

Heterogeneous Sensor Data Acquisition Model for Providing Healthcare Services in IoT Environments

Yoo Sang Park[†] · Jong Sun Choi^{**} · Jae Young Choi^{***}

ABSTRACT

In order to provide healthcare services based on context-awareness techniques in IoT environments, a system requires to collect user profile and environmental information. To collect environmental information, accessing sensor device and gathering sensor data should be proceeded. Although this process is necessary to build environmental information, there is no proper sensor data acquisition model. In this paper, we propose sensor data acquisition model that contains schema to connect each device and to collect various kinds of data from sensor device at one point. In experiment, we demonstrate sensor data acquisition procedures with a description following suggested scheme.

Keywords : Internet of Things(IoT), Sensor Data Acquisition Model, Healthcare Service

IoT 환경에서 헬스케어 서비스 제공을 위한 이기종 센서데이터 수집 모델

박 유 상[†] · 최 종 선^{**} · 최 재 영^{***}

요 약

IoT 환경에서 상황인지 기반 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 건강정보와 주변 환경정보가 필요하다. 환경정보를 구성하기 위해서는 센서데이터를 수집해야 하며, 효과적으로 센서데이터를 수집하기 위해서는 이기종 센서기기의 접근 및 다양한 센서데이터 타입을 일관적으로 처리하기 위한 모델이 필요하다. 센서데이터 수집은 환경정보를 구성하기 위해 선행되어야 하는 과정이며, 이를 통합 처리하기 위한 수집 모델은 아직까지 제안되지 않고 있다. 본 논문에서는 센서데이터의 일관된 수집 및 처리를 위한 이기종 센서데이터 수집 모델을 제안한다. 제안하는 모델은 센서기기 수준에 접근하기 위한 접근정보가 담긴 수집 스키마를 가지며, 제안하는 모델을 통해 이기종 기기의 센서데이터를 일관되게 수집하여 환경정보를 제공할 수 있다. 실험에서는 이기종 센서기기에 접근하기 위한 접근정보와 수집데이터를 명시한 입력 자료를 바탕으로 센서기기에 접근하여 데이터를 수집하는 과정을 보인다.

키워드 : 사물인터넷, 센서데이터 수집 모델, 헬스케어 서비스

1. 서 론

최근 인구 고령화에 따라 고령화된 인구를 위한 헬스케어 분야가 각광받고 있다. 헬스케어 분야는 u-Health, mHealth 등과 같이 유비쿼터스 환경 또는 모바일 분야와의 융합을

통해 연구되고 있다[1-3].

헬스케어 서비스는 개개인의 건강정보를 수집하고 주변 환경정보를 반영하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공해 주기 위한 상황인지(Context-Awareness) 기술이 필수적이다. 상황인지기술은 주변 상황을 판단하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공하기 위한 기술로써, 특정 서비스 도메인 환경에 배치된 센서 또는 웨어러블 기기와 함께 사용자 프로파일정보 등을 이용한다[4].

상황인지 시스템은 사용자에게 적합한 서비스를 제공하기 위해서 데이터 수집, 데이터 분류, 데이터 처리 및 분석, 서비스 제공 결과 피드백 등과 같은 작업 순서를 가진다. 이중 데이터 수집단계는 웨어러블 기기 등을 통해 활동량, 심박 등의 건강정보와 함께 사용자 프로파일 정보를 수집한

* 본 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2016R1C1B2009744)과 한국 산업통상자원부의 산업핵심기술개발사업 프로그램(No.10062501)의 지원으로 수행되었음.

† 준 회 원 : 송실대학교 컴퓨터학부 박사과정

** 정 회 원 : 송실대학교 컴퓨터학부 조교수

*** 종신회원 : 송실대학교 컴퓨터학부 교수

Manuscript Received : November 2, 2016

First Revision : November 18, 2016

Accepted : December 8, 2016

* Corresponding Author : Jae Young Choi(choi@ssu.ac.kr)

다. 수집된 정보는 상황인지 서비스를 제공하기 위해 활용되며, IoT 환경의 사용자중심 어플리케이션을 통한 서비스 제공, 지식기반 의미 추론을 위한 기초자료, 그리고 빅데이터 처리기반 의사결정 등 다양한 분야에 활용될 수 있다[5].

상황인지 시스템이 환경정보를 획득하려면 다양한 센서기기에 접근하여 센서데이터를 수집하기 위한 처리과정을 거쳐야 한다. 이를 위해서 최근에는 센서데이터를 추상화하기 위한 데이터 표현방법에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다[6-8]. 데이터 표현방법에 관한 연구는 데이터 수집과도 밀접한 연관이 있다. 데이터 표현방법은 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는데 사용될 수 있고, 상황인지 시스템에서 다루는 상황정보를 생성하는데 필요한 도구로서의 역할을 하기 때문에 반드시 선행되어야 하는 연구이다. 데이터 표현방법에 관한 연구는 웹기반 온톨로지에서 사용되는 OWL 또는 RDF를 이용하여 데이터를 표현하는 연구를 기반으로, 서비스 도메인에 연계하기 위한 연구가 최근까지 다양하게 수행되고 있다[9, 10]. 수집단계에서 얻은 데이터를 변환한 후에 추상화 과정을 거친 결과데이터는 컨텍스트(Context)의 개념으로 이용된다. 컨텍스트는 상황인지 시스템이 상황인지 서비스 제공을 위해 처리하는 단위 데이터이다.

