 행사를 주최하여, 국내의 CoAP 구현 업체 및 기관들이 참석하였다. 본 고에서는 CoAP 프로토콜 표준화 동향에 대해 살펴보고, ETSI 및 TTA에서 개최한 상호운용성 시험내용 및 결과를 소개한다.

2. IETF CoAP 표준화 동향

사물인터넷은 다양한 장치들이 인터넷에 연결되어 다양한 서비스를 구성한다. IEEE 802.15.4와 같은 저전력 통신 기술을 사용하고, 저성능 중앙처리장치(CPU)와 저용량 메모리를 가진 소형 센서와 액추에이터(actuator)들은 기존 인터넷 프로토콜을 직접 적용하기 어려웠다. 국제 인터넷 표준화

기구(IETF)에서는 다양한 노드를 수용할 수 있는 사물인터넷 서비스를 위해, 6LoWPAN, 6Lo, 6tisch, Roll, CoRE, Lwig, Ace, Dice 등의 워킹그룹(WG, Working Group)을 결성하여 다양한 기술을 표준화하고 있다. 특히 CoRE(Constrained RESTful Environment) 워킹그룹은, 소용량-저성능 노드들이, 손실이 높고 전송율이 낮은 네트워크에서, 경량화된 방식으로 응용 계층 메시지를 주고받을 수 있는 CoAP 기술을 표준화하고 있다[1][9].

CoRE 워킹그룹은 2010년 결성되어, 제약 환경 즉, 메모리가 작고, 처리 성능도 낮으며, 전력도 충분하지 않은 노드 및 손실이 있고 저전력에 전송율도 낮은 네트워크 환경에서 동작할 수 있는 웹 형태의 CoAP 프로토콜을 만들고 있다. 여기서 제약 노드란 데이터 공간(RAM)이 10kbps 이하이고, 코드 공간(Flash)이 100kbps 이하인 노드로 정의되어 있으며[2], 이를 기준으로 표준화를 진행하고 있다. CoAP은 MTU가 작은 네트워크 환경에서도 동작할 수 있으며, 8바이트 기본 헤더와 옵션헤더로 구성되고 바이너리 인코딩을 수행하여 HTTP 메시지의 1/10 이하 메시지 크기를 가진다. CoAP은 사물인터넷용 웹 프로토콜이다. 웹 프로토콜이란, 기존의 HTTP 웹 서비스와 잘 연동될 수 있다는 의미로, 레스트풀(RESTful) 구조를 지원하는 프로토콜을 말한다. 레스트(REST, Representational State Transfer)란, 모든 자원을 URI로 명시하고, GET, PUT, POST, DELETE의 기본 메소드를 이용하여, 해당 자원에 대한 행위를 정의하는 것을 말하며, 현재의 많은 웹 서비스가 이러한 구조를 지향하고 있다. 따라서 CoAP을 따르는 노드들은 기존 웹서비스 구조와 쉽게 결합할 수 있으며 쉽게 웹 기반 사물인터넷 서비스를 구성할 수 있다.

IETF CoAP 프로토콜은 전세계 표준화 기구들이

연합하여 단일 사물인터넷 표준을 추진중인 원엠투엠(oneM2M)에서도 전체 사물인터넷 서비스를 구성하는 네트워킹 계층 프로토콜의 하나로 채택하여 표준화를 진행 중이다.

CoRE 워킹그룹에서는 지금까지 CoAP 링크 포맷 [3], 제약 노드 용어 정의[2]를 RFC 표준으로 완성시켰다. CoAP 링크 포맷 규격은 CoAP 노드가 가지고 있는 리소스의 속성을 기술하고 조회하는 데 사용되는 규격이다. 여기에는 리소스 타입, 인터페이스, 최대 리소스 크기 등의 속성이 정의되어 있다. 제약 노드 용어 정의 규격은 CoRE 워킹그룹이 표준화하고 있는 제약 노드에 대한 정의를 다루고 있는 정보성(informational) 문서이다.

2014년 3월 런던에서 열린 IETF 89차 회의에서 RFC 편집자 큐에 있었던 CoAP 드래프트(draft) 18 버전은 2014년 6월 RFC-7252 표준으로 채택되었다. CoAP 표준은 CoRE 워킹그룹의 핵심 프로토콜로 메시지 포맷, 메시지 전송 방법, 기본 옵션 등을 정의하고 있다.

