

세부 동작 기반 사물인터넷 서비스 분류 기법 개발[☆]

Development of IoT Service Classification Method based on Service Operation Characteristic

조 정 훈¹ 이 화 민² 이 대 원^{1*}
Jeong hoon Jo HwaMin Lee Dae won Lee

요 약

최근 사물인터넷 서비스의 등장 및 융합으로 통합 사물인터넷 서비스 플랫폼에 관한 다양한 연구가 진행되었다. 현재 사물인터넷 서비스는 서비스 제공자의 목적에 따라 독립적인 시스템으로 구축되어 유사한 서비스를 제공하는 서비스 간의 정보 교환 및 모듈 재사용이 불가능 하였다. 이에 본 연구에서는 통합 사물인터넷 플랫폼 환경을 제공하기 위하여 다양한 서비스들의 세부 동작 기반 서비스 분류 알고리즘을 제안한다. 구현을 통하여 상용화된 100여개의 사물인터넷 서비스를 분류 및 군집화를 진행하였으며 이를 기반으로 K-means 알고리즘과 비교하여 제안하는 알고리즘의 성능을 평가하였다. 또한 표본 집단의 부족으로 발생하는 단일 클러스터를 방지하기 위하여 K-means 알고리즘을 활용하여 재 군집화를 진행하였다. 향후 연구로 기존의 서비스 표본 집단을 확대하고 현재 구현한 분류 시스템을 보다 빠르고 대량의 데이터 처리를 위하여 스파크를 활용할 예정이다.

□ 주제어 : 사물인터넷, 사물인터넷 서비스 분류, 군집화, K-평균 알고리즘

ABSTRACT

Recently, through the emergence and convergence of Internet services, the unified Internet of thing(IoT) service platform have been researched. Currently, the IoT service is constructed as an independent system according to the purpose of the service provider, so information exchange and module reuse are impossible among similar services. In this paper, we propose a operation based service classification algorithm for various services in order to provide an environment of unified Internet platform. In implementation, we classify and cluster more than 100 commercial IoT services. Based on this, we evaluated the performance of the proposed algorithm compared with the K-means algorithm. In order to prevent a single clustering due to the lack of sample groups, we re-cluster them using K-means algorithm. In future study, we will expand existing service sample groups and use the currently implemented classification system on Apache Spark for faster and more massive data processing.

□ keyword : Internet of thing(IoT), IoT service classification, clustering, K-means algorithm

1. 서 론

최근 급성장 하고 있는 인터넷 기술과 센서들로 인하여 사물인터넷(IoT: Internet Of Things) 서비스가 발전하게

되었다. 사물인터넷 서비스는 모든 사물들이 연결되어서 상호간의 정보를 주고 받거나 상황인식을 통하여 사용자에게 편의를 제공하는 서비스이다.

국내에서는 처음으로 방송통신위원회에서 2009년 10월 사물인터넷 분야 촉진을 위한 ‘사물지능통신 기반구축 기본계획’을 발표하였으며, 최근 미래창조 과학부가 2013년 6월 사물인터넷 신 산업 분야의 주요 기술로 선정하여 ‘인터넷 신 산업 육성방안’을 발표하였으며, 2014년 5월 ‘초 연결 디지털혁명의 선도 국가 실현을 위한 사물인터넷 기본계획’을 발표하였다[1].

사물인터넷 서비스의 발전 속도는 2016년도에 60억개의 사물인터넷 서비스가 사용되었으며, 2017년에는 31%가 증가한 83억개의 사물인터넷 서비스가 제공되고 있다. 이 상승세로 추측하면 2020년에는 200억개 사물인터넷 서비스가 제공될 것으로 예상이 된다. 사물인터넷 서비스

1 Dept. of Computer Engineering, Seokyeong Univ., Seoul, 02713, Korea.

2 Dept. of Computer Software Engineering, Soonchunhyang Univ., Asan, Korea.

* Corresponding author (daelee@skuniv.ac.kr)

[Received 5 January 2018, Reviewed 6 January 2018, Accepted 17 January 2018]

☆ 이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업과 2016년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017MBC4A7083417 & NRF-2016R1C1B1008330).

사용 지출은 2016년도에는 1조 3800억달러, 2017년에는 22%가 증가한 1조 6900억 달러가 소비가 되었고, 2020년에는 약 2조 9200억 달러가 소비될 것으로 예상된다[2].

현재 대부분의 사물인터넷 서비스는 독립 플랫폼에서 단일 서비스로 제공이 된다[3-5]. 독립 플랫폼에서 만들어진 사물인터넷 서비스와 다른 독립 플랫폼의 사물인터넷 서비스간 융합하여 새로운 사물인터넷 서비스 제공을 위해 사물인터넷 서비스의 융합 시 모듈의 중복과 의존성 등의 문제점이 발생하게 된다. 이 문제점을 해결하기 위하여 다양한 사물인터넷 서비스들의 세부동작에 기반하여 서비스를 분류하여 유사 서비스를 식별하고 유사 서비스간 모듈 재활용 및 데이터 공유를 제공하는 통합 플랫폼이 필요하다.

현재는 헬스 및 의학 분야에서 사물인터넷 서비스를 결합하여 효율적인 관리 및 통괄관리를 하려는 연구가 진행되고 있다[6]. 하지만 이는 사물인터넷 서비스 환경 및 목적에 초점을 맞추고 있으며, 세부적인 연산 및 동작에 대해서는 염두하고 있지 않다. 사물인터넷 서비스 환경내의 서비스들의 세부 동작에 대해서 클러스터링 하던 동일 클러스터 내의 사물인터넷 서비스간 세부 동작을 분류 할 수 있게 되며, 이질적인 동작을 제외한 공통동작을 공통 모듈로 추출이 가능하다. 이를 활용하여 서비스 클러스터 별 기능 및 동작의 추가 및 신규 개발이 용이해지며, 중복으로 사용되는 서비스 동작도 줄어들 것이다.

