

IFTTT 서비스를 위한 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템

김계영[†], 이현동^{**}, 조대수^{***}

Real-time Event Processing Role Management System for IFTTT Service

KyeYoung Kim[†], HyunDong Lee^{**}, Dae-Soo Cho^{***}

ABSTRACT

As the Internet of Things evolves, various IoT services are provided. IFTTT is an abbreviation for If This Then That and refers to a service that links different web-based services. This paper proposes a system that generates and manages rules that combine the possibility of IFTTT service and the real-time event processing according to the concept of IoT service. Conventional database-based data processing methods are burdened to process a lot of data of IoT devices coming in real-time. The IoT device's data can be classified into formal data such as the amount of power, temperature value and position information, and informal data such as video or image data. Thus, this system classifies the data stream of IoT devices coming in real-time using the CEP engine Esper into a file signature table, classifies the formal/informal data, and shows the condition of the device data defined by the user and the service to be provided by applying the service.

Key words: IFTTT Service, Complex Event Processing, Rule Management System, File Signature Table

1. 서 론

최근 가장 이슈가 되는 사물 인터넷(Internet of Things)이 발달하면서 다양한 사물 인터넷 서비스들이 제공되고 있다. IoT서비스의 핵심은 사용자들에게 실시간으로 사물 인터넷을 이용한 디바이스의 데이터를 분석하여 그에 맞는 자동화된 서비스를 제공하는 것이라고 할 수 있다.

사물 인터넷을 이용한 자동화에 초점을 맞춘 서비스 중에서 IFTTT가 있다. IFTTT를 이용하면 사용

자들은 서비스를 받는 조건이 되는 트리거와 액션을 조합하여 새로운 레시피를 만들 수 있다. IFTTT는 사용자가 조합하는 앱에 따라 이론상 무수히 많은 서비스를 제공 할 수 있다.

본 논문은 IFTTT 서비스의 가능성과 IoT 서비스의 컨셉에 맞게 다양한 도메인에 쓰이는 IoT 디바이스의 실시간 이벤트 처리를 조합한 룰을 생성하고 관리하는 시스템을 제안한다. 실시간 IoT 서비스를 위해선 IoT 디바이스들로부터 실시간으로 들어오는 디바이스들의 Raw 데이터를 처리해야 한다. 기존의

* Corresponding Author : Dae-Soo Cho, Address: (47011) UIT 307, Dongseo University, Jurye-ro 47, Sasang-gu, Busan, Korea, TEL : +82-51-320-1964 , FAX : +82-, E-mail : dscho@dongseo.ac.kr

Receipt date : Jul. 17, 2017, Approval date : Aug. 14, 2017
[†] Dept. of Division of Computer Engineering, Dongseo University (E-mail : kimly191@gmail.com)

^{**} Industry Academy Cooperation Foundation, Dongseo University (E-mail : win4class@hanmail.net)

^{***} Dept. of Division of Computer Engineering, Dongseo University

* Following are results of a study on the "University for Creative Korea-1" Project, supported by the Ministry of Education

데이터베이스 기반의 데이터 처리 방식으로는 실시간으로 들어오는 IoT 디바이스들의 수많은 데이터를 처리하는데 부담이 된다. 대부분의 IoT 디바이스의 데이터를 이용한 서비스는 전력량, 온도 값, 위치 정보와 같은 정형 데이터를 이용하기 때문에 기존의 데이터베이스 기반의 시스템이었다. 하지만 실시간으로 들어오는 영상이나 이미지, 소리와 같은 비정형 데이터를 포함한 수많은 IoT 디바이스의 데이터를 처리하기 위해선 실시간 이벤트 처리 기술이 필요하다.

이 문제를 해결하기 위해 CEP 엔진 Esper를 이용하여 실시간으로 들어오는 IoT 디바이스들의 데이터 스트림을 파일 시그니처 테이블로 정형/비정형 데이터를 분류하고, 사용자가 정의한 룰에 따라 디바이스 데이터들의 조건과 액션을 처리하는 실시간 이벤트 처리를 관리 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 다루고, 3장에서는 실시간 이벤트 처리를 관리 시스템 설계 및 구현, 평가를 수행한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구를 논한다.

