

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택에서의 오류 동기화

고응남*

An Error Synchronization running on Gateway Software Stack based on CoAP

Eung-Nam Ko*

요약 사물 인터넷과 멀티미디어 협동 작업 환경의 필요성을 기술하고, 그 기반 하에 CoAP 기반 스택에서의 오류 처리에 대해서 제안하였다. 본 논문은 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택에서의 오류 동기화에 대한 내용을 기술한다. 이 시스템은 CS_EDA, CS_ESA로 구성되어 있다. CS_EDA는 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서 멀티미디어 원격 제어를 위하여 오류를 감지하는 에이전트이다. CS_ESA는 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서 멀티미디어 원격 제어를 위하여 오류를 동기화하는 에이전트이다. CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택에서의 멀티미디어 공동 작업 환경의 관점에서 오류 동기화는 협동 작업에 참가하는 참가자에게 상호작용적으로 오류를 동기화한다.

Abstract The necessity of IoT(Internet of Things) and Multimedia CSCW is described, and error control for multimedia CSCW(Computer Supported Cooperated Works) based on CoAP stack is suggested. This paper describes an error synchronization running on gateway software stack based CoAP. This system consists of an CS_EDA, and CS_ESA. CS_EDA is an agent that detects an error for multimedia distance system based on gateway software stack based CoAP environment. CS_ESA is an agent that is an error synchronization system for multimedia distance control based on gateway software stack based CoAP environment. From the perspective of multimedia collaborative environment of gateway software stack based CoAP, an error application becomes another interactive presentation error is synchronized with participants engaged in a cooperative work.

Key Words : IoT, CSCW, error synchronization, CoAP, gateway software stack

1. 서론

센서와 통신 칩을 탑재한 사물이 사람의 개입 없이 자동적으로 실시간 데이터를 주고받을 수 있는 물리적 네트워크를 말한다. 사물인터넷(IoT; Internet of Things) 환경에서는 센서나 통신 기능이 내장된 기기(사물)들이 인터넷으로 연결되어 주변의 정보를 수집하고, 이 정보를 다른 기기와 주고받으며 적절한 결정까지 내릴 수 있다. 사람이

일일이 조작하거나 지시하지 않더라도 기계가 알아서 일을 처리해주는 것이다. 부착된 센서와 칩을 바탕으로 유무선 네트워크를 하는 사물들의 거대한 생태계라 할 수 있겠다. 사물인터넷은 블루투스나 근거리무선통신(NFC), 센서데이터, 네트워크 등을 기반으로 하고 있다[1]. 주로 사용하는 IoT용 실시간 프로토콜의 종류에는 3가지가 있다. XMPP(eXtensible Messaging and Presence Protocol), CoAP(Constrained Application

This paper work was supported by Baekseok University during the 2015 school year.

* Corresponding Author : Division of Information Communication, Baekseok University(ssken@daum.net)

Received February 04, 2016

Revised February 08, 2016

Accepted February 14, 2016

Protocol), MQTT(Message Queue Telemetry Transport)이다[2].

멀티미디어 기술과 컴퓨터 네트워크 기술이 급속하게 발전하였고 이 기술들의 결합으로 최근에 있던 컴퓨터 협동 작업 환경 (CSCW: Computer Supported Cooperative Work) 분야의 급속한 발전과 더불어 원격 회의, 원격 교육, 원격 자문, 공동 저작 등에 대한 요구가 날로 커지고 있다[6,7,8,9]. 최근 들어 이러한 사물 인터넷과 멀티미디어 시스템의 공동 작업 환경이 증가하고 있는데 반하여 이러한 기술 기반 하에 오류 결함을 발견 복구하는 연구는 미흡한 실정이다[10]. 본 논문에서 제안하는 시스템은 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택에서의 오류 동기화에 대해서 기술한다.

