



사용자 이동성과 센서 밀집도를 고려한 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템의 성능 평가

김종현*, 이석훈**¹, 정동원**²

Performance Evaluation of App Profile-based Sensor Registry System considering User Mobility and Sensor Density

Jong Hyun Kim*, Sukhoon Lee**¹, and Dongwon Jeong**²

이 성과는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017R1C1B2012065).

요 약

SRS는 특정 센서 네트워크 및 센서 유형에 독립적으로 센서 데이터의 의미를 모바일 기기에 즉시적으로 처리하기 위해 제안되었다. 하지만 새로운 센서 데이터를 수신할 때 마다 센서 데이터 검사 연산을 반복적으로 수행하게 되어 성능 저하를 야기한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 앱 프로파일 기반 SRS가 제안되었다. 앱 프로파일 기반 SRS는 프로파일을 통해 SRS 문제점을 개선하였으나 가상 시뮬레이션 환경에서 실험이 이루어졌으며 이 후 실시간 환경에서 실험을 하였으나 동적인 다양한 요소들을 고려하여 실험하지 못했다. 따라서 이 논문은 사용자의 이동성, 센서 밀집도 등의 인자를 고려하여 실험 평가를 실제 환경에서 수행하고 실험 결과의 분석을 통해 앱 프로파일 기반 SRS의 성능을 평가한다. 그 결과 앱 프로파일 기반 SRS는 밀집도와 센서의 종류에 큰 영향을 받으며, 센서 노드 수는 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다.

Abstract

SRS was proposed for immediate processing of the meaning of sensor data on mobile devices independent from specific sensor networks and sensor type. However, each time new sensor data is received, sensor data inspection operations are performed repeatedly, and it cause resulting in low performance. App profile-based SRS has been proposed to resolve the problem. The app profile-based SRS has improved the SRS problem through the profile, but has been tested in a virtual simulation environment. After that the test was experimented in a real-time environment, but has not been tested with a variety of dynamic factors. Therefore, this paper experiment considering such as user mobility and sensor density in real-time environment. And this paper also evaluate performance of the App profile-based through analysis of the results of the experiment. As a result, app profile-based SRS is high influence by density and sensor type, and the number of sensor node is not influence.

Keywords

performance evaluation, sensor registry system, mobility, density, app profile

* 군산대학교 소프트웨어융합공학과
 - ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2734-0043>
 ** 군산대학교 소프트웨어융합공학과(교신저자)
 - ORCID¹: <http://orcid.org/0000-0002-3390-5602>
 - ORCID²: <http://orcid.org/0000-0001-9881-5336>

• Received: Nov. 29, 2018, Revised: Jan. 22, 2019, Accepted: Jan. 25, 2019
 • Co-corresponding Author: Dongwon Jeong and Sukhoon Lee
 Dept. of Software Convergence Engineering, Kunsan National University,
 Korea
 Tel.: +82-63-469-8912, Email: djeong@kunsan.ac.kr, leha82@kunsan.ac.kr

1. 서 론

제4차 산업혁명 시대가 도래하면서 인공지능, 사물인터넷 등에 대한 관심이 높아지고 있다[1]. 사물인터넷과 실생활은 많이 접해있으며 인공지능과 결합한 스피커와 같은 다양한 제품이 출시되고 있다[2].

사물인터넷은 네트워크상 수많은 사물이 연결되어 있는 환경이다. 사물들은 유·무선 통신을 통해 센서 데이터를 송·수신 받아 데이터를 활용한다[3]. 데이터 활용의 극대화를 위해서는 이기종 센서 네트워크 환경에서의 센서 데이터 의미 해석이 이루어져야 한다[4].

이를 위한 센서 네트워크에서 센서 정보의 의미를 해석하고 이용하기 위한 연구가 진행되고 있다 [5]-[8]. 그 중 센서 레지스트리 시스템(SRS, Sensor Registry System)이 있다[5]. SRS는 센서의 다양한 정보를 등록 및 관리하여 사용자에게 제공한다. 사용자는 SRS를 통하여 센서 메타데이터를 제공받아 이기종 센서 간의 즉시적인 데이터 처리를 가능하게 한다.