컨텍스트 처리과정은 다양한 관점을 통해 연구가 진행되고 있기 때문에, 수집 데이터, 컨텍스트 및 상황정보에 대한 각각의 표현방법에 대한 표준이 제시되지 않고 있다. 따라서 이를 통합하기 위한 표준도 아직까지 생각도 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제는 IoT(Internet of Things) 분야로 확장되는 최근 연구 및 기술개발에도 영향을 미치고 있으며, IoT 환경에서의 데이터 수집, 컨텍스트의 표현 및 상황정보의 표현방법에 대한 표준이 명확하게 제시되지 않고 있다[11]. 따라서 수집 데이터를 컨텍스트 또는 상황정보로 변환하기 위한 추상화 과정은 이기종 기기로부터 발생하는 데이터를 수집, 수집된 데이터를 컨텍스트로 변환, 단일 컨텍스트를 상황정보로 표현하기 위한 규칙을 수행할 수 있는 컨텍스트 처리 모델이 필요하다.

본 논문에서는 컨텍스트 처리과정에서 데이터 수집 단계에 필요한 이기종 기기의 센서데이터 수집 모델을 제안한다. 제안하는 수집 모델을 통해 이기종 기기에 접근하기 위한 접근명세를 제안하는 스키마의 형식으로 기술하고, 다양한 데이터 타입의 센서데이터를 일관되게 수집할 수 있다.

2. 관련 연구

컨텍스트 처리에 관한 연구는 컨텍스트 분류 및 컨텍스트 표현 방법과 같은 범주로 확장되기까지 다양한 관점을 통해 연구되어 왔다. 컨텍스트 처리모델은 데이터 수집, 수집 데이터 추상화, 서비스 제공을 위한 컨텍스트 표현 등 세 가지 처리과정을 거친다. 컨텍스트 처리모델의 데이터 수집과정은 키-값(Key-Value) 기반 데이터 수집 모델, 마크업 스킴(Mark-up Scheme) 기반 수집 모델, 객체지향(Object-Oriented) 기반 수집모델, 그리고 온톨로지(Ontology) 기반 수집모델 등 네

종류의 데이터 수집 모델을 바탕으로 연구되어 왔다[12, 13].

키-값(Key-Value) 기반 데이터 수집모델[14, 15]은 단일 센서로부터 발생하는 이산정보 등의 데이터를 수집하기 위한 모델이다. 센서에서 발생하는 센서데이터와 서비스제공을 위한 측정 기준 값을 한 쌍으로 정의하고, 단일 컨텍스트로서 사용한다. 키-값 기반 데이터 수집모델을 통해 다수의 정보를 담은 컨텍스트로 이용하기는 많은 어려움이 작용한다. 또한 센서데이터 수집을 위한 프로그램 코드는 센서 기기별로 작성되기 때문에, 타겟 시스템의 요구사항이 변경되는 경우에 번거로운 수정작업을 통해 시스템에 다시 적용해야 하는 불편함이 따른다.

마크업 스킴(Mark-up Scheme) 기반 수집 모델은 스킴(Scheme)에 기초한 XML 기반의 명세에 따라 센서데이터를 수집하는 모델이다. ContextML[16] 연구는 컨텍스트를 표현하기 위한 연구이며, 센서데이터를 수집하고 처리하기 위한 모델로서 마크업 스킴을 이용한다. 작성되는 스킴은 획득하려는 컨텍스트를 분류하기 위한 정보, 각 컨텍스트를 표현하기 위한 문법을 포함한다. 작성된 센서데이터 수집 명세는 자체 질의엔진(Query Engine)을 통해 분석된다. ContextML 연구는 속성별 다양한 수준과 작성 규칙을 담은 문법을 통해 컨텍스트를 표현하는 방법을 제시하고 있지만, 이기종 기기의 식별정보를 담고, 이를 서비스 도메인에 따른 개별 수집 및 처리과정은 자세하게 제시되고 있지 않다.

객체지향(Object-Oriented) 기반 수집 모델[17]은 개체가 가지는 특성을 명시하고, 그것을 바탕으로 센서데이터를 수집하는 모델이다. 객체지향 기반 수집 모델은 수집되는 데이터를 객체수준으로 캡슐화(Encapsulation) 할 수 있고, 객체 간 관계(Relationships)를 부여할 수 있다. 부여된 객체 간 관계 특성은 특정 객체의 행동인 처리과정을 관계별로 정의할 수 있으며, 그 결과를 이용하여 특정 센서에 접근하기 위해 필요한 정보 또는 수집할 때 필요한 메커니즘을 정의하기 위한 객체 디자인을 용이하게 할 수 있다.