2. 기존 연구: IoT용 실시간 프로토콜

XMPP(eXtensible Messaging and Presence Protocol)는 2인 이상의 참여자 간에 구조적 데이터를 거의 실시간에 가깝게 교환할 수 있게 해주는 XML 기반 TCP 커뮤니케이션 프로토콜이다. XMPP의 기능들 중에는 대화 참여자 정보를 보여주는 것과 연락처 리스트 관리 기능이 있다. 두 기능 모두 인스턴트 메시징을 위해 제작된 것이었지만 IoT에도 적용할 수 있다. CoAP(Constrained Application Protocol)는 리소스 제약이 있는 기기들이 인터넷 상에서 TCP 대신 UDP를 사용해 커뮤니케이션 할 수 있도록 개발됐다. 개발자들은 전통적인 방식의 REST 기반 API를 사용하는 여느 기기와 마찬가지로 CoAP 기기를 다룰 수 있다. CoAP는 특히 인터넷을 통해 컨트롤 해야 하는 저출력 센서 및 기기와 커뮤니케이션 하는데 유용하다. MQTT(Message Queue Telemetry Transport)는 퍼블리시/섭스크라이브 메시징 프로토콜로, CoAP와 마찬가지로 자원 제약이 있는 기기를 타깃으로 개발됐다. MQTT는 메모리 및 전력 이용을 효율화하기 위한 가벼운 패킷 구조를 채택하고 있으며, 여기에 연결된 기기는 MQTT 브로커 상에 호스팅 되는 토픽에 인용된다. 어떠한 기기나

서비스가 데이터를 토픽에 발행하면, 여기에 인용된 모든 기기들은 자동적으로 갱신된 정보를 획득하게 된다[2].

3. CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 오류 동기화

IoT 용 실시간 프로토콜의 종류 중에서 CoAP 프로토콜을 기반으로 한다.

3.1 CoAP 프로토콜

코애플(CoAP)은 인터넷 엔지니어링 태스크 포스(IETF) 코어(CORE: Constrained RESTful Environments) 워킹 그룹에서 제정되었고, 센서 노드(sensor node)나 제어 노드(control node)처럼 메모리 용량, 컴퓨팅 성능, 배터리 등의 자원 제약이 있는 소형 장치에서 사용되는 경량의 레스트(REST) 아키텍처를 기반으로 한다. 레스트(REST) 아키텍처는 자원 검색(resource discovery), 멀티캐스트(multicast), 비동기 처리 요청 및 응답 등의 기능을 지원한다. 그리고 메시지 크기가 작으며 기존의 HTTP 웹 프로토콜과도 쉽게 변환 및 연동이 될 수 있다. 사물 통신(M2M: Machine to Machine), 사물 인터넷(IoT: Internet of Things)과 같은 대역폭이 제한된 통신 환경에 최적화하여 개발된 레스트(REST: REpresentational State Transfer) 기반의 경량 메시지 전송 프로토콜이다[3].

CoAP는 IETF에서 표준화한 프로토콜로 상대적으로 적은 전력을 소모하고, 신뢰성 있는 통신을 제공함으로써 사물 인터넷 환경에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 핵심 프로토콜이다[4]. IETF CoRE WG의 요구사항은 [그림 1]과 같다.

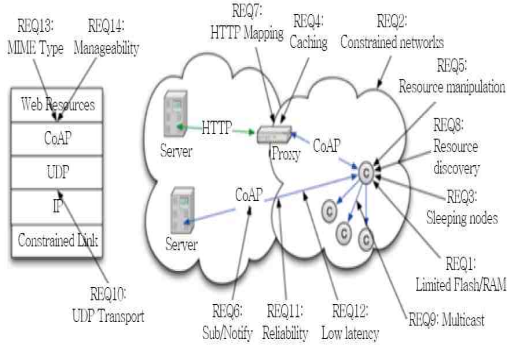


그림 1. IETF CoRE WG의 요구사항
Fig. 1. Request of IETF CoRE WG

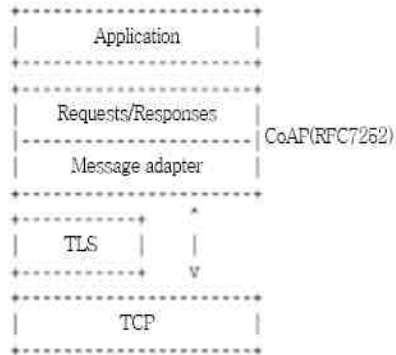


그림 2. TLS / TCP 프로토콜 기반의 CoAP 스택
Fig. 2. CoAP Stack based on TLS / TCP Protocol

3.2 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경: CoAP를 위한 TCP / TLS 전송 프로토콜