2. 관련연구

2.1 IFTTT

IFTTT란 If This Then That의 약자로 인터넷과

컴퓨터에 존재하는 여러 별개의 서비스와 어플 들을 임의로 연동시켜주는 서비스를 말한다. IFTTT는 레시피(recipes)라는 개념을 사용하여 서로 다른 웹 기반 서비스를 결합하는 접착제 역할을 한다. 예를 들면 Dropbox에 업로드 된 파일을 Evernote에 자동 전송 시키거나 위치 추적 같은 모바일 장치를 사용하여 전자 메일과 같은 이벤트를 트리거로 사용할 수 있다[1]. Fig. 1은 IFTTT의 구성과 조합 예시를 통해 IFTTT의 레시피를 보기 쉽게 그림으로 나타낸 것이다.

2.2 CEP(Complex Event Processing)

CEP는 여러 이벤트 소스로 부터 발생한 이벤트를 대상으로 실시간으로 의미 있는 데이터를 추출하여 대응되는 액션을 수행하는 것을 말한다. 이때 이벤트 데이터는 스트림 데이터로써 대량으로 지속적으로 입력되는 데이터, 시간 순서가 중요한 데이터, 끝이 없는 데이터이다. 이러한 스트림 데이터는 전통적인 관계형 데이터베이스에서는 실시간 처리 및 분석이 불가능하다. CEP는 바로 이런 스트림 데이터를 실시간으로 분석하는 이벤트 데이터 처리 솔루션이다[2]. 다음 Fig. 2는 CEP의 구조를 나타낸다.

CEP를 활용한 사례로는 Septimiu Nechifor가 2014년에 온도센서 디바이스로부터 들어오는 실시



Fig. 1. IFTTT's recipe.

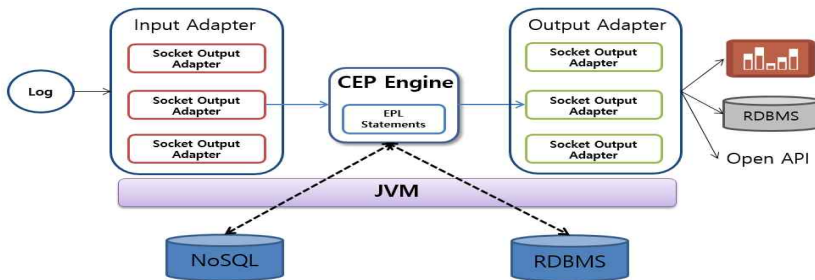


Fig. 2. Architecture of CEP.

간 이벤트 데이터를 이용하여 모니터링하고 방한의 온도 상황을 예측하는 방법 등이 있다[3]. 또한, T. Naqishbandi는 빅 데이터, 헬스케어와 CEP를 이용해 건강관리 시스템[4]의 토대를 제안하였으며, Jeremy Debattista는 CEP엔진을 이용해 사용자의 개인 데이터 활동을 기반으로 규칙을 정의하고 등록 할 수 있는 룰 엔진 기반의 시스템[5]을 제안하였다. 박미경의 1인은 분산 실시간 처리 시스템[6]을 위한 스케줄링 방법을 제안하였다.

2.3 파일 시그니처 테이블

모든 파일(text 파일 제외)에는 이 파일이 어떠한 포맷이라는 것을 알려주는 고유한 시그니처 바이트가 존재한다. 그 길이는 파일마다 다르며, 종류 또한 파일의 포맷만큼 많다. 예를 들어 image/jpg 파일을 바이트스트림으로 읽어 표시하면 Fig. 3과 같이 'FF

D8' 같은 헥스값을 볼 수 있다. 파일 시그니처 테이블은 어떠한 종류의 JPG 파일도 반드시 저것으로 시작한다는 것을 보장하기 때문에 다양한 분야에서 파일 포맷 분류의 기준으로 사용되어왔다[7].