온톨로지(Ontology) 기반 수집 모델[18, 19]은 지식표현의 수단으로 사용되는 온톨로지[20-22]를 통해 기술하고자 하는 개념의 명세, 개체 간의 관계를 웹표준에 따라 정의한 수집 모델이다. 온톨로지가 갖는 특징은 데이터의 표현을 다양하게 지원한다는 점과 웹에서 명세된 정보를 표현할 수 있다. 온톨로지 기반 수집 모델은 다수개의 컨텍스트를 조합하여 상황정보를 형성하는 단계에서 수행되는 추론과정을 온톨로지 자체엔진 수준에서 처리할 수 있으며, 추론을 위한 규칙을 같이 사용한다.

컨텍스트 표현 모델은 IoT 환경 기반 서비스 도메인에서 사용자가 필요로 하는 서비스를 제공해주는 과정에 필요한 기술로써, 컨텍스트를 서비스 제공 목적에 적합하게 획득하는 것을 목적으로 한다. 상황인지 시스템에서의 데이터 수집은 2016년 현재 IoTivity, ThingPlug, AllJoyn과 같이 oneM2M[23] 프로토콜을 사용하는 사물인터넷 미들웨어, 그리고 Mi Fit과 Google Health 등과 같이 외부 인터페이스를 통해 수행된다. 서비스 개발자는 상황인지 시스템을 통해 컨텍스트를

획득하고, 서비스를 제공하기 위한 시나리오를 작성할 수 있다. 상황인지 시스템에서 서비스 개발자가 작성하는 서비스 명세는 다수개의 키워드를 바탕으로 현실세계를 표현하기 위해 단순 컨텍스트를 사용한다. 단순 컨텍스트(Primitive context, Primitive model)[24]는 컨텍스트의 표현을 키워드 형태로 표현하는 컨텍스트 표현모델이다. 단순 컨텍스트 표현모델의 특징은 상황인지 시스템이 현실세계의 정보를 식별하는데 필요한 정보를 제공하는 과정에서 키워드를 트리플릿(Triplet) 형태로 조합하여 제공하는 방법을 사용하여 서비스 개발자가 활용하기 쉬운 형태로 변환할 수 있게 해준다.

3. 제안하는 센서데이터 수집 모델

본 논문에서는 센서데이터를 수집하기 위한 스키마를 제안하고, 제안하는 스키마를 처리하기 위한 엔진의 동작과정을 기술한다.

3.1 센서데이터 수집 모델의 요구사항

제안하는 센서데이터 수집 모델의 목표는 다양한 센서기기 정보를 명세하고, 센서데이터를 수집하여 키워드 단위의 환경정보를 지원하는 것이다.

제안하는 센서데이터 수집 모델은 센서기기에 접근하고 센서데이터를 수집하기 위해 아래 사항을 고려한다.

- ㉠ 외부 접근을 인터페이스 형태로 지원하는 수집하는 어플리케이션에 접근
- ㉡ 전용 수집 어플리케이션이 없어 이기종 센서에 직접 접근
- ㉢ 다양한 데이터타입을 지원하기 위한 센서데이터 타입을 명세

위 고려사항 중 ㉠과 ㉡는 센서기기에 접근하기 위한 단계에서 고려되어야 하는 사항이며, ㉢는 수집하는 센서데이터의 데이터 타입을 처리하기 위해 필요한 사항이다. 따라서 센서데이터를 획득하기 위해서는 ㉠과 ㉢ 또는 ㉡와 ㉢의 총 2가지를 고려한다.

첫 번째, ㉠는 사물인터넷 미들웨어들과 외부 인터페이스에 연결하기 위한 방법을 고려한다. 두 번째, ㉡는 개별 배치된 기기의 연결 방식에 따른 접근 명세가 필요하며 센서기기에 접근을 완료하고 나면 센서데이터 획득을 위해 ㉢를 처리한다.

제안하는 센서데이터 수집 모델은 상황인지 시스템 아키텍처 구조에서 물리계층과 상황인지 계층 사이에 위치하며, 그 구조는 Fig. 1과 같다. 제안하는 센서데이터 수집 모델은 마크업 스킴 기반의 구조를 가지며, 특징은 물리계층과 상황인지 계층 사이에서 상황인지 시스템이 이용하기 쉬운 형태의 컨텍스트를 제공할 수 있도록 도와준다.

제안하는 센서데이터 수집 모델은 스키마 엔진(Schema Engine), 외부 인터페이스(External Interface), 센서데이터 분류기(Sensor Data Analyzer), 컨텍스트 생성기(Pre-Context Generator) 등의 모듈로 구성된다.