이에 본 연구에서는 기존연구[7]에서 제시한 통합 사물인터넷 서비스 플랫폼을 기반으로 다양한 사물인터넷 서비스들의 세부 동작 기반 서비스 분류 알고리즘을 제안한다. 제안하는 서비스 분류 알고리즘은 센싱 단계, 데이터 관리 단계, 프로세싱 단계, 출력단계로 이루어진다. 센싱 단계에서는 센싱 동작 수행에 대해서 단계별로 나누어 세부 분류하며, 데이터 관리 단계는 센서를 통해 들어오는 데이터의 가공을 처리하여 세부 분류를 하며, 프로세싱 단계에서는 가공된 데이터를 동작 수행에 필요한 연산 방식으로 세부 분류를 하며, 마지막으로 출력 단계에서는 출력 방식에 대해서 세부 분류를 한다. 상용화된 100여개의 사물인터넷 서비스를 대상으로 구현 및 분석을 진행하였으며 이를 통하여 각 서비스들이 적합하게 분류 되었음을 증명하였다. 하지만 현재 상용화된 서비스 표본 집합의 부족으로 독립 인스턴스를 갖는 클러스터를 방지하기 위하여 추가적으로 k-means 기법을 활용하여 현 표본 집합에 적합한 클러스터링 결과를 도출하였다.

2장에서는 본 연구의 관련연구인 사물인터넷서비스 환경 구성 기법, 사물인터넷 서비스 분류 기법, 군집화 기

법에 대하여 소개한다. 3장에서는 본 연구에서 배경으로 하는 시스템 환경에 대하여 소개한다. 4장에서는 본 연구에서 제안하는 사물인터넷 서비스 분류 알고리즘의 세부 동작에 대하여 살펴본다. 5장에서는 제안한 알고리즘의 증명 및 성능 평가를 위하여 시스템을 구현하고 분류 결과에 대하여 증명한다. 마지막으로 6장에서는 본 연구의 결과 및 향후 연구에 대하여 논한다.

2. 관련연구

2.1 서비스 환경 구성 기법

사물인터넷 서비스 환경을 구성하기 위해서 다양한 사물인터넷 서비스 환경에서 데이터 흐름을 기반으로 리소스, 오브젝트, 서비스로 구성하여 서비스 환경을 만든다. 하지만 사용자 서비스를 제공하기 위해서는 각각의 플랫폼의 구조, 센서의 종류, 조건, 기준 등을 알아야 하기 때문에 어려운 실정이다. 그래서 [8]에서는 보다 쉬운 서비스 환경 구축을 위해서 센서 데이터 처리 메커니즘 및 서비스를 추상화하고 시맨틱 어노테이션(semantic annotation), 추론, 서비스 실행의 4가지 동작 단계를 통해 데이터를 상황정보로 변경을 한다. 변경된 데이터는 웹 기반의 UI를 사용하여 쉽게 서비스를 제공할 수 있는 환경을 제시한다.

다양한 context aware IoT 서비스의 제공 과 서비스 도메인의 가상 세계 기술을 위한 다양한 센서 데이터가 정의된 온톨로지 기반 연구가 진행되었다[9]. [9]에서는 사용자 중심의 사물인터넷 서비스 생성을 위하여 4단계의 기본 온톨로지 모형을 제시하였다. 각각의 레이어는 Place ontology, Object ontology, Context ontology, Service ontology로 구성된다. Place ontology는 가정, 학교, 사무실 등 장소를 뜻한다. Object ontology는 실 세계를 표현하는 센서와 행동으로 ontology place와 연결되어 사용이 된다. Context ontology는 특정상황에 대해서 반응을 하는 동작이다. 마지막으로 Service ontology는 위에서 제시한 Object ontology, Context ontology로 구성이 되며 서비스를 전체적으로 설명한다. 이를 계층화 하여 사용자 중심의 서비스 환경을 구축한다.

[10]에서는 사물인터넷 시스템 환경의 효율적인 관리를 위해서는 확장성과 상호 운영성을 고려한 플랫폼을 제시하였다. 사물인터넷 서비스 간의 원활한 통신을 위해서는 특정 아키텍처가 필요하다. 사물인터넷 아키텍처는 상황인지와 사물 간의 통신 제공, 단순데이터 처리 및 데이터 변환을 통한 서비스 제공을 목적으로 한다. 또한 센싱 정보

수집 체계를 구성하기 위해서 사물, 수집기, 응용의 3계층으로 구성하고 연계 활용하여 서비스 환경을 구축한다.

2.2 서비스 분류 기법

현재 사물인터넷 서비스의 일관성 있는 정의와 분류가 없기 때문에 타 서비스 간의 융합이 어려운 상황이다. [11]에서는 사물인터넷 서비스를 Low level service와 Resource services, Entity-Service, Integrated service, 4단계로 분류 하였다. Low level service는 Entity-Service 또는 Integrated service를 액세스 할 수 있는 장치를 만들며, Resource services는 작업을 수행하거나 관측을 제공하며, Entity-Service는 서비스 제공의 핵심역할을 하며 서비스를 실행하며, 관리하는 역할을 한다. 마지막으로 Integrated service는 Entity-Service를 포함하여 동작을 하며 다른 서비스 와도 서로 통신을 하는 동작을 수행하며 또한 서비스 수명주기로 사물인터넷 서비스를 분류하였다. 수명주기는 Deployable, Deployed, Operational로 구성이 되며, Deployable는 아직 사용하지 않지만 배치할 수 있는 서비스이며, Deployed는 이미 배치가 되어 있지만 아직 사용준비가 안 된 서비스이다. 마지막으로 Operational은 이미 배치가 되어 있고 사용중인 서비스이다.