3. 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템

3.1 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템은 여러 도메인에 대한 룰을 정의할 수 있는 클라이언트와 실시간 디바이스 이벤트 정보를 수집하고, 이벤트 정보를 분석하여 EPL 문법으로 변환해 데이터베이스에 저장하거나 룰 엔진을 실행시키는 서버로 구분한다. 그리고 내부적인 계층적인 구성은 사용자가 정의한 다양한 도메인의 룰 데이터를 EPL 문법으로 변환하는 Rule Management Module

[4 byte offset] 66 74 79 70 33 67 70 35	MP4	30 26 B2 75 8E 66 CF 11 A6 D9 00 AA 00 62 CE 6C	
[4 byte offset] 66 74 79 70 4D 34 41 20	M4A		ASF, WMA, WMV
[4 byte offset] 66 74 79 70 4D 53 4E 56	MP4	[4 byte offset] 66 74 79 70 69 73 6F 6D	MP4
[4 byte offset] 66 74 79 70 69 73 6F 6D	MP4	00 00 00 18 66 74 79 70 33 67 70 35	MP4
[4 byte offset] 66 74 79 70 6D 70 34 32	M4V	00 00 00 18 66 74 79 70 6D 70 34 32	M4V
FF D8	JPE, JPEG, JPG	00 00 00 1C 66 74 79 70 4D 53 4E 56 01 29 00 46 4D 53 4E 56 6D 70 34 32	MP4
FF D8 FF E0 XX XX 4A 46 49 46 00	JFIF, JPE, JPEG, JPG	00 00 01 Bx	MPEG, MPG
FF D8 FF E1 XX XX 45 78 69 66 00	JPG	00 00 01 BA	MPG, VOB
FF D8 FF E6 XX XX 53 50 49 46 46 00	JPG	30 26 B2 75 8E 66 CF 11 A6 D9 00 AA 00 62 CE 6C	ASF, WMA, WMV

Fig. 3. File signature table.

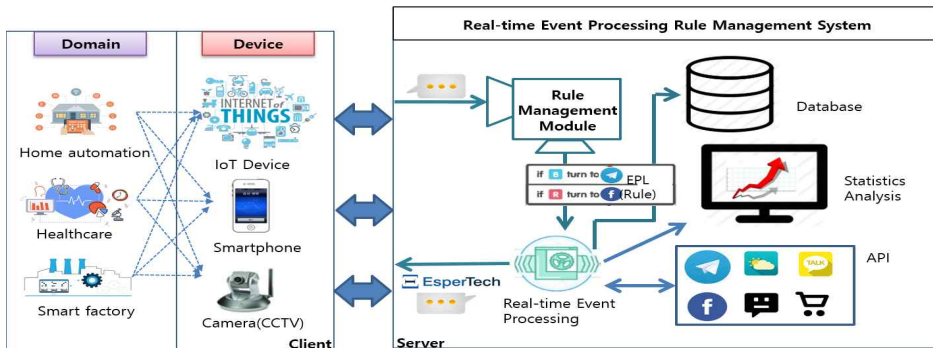


Fig. 4. Architecture of real-time event processing rule management system.

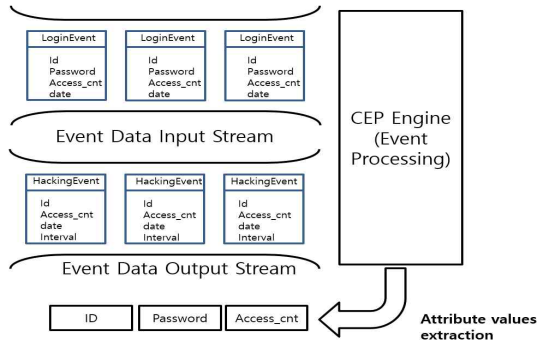


Fig. 5. Example of CEP engine.