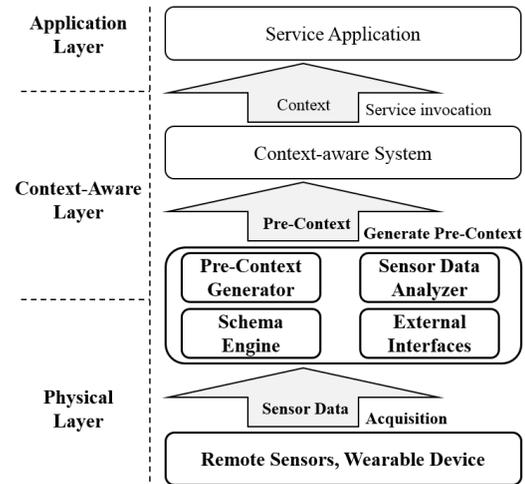


Fig. 1. Area of Suggested Model for Context-Awareness System Architecture

센서데이터 수집은 물리 계층과 상황인지 계층 사이에서 처리되며, 스키마 엔진을 통해 수집되는 데이터의 접근정보의 확인, 발생 데이터 수집 등을 수행한다. 출력의 형태는 키워드 단위의 컨텍스트이며, 센서데이터 분석기는 컨텍스트의 특성을 분류하는 역할을 수행한다. 키워드 단위의 컨텍스트는 아래와 같은 특징을 가진다.

- 키워드는 환경정보를 표현하는 최소단위임
- 키워드를 조합하여 컨텍스트의 상태를 표현할 수 있음
- 컨텍스트는 <Subject-Verb-Object> 형태의 트리플릿(Triplet) 구조를 가짐
- 키워드는 RDF 형식을 따르며, 온톨로지에서 사용가능한 OWL로 확장가능해야 함
- 키워드는 온톨로지에서 접근가능하며 의미 규칙을 벗어난 트리플릿은 생성할 수 없음

위 특징을 만족하기 위해 컨텍스트 생성기는 요구조건에 맞는 Pre-context인 키워드를 상황인지 시스템에 제공해주며, 상황인지 시스템은 제공되는 단수 또는 다수의 키워드를 통해 상황정보를 생성하여 사용자에게 헬스케어 서비스를 제공해 줄 수 있다.

3.2 센서데이터 수집 스키마

센서데이터 수집은 Fig. 2의 스키마를 통해 수행된다. 이 스키마는 센서데이터를 제공하는 어플리케이션 또는 이기종 센서기기에 접근하기 위한 필드와 센서데이터를 수집하기 위한 부분으로 나뉜다. Table 1의 정보를 바탕으로 접근정보를 명세할 수 있으며, 최상위 개체인 Sensor Instance는 10개의 하위 개체 필드를 가진다. 각 개체별 역할은 Table 1과 같으며, 각 센서기기에 접근하기 위한 과정은 다음과 같다. hasInterface 필드를 통해 외부 인터페이스의 사용 유무를 확인한다. hasInterface는 True 또는 False의 값을 갖