[12]에서는 사물인터넷 서비스를 제공목적, 공급자, 응용 분야 3가지 관점으로 분류하는 방안을 제시하였다. 사물인터넷의 제공목적은 개인, 산업, 공공분야로 나누어지며, 공급자는 산업에 서비스를 제공하는 주체로 제품, 플랫폼, 서비스 사업자로 나누었으며, 응용 분야는 사물인터넷 서비스 영역으로 에너지/환경, 건강, 생활, 안전, 스마트 빌딩 등으로 분류하였다[13].

또한 [14]에서는 사물인터넷 서비스의 다양한 응용분야를 에너지, 통신, 동작, 로컬 사용자, 하드웨어 및 소프트웨어 자원 등으로 분류하였다.

2.2 군집화 기법

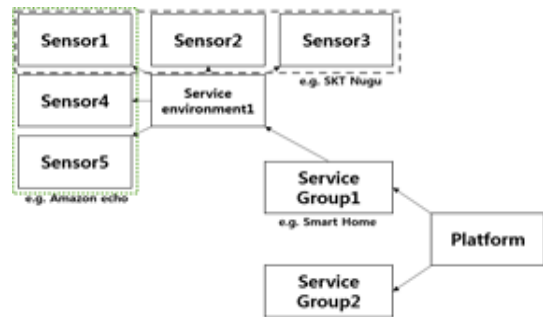
다양한 데이터의 효율적인 군집화를 위하여 많은 데이터 군집화 기법이 제시되었다. 그중 대표적인 군집화 기법으로 K-means, Gaussian Mixture Model 및 EM 알고리즘 등이 있다. 이 중 기본적인 데이터 군집화 알고리즘인 K-means는 중심점과 오브젝트 간의 거리를 최소로 하는 군집을 찾는 것이 목적이다. K-means를 활용하기 위해서는 k개의 클러스터 수를 미리 지정해주어야 하며, k값에 따라 결과값이 바뀌게 된다. 따라서 k값의 적절한 수를 찾는 것이 중요하다. 군집의 중심점에서 주변의 오브젝트

와의 거리를 유클리드 공식을 활용하여 군집화를 진행 하지만 멀리 떨어져 있는 오브젝트에 대해서는 민감하게 반응하며, 떨어져 있는 오브젝트를 중심점으로 갱신하게 되면 클러스터의 값이 부정확해질 수 있다[15].

3. 시스템 환경

본 절에서는 본 연구에서 배경으로 하는 통합 사물인터넷 서비스 플랫폼에 대하여 설명한다.

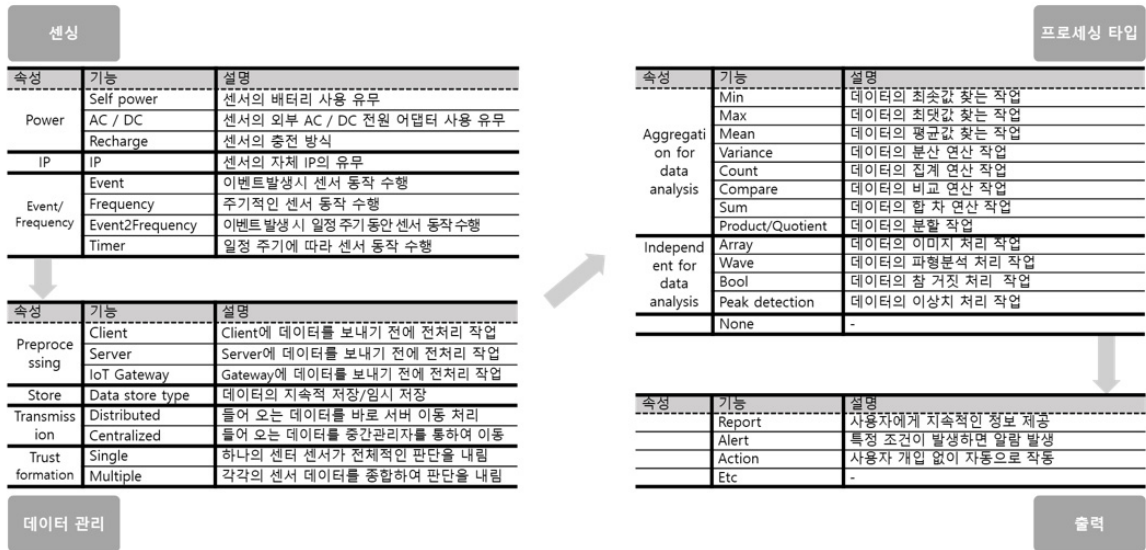
기존 대부분의 사물인터넷 서비스는 각 서비스 제공자의 목적에 따라 독립적인 시스템으로 구성되었다. 따라서 유사한 서비스를 제공하는 시스템 간의 정보 교환 및 모듈 재사용을 기대할 수 없었다. 또한 새롭게 출시되는 사물인터넷 서비스는 대용량 데이터의 빠른 처리와 최종 단말 부하 최소화를 클라우드 서버를 활용하는 추세이다. 이에 본 연구에서는 다양한 사물인터넷 서비스의 데이터 재활용 및 모듈 재사용을 위하여 기존 연구[7]에서 제시한 클라우드 기반 통합 사물인터넷 플랫폼을 기반한다. (그림 1)은 [7]에서 제시한 클라우드 기반 통합 사물인터넷 플랫폼의 구조도 이다.