IETF 89차 회의에서 발표된 Observe 드래프트 표준에서 취소(Cancel) 방법을 어떻게 할 것인가에 대한 이슈가 있었다. Observe 문서는 통지(notification) 모델과 유사하게, 데이터의 변화가 있을 때마다 메시지를 받을 수 있도록 하는 문서이다[4]. 그런데 이 기능의 등록 이후 더 이상 응답을 받지 않고자 취소하는 방법에 대해 이견이 있었다. 이는 기본적으로 Observe 기능이 레스트(REST) 사상에 잘 맞지 않고, 그 취소하는 방법은 더욱 사상에 잘 맞지 않기 때문이라는 의견이 있었다. 그럼에도 불구하고, 메일링 리스트를 통해 논의 후, Observe 옵션에 deregister를 의미하는 값 1을 넣는 방법으로 결정되었고 4월에 문서가 갱신되었고, 상위 그룹인 IESG(Internet Engineering Steering Group)에

제출된 상태이다. CoRE 워킹그룹 드래프트로 표준화가 진행 중인 블록전송 드래프트는 펌웨어와 같은 큰 데이터를 조금씩 나누어서 전송할 때 사용하는 옵션이다[5]. 문서 업데이트가 안 되어 4월 만료되었으나 2014년 7월 새 버전으로 갱신되어 워킹그룹 라스트콜 상태에 있으며, 2014년 7월 20일부터 25일 캐나다 토론토에서 개최되는 IETF 90차 회의 후에 IESG에 제출할 예정이다. 그룹 통신을 지원하는 'Group Communication for CoAP' 드래프트는 IP 멀티캐스트를 써서 한 번에 여러 노드의 정보를 얻어오거나 제어하는 기능에 관한 문서이다[6]. 또한 이 문서에는 리소스 탐색에 대한 부분도 포함하고 있다. 'Guidelines for HTTP-CoAP Mapping Implementations' 드래프트는 HTTP-CoAP 프로시거 구현에 관한 내용을 다루고 있다[7]. 'Representing CoRE Link Collections in JSON' 드래프트는 기존의 CoRE 링크 포맷을 JSON 포맷으로 전송하는 방법에 대해 정의하고 있다[8].

3. ETSI CoAP 상호운용성 시험 동향

유럽통신표준협회(ETSI)는 CoAP을 기반으로 LWM2M(Lightweight M2M) 등 표준을 제정하고 있으며, 플러그테스트(Plugtest)라는 상호운용성 시험 행사를 개최하고 있다. ETSI는 상호운용성 시험을 통하여, 표준의 완성도를 높이고, 업체들이 표준을 빨리 그리고 정확히 구현하도록 하여, 시장에서 표준이 빨리 자리 잡힐 수 있도록 하고 있다. ETSI는 2014년 3월 7일부터 9일까지 영국 런던에서 제4차 CoAP 플러그테스트(Plugtest)를 개최하였다. 이 행사는 ETSI가 주관하고, 인터넷 스마트 오프젝트 연합(IPSO alliance)가 후원하는 상호연동시험 행사로서, 사물인터넷 핵심 프로토콜인

IETF CoAP 및 6LoWPAN, LWM2M 상호연동시험 시험을 수행하였다. 이 행사에는 ARM 및 Ericsson, ETH Zurich, ETRI, Huawei, RIOT/INRIA, TZI/Bremen 대학, Hitachi, iMinds, Open Mobile Alliance, Carnegie Mellon University의 11개 업체 및 기관에서 20여 명이 참석하였다.

IETF CoRE 시험에서는 CoAP 기본 프로토콜뿐만 아니라 블록전송 및 Observe, 링크 포맷의 확장 프로토콜과 DTLS(Datagram Transport Layer Security) 보안 인증 시험을 포함하여 총 56개의 시험항목으로 진행되었다. DTLS 그룹의 시험항목들은 CoAP 표준문서에 포함된 내용을 기준으로 하며, 그 세부적인 규격은, RFC 6347 Datagram Transport Layer Security Version 1.2(DTLS) 및 RFC 6655 AES-CCM Cipher Suites for Transport Layer Security(TLS), draft-mcgrew-tls-aes-ccm-ecc-06 AES-CCM ECC Cipher Suites for TLS, draft-ietf-tls-oob-pubkey-07 Out-of-Band Public Key Validation for Transport Layer Security(TLS)이다. 이러한 부분은 IETF DICE 워킹그룹에서 관련 프로파일을 정리하고 있는 단계이다. 6LoWPAN 시험은 총 29개 항목으로 시험하였으며, LWM2M 시험은, OMA에서 작성한 'An Enabler Test Specification of LWM2M' 문서를 기준으로 총 16개 항목을 시험하였다.