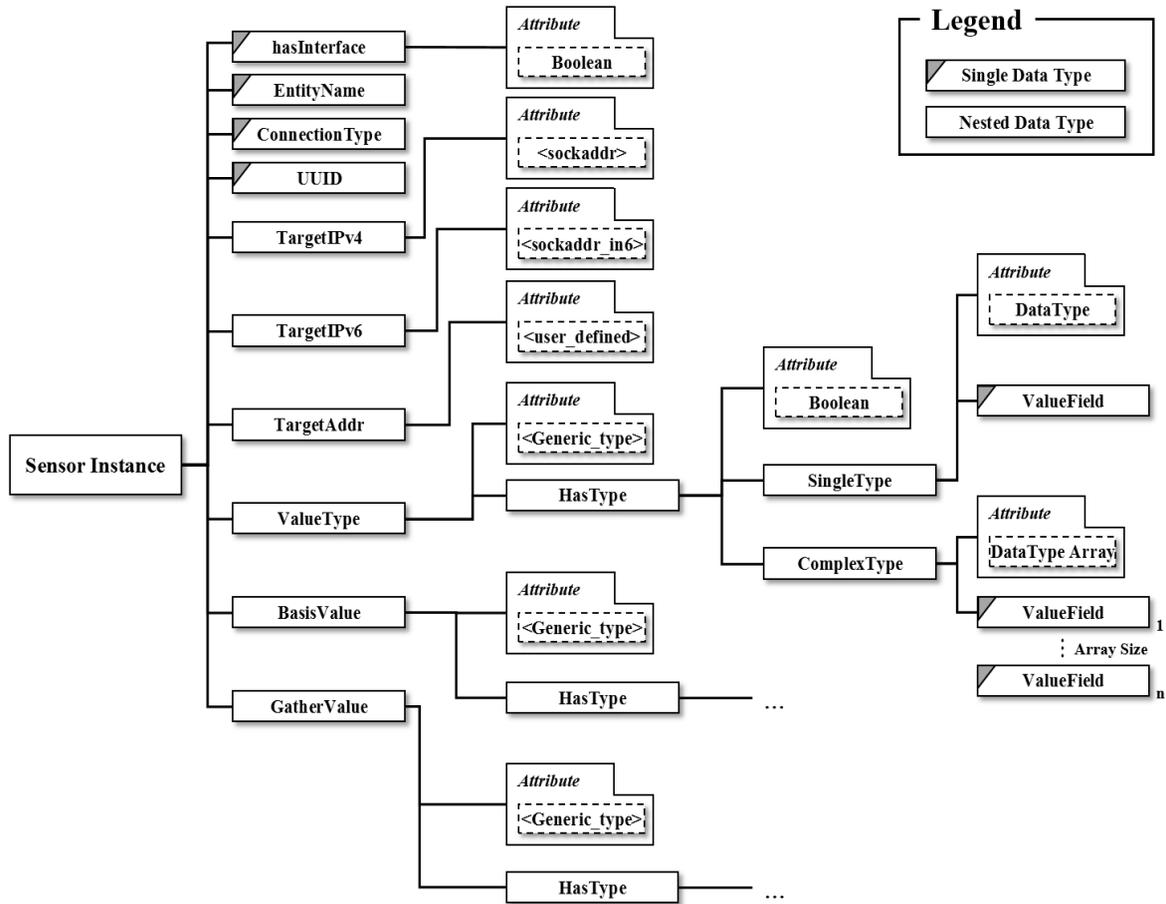


Fig. 2. Suggested Sensor Data Acquisition Model Schema

는다. hasInterface의 값이 True인 경우, Mi Fit과 Google Health 등을 포함한 사물인터넷 미들웨어가 이에 해당된다. ConnectionType 필드는 센서기에 접근 시에 필요한 연결 방법에 대한 필드로써, Table 2의 명세를 갖는다.

Table 1. List for Entities and Each Entity's Description

Entity Member	Description
boolean hasInterface	Checking whether or not interface uses
String EntityName	Entity name field
Enum ConnectionType	Connection method: IPv4, IPv6, etc.
String UUID	UUID value
<sockaddr> TargetIPv4	Connection address for IPv4
<sockaddr_in6> TargetIPv6	Connection address for IPv6
<user_defined> TargetAddr	Specified connection address
<Generic_type> ValueType	Sensor value type
<Generic_type> BasisValue	Defined sensor value, level and type
<Generic_type> GatherValue	Active sensor value, level and type

ValueType, BasisValue, GatherValue는 센서데이터를 수집할 때 사용되는 필드로서, ValueType은 수집 데이터의 타입 인터페이스 명세이고, BasisValue는 수집데이터 추상화를 위한 기준치 명세이며, GatherValue는 실제 수집된 데이터의 명세이다. ValueType의 속성 중에서 ComplexType은 하나의 컨텍스트로 생성하기 위한 센서데이터가 다수개의 타입을 갖는 경우에 사용된다. ValueType, BasisValue, GatherValue의 각 필드는 Generic_Type의 속성을 가지며, Generic_Type은 센서데이터의 별도 처리 여부를 결정하기 위해 Fig. 3과 같은 구성을 가진다. Type_Name은 사용하고자 하는 Generic_Type의 이름을 기술하며, Transform은 센서데이터의 별도 처리 여부를 표시하기 위해 True 또는 False 값을 갖는다. Transform의 값이 True인 경우에만 나머지 필드를 사용하는데, Equation은 별도로 처리될 때 사용할 수식을 기술한다. 그리고 Comparison은 별도로 처리된 결과를 기준으로 판단하기 위한 대수식을 기입한다. 기본적으로 사용되는 부등식과 등식(<, >, ==)으로 구성 가능한 5가지 대수식을 처리한다. ValueFrom은 각 사용할 변수명을 기록하기 위해 사용하며, ValueFrom의 필드 수는 센서데이터 채널의 수를 따른다. ValueFrom 필드는 Equation 필드에 사용되는 수식의 변수명을 식별하기 위해 사용된다.

Table 2. Additional Entity Usage for Each Connection

	Additional required field	Connecting method
Bluetooth	UUID	Standard Bluetooth
BLE	UUID	Bluetooth Low Energy(BLE)
IPv4	TargetIPv4	IPv4
IPv6	TargetIPv6	IPv6
SERIAL	TargetAddr	Serial communication
OTHERS	TargetAddr	Other connecting method

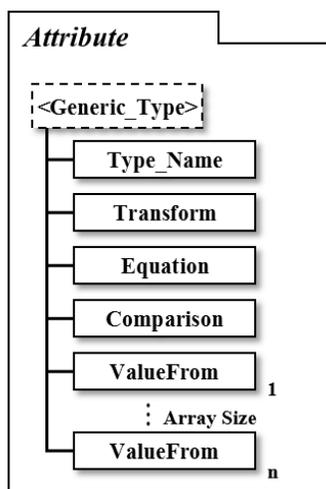


Fig. 3. Structure for Generic_Type

위와 같은 과정을 거쳐 센서 하나에 대한 개체가 생성된다. 스키마 엔진은 입력 자료를 통해 각 센서 개체정보를 수집하며, 수집하는 순서는 아래와 같다.

1. 외부 인터페이스 사용 여부 확인
2. 기기 연결 설정을 위한 접근 시도
3. 접근 가능한 센서 개체로부터 센서데이터 획득

제안하는 센서데이터 수집 모델은 관련연구에서 살펴본 키-값 기반 데이터 수집 모델과 마크업 기반 수집 모델을 모두 수용할 수 있으며, 제안한 스키마는 XML 기반으로 기술되기 때문에 온톨로지 기반 수집 모델로 확장할 수 있다.