(그림 1) 통합 사물인터넷 플랫폼 환경
(Figure 1) Unified IoT platform environment

본 논문에서 기반하는 통합 사물인터넷 플랫폼은 4단계로 구성되며 각각의 구성은 다음과 같다.

- 센서: 열, 빛, 온도, 압력, 소리 등 데이터 정보를 수집하거나 일정한 신호로 알려주는 부품이다.
- 서비스 환경: 분류 알고리즘을 이용하여 서비스를 분류하고 난 후 센서들과 그 외 부속 장치들로 구성되어 서비스 환경을 구성한다.
- 서비스 그룹: 유사한 서비스 환경들이 모여 서비스 그룹을 구성한다.



(그림 2) 서비스 분류 동작단계
(Figure 2) Operation steps of service classification

- 플랫폼: 다양한 서비스 그룹을 통합 관리 한다.

4. 세부 동작 기반 사물인터넷 서비스 분류 알고리즘

본 논문에서는 다양한 사물인터넷 서비스의 세부 동작별 분류를 위한 사물인터넷 서비스 분류 알고리즘에 대하여 소개한다. 기존의 다양한 사물인터넷 서비스간 유사관계분석을 위해서 각 서비스의 세부 동작을 분석하여 세부 동작 기반 서비스 분류 알고리즘을 제안한다. 제안하는 서비스 분류 알고리즘의 동작 단계는 (그림 2)와 같이 4단계로 구성 된다[7].

4.1 센싱 단계

센싱 단계는 각 서비스에서 사용하는 센서의 동작에 기반하며 이는 전력, 통신, 그리고 센서 동작 방식으로 분류 된다. 전력은 Self-power와 AC/DC, Recharge등으로 세분화되며 통신은 센서의 자체 IP유무로 분류된다. 센서의 동작방식은 Event, Frequency, Event2Frequency, Timer로 분류되며 Event는 특정 조건 만족 시, Frequency는 지속적인 동작, Event2Frequency는 특정 조건 만족 시 일정기간 지속적인 동작을 수행하며 Timer는 일정 주기에 따라 센

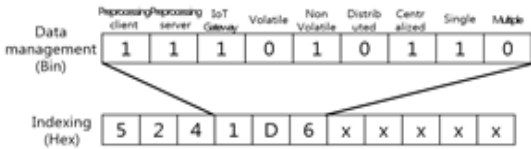


(그림 3) 센싱 단계 인덱싱
(Figure 3) Indexing of sensing step

서 동작을 수행한다. 센싱 단계의 인덱싱 방식은 아래 (그림 3)과 같다.

4.2 데이터 관리 단계

데이터 관리 단계는 각 서비스에서 사용하는 센서에서 발생하는 데이터의 관리 방법에 따라 분류하며 이는 전처리, 전송, 저장, 전달 방식, 무결성 검증 등으로 분류된다. 전처리는 데이터 전처리 위치에 따라 분류되며 전송 방식은 센서들의 개별 전송과 관리자의 취합 전송으로 분류되고 저장은 데이터의 지속 저장 및 임시 저장 등으로 분류된다. 그리고 무결성 검증은 전송된 데이터의 무결성을 검증하기 단일 관리자 센서의 결정과 다수의 센서노드의 의사결정으로 분류 된다. 데이터 관리 단계의 인덱싱 방식은 (그림 4)와 같다



(그림 4) 데이터 관리 단계 인덱싱
(Figure 4) Indexing of data management step

4.3 프로세싱 단계

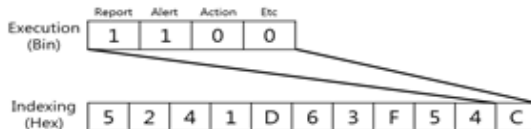
프로세싱 단계는 각 서비스의 연산 방식에 기반하며 이는 데이터 분석을 위한 기초 연산과 독립 연산으로 분류된다. 기초 연산은 Min, Max, Mean, Variance, Count, Compare, Sum, Product 등으로 분류되며 독립 연산은 이미지 처리를 위한 Array, 광학 분석을 위한 Wave, 참거짓 처리를 위한 Boolean, 이상치 식별을 위한 Peak detection 등으로 분류된다. 프로세싱 단계의 인덱싱 방식은 아래 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 프로세싱 단계 인덱싱
(Figure 5) Indexing of processing step

4.4 출력 단계

출력 단계는 연산 결과에 따라 각 서비스의 동작 방식에 기반하며 이는 요약, 알림, 특정 동작 등으로 분류된다. 요약은 데이터의 취합 결과를 반환하는 동작들을 분류하며 알림은 데이터 분석결과에 따라 사용자에게 알림을 수행하는 동작들을 분류한다. 특정 동작은 각 어플리케이션의 독립적인 동작들을 분류한다. 출력 단계의 인덱싱 방식은 아래 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 출력 단계 인덱싱
(Figure 6) Indexing of output step

5. 구현 및 분석

5.1 센싱 단계

본 연구에서 기반하는 통합 사물인터넷 서비스 플랫폼에서 제안하는 사물인터넷 서비스 분류 기법의 구현을 위하여 Intel i3-7100 3.90GHz, 8GB 메모리, 120GB SSD로 구성된 4대의 클러스터에 visual studio C# 5.0을 이용하여 웹 플랫폼을 개발하였다. 제안하는 사물인터넷 분류 시스템은 (그림 7)과 같다.