시험환경은 ETSI 시험팀에서 인터넷 유선망에 IPv6, IPv4 사설 네트워크를 구성하였으며, DHCP 및 DNS 서버를 구축하고 NAT(Network Address Translation) 장비를 이용하여 인터넷 액세스가 가능하도록 하였다. 각 참가 업체에 서브넷을 할당하고, 테스트에 사용되는 CoAP 서버를 별로 IP 주소를 할당하고 DNS 이름을 지정해 두었다.

시험은 일정 계획에 의해 2개 참여기관씩 짝을

<표 1> TTA CoAP 상호운용성 시험 내용

구분	주요 시험 내용
CoRE	<ul style="list-style-type: none"> •CON 모드 GET, DELETE, PUT, POST 트랜잭션 •NON 모드 GET, DELETE, PUT, POST 트랜잭션 •GET 별도응답 트랜잭션 •Token 옵션 동작 •URI-Path, URI-Query 옵션 •POST에 대한 Location-Path, Location-Query 응답 •Accept 옵션 •ETag, If-Match, If-None-Match 옵션 동작 •CoAP Ping
LINK	<ul style="list-style-type: none"> •/core/.well-known 인터페이스 접근 여부 확인 •필터링 요청 •와일드카드 필터링 요청 •리소스타입, sz, href 속성 검색 •path에 의한 계층형 검색
BLOCK	<ul style="list-style-type: none"> •블록 방식의 GET 전송(early negotiation, late negotiation) •블록 방식의 PUT, POST 전송 •양방향 POST 전송
OBSERVE	<ul style="list-style-type: none"> •CON / NON 모드 리소스 Observation •클라이언트 타임아웃, 서버 재전송 실패, RST 수신에 의한 등록 취소 •클라이언트 명시적 deregistration에 의한 등록 취소 •별도 GET 요청에 대한 독립성

이루어, 서로 클라이언트-서버 역할을 바꿔가며 시험을 수행하였다. 시험이 끝나면 시험결과를 상호 동의 과정을 거쳐 온라인으로 입력한다. 시험 결과의 통계는, 다른 업체 간의 시험결과는 볼 수 없고, 자신의 시험결과와 전체 시험결과만 확인할 수 있다. 시험결과는 총 38개의 세션이 있었고, 세션당 52개의 테스트 항목이 있었다. 전체 시험 항목 중 71.6%를 수행을 하였고, 시험한 항목 중 98.5%가 OK로 집계되었다. 이는 매우 높은 상호운용성을 가지고 있으며, CoAP 프로토콜 규격의 완전성 및 각 업체 및 기관의 구현물의 완성도가 높다는 것을 확인할 수 있었다. CoRE 기본 시험은 93.2% 시험을 수행하여 대부분 참석자가 잘 구현하였으며, 링크포맷 시험은 66.4%, 블록 전송 시험은 53.9%, Observe는 39.0% 수행하여, 확장 규격에 대해서는 아직 완벽히 구현되지 않는 못한 상태였다.

4. TTA CoAP 상호운용성 시험 동향

국내 CoAP 기반 사물인터넷 시장 활성화를 위해, 한국정보통신기술협회(TTA)와 한국전자통신연구원(ETRI)이 2014년 5월 19일부터 20일까지, 분당 TTA 빌딩 6층에서, ION 2014 CoAP 상호운용성 시험을 개최하였다. 이 행사에는 총 8개 업체 및 기관이 참석하였다. 참석업체는 ETRI 실시간 SW 연구실, ETRI 호남권연구센터, 엑스엠, 디지털테크, 슈가소프트, 엠투소프트, 송실대, 덕성여대였다.