TLS/TCP 프로토콜 기반의 CoAP 스택은 [그림 2]와 같다. CoAP 프로토콜 개발 당시 제약적 노드에 적용되는 응용 프로토콜로 개발 되었다. 작은 데이터/메시지 전송을 가정하고 있었기 때문에 전송 프로토콜로 UDP를 선택하였다. 하지만 최근 CoAP 프로토콜의 엔터프라이즈 인프라 적용으로 인해 CoAP 프로토콜의 신뢰성 있는 메시지 전달 서비스의 필요성이 부각되고 있다. 또한 클라우드 인프라에서 UDP 기반 CoAP 단말과 통신하기 위해 클라우드 경계 부분에 TCP-to-UDP 게이트웨이를 추가, 설치하는 불편함이 발생하고 있다. 이런 이유로 TCP 기반 CoAP 프로토콜 메시지 전달 방법이 제안되었다. TCP와 CoAP 간 상호 작용 모델은 기존 UDP 기반 방식과 유사하다. 하지만 TCP의 기능적 특징인 신뢰적 전송, 단편화 및 재조립, 혼잡제어 기능이 CoAP 프로토콜에서 제공된다[5].

3.3 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 멀티미디어 협동 작업 환경

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 멀티미디어 협동 작업 환경은 [그림 3]과 같다. 두레는 상호 참여 형 멀티미디어 일반적인 응용을 개발하기 위해서 설계된 프레임워크이다. 두레에서 제공되는 서비스 기능들은 여러 개의 에이전트로 구조를 가진다. 각각의 에이전트들은 서로의 정보를 전달하면서 독립적으로 동작한다. 예를 들면, 멀티미디어 공동 작업의 한 예로써 축제에 대한 응용 프로그램을 예로 들 수 있다.

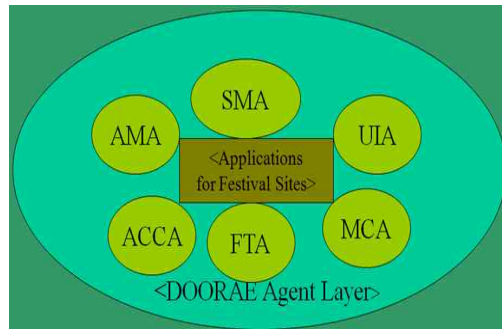


그림 3. CoAP 기반 멀티미디어 협동작업 환경
Fig. 3. Multimedia CSCW based on CoAP

3.4 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 멀티미디어 협동 작업 환경에서의 오류처리

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 멀티미디어 협동 작업 환경에서의 오류 처리 기능은 [그림 4]처럼 Reliable multipoint transport layer에서 담당한다.

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업에서을 위한 오류 제어 인터페이스에는 오류를 감지 및 분류, 복구하는 기능, 특히 그 과정 중에 오류 동기화가 필요하다. 오류 제어 인터페이스에는 오류 감지하는 에이전트 (CS_EDA: CoAP Stack Error Detection Agent), 오류 동기화하는 에이전트(CS_ESA: CoAP Stack Error Synchronization Agent), 오류 복구하는 에이전트(CS_ERA: CoAP Stack Error Recovery Agent) 등이 있다. 여기서는 오류 공유 중 오류 동기화 부분에 대하여 기술한다.

본 논문의 범위는 주로 CS_ESA에 대하여 기술한다. 오류 전달 방법에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

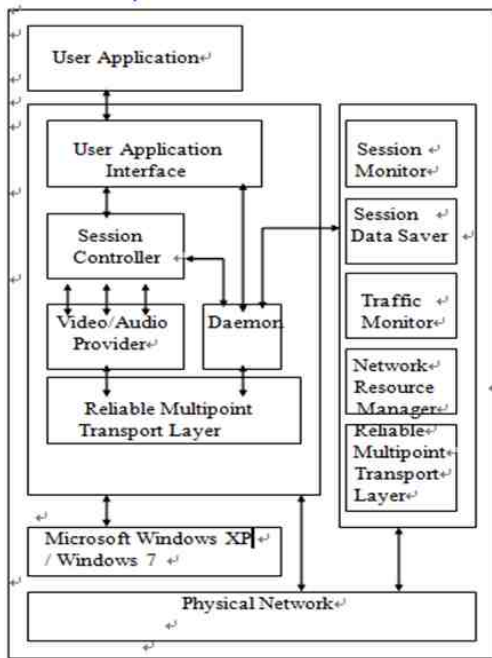


그림 4 CoAP 기반 멀티미디어 협동작업 환경
Fig. 4 Multimedia CSCW based on CoAP

Set of Error Synchronization = {Set of fault, Set of error sharing}

여기서, Set of fault= {F, S}

- F: 오류의 원인이 되는 고장(fault)
- S: 오류의 동기화 여부

Set of error synchronization

= {Addr_CS_ESA,
Method_CS_ESA,
Func_CS_ESA}

- Addr_CS_ESA: CS_ESA의 주소 정보, 즉 Ei(j) 및 Si(j)에 대한 정보
- Method_CS_ESA: 오류 동기화 방식으로 오류를 전달