(그림 7) 사물인터넷 서비스 분류 시스템
(Figure 7) IoT service classification system

서비스 제공자들은 각 서비스에 대한 기본 정보를 입력하고 구현한 사물인터넷 분류 서비스는 각각의 인덱싱 정보를 취합하여 DB에 저장하고 제안한 사물인터넷 서비스 분류알고리즘에 따라 각각의 서비스를 분류하고 비슷한 동작을 수행하는 서비스끼리 클러스터링하여 그 결과를 반환한다.

본 연구에서 상용화된 100여개의 서비스 중 단순동작을 수행하는 서비스를 제외한 37개의 서비스를 대상으로 실험을 진행하였으며 그 결과는 (그림 8)과 같다.

Service_name	Index_number	Service_name	Index_number
Sleep_Number_Be	0x2220D61FFC8	IT bra	0x62409A1E8B8
0x2220D61FFC8	1	0x62409A1E8B8	1
Life bulb	0x2240AA088C4	Dexcom_Sevenpli	0x62409A1EFC8
0x2240AA088C4	1	0x62409A1EFC8	1
Hue bulb	0x2280AA088C6	Lively	0x6240D61F9C8
0x2280AA088C6	1	0x6240D61F9C8	1
Bistro	0x22819A05EAE	Nuvant	0x6240D61FBC8
0x22819A05EAE	1	0x6240D61FBC8	1
Lineable	0x42409A0808C	Readiband	0x6240D61FFC8
0x42409A0808C	1	0x6240D61FFC8	1
Edyn	0x4A51DE1FECE	Fibit Charge HR	0x6240D61FFC8
Fliwer	0x4A51DE1FECE	Athos	0x6240D61FFC8
0x4A51DE1FECE	2	Lumafit	0x6240D61FFC8
Peres	0x6201561E9C4	0x6240D61FFC8	5
0x6201561E9C4	1	Owllet_Sock	0x6240D61FFC8
Early Sense	0x62209A1FFC8	Sprouting	0x6240D61FFC8
0x62209A1FFC8	1	Mimo	0x6240D61FFC8
Pillow Talk	0x6220AA1D98C	0x6240D61FFC8	3
0x6220AA1D98C	1	Weatherflow_air	0x6241D61FECC
Samsung_Sleepse	0x6220D61FFC8	0x6241D61FECC	1
0x6220D61FFC8	1	8Cups	0x62809A1DE8C
Zeo Personal Sle	0x6221561FFC8	0x62809A1DE8C	1
0x6221561FFC8	1	Mother	0x6291D51FECC
Logbar Ring Zero	0x622196008A2	Notion	0x6291D51FECC
0x622196008A2	1	0x6291D51FECC	2
Withings_Arua	0x6221DE1FFCA	Weatherflow_sky	0x621D61FECC
0x6221DE1FFCA	1	0x621D61FECC	1
Dog Caller	0x62409A0908C	Amazon Echodot	0x642196039C2
0x62409A0908C	1	Amazon Echo	0x642196039C2
Petfit	0x62409A08088	KT Glenie	0x642196039C2
0x62409A08088	1	Google Home	0x642196039C2
		0x642196039C2	4

(그림 8) 사물인터넷 서비스 분류 결과
(Figure 8) Result of IoT service classification

5.2 센싱 단계

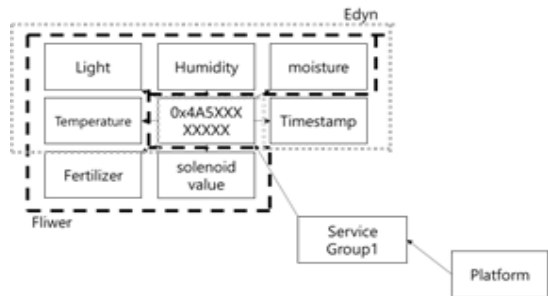
5.2절에서는 분류 된 서비스 간 유사 관계를 증명하기 위하여 (그림 8)의 다양한 클러스터중 0x4A51DE1FECE 클러스터에 대하여 세부 내용을 분석하였다. 0x4A51DE1FECE(Smart Farm) 클러스터의 인스턴스로 Edyn과 Fliwer가 속한다. 이들의 주요 기능은 정원의 상태정보(빛, 습도)를 지속적으로 모니터링하여 사용자에게 실시간, 분석 결과를 반환하여 식물을 경작하는데 도움을주는 서비스이다. 또한 정원을 자동적으로 관리 할 수 있는 기능을 가지고 있다. Smart Farm 클러스터의 세부특성은 다음과 같다.

- Sensor: Self power, auto Recharge, Non IP, Frequency, Timer
- Data management: Preprocessing client, Preprocessing server, Non-volatile, IoT Gateway, Distributed, Centralized, Single

- Processing type: Min, Max, Mean, Sum, Variance, Product/Quotient, Peak detection, Count, Bool, Compare
- Output: Report, Alarm, Active

센싱 단계에서 Fliwer가 필요로 하는 센서는 Light, Humidity, Temperature, solenoid value, moisture, Fertilizer이며, Edyn이 필요로 하는 센서는 Timestamp, Light, Temperature, Moisture, Humidity 이다. Fliwer와 Edyn의 센서에서 중복된 것을 제외한 모든 센서는 Light, Humidity, Moisture, Temperature, Timestamp, Fertilizer, Solenoid value 가 나오게 된다.