4. 실험

실험에서는 본 논문에서 제안한 이기종 센서데이터 수집 모델을 적용하기 위한 환경설정, 프로토타입 프로그램을 통해 효용성을 보인다. 실험은 환경설정, 프로토타입 프로그램을 테스트하기 위한 센서데이터 수집 명세, 실험결과 순으로 기술한다.

4.1 실험환경 설정

환경설정을 위해 사용하는 센서는 Arduino와 Raspberry pi 시리즈의 소형 보드에 센서를 부착한 보드를 함께 사용하여 환경을 설정한다. 사용한 센서별 종류와 특징은 아래 Table 3과 같다. 각 센서는 환경에 따라서 다른 통신 방식을 사용하되, 심박측정 센서는 측정값을 용이하게 확인하기 위해 무선 통신을 사용한다. 본 실험에서는 센서들의 수집 명세를 통해서 센서들에 접근하여 센서데이터가 수집되는 것을 확인한다.

Table 3. List for Sensors and Feature

	Entity name	Platform	Connecting method	Sensor value type	Feature
No.1	Temperature	Arduino	Ethernet (IPv4)	Long	Degrees
No.2	PIR	Raspberry Pi	Bluetooth	Boolean	Motion
No.3	Temperature 2	Raspberry Pi	Ethernet (IPv4)	Integer	Degrees
No.4	Humidity	Arduino	Ethernet (IPv4)	Integer	Humidity
No.5	Pulse	Raspberry Pi	Bluetooth	Integer	Heartbeat

4.2 입력으로 사용한 수집 명세

Table 3의 센서 3에 대한 수집명세를 Fig. 4에서 보여주고 있다. 다른 센서들도 같은 방식으로 명세할 수 있다. 수집 모델을 기술하기 위해 식별 가능한 Generic_Type을 선언하고, 이에 따른 센서기기의 명세를 기술한다. Fig. 4에 굵게 표시된 부분은 센서의 접근정보와 수집 데이터의 변환부분에 대한 내용이다. 선언된 Generic_Type은 Sensor3_Temperature의 식별자를 가지고 있으며, 센서데이터를 수집한 후에 변환과정을 거쳐 Equation의 결과를 리턴 값으로 사용하는 명세이다. 센서기기에 접근하기 위한 방법 중에서 IPv4를 사용하는 경우에는 sockaddr 구조체와 같은 필드를 사용한다. 이에 따른 각 멤버의 초기화는 입력문서에 작성된 내용을 바탕으로 처리한다. 기준이 되는 명세는 BasisValue이며, Integer 타입의 값 26°C를 확인할 수 있도록 26으로 기술하였다. 수집된 센서 데이터는 이후 과정에서 Generic_Type에 정의된 수식을 통한 연산결과를 이용하여 단일 컨텍스트로 변환될 수 있다.

4.3 실험결과

Fig. 5는 입력 명세를 바탕으로 한 스키마 엔진의 프로토타입 프로그램의 결과 화면이다. 프로토타입 프로그램은 4개의 화면으로 구성된다. 좌측상단부터 1번 화면은 입력 파일을 선택하고, 스키마의 유효성 체크 및 실행을 위한 화면이며, 현재 상태를 확인할 수 있다. 2번 화면은 프로토타입 프로그램의

```

... 생략 ...
<Generic_Type Type_Name=Sensor3_Temperature>
  <Transform> true </Transform>
  <Equation> value * 5 / 1024 </Equation>
  <Comparison> greater </Comparison>
  <ValueFrom> value </ValueFrom>
</Generic_Type>
... 생략 ...
<Sensor_Instance>
  <hasInterface> false </hasInterface>
  <Entity_Name> Temperature2 </Entity_Name>
  <ConnectionType> IPv4 </ConnectionType>
  <TargetIPv4>
    <sin_family> AF_INET </sin_family>
    <sin_port> 8080 </sin_port>
    <sin_addr_s_addr> 192.168.1.31 </sin_addr_s_addr>
  </TargetIPv4>
  <ValueType>
    <Generic_Type> Sensor3_Temperature </Generic_Type>
    <HasType attribute=false>
      <SingleType DataType=Integer>
        <ValueField> value </ValueField>
      </SingleType>
    </HasType>
  </ValueType>
  <BasisValue>
    <Generic_Type> Sensor3_Temperature </Generic_Type>
    <HasType attribute=false>
      <SingleType DataType=Integer>
        <ValueField> 26 </ValueField>
      </SingleType>
    </HasType>
  </BasisValue>
  <GatherValue>
    <Generic_Type> Sensor3_Temperature </Generic_Type>
    <HasType attribute=false>
      <SingleType DataType=Integer>
        <ValueField> value </ValueField>
      </SingleType>
    </HasType>
  </GatherValue>
</Sensor_Instance>
... 생략 ...