SRS는 이기종 센서 네트워크 환경에서 센서 의미 해석 및 처리를 위하여 동적 의미 관리 기능을 제공함으로써 의미 정보의 확장을 보다 용이하게 한다[6]. 그러나 센서 데이터를 수신한 후 센서 데이터의 의미, 즉 센서의 유형, 센서의 단위, 소요 시간 등과 같은 정보를 얻기 위해 서버에 요청을 하여 센서 식별자를 통해 데이터의 의미를 해석하고 처리한다. 이 과정에서 새로운 센서 데이터를 수신할 때 서버에 요청하여 데이터의 의미를 다시 해석하는 과정이 반복된다[7][8]. 이러한 반복적인 처리로 인해 전체적인 성능이 저하되는 문제점이 있다.

앞서 언급한 SRS의 문제점을 해결하기 위해 앱 프로파일 기반 SRS가 개발되었다[9]. 앱 프로파일 기반 SRS는 활용하는 센서 정보를 포함한 프로파일을 이용하여 불필요한 데이터의 반복적 의미 해석을 필터링한다. 앱 프로파일 기반 SRS는 기존 SRS의 문제점인 성능 저하 문제를 개선하였으나 가상 시뮬레이션 환경에서 실험 및 평가를 진행하였다. 이후, 실시간 환경에서의 앱 프로파일 기반 SRS의 실험 및 평가가 이루어졌다[10]. 평가를 위하여 센서 별 사용 횟수의 처리시간이 비교되었다. 그

러나 사용자의 이동성, 센서의 밀집도, 센서의 종류 및 노드 개수를 고려하지 않은 실험이 이루어져 SRS의 즉시적인 데이터 처리를 통한 의미 해석의 우수성을 보이기엔 부족하다.

따라서 본 논문에서는 실제 환경에서 사용자의 이동성, 센서의 밀집도, 센서의 종류 및 노드 개수를 고려하여 앱 프로파일 기반 SRS에 대한 성능 평가를 한다. 이를 위하여 앱 프로파일 기반 SRS와 동일한 환경에서 시스템을 구현하며 사용자의 이동성, 센서의 밀집도, 센서의 종류 및 노드 개수를 변경하여 실험을 진행한다. 센서 네트워크 환경에서 사용자의 움직임에 따른 센서 데이터의 수집은 큰 요소로 적용될 수 있으므로 사용자의 이동성을 고려한 실험과 센서의 밀집도, 센서의 종류 및 노드 개수의 변화에 따른 실험을 통해 다양한 인자들이 앱 프로파일 기반 SRS에 끼치는 영향을 분석한다.

실험에 따른 분석 결과, 앱 프로파일 SRS에서의 미흡한 실험을 다양한 인자를 변경하여 실험 평가를 하였다. 그 결과, 사용자의 이동성, 밀집도, 센서 종류, 센서 노드 수 등의 인자들이 SRS에 영향을 끼치는 것을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구를 소개하고 문제점을 분석한다. 제 3장에서는 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템의 구조를 기술하고 사용자 이동성과 밀집도가 SRS에 끼치는 영향과 구현된 시스템에 대하여 기술한다. 제4장에서는 실험 방법과 실험 결과에 대하여 하고 제5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 서술한다.

II. 관련 연구

2.1 센서 레지스트리 시스템

SRS는 센서 네트워크 환경 하에서 모든 장치들이 다양한 유형의 센서 정보를 의미적으로 해석하기 위한 센서 메타데이터 관리 방법이다[3]. 이상적인 센서 네트워크 환경의 구현을 위해서는 모바일 기기에서 센서 및 센서 네트워크에 독립적으로 모든 센서 정보를 해석하고 이용해야 한다[4]. 그러나 기존 시스템들은 센서가 이용할 정보를 사전에 정의하는 제한된 환경만을 고려하기 때문에 이러한

한계를 개선하고 센서 간의 끊김 없는 서비스의 제공과 상호 운용성 개선을 위해 SRS가 제안되었다[5].