(그림 9)는 Smart Farm 클러스터의 센싱 단계의 도식화한 그림이다.



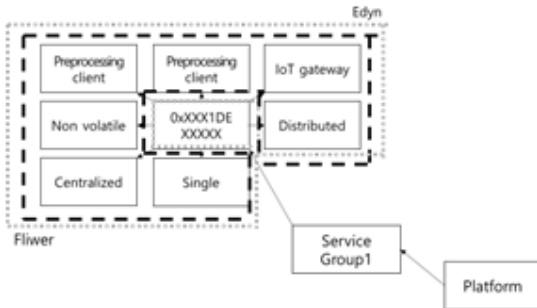
(그림 9) Smart Farm 클러스터의 센싱 단계
(Figure 9) Sensing step of smart farm cluster

인덱스 0x4A5XXXXXXXXX 세부 클러스터가 생성 되고 이 클러스터는 Light, Humidity, Moisture, Temperature, Timestamp, Fertilizer, Solenoid value 등의 모듈로 구성된다.

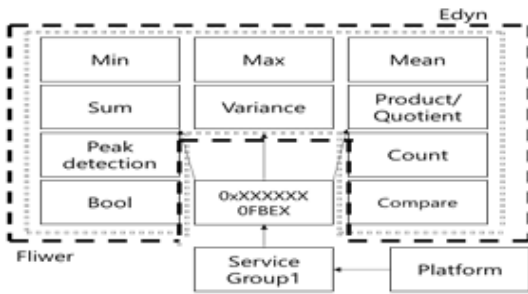
데이터 관리 단계에서 Fliwer는 Preprocessing client, Preprocessing server, Non-volatile, IoT Gateway, Distributed, Centralized, Single 등의 특성을 가지며 Edyn 또한 이와 동일하게 Preprocessing client, Preprocessing server, Non-volatile, IoT Gateway, Distributed, Centralized, Single 등의 특성을 갖는다. (그림 10)은 Smart Farm 클러스터의 데이터 관리 단계의 도식화한 그림이다.

인덱스 0xxxx1DEXXXXX 세부 클러스터가 생성이 되고 이 클러스터는 Preprocessing client, Preprocessing server, Non-volatile, IoT Gateway, Distributed, Centralized, Single 등의 모듈로 구성된다.

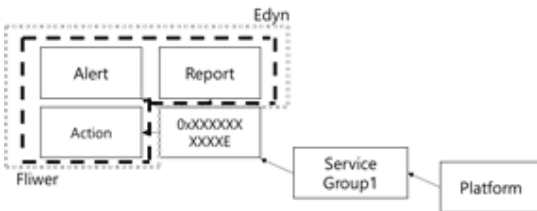
프로세싱 단계에서 Fliwer가 필요로 하는 연산은 Min, Max, Mean, Sum, Variance, Product/Quotient, Peak detection,



(그림 10) Smart Farm 클러스터의 데이터 관리 단계
(Figure 10) Data management step of smart farm cluster



(그림 11) Smart Farm 클러스터의 프로세싱 단계
(Figure 11) Processing step of smart farm cluster



(그림 11) Smart Farm 클러스터의 출력 단계
(Figure 11) Output step of smart farm cluster

Count, Bool, Compare이며 Edyn 또한 동일하게 Min, Max, Mean, Sum, Variance, Product/Quotient, Peak detection, Count, Bool, Compare 연산을 사용한다. (그림 11)은 Smart Farm 클러스터의 프로세싱 단계의 도식화한 그림이다.

인덱스 0xXXXXXXXX1FECX 세부 클러스터가 생성이 되고 이 클러스터는 Min, Max, Mean, Sum, Variance, Product/Quotient, Peak detection, Count, Bool, Compare 등의 모듈로 구성된다.

마지막으로 출력단계에서 Flower가 필요로 하는 출력 방식은 기록, 알람 및 특정 동작을 수행하게 되며, Edyn 또한 동일하게 기록, 알람 및 특정 동작을 수행한다. (그림 12)는 Smart Farm 클러스터의 출력 단계의 도식화한 그림이다.

인덱스 0XXXXXXXXXXXXXE 세부 클러스터가 생성이 되고 이 클러스터는 Alert, Report, Action 등의 모듈로 구성된다.

이렇게 생성된 서비스 클러스터를 구성하는 각각의 서비스는 서로 유사한 환경으로 분류되며 각 서비스 클러스터 별 공통 모듈을 추출이 가능하며 신규 서비스 추가 시 공통 모듈의 추천 및 제공이 가능하다.

5.3 K- means 클러스터링과 비교

(그림 13)은 본 연구에서 제안한 분류 알고리즘과 K-means 알고리즘을 사용한 클러스터링 그룹의 분류의 비교를 보여준다.