ION2014 CoAP 상호운용성 시험 행사에서는, 총 47개의 시험항목을 시험절차서에 따라 두 업체씩 짝을 지어서 클라이언트와 서버 역할을 바꾸어 가며 시험하였다. 시험항목을 전체 기능 시험과 소형 기기용 기능 시험으로 나누어 구성하였다. <표 1>은 ION2014 CoAP 상호운용성 시험의 시험 내용을 축약한 것이다. 기본규격인 CORE 및 노드의 정보 제공을 하는 링크 기능 규격인 LINK, 큰 데이터를

나누어서 보내는 블록기능인 BLOCK, 데이터 수집 시 자동으로 전달하는 관찰 기능인 OBSERVE 기능으로 구성되어 있다.

시험결과, 총 13개의 시험결과 리포트가 수집되었으며, 총 245개의 시험항목이 시험되었다. 시험 수행율은 58%이며, 시험한 시험항목의 상호운용성은 94.28%였다. NO로 판정된 6%의 시험항목은 버그 또는 완전하지 못한 구현 때문으로 파악되었다. 이 결과는 ETSI의 상호운용성 시험 결과보다는 다소 낮지만, 처음 개최한 국내 CoAP 상호운용성 시험결과로는 높은 성과로 볼 수 있었다.

5. 맺음말

지금까지 IETF CoAP 기반 사물인터넷 표준화 및 시험 동향에 대해 살펴보았다. 사물인터넷 분야 표준 범위는 넓고 다양하지만, 응용 계층 데이터 전달 프로토콜로 IETF CoAP이 중요한 부분을 차지하고 있다. 아직까지 CoAP 시험은 상호운용성 시험 단계이지만, 곧 표준 적합성 시험, 인증 시험으로 발전시켜 나가야 하며, 이에 필요한 표준 시험 절차 개발이 필요하다.

최근 사물인터넷 시장의 활성화로 많은 업체가 관심을 가지고 서비스 및 장비 개발에 참여하고 있으나, 일부 업체에서는 독자적인 방식으로 사물인터넷 서비스 및 장비를 개발하고 있어, 자칫 국내의 사물인터넷 시장의 기술 방향이 제각각으로 발산되거나, 해외 서비스 및 장비와 연동되지 못해 고립될 우려가 있다. ARM을 비롯한 글로벌 업체들은 이미 CoAP 표준을 포함한 사물인터넷 플랫폼을 개발하여, 사물인터넷 시장에서 자신들의 영역을 넓히고 있다. 국내업체 및 기관들도 표준을 준수하는 사물인터넷 기기 및 서비스를 개발을 통해 표준 기반

사물인터넷시장에 조기 진입하여, 세계 사물인터넷 시장을 선도하기를 기대한다. 

[참고문헌]

- [1] Z. Shelby, K. Hartke, and C. Bormann, 'Constrained Application Protocol(CoAP),' IETF RFC-7252, ISSN: 2070-1721, June 2014.
- [2] C. Bormann, M. Ersue, and A. Keranen, 'Terminology for Constrained-Node Networks', IETF RFC-7228. ISSN: 2070-172, May 2014.
- [3] Z. Shelby, 'Constrained RESTful Environments(CoRE) Link Format', IETF RFC-6690, ISSN: 2070-1721, Aug 2012.
- [4] K. Hartke, 'Observing Resources in CoAP,' IETF-ID draft-ietf-core-observe-14, June 2014.
- [5] C. Bormann, and Z. Shelby, 'Blockwise transfers in CoAP,' IETF-ID draft-ietf-core-block-15, July 2014.
- [6] A. Rahman, and E. Dijk, 'Group Communication for CoAP', IETF-ID draft-ietf-core-groupcomm-20, July 2014.
- [7] A. Castellani, S. Loreto, A. Rahman, T. Fossati, and E. Dijk, 'Guidelines for HTTP-CoAP Mapping Implementations', IETF-ID draft-ietf-core-http-mapping-04, July 2014.
- [8] C. Bormann, 'Representing CoRE Link Collections in JSON,' IETF-ID draft-ietf-core-links-json-02, July 2014.
- [9] 고석갑, 박일균, 손승철, 이병탁, 'IETF CoAP 기반 센서 접속 프로토콜 기술 동향', 전자통신동향분석 제28권 제6호 2013년 12월