SRS 환경에서 모바일 기기는 특정 센서로부터 센서 데이터를 수신한다. SRS는 수신 받은 센서 데이터를 통해 센서 데이터의 의미, 즉 센서 데이터의 유형, 센서 데이터의 단위 등과 같은 정보를 획득한다. 그 후 센서 식별자를 이용하여 센서 정보를 확인하고 모바일 기기로 전송하는 시스템이며 이 시스템을 통하여 센서 데이터의 즉시적 처리가 가능한 장점이 있다[6].

그러나 SRS는 센서 데이터를 처리할 때 반복성의 증가로 인해 성능이 저하되는 문제점이 있다. 모바일 기기는 센서의 유형, 센서 데이터 단위 등과 같은 정보를 얻기 위해 SRS에 요청하여 센서 식별자를 제공받는다[7]. SRS는 제공받은 센서 식별자를 이용하여 센서 데이터의 의미를 해석하고 처리하게 된다. 이 과정에서 SRS는 새로운 센서 데이터를 수신하거나 센서 생산자, 관리자 등과 같은 추가적인 정보를 이용하고자 할 경우, 위의 과정을 반복적으로 수행하게 되어 전체적인 성능을 저하시킨다[8].

2.2 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템

앞서 언급한 성능 저하 문제를 해결하기 위해 프로파일을 이용하는 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템이 제안되었다[9]. 앱 프로파일 기반 SRS는 센서의 정보를 프로파일을 통해 모바일 기기에 저장하고 재사용함으로써 불필요한 센서 데이터를 필터링한다. 센서 데이터 저장을 위한 임시 저

장 리스트를 구축하기 위해 SRS보다 비용이 증가하는 반면 센서 메타데이터를 필터링 및 재사용하여 속도를 향상시킨다. 그러나 실제 환경에서의 사용자의 이동성, 센서의 밀집도, 센서의 종류와 노드 개수 등을 고려하지 않은 문제가 있다[10].

이 논문에서는 이동 환경에서 실험을 진행하고 센서의 종류와 노드 개수를 늘려가며 실험을 진행한다. 추가적으로 밀집이 높고 낮은 환경을 고려하여 실험 평가를 진행한다.

III. 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템

3.1 시스템 구조

실험을 위한 시스템 구조는 기존 연구와의 실험 및 평가 결과의 신뢰성을 제공하기 위해서는 동일한 환경에서 구현 및 실험을 수행해야 한다. 따라서 이 논문에 기술한 대부분의 구조, 데이터 모델, 프로세스, 알고리즘 등의 시스템 설계는 선행 연구인 [9]에서 정의한 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템과 동일하게 설계한다.

그림 1은 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템의 구조를 보인다. 시스템은 크게 두 영역, 모바일과 SRS로 구성된다. 모바일 앱은 BLE (Bluetooth Low Energy) 센서를 통하여 센서 아이디 (Sensor ID)와 센서 값 (Sensor Value)을 전달받는다. 해당 데이터를 이용하는 모바일 앱은 센서 데이터 유형을 프로파일(Profile) 형태로 기록한다.