kx38			Classification			kx14			kx15		
Service name	Clustering	Service name	Clustering	Service name	Clustering	Service name	Clustering				
Readband	cluster0	Sleep_Number_Bed	Group0	Early Sense	cluster0	Early Sense	cluster0				
Robot Charge Hill	cluster0	Life bulb	Group1	Readband	cluster0	Readband	cluster0				
Althos	cluster0	Hue bulb	Group2	Robot Charge Hill	cluster0	Robot Charge Hill	cluster0				
Amstrip	cluster0	Intro	Group4	Naourt	cluster0	Naourt	cluster0				
Lumfit	cluster0	Lineable	Group4	Decom_Sleepplus	cluster0	Decom_Sleepplus	cluster0				
Outlet_Sock	cluster1	Edyn	Group5	2ds Personal Sleep	cluster0	2ds Personal Sleep	cluster0				
Sprouting	cluster1	Flower	Group5	Althos	cluster0	Althos	cluster0				
Memo	cluster1	Pees	Group4	Amstrip	cluster0	Amstrip	cluster0				
Edyn	cluster2	Early Sense	Group7	Lumfit	cluster0	Lumfit	cluster0				
Flower	cluster2	Follow Talk	Group8	Samsung_Sleepsense	cluster0	Samsung_Sleepsense	cluster0				
Naourt	cluster3	Samsung_Sleepsense	Group9	Outlet_Sock	cluster0	Outlet_Sock	cluster1				
Lineable	cluster4	2ds Personal Sleep	Group10	Sprouting	cluster0	Sprouting	cluster1				
Loggar Ring Zero	cluster5	Loggar Ring Zero	Group11	Memo	cluster0	Memo	cluster1				
Life bulb	cluster5	Withings_Anua	Group12	Follow Talk	cluster1	Withings_Anua	cluster2				
Dog Caller	cluster7	Dog Caller	Group13	Withings_Anua	cluster2	Edyn	cluster2				
Batro	cluster8	Pelti	Group14	Edyn	cluster2	River	cluster2				
Weatherflow_sky	cluster9	IT Bra	Group15	River	cluster2	Lively	cluster3				
Pelti	cluster10	Decom_Sleepplus	Group16	Lively	cluster3	Pees	cluster3				
Sleep_Number_Bed	cluster11	Lively	Group17	Pees	cluster3	Lineable	cluster4				
Weatherflow_ar	cluster12	Naourt	Group18	Lineable	cluster4	Loggar Ring Zero	cluster4				
Amazon EchoDot	cluster13	Readband	Group19	Loggar Ring Zero	cluster5	Hue bulb	cluster5				
Amazon Echo	cluster13	Robot Charge Hill	Group19	Hue bulb	cluster5	Life bulb	cluster5				
KT Genea	cluster13	Althos	Group19	Life bulb	cluster5	Dog Caller	cluster7				
Google Home	cluster13	Amstrip	Group19	ICups	cluster7	Intro	cluster7				
ICups	cluster14	Lumfit	Group19	Dog Caller	cluster7	Weather	cluster8				
Mother	cluster15	Outlet_Sock	Group20	Batro	cluster7	Naourt	cluster8				
Naourt	cluster15	Sprouting	Group20	Weather	cluster8	Pelti	cluster8				
Follow Talk	cluster16	Memo	Group20	Naourt	cluster8	Sleep_Number_Bed	cluster11				
Decom_Sleepplus	cluster17	Weatherflow_ar	Group21	IT Bra	cluster10	Weatherflow_sky	cluster12				
Early Sense	cluster18	ICups	Group22	Pelti	cluster10	Weatherflow_sky	cluster12				
Pees	cluster19	Mother	Group23	Sleep_Number_Bed	cluster11	Amazon EchoDot	cluster13				
Samsung_Sleepsense	cluster20	Naourt	Group23	Weatherflow_ar	cluster12	Amazon Echo	cluster13				
Lively	cluster21	Weatherflow_sky	Group24	Weatherflow_sky	cluster12	KT Genea	cluster13				
Hue bulb	cluster22	Amazon EchoDot	Group25	Amazon EchoDot	cluster13	Google Home	cluster13				
IT Bra	cluster23	Amazon Echo	Group25	Amazon Echo	cluster13	IT Bra	cluster14				
2ds Personal Sleep	cluster24	KT Genea	Group25	KT Genea	cluster13	ICups	cluster14				
Withings_Anua	cluster25	Google Home	Group25	Google Home	cluster13	Follow Talk	cluster14				

(그림 13) 제안한 분류 알고리즘과 K-means 알고리즘의 비교
(Figure 13) Comparison of proposed classification algorithm and K-means algorithm

K-means 알고리즘의 동작은 (그림 14)와 같다[16].

```

Input: k (number of clusters)
       D (A set containing n data)
Output: a set of k clusters

K-means algorithm:
Initialize
Choose randomly extracts k data from set D
Centroid of each cluster = k

Repeat
  Euclidean distance (For each data in the set D,
  Centroid of each cluster)
  Assign a data with a higher similarity to the
  nearby cluster
  Recompute the centroid of the cluster
Until no change
    
```

(그림 14) K-means 기본 알고리즘
(Figure 14) Basic K-means algorithm

K=26 일 때 본 논문에서 제시한 분류 알고리즘과 동일한 서비스 그룹이 생성되는 것을 알 수 있다. 본 연구의 실험은 현재 상용화된 서비스를 대상으로 진행하였기에 표본 집합이 부족한 편이다. K=26인 경우 클러스터를 구성하는 정확도는 매우 높으나 단일 인스턴스를 갖는 클러스터가 21개가 발생한다. 이는 매우 유용하고 정확한 결과지만 본 연구의 최종 목표인 통합 사물인터넷 서비스 플랫폼에서 통합 플랫폼의 장점인 모듈의 재활용성 및 공용 데이터의 활용하기에는 단일 인스턴스를 갖는 클러스터 많다고 생각된다. 하지만 표본 집합이 보다 많아 진다면 이는 해결될 문제라고 생각된다.

현재 부족한 표본 집합에서는 모듈의 재활용 성 및 공용 데이터를 활용하기 위하여 K의 값을 최적화를 하였을 때 k=14, k=15에서 클러스터당 인스턴스의 수가 일정하게 수렴하는 것을 발견할 수 있다.