```

Fig. 4. Details for Temperature2

실행과정에서 필요한 로그를 확인할 수 있다. 3번 화면은 입력 명세를 분석하여 생성된 센서기기 개체를 나타낸 것이다. 테이블 상으로 확인할 수 있는 정보는 개체의 인덱스, 개체 이름, 연결방법, 접근 주소, Generic_Type 사용여부, 센서데이터를 변환하기 위한 식을 확인할 수 있으며, 각 행에 배치된 센서 개체를 클릭하면 4번 화면에서상세정보를 확인할 수 있다. 4번 항목을 통해 확인할 수 있는 내용은 센서 3(Temperature2)의 명세와 수집 데이터(GatherValue)의 상세정보는 입력 명세에 작성된 내용 전반과 수집되는 데이터를 확인할 수 있으며, 수집되는 데이터는 GatherValue 항목을 통해 확인할 수 있다. 입력 명세에는 기술하지 않았지만 사용되는 interval은 300ms 단위로 적용되었으며, timestamp를 이용하여 수집된 시간을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 IoT 환경에서 헬스케어 서비스를 제공하기 위한 센서데이터 수집 모델을 제안하였다. 제안하는 수집 모델의 특징은 마크업 스킴 기반의 XML 입력문서를 바탕으로 기기 접근정보와 센서데이터 수집 및 변환 과정을 수행하며, 이기종 기기에 접근하기 위한 접근방법을 스키마로 작성하여 처리할 수 있다. 또한 수집된 데이터를 바탕으로 컨텍스트로 변환하기 위한 규칙을 정의할 수 있게 구조화된 개체를 가진다.

제안하는 센서데이터 수집 모델을 통해 각 센서데이터가 갖는 다수개의 데이터 타입을 정의할 수 있고, 컨텍스트 변환 과정에서 이를 명시적으로 확인하고 처리할 수 있다.