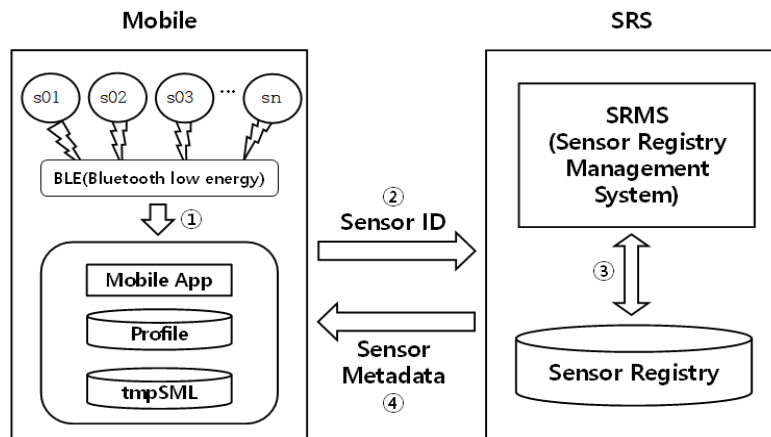


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1. System architecture

유효한 센서 데이터의 활용을 위한 임시 저장 리스트(tmpSML)는 센서 메타데이터를 포함한다. 그 후 센서 데이터는 검사가 가능한 정보(Sensor ID)를 SRS에 수신하여 센서 메타데이터를 요청한다. SRS는 크게 센서 메타데이터 관리 시스템(Sensor Registry Management System, SRMS)과 센서 레지스트리(Sensor Registry, SR)로 구성된다. SRMS는 센서 구성 정보를 검사하기 위한 데이터베이스를 관리하는 시스템이며, SR은 센서 유형과 단위 등 다양한 센서 메타데이터로 구성된 데이터베이스이다. SRMS를 통하여 센서 레지스트리 값을 데이터베이스에 저장 후 센서 메타데이터를 사용자 영역으로 전송한다. 모바일은 센서 메타데이터를 전달 받은 후, 자신이 가진 프로파일을 활용하여 전달 받은 센서의 유효성을 검사한다. 유효성이 검사된 센서 데이터는 모바일 앱을 통하여 유효한 데이터의 정보를 사용자에게 제공이 가능하다.

3.2 사용자 이동성과 밀집도

본 논문에서는 사용자 이동성과 밀집도, 센서 종류, 센서 노드 개수의 변화에 따른 실험 평가를 수행한다. 사용자의 이동성은 센서 네트워크 환경에서 중요한 요소이다. 이동성이 없는 환경은 규칙적인 센서 데이터의 수집이 가능하다. 하지만 이동성이 있는 환경은 센서 데이터의 수집이 규칙적이지 않다. 그러므로 사용자의 이동성은 SRS 환경에서 필수적으로 고려해야 할 실험 환경이다. 또한 밀집도의 같은 경우 균일한 밀집도는 안정적인 센서 데이터의 수집이 이루어지나 불균일한 밀집도는 불안정한 센서 데이터의 수집이 이루어질 가능성이 존재하여 SRS 환경에서 사용자의 이동성과 더불어 필수적으로 고려해야 할 실험 환경이다.

3.3 시스템 구현

본 논문의 구현 환경은 표 1과 같다. 모바일 기기의 운영체제는 Android 6.0.1 (Marshmallow)를 사용하며, 통신을 위한 BLE (Bluetooth Low Energy) 모듈은 HC-05 bluetooth Slave UART를 사용한다. 모

바일 기기의 데이터 저장을 위한 데이터베이스는 SQLite를 사용한다. 메타데이터의 제공을 위한 서버 데이터베이스는 Oracle Database 11g Express Edition를 사용하고 서버 운영체제는 Windows 10 Pro를 사용한다. 센서 데이터 수집을 위한 센서 종류는 temp, humidity, gas, alcohol, illum, dust이다.

표 1. 구현 환경
Table 1. Implementation environment

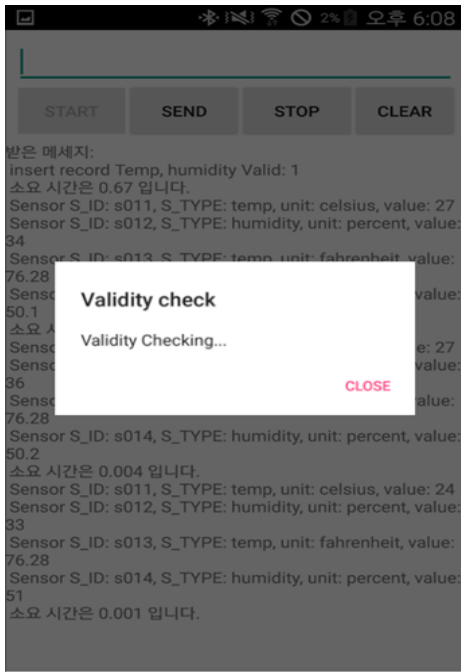
device	feature	specification
Mobile	OS	Android 6.0.1 (Marshmallow)
	BLE module	HC-05 bluetooth Slave UART
	DBMS	Android SQLite
Server	OS	Windows 10 Pro
	CPU	Intel Xeon(R) CPU E3-1270 v5 @ 3.60 GHz
	RAM	16.00GB
	DBMS	Oracle DataBase 11g Express Edition
Sensor	type	temp, humidity, gas, alcohol, illum, dust