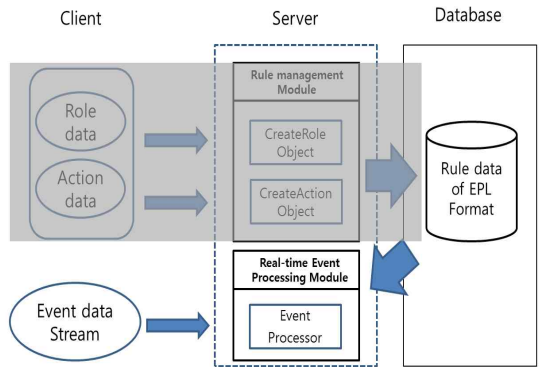


Fig. 7. Real-time event processing flow.

과 변환된 EPL을 이용해 실시간 디바이스 이벤트 정보를 분석하여 사용자의 룰에 해당하는 서비스를 결정하는 Real-time Event Processing으로 구성한다.

제안하는 시스템은 홈 오토메이션, 헬스케어, 스마트 팩토리 등의 각 도메인별로 다양한 디바이스를 이용해 실시간 데이터를 수집할 수 있다. 시스템 사용자는 각 도메인별 수집되는 데이터의 특성을 이용해 룰을 설정할 수 있으며 사용자의 룰은 Rule Management Module에서 CEP 엔진을 동작시키기 위해서 EPL 문법으로 변환된다. 실시간 이벤트 처리로 사용자의 룰 조건에 부합한 이벤트가 발생하면 사용자가 원하는 서비스를 제공 받을 수 있고 해당

이벤트의 이력도 조회할 수 있다. 다음 Fig. 4는 본 논문에서 제안하는 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템의 구성도를 나타낸다.

3.2 이벤트 처리 엔진

본 논문은 CEP 엔진 중에서 Esper를 이용하여 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템을 설계하였다. Esper는 실시간 이벤트 처리를 위해 EPL을 통해 이벤트 데이터를 추출하여 액션을 수행할 수 있다. EPL은 Event Processing Language의 약자로 Esper의 이벤트 처리에서 이벤트 데이터를 추출하기 위한 조건