6. 결 론

최근 사물인터넷 서비스는 급격히 성장하고 그 종류 또한 다양해 졌으며, 다양한 사물인터넷 서비스들 간의 융합을 통해 새로운 사물인터넷 서비스를 제공하려는 시도가 발생하고 있다. 사물인터넷 서비스의 융합 간 발생하는 문제점을 해결하고 모듈의 재사용성 향상 및 공용 데이터 활용을 위하여 통합 플랫폼에 관한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 효율적인 통합 플랫폼 제공을 위해서 다양한 사물인터넷 서비스를 본 연구에서 제시하는 분류 알고리즘을 사용하여 클러스터링 하였다. 제안한 분류 알고리즘은 센싱, 데이터 관리, 프로세싱, 출력단계로 구성

되며 각 서비스가 사용하는 기능 및 특성 등을 고려하여 세부 분류를 하였다. 생성된 클러스터는 특정한 동작을 공통적으로 가지고 있으며, 이를 기반으로 공통 동작과 독립 동작으로 분류가 가능하며 공통/독립 동작을 세분화된 모듈로 구성하였다. 본 연구에서 사용하는 알고리즘은 속성이 많아질수록 정확도는 상승되지만, 표본 집합의 부족으로 인하여 단일 인스턴스를 갖는 클러스터가 많이 발생하였다. 이에 추가적으로 K-means 알고리즘을 활용하여 현 표본 집합에서 적합한 클러스터의 개수를 선정하고 이에 따라 현재 표본 집합에 대하여 적합한 클러스터링을 진행하였다. 향후 연구로는 기존의 서비스 표본 집합을 확대하고 현재 구현한 분류 시스템의 보다 빠르고 대량의 데이터 처리를 위하여 스파크를 활용할 예정이다.

참고문헌(Reference)

- [1] KISTEP InI vol 13, 2016
- [2] <http://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>
- [3] Google fitness platform service web, <https://developers.google.com/fit/>.
- [4] Samsung simband and SAMI, <http://www.voiceofthebody.io/simband/>.
- [5] Apple healthkit, <https://developer.apple.com/healthkit/>
- [6] Islam, SM Riazul, et al. "The internet of things for health care: a comprehensive survey," IEEE Access, Vol. 3, 678-708, 2015. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2437951>
- [7] Lee, Daewon, and Kinam Park. "Development of IoT Service Classification Algorithm for Integrated Service Platform," International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol. 7, No. 4, 1206-1212, 2017. <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.7.4.2672>
- [8] Choi, Hoan-Suk, et al. "Ontology Based User-centric Service Environment for Context Aware IoT Services," The Journal of the Korea Contents Association, vol. 14, No. 7, 29-44, 2014. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.07.029>
- [9] Choi, Hoan-Suk, and Woo-Seop Rhee. "IoT-based user-driven service modeling environment for a smart space management system," Sensors, 14(11), 22039-22064, 2014. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fs141122039>

- [10] Yunhee Kang. "Research trend of application framework for IoT environment development," *The Magazine of the IEIE*, 42.3, 16-24, 2015.
- [11] Thoma, Matthias, et al. "On iot-services: Survey, classification and enterprise integration," *Green Computing and Communications (GreenCom)*, 2012 IEEE International Conference on. IEEE, 2012.
<https://doi.org/10.1109/GreenCom.2012.47>
- [12] Sammarco, Eng Chiara, Eng Antonio Iera, and Eng Claudio De Capua, ENERGY EFFICIENT PROCEDURES FOR AN AUTONOMOUS INTERNET OF THINGS, 2012.
<http://www.chiarasammarco.com/pub/phdthesis2012-sammarco.pdf>
- [13] Kim, Eun-A., et al. "A study on development and application of taxonomy of Internet of Things service," *Journal of Society for e-Business Studies*, Vol, 20, No. 2, 2015.
<http://www.jsebs.org/jsebs/index.php/jsebs/article/view/181>
- [14] Dorsemayne, Bruno, et al. "Internet of Things: a definition & taxonomy," *Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, 2015 9th International Conference on. IEEE, 2015.
<https://doi.org/10.1109/NGMAST.2015.71>
- [15] Kaur, Supreet, and Usvir Kaur. "A survey on various clustering techniques with k-means clustering algorithm in detail," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput*, Vol. 2, Issue 4, 155-159, 2013.
<http://www.ijcsmc.com/docs/papers/April2013/V2I4201361.pdf>
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering

◎ 저 자 소개 ◎



조 정 훈(Jeong hoon Jo)

2018년 서경대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2018년~현재 서울과학기술대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정
관심분야 : 사물인터넷, 정보보호 etc.
E-mail : jojeong3766@skuniv.ac.kr



이 화 민(HwaMin Lee)

2000년 고려대학교 컴퓨터교육과(교육학사)
2002년 고려대학교 대학원 컴퓨터교육과(교육학석사)
2006년 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과(이학박사)
2007년~현재 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
관심분야 : 클라우드컴퓨팅, 사물인터넷, 모바일컴퓨팅, 분산컴퓨팅, 웰니스, 자원관리, 결합포용
E-mail : leehm@sch.ac.kr



이 대 원(Dae won Lee)

2001년 순천향대학교 전자공학과(공학사)
2003년 고려대학교 대학원 컴퓨터교육과(교육학석사)
2009년 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과(이학박사)
2009년~현재 서경대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 분산시스템, 사물인터넷, 이동컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅, 결합포용, etc.
E-mail : daelee@skuniv.ac.kr