-Func_CS_ESA: CS_ESA의 기능(function)

은 세 집합 P, Ei(j), Si(j)에서 R1을 집합 P에서 Ei(j)로의 관계(relation)라 하고, R2를 집합 Ei(j)에서 Si(j)로의 관계(relation)라 하면, 집합 P에서 Si(j)로의 합성관계 R1R2는 다음과 같이 정의된다.

$$R1R2 = \{(pi,si(j))|pi \in P, si(j) \in Si(j), (pi,ei(j)) \in R1, (ei(j), si(j)) \in R2 \}$$

관계 R1에서는 오류를 감지한 내용, 즉, 포인팅 하는 함수를 가로채서 전달하는 방식이다. 관계 R2에서 발생된 오류가 감지되면 CS_ESA에 의해 오류 유형을 분류하고, 오류 공유 중에서 오류 동기화가 발생한다. 즉, CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 오류 제어 인터페이스에는 오류를 감지 및 분류, 복구하는 기능, 특히 그 과정 중에 오류 동기화가 필요하다. 그 사건은 윈도우 메시지 형태로 사건 분배기로 재 지향 되고, 이는 다시 다른 사용자들의 사건 분배기로 네트워크를 통해서 전송된다. CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업에서의 다른 사용자들의 사건 분배기는 수신한 사건을 다시 공유되는 응용 프로그램으로 재지향 한다. 이렇게 해서 사용자들은 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업에서의 각각의 워크스테이션에 응용 프로그램을 가지고 각자 발생한 오류 사건을 사건 분배기를 통해서 분배하는

방법으로 각자의 응용 프로그램을 가지고 공동 작업을 수행하거나 오류를 인식한다.

4. 시스템 평가

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 오류 제어 인터페이스에서 실행되는 결합 허용 시스템의 기능 중에서 결합 오류 유형 분류 시 성능 분석을 DEVS 형식론[11,12,13]을 이용하여 살펴보았다. 기존 방식에서 만일 오류의 유형을 찾기 위하여 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 프로세스 데이터베이스를 이용하여 프로세스 들을 찾는데 걸리는 시간을 t 라고 하면 한번 폴링 시간은 $2t$ 가 된다. 세션 관련 프로세스의 갯수가 m 개, 세션과 무관한 프로세스의 개수를 r 이라고 하면 기존 방법의 오류 유형 찾기 시간의 기대값 (Γ^2)은 다음과 같다. $\Gamma^2 = 2t*(m+r)$ 세션 등록 시간을 s 라고 하면 제안된 방법의 오류 유형 찾기 시간의 기대값 (Γ^2)은 $\Gamma^2 = 2t*m+s$ 이다. 그러므로 $r > m$ 인 경우, 즉, CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 오류 제어 인터페이스에서 실행되는 결합 허용 시스템에서 응용 프로그램의 실행 개수가 많을수록 제안된 방식은 효율적이다. 단, 반대인 경우에는 기존 방법이 효율적일 수 있다.

CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 오류 제어 인터페이스에서 실행되는 결합 허용 시스템에서 기존의 시스템과 기능적인 측면을 비교하면 [표 1]와 같다. 제안된 시스템은 Visual C++로 설계 및 구축 하였다.

표 1. CoAP 스택에서의 오류 동기화 유무 비교
Table 1. The comparison of Error Synchronization Function in CoAP Stack

Func.	Shastra	MERMAID	MMConf	CECED	Proposed system
Multimedia CSCW	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Multimedia CSCW based on CoAP	No	No	No	No	Yes
Error Synchronization for Multimedia CSCW based on CoAP	No	No	No	No	Yes
Error Synchronization for Multimedia CSCW based on CoAP Stack	No	No	No	No	Yes