모바일 앱 실행 후 START 버튼을 누르게 되면 BLE와 통신이 완료된다. 그 후 BLE와 통신을 하며 센서 데이터를 수신 받아 화면에 출력하게 된다. 출력된 센서 데이터는 모바일 앱 내부의 데이터베이스(SQLite)에 저장이 된다. 그 다음 SEND 버튼을 누를 시 그림 2(a)와 같이 SRMS를 통해 메타데이터를 제공받는다. 그 후 프로파일 정보를 통해 유효성을 검사하게 되며 유효한 값, 유효하지 않은 값으로 구분 짓는다. 마지막으로 그림 2(b)와 같이 실시간으로 유효성이 검사된 데이터들이 센서 아이디, 센서 타입, 단위, 측정된 값과 유효성 검사의 소요 시간이 출력되어 사용자에게 제공된다.

IV. 실험 및 평가

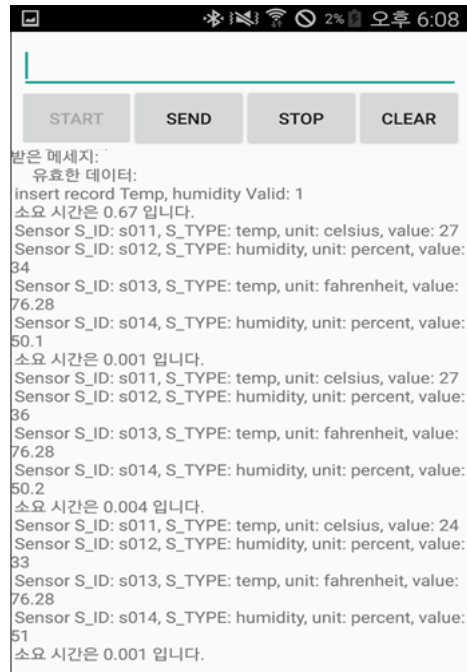
4.1 실험 방법

본 논문에서 실험을 위해 고려한 인자는 밀집도, 센서 종류, 센서 노드 개수로 분류된다. 실제 환경에서 이동성이 없는 환경은 적합하지 않으므로 모든 실험 환경은 이동성이 있는 환경만 고려하였다.