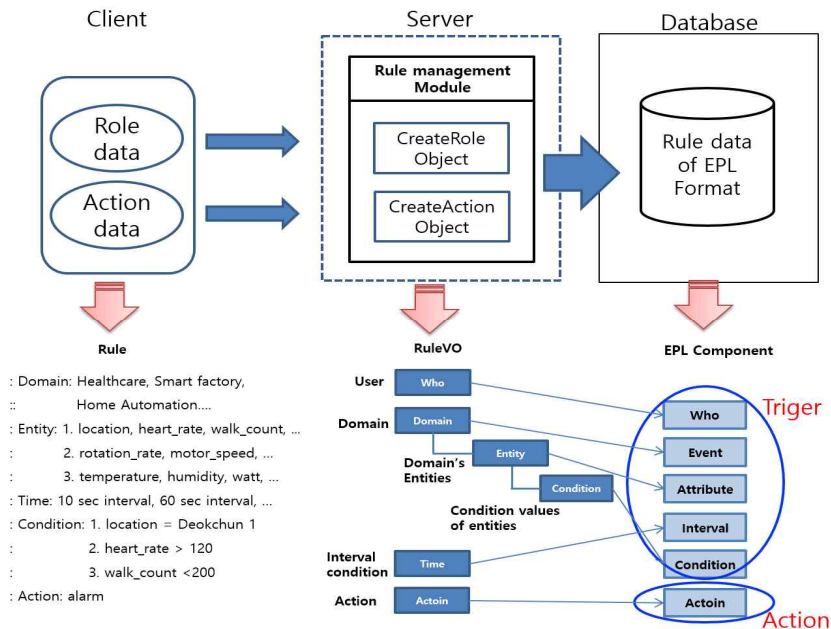


Fig. 6. Rule creation flow and Model of RuleVO/EPL Component

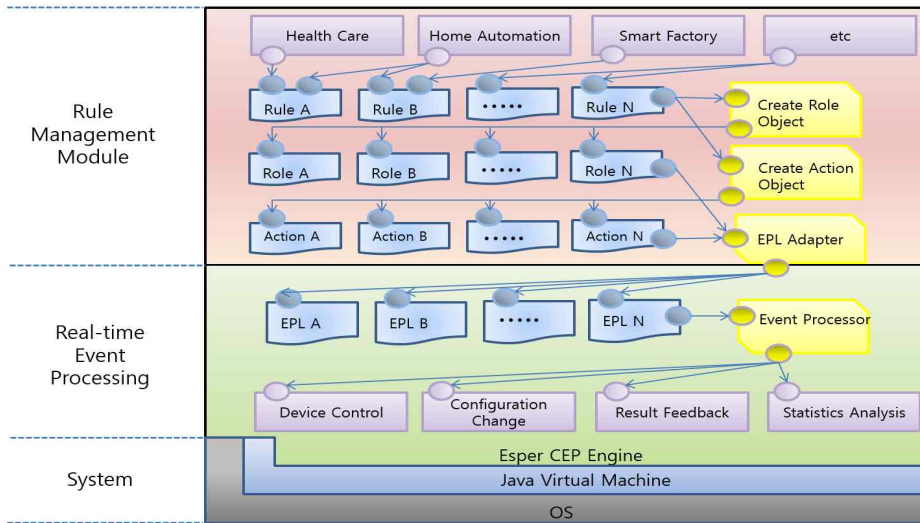


Fig. 8. Hierarchical Architecture of domain based on real-time event processing rule management system.

문장을 의미한다. CEP 엔진들 중에서 Esper가 많이 쓰이는 이유는 EPL의 문법이 데이터베이스 SQL과 유사하다는 점에서 쉽게 이해할 수 있기 때문이다.

Fig. 5는 CEP 엔진 실시간 이벤트 처리의 예시 그림으로 나타낸 것이다. CEP 엔진을 이용하면 실시간으로 들어오는 이벤트 데이터 스트림을 바탕으로 새로운 복합 이벤트를 생성하여 다시 이벤트 데이터 스트림으로 쓰일 수 있고, 실시간 이벤트 데이터 스트림에서 속성 값들을 추출할 수 있다.

3.3 이벤트 처리 룰 생성

본 논문에서 제안하는 시스템은 클라이언트가 보내는 룰 데이터와 액션 데이터를 자동으로 EPL 구조로 변환하는 과정을 통하여 사용자가 EPL 문법으로 모르더라도 사용할 수 있게 한다.

이벤트 처리 룰 구조는 도메인을 의미하는 Domain,

각 도메인에서 필요한 개체인 Entity, 이벤트 처리 시간 조건을 의미하는 Time, Entity의 조건 값을 나타내는 Condition, 사용자가 설정한 룰에 대한 액션을 의미하는 Action으로 구성되어 있다.

Fig. 6은 사용자(클라이언트)로부터 받은 데이터를 서버의 Rule management Module이 EPL 포맷의 룰 데이터로 변환하여 데이터베이스에 저장하는 과정과 Rule 데이터와 EPL 구성 요소간의 관계를 나타낸다.

3.4 실시간 이벤트 처리

사용자로부터 받은 룰 데이터와 액션 데이터로 EPL 포맷의 룰 데이터가 생성되면 서버의 실시간 이벤트 처리 모듈은 Esper를 이용해 실시간 이벤트 처리를 실행한다. 실시간 이벤트 처리 모듈은 사용자로부터 실시간으로 받는 이벤트 데이터 스트림과 사

Table 1. Rule format sample data

Index	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5
RuleID	R01	R02	R03	R04	R05
Who	Kim	Moon	Cho	Lee	Park
Event	OBD	healthcare	thermometer	Home	Home
Attribute	Speed	HeartRate	Temperature	watt	Image
Values	100	120	29	130	null
Eq	<	<	=	<	null
Time	10 sec interval	30 sec interval	60 sec interval	10 sec interval	10 sec interval

용자가 설정한 룰 데이터에 해당하는 트리거를 실시간으로 확인하여 사용자가 설정한 서비스를 제공하게 된다. Fig. 7은 실시간 이벤트 처리의 과정을 그림으로 나타낸 것이다.