5. 결론

지능형 사물 웹 서버 환경기반의 멀티미디어 공동 작업 환경을 위한 주소 동기화, 스크롤 동기화, 윈도우 크기 동기화, 양식 동기화, 마우스 위치 동기화, 주식 동기화 등 기능 중에서 주소 동기화 제어 등이 있다. 본 논문에서는 이벤트 발생시에 지능형 사물 웹 서버 환경에서 복제형 구조에 기반한 응용 공유의 동작 원리를 이용하여 데이터 동기화나 오류 동기화를 잘 수행할 수 있는 환경을 제공하였다. 본 논문에서는 CoAP 기반 게이트웨이 소프트웨어 스택 환경에서의 멀티미디어 협동작업을 위한 오류 제어 인터페이스에서 실행되는 결합 허용 시스템의 기능에 대해서 제시하였다. 특히, 오류 감지, 오류 유형 분류, 전달, 복구 기능 중에서 오류 감지 후에 자동적으로 신속하게 오류를 전달하는 기능을 갖고 있는 에이전트인 CS_ESA를 제안하였다. CS_ESA는 CS_EDA로부터 전달 받은 오류를 공유하여 신속하게 전달하였다. 향후 연구 과제는 운송 안전 서비스를 위한 CoAP 게이트웨이 소프트웨어 스택 기반 멀티미디어 협동작업에서의 오류 제어 인터페이스에서 다중 세션이 활성화되어 있는 경우, 네스티드 세션, 웹 환경에서의 오류 감지 및 복구 시스템에 대한

연구 등이다. 또한, 지능형 사물 웹 서버 환경에서 웹 노트 및 웹 페이지에서의 네스티드 세션 관리, 지능형 사물 웹 서버 환경에서 다중 세션, 동기 비 동기 모드를 겸용하는 웹 공유 시스템에서의 오류 제어에 대한 연구 등도 필요하리라 판단된다.

REFERENCES

- [1] Ko Su-yeon, "IoT? Super connection over things and human", IT daily, Jan. 2014.
- [2] IT WORLD (Kurt Collins | InfoWorld)
- [3] Terminology Dictionary of TTA
- [4] Kim Cheol-min, "Implementation of Low Power Device Communication by CoAP Protocol in IoT Environment", KICT Proceedings, Jan.2015.
- [5] Yoon Ju-sang, "Trend of TCP/TLS Transportation Protocol Standarzation for CoAP", IETF Forum Korea, Aug. 2015.
- [6] Mi Young Sung, Jae-Hong Ryu, "Structure of Multi-Agent based on KQML for Web Video Conference System", Journal of KIPS, Vol 6, No.12, pp.3477-3489, Dec. 1999.
- [7] Ralf Steinmetz and Klara Nahrstedt, "Multimedia:Computing, Communications & Applications",Prentice Hall PTR, p.854,1995.
- [8] Eric Garland and Dave Rowell, "Face-to-Face Collaboration", Byte, Vol.19, No.11, pp.233-242, November, 1994.
- [9] Stephen Jabele, Steven Rohall, Ralph L. Vinciguerra, "High Performance Infrastructure for visually-Intensive CSCW Applications", Proceedings on CSCW '94, ACM Press, pp.395-403, October 1994.
- [10] Soon-Ju Jang, Jong-Gyu Lim, Gu-young Jung, Yong-Yan Goo, "Study of Process Migration for Fault-Tolerance in Distributed System", KIISE Proceedings Vol.21, No2, pp. 132.1994.

- [11] Bernard P.Zeigler, "Object-Oriented Simulation with hierarchical, Modular Models", Academic Press,1990.
- [12] Bernard P.Zeigler, "Multifaceted Modeling and Discrete EventSimulation, Orlando, FL: Academic,1984.
- [13] Bernard P.Zeigler, "Theory of Modeling and Simulation", John Wiley, NY, USA, 1976, reissued by Krieger, Malabar, FL, USA, 1985.

저자약력

고 응 남(Eung-Nam Ko)

[중심회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 수학과 (이학사)
- 1991년 8월 : 숭실대학교 정보과학 대학원 전산공학과 (공학 석사)
- 2000년 8월 : 성균관대학교 대학원 정보공학과 (공학박사)
- 1983 11월 ~ 1993년 1월 : 대우 통신 컴퓨터개발부 선임연 구원
- 1993년 3월 ~ 1997년 2월 : 동우 대학교 전자계산과 교수
- 1997년 3월 ~ 2001년 2월 : 신성대 학 컴퓨터계열 교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야> 멀티미디어, 컴퓨터 지원 협동 작업 환경, 결합허용, 원격 교육, 인터넷, 에이전트, 유비쿼터스 컴퓨팅 등