(a) 센서 유효성 검사 화면

(a) Screen shot of sensor validity check

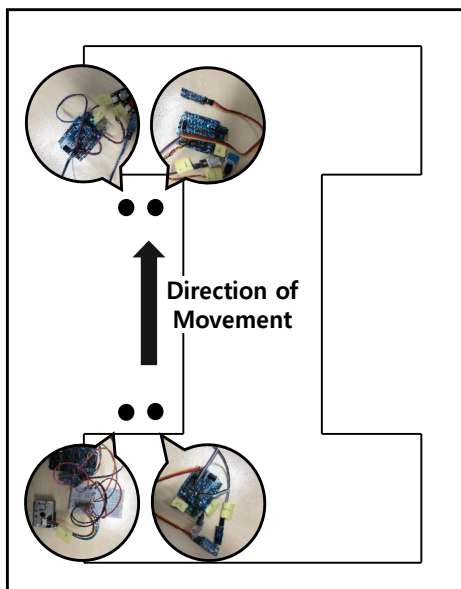


(b) 센서 유효성 검사 결과

(b) Result of sensor validity check

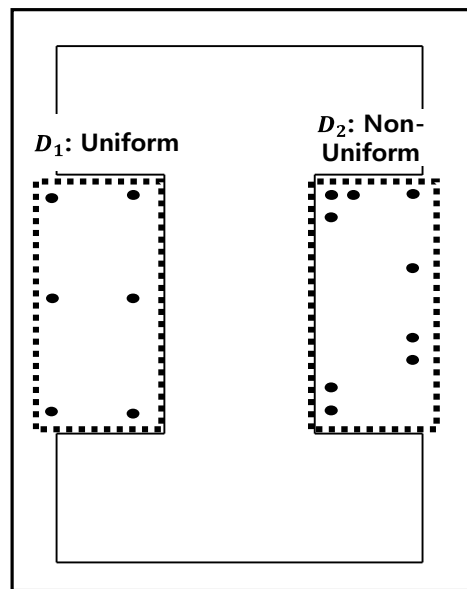
그림 2. 구현된 모바일 앱 화면

Fig. 2. Screenshot of implemented mobile app



(a) 사용자 이동의 예

(a) Example of user movement



(b) 밀집 환경의 예

(b) Example of dense environment

그림 3. 실험 환경의 예

Fig. 3. Example of experiment environment

그림 3(a)는 사용자 이동의 예시이며 이를 통해 실험 환경이 이동성이 있음을 알 수 있다. 그림 3(b)는 센서 밀집도 인자의 변화에 따른 실험 예시

이다. 이러한 실험을 통해 이동성과 밀집도 인자가 SRS의 전체적인 성능에 차이를 주는지를 볼 수 있다.

밀집도 인자는 $\{D_1, D_2\}$ 두 가지로 인자 값을 나누어 실험을 진행한다. D_1 은 밀집도가 균일한 환경이며 센서 노드의 수는 N_2 이다. D_2 는 밀집도가 불균일한 환경이며 센서 노드의 수는 N_2 를 나타낸다. 여기서 균일한 환경은 센서 노드들의 배치가 일정한 환경을 뜻하며 불균일한 환경은 센서 노드들의 배치가 일정하지 않은 환경을 의미한다.

표 2는 실험에 사용된 센서 유형을 보여준다. 센서 종류는 실험 평가에서 같은 유형의 센서일지라도 실제 처리 시 성능의 차이가 발생할 수 있고 처리 후 측정 단위가 달라지는 경우가 존재하므로, 실험에 사용된 센서는 측정 단위가 다르거나 측정된 값의 정밀도에 따라 좀 더 세부적으로 센서 종류를 분류한다. S_ID는 센서의 식별자 이름이다. MODEL은 실제 실험에 사용된 센서 종류이며 S_TYPE은 센서의 종류를 나타낸다. UNIT은 구성단위이며 각 타입에 알맞은 단위로 실험을 진행한다.

표 2. 실험에 사용한 센서 유형
Table 2. Sensor types for the experiments

S_ID	MODEL	S_TYPE	UNIT
s011	DHT11	temp	celsius
s012		humidity	percent
s013	DHT22	temp	fahrenheit
s014		humidity	percent
s021	MQ-2	gas	ppm
s022	MQ-3	alcohol	mg
s031	GL5537	illum	lx
s032	LM393	illum	lx
s041	GP2Y1010AU0F	dust	microgram

센서 종류 인자는 $\{T_1, T_2, T_3\}$ 세 가지로 인자 값을 나누어 실험을 진행한다. T_1 은 $\{s011, s012, s013\}$, T_2 는 $\{s011, s012, s013, s014, s021, s022\}$, T_3 은 $\{s011, s012, s013, s014, s021, s022, s031, s032, s041\}$ 을 뜻한다. 여기서 센서 종류는 실험 평가에서 같은 유형의 센서 일지라도 실제 처리 시 성능의 차이가 발생할 수 있고 처리 후 측정 단위가 달라질 수 있는 가능성이 존재한다.

따라서 실험 평가를 할 때 측정 단위가 다르거나 측정된 값의 정밀도에 따라 좀 더 세부적으로 센서 종류를 나누어 $\{T_1, T_2, T_3\}$ 세 가지로 실험을 한

다. 마지막으로 센서 노드 개수 인자는 $\{N_1, N_2\}$ 두 가지로 인자 값을 나누어 실험을 한다. N_1 은 센서 노드 수가 2개, N_2 는 센서 노드 수가 4개를 뜻한다.