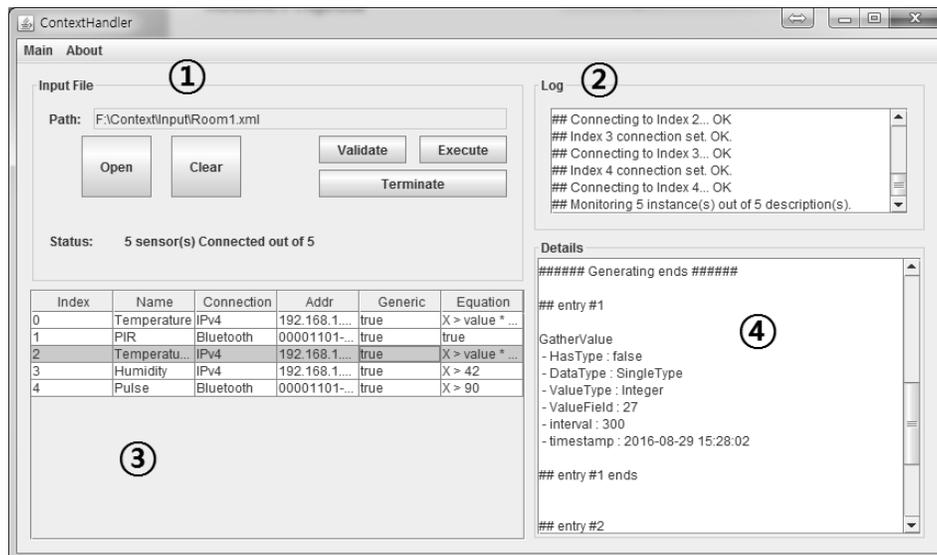


Fig. 5. Result Snapshot from Prototype Program

References

- [1] M. M. Baig, H. Gholamhosseini, and M. J. Connolly, "A comprehensive survey of wearable and wireless ECG monitoring systems for older adults," *Medical & Biological Engineering & Computing*, Vol.51, Issue 5, pp.485-495, 2013.
- [2] Z. Ji, X. Zhang, I. Ganchev, and M. O'Droma, "A personalized middleware for ubiquitous mHealth services," *14th IEEE International Conference on e-Health Networking, Applications and Services(Healthcom)*, pp.474-476, 2012.
- [3] M. F. Drummond, M. J. Sculpher, K. Claxton, G. L. Stoddart, and G. W. Torrance, "Method for the Economic Evaluation of Health Care Programmes," 4th ed., Oxford university press, 2015.
- [4] P. Costa, B. Gonçalves, and L. M. Botelho, "Context-Awareness System," in *CASCOM: Intelligent Service Coordination in the Semantic Web*. Birkhäuser Basel., pp.289-308. 2008.
- [5] Özgür Yürür, Chi. Harold Liu, Zhengguo Sheng, Victor C. M. Leung, Wilfrido Moreno, and Kin K. Leung, "Context-awareness for mobile sensing: a survey and future directions," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol.18, Issue 1, pp.68-93, 2014.
- [6] M. Weiser, "The Computer for the 21st century," in *Scientific American*, Ed., New York: Warner Books Inc., pp.94-104, 1991.
- [7] R. Want and A. Hopper, "Active badges and personal interactive computing objects," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.38, Issue 1, pp.10-20, 1992.
- [8] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "Context Aware Computing for the Internet of Things: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol.16, Issue 1, pp.414-454, 2014.
- [9] C. Bettinin, O. Brdiczka, K. Henriksen, J. Indulska, D. Nicklas, A. Ranganathan, and D. Riboni, "A Survey of context modeling and reasoning techniques," *Pervasive and Mobile Computing*, Vol.6, Issue 2, pp.161-180, 2009.
- [10] Ö. Yürür, C. H. Liu, and W. Moreno, "A survey of context-aware middleware designs for human activity recognition," *IEEE Communications Magazine*, Vol.52, Issue 6, pp.24-31, 2014.
- [11] J. A. Stankovic, "When Sensor and Actuator Networks Cover the World," *ETRI Journal*, Vol.30, No.5, pp.627-633, 2008.
- [12] T. Strang and C. Linnhoff-Popien, "A Context Modeling Survey," *First International Workshop on Advanced context Modelling, Reasoning and Management*, UbiComp, 2004.
- [13] K. Henriksen, J. Indulska, and A. Rakotonirainy, "Modeling context information in pervasive computing systems," *The 1st International Conference on Pervasive Computing Systems*, Vol.2414, Springer Verlag, 2002.
- [14] B. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," *WMCSA, First Workshop on Mibile Computing Systems and Applications*, pp.85-90, 1994.
- [15] S. N. A. U. Nambi, C. Sarkar, R. V. Prasad, and A. Rahim, "A unified semantic knowledge base for IoT," *IEEE World Forum on Internet of Things(WF-IoT)*, pp.575-580, 2014.
- [16] M. Knappmeyer, S. L. Kiani, C. Fra, B. Moltchanov, and N. Baker, "ContextML: A Light-Weight Context Representation and Context Management Schema," *5th IEEE International Symposium on Wireless Pervasive Computing*, pp.367-372, 2010.
- [17] A. Schmidt, M. Beigl, and H. Gellersen, "There is more to Context than Location," *Computers & Graphics*, Vol.23, No.6, pp.893-901, 1999.
- [18] P. Korpip and J. Mntyjrvi, "An Ontology for Mobile Device Sensor-Based Context Awareness," *Modeling and Using Context: Proc. 4th Int'l and Interdisciplinary Conference*, pp. 451-458, 2003.
- [19] K. Wongpatikaseree, M. Ikeda, M. Buranarach, T. Supnithi, A. O. Lim, and Y. Tan, "Activity Recognition Using Context-Aware Infrastructure Ontology in Smart Home Domain," *Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS), Proc. 7th Int'l Conference*, IEEE, 2012.
- [20] S. Decker, S. Melnic, F. van Harmelen, D. Fensel, M. Klein, J. Broekstra, M. Erdmann, and I. Horrocks, "The Semantic Web: The roles of XML and RDF," *IEEE Internet Computing*, pp.63-74, 2000.
- [21] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, and F. van Harmelen, "From SHIQ and RDF to OWL: The making of a Web Ontology Language," *Services and agents on the World Wide Web, Science*, Vol.1, No.1, pp.7-26, 2003.
- [22] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Grosz, and M. Dean, "SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML," W3C Member submission, 2004.
- [23] oneM2M [Internet], <http://www.onem2m.org>.
- [24] A. Pappas, S. Hailes, and R. Giaffreda, "A design model for context-aware services based on primitive contexts," *First International Workshop on Advanced context Modelling, Reasoning and Management*, UbiComp, 2004.



박 유 상

e-mail : yoosang.park@ssu.ac.kr

2014년 동아대학교 컴퓨터공학과(학사)

2016년 숭실대학교 컴퓨터학부(석사)

2016년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부

박사과정

관심분야 : 시스템소프트웨어, 분산처리,

지능형 로봇



최 종 선

e-mail : jongsun.choi@ssu.ac.kr
2000년 송실대학교 컴퓨터학부(학사)
2002년 송실대학교 컴퓨터학부(석사)
2008년~2010년 유한대학교 e-비즈니스과
전임교원
2010년 송실대학교 컴퓨터학부(박사)

2011년~2012년 송실대학교 지능형로봇연구소 연구원
2012년~2013년 서일대학교 인터넷정보과 전임교원
2013년~현 재 송실대학교 컴퓨터학부 조교수
관심분야: 시스템소프트웨어, 병렬/분산처리, 지능형 로봇



최 재 영

e-mail : choi@ssu.ac.kr
1984년 서울대학교 제어계측공학과(학사)
1986년 미국 남가주대학교 전기공학과
컴퓨터공학(석사)
1991년 미국 코넬대학교 전기공학부
컴퓨터공학(박사)

1992년~1994년 미국 국립오프리지연구소 연구원
1994년~1995년 미국 테네시 주립대학교 연구교수
1995년~현 재 송실대학교 컴퓨터학부 교수
관심분야: 시스템소프트웨어, 병렬/분산처리, 고성능컴퓨팅