3.5 계층적 구조를 통한 도메인 기반의 동적 룰 데이터 분석

본 논문에서 제안하는 실시간 이벤트 처리를 관리 시스템은 각종 도메인으로부터 수집되는 실시간 디바이스 이벤트 정보를 분석할 수 있는 기능을 CEP 엔진 Esper 기반의 형태로 구성하여, 도메인에 따라서 동적으로 이벤트 정보를 분석할 수 있다. 이를 통해, 이벤트 분석 과정에서의 전체를 관리 시스템 부하를 줄이고, 다양한 도메인의 룰에 따라 유연하게 서비스를 적용할 수 있는 장점이 있다. 도메인 기반

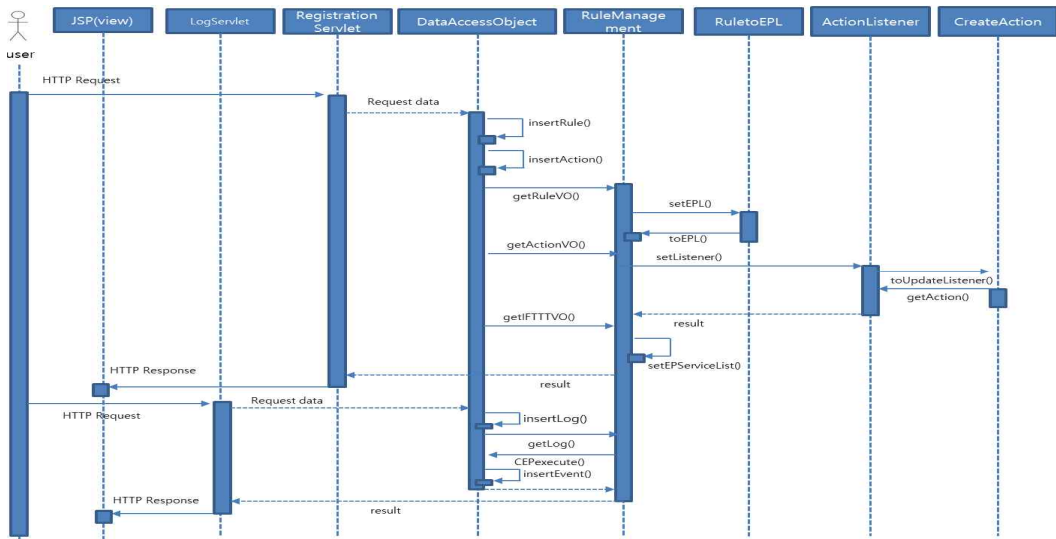


Fig. 9. Sequence diagram of real-time event processing and rule registration.

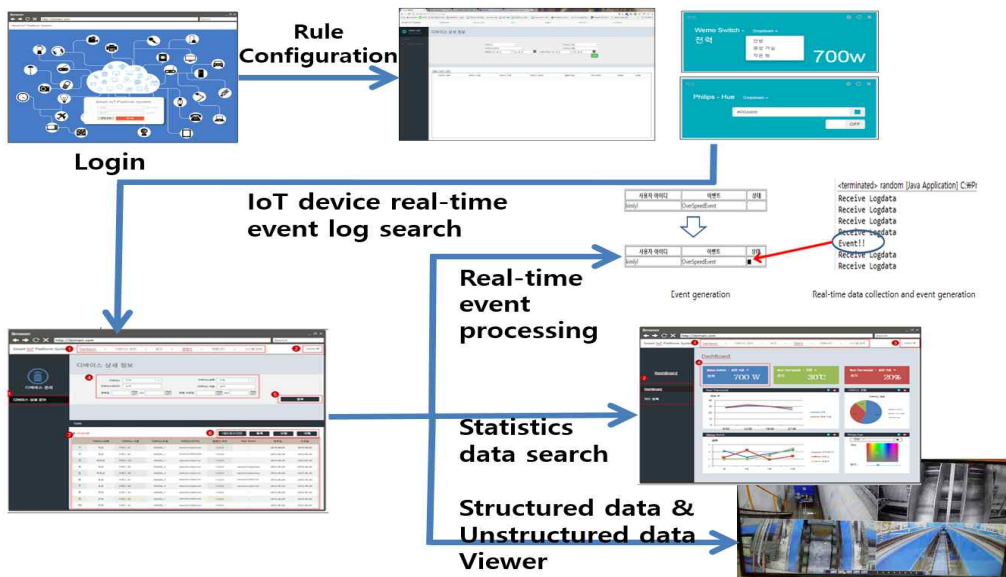


Fig. 10. Implement of Real-time event processing rule management system

Table 2. Comparison of conventional database based on system and presented system

Quality attributes	Database based on System	Presented Real-time Event Processing Rule Management System
Functionality	Provides event processing service based on existing batch data	Provides event processing service based on data stream through real-time event processing
Reliability	Failure due to system load during real-time event processing	Real-time event processing service provided with CEP engine
Usability	Provides creation of rule conditions of formal data and service	Provides creation of various rule conditions and service using real-time data stream including informal data
Efficiency	Increase processing time and cost in real-time data processing	Real-time data processing using CEP engine minimizes processing time and cost
Maintainability	Limitations of rule creation and modification in the runtime	Easy to create and modify rules in various domains in runtime
Portability	Operate on a single platform	Operate on a variety of platforms

의 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템의 계층적 구조는 Fig. 8과 같다.

3.6 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템 구현

3.6.1 룰 포맷 데이터

본 논문이 정의한 룰 포맷은 일반적인 사용자가 Esper의 실시간 이벤트 처리 기능을 수행하기 위해 필요한 EPL 문법을 모른다는 가정하에 정의한 데이터 포맷이다. 사용자가 서버로 보내는 룰 데이터는 시스템이 EPL 문법으로 변환시키기 위해 필요한 데이터로 총 8가지 속성으로 데이터베이스에 저장된다. Table 1은 본 논문이 정의한 EPL 문법에 필요한 7가지 속성을 샘플 데이터로서 데이터베이스에 저장한 값들이다.

3.6.2 실시간 이벤트 처리 구현 및 테스트

본 논문은 시스템이 실제로 사용자가 정의한 룰 데이터를 EPL로 변환시켜서 CEP 엔진을 이용한 실시간 이벤트 처리 모듈이 잘 동작하는지 확인하기 위한 구현 및 테스트를 해보았다. 다음 Fig. 9는 실시간 이벤트 처리 룰 및 이벤트 등록 시퀀스 다이어그램을 나타낸다.

웹 브라우저로 사용자가 다양한 도메인별로 IoT 디바이스의 룰 설정을 시도한다. 실시간 이벤트 처리 룰 관리 서버는 사용자가 설정한 룰을 분석하여 EPL 문법으로 변환시키고 실시간으로 수집되는 IoT 디

바이스의 데이터스트림을 룰 기반으로 처리하고 데이터베이스에 저장된 통계 데이터를 조회 할 수 있다. 다음 Fig. 10은 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템의 구현 화면을 나타낸다.

3.7 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템 평가

소프트웨어 품질의 특성 및 척도에 대한 표준화인 ISO9126 Quality Model[8]의 6가지 품질 속성을 기반으로 본 논문에서 제안하는 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템과 기존의 데이터베이스 기반의 시스템을 정성적으로 비교하면 Table 2와 같다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 IFTTT와 같은 룰 기반의 이벤트 처리 서비스에서 이미지나 영상, 소리와 같은 비정형 데이터를 포함한 IoT 디바이스들의 실시간 데이터 스트림을 이용하기 위해 기존의 데이터베이스 기반 시스템에 비해 유연하고 자동화된 파일 시그니처 테이블을 이용한 실시간 이벤트 처리 룰 관리 시스템을 제시하였다.

이를 통하여 사용자는 어떤 IoT 디바이스라도 정형/비정형 데이터에 관계없이 IFTTT 서비스를 위한 룰 조건 생성이 가능하고, 룰 조건에 해당하는 다양한 이벤트 처리 서비스를 받을 수 있다.

정형/비정형 데이터를 분류하기 위한 파일 시그니처 테이블, 사용자가 설정한 룰을 룰 엔진에서 실행

하기 위한 EPL 문법으로 변환시키는 기술(Rule Management Module)과 런타임 환경에서 실시간으로 수집되는 IoT 디바이스들의 데이터스트림을 EPL 문법에 따라 실행시키는 CEP 엔진 (Esper)를 접목하여 유연하고 자동화된 실시간 이벤트 처리 시스템을 제안하였다.

향후에는, 본 논문에서 제안하는 실시간 이벤트 처리를 관리 시스템을 바탕으로 사용자의 이력 데이터 및 수집된 다양한 정형/비정형 데이터를 분석하여 개인화된 맞춤형 서비스를 제공하는 방법에 대해 연구할 계획이다. 이를 통해 사용자는 다양한 IoT 디바이스의 데이터와 다양한 앱의 연동을 통해 무수히 많은 서비스를 제공 받을 수 있다.

REFERENCE

[1] S. Ovadia, "Internet Connction Automate the Internet With If This Then That (IFTTT)," *Behavioral and Social Sciences Librarian*, Vol. 33, pp. 208-211, 2014.

[2] Esper: Event Processing for Java, <http://www.espertech.com/esper> (accessed July, 8, 2017).

[3] S. Nechifor, A. Petrescu, D. Damian, D. Puiu, and B. Tarnauca, "Predictive Analytics Based on CEP for Logistic of Sensitive Goods," *Proceeding of International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment*, pp. 817-822, 2014.

[4] T. Naqishbandi, C.I. Sheriff, and S. Qazi, "Big Data, CEP and IoT: Redefining Holistic Healthcare Information Systems and Analytics," *International Journal of Engineering Research and Technology*, Vol. 4, Issue 1, pp. 613-618, 2015.

[5] J. Debattista, S. Scerri, I. Rivera, and S. Hand-schuh, "Processing Ubiquitous Personal Event Streams to Provide User-Controlled Support," *Proceeding of International Conference on Web Information Systems Engineering*, pp. 375-384, 2013.

[6] Park Mi-Kyoung, Kim Chang-Soo, "Duplication Scheduling of Periodic Tasks Based on Precedence Constraints and Communication Costs in Distributed Real-Time Systems," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 2, No. 4, pp. 78-389, 1999.

[7] File Signature Table, http://www.garykessler.net/library/file_sigs.html (accessed July, 10, 2017).

[8] ISO 9126 Software Quality Characteristics, <http://www.sqa.net/iso9126.html> (accessed July, 12, 2017).



김 계 영

2011년~현재 동서대학교 컴퓨터공학부 학사과정
관심분야: 데이터베이스, 빅데이터, 실시간 이벤트 처리 등



이 현 동

2007년 부경대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
2012년 부경대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
2017년~현재 동서대학교 산학협력단 연구교수

관심분야: 컴퓨터 보안 응용, 상황 인식 등



조 대 수

1995년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
1997년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
2001년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2001년~2004년 ETRI 텔레매틱스 연구단 선임연구원
2004년~현재 동서대학교 컴퓨터공학부 교수
관심분야: GIS, 공간데이터베이스, LBS, 빅데이터, 사물인터넷 등