표 3은 실험을 위한 실험 유형을 나타낸다. 앞서 설명한 실험에 사용한 인자를 밀집도, 센서 종류, 센서 노드 개수로 유형을 나누어 총 12개의 케이스로 분류하여 소요 시간의 비교 평가를 진행한다.

표 3. 실험 유형
Table 3. Experiment cases

Type of experiment	Density	Sensor type	Number of sensor node	Total sensor
Case 1	D_1	T_1	N_1	6
Case 2	D_1	T_1	N_2	12
Case 3	D_1	T_2	N_1	12
Case 4	D_1	T_2	N_2	24
Case 5	D_1	T_3	N_1	18
Case 6	D_1	T_3	N_2	36
Case 7	D_2	T_1	N_1	6
Case 8	D_2	T_1	N_2	12
Case 9	D_2	T_2	N_1	12
Case 10	D_2	T_2	N_2	24
Case 11	D_2	T_3	N_1	18
Case 12	D_2	T_3	N_2	36

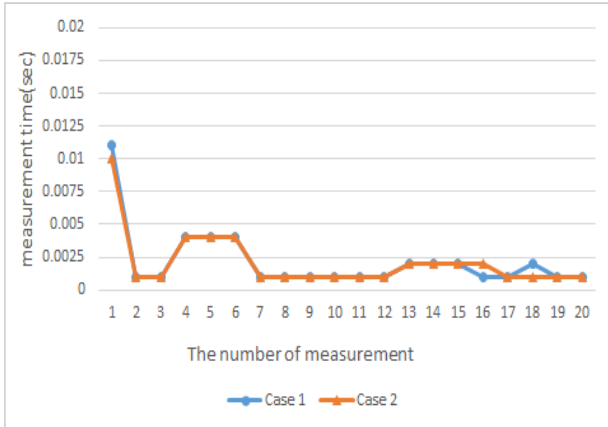
4.2 실험 결과

이 절에서는 표 3의 실험 유형을 인자별로 짝지어 실험 결과를 비교한다. 비교 평가는 센서 데이터 유효성 검사의 소요 시간을 기준으로 실시하며 하나의 실험 유형 당 20회씩 측정을 한다. x축은 센서 데이터 이용 횟수를 나타내며, y축은 소요 시간을 표현한다.

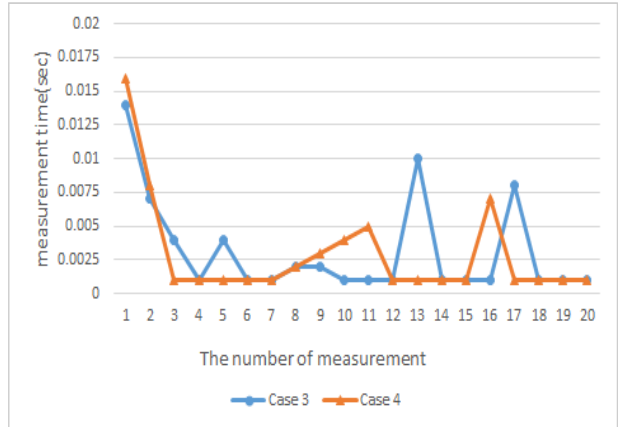
그림 4는 센서 밀집도, 센서 종류가 같을 시 센서 노드 수의 변화에 따른 소요 시간의 비교 평가이다. 그림 4(a)-(c)는 케이스 1, 2와 케이스 3, 4 그리고 케이스 5, 6의 비교이다. 센서 밀집도가 D_1 이며, 센서 종류의 경우 그림 4(a)는 T_1 , 그림 4(b)는 T_2 , 그림 4(c)는 T_3 이며 센서 노드가 N_1, N_2 로 변화할 때 소요 시간의 비교이다. 그림 4(d)-(f)는 케이스 7, 8과 케이스 9, 10 그리고 케이스 11, 12의

비교이다. 센서 밀집도가 D_2 이며, 센서 종류의 경우 그림 4(d)는 T_1 , 그림 4(e)는 T_2 , 그림 4(f)는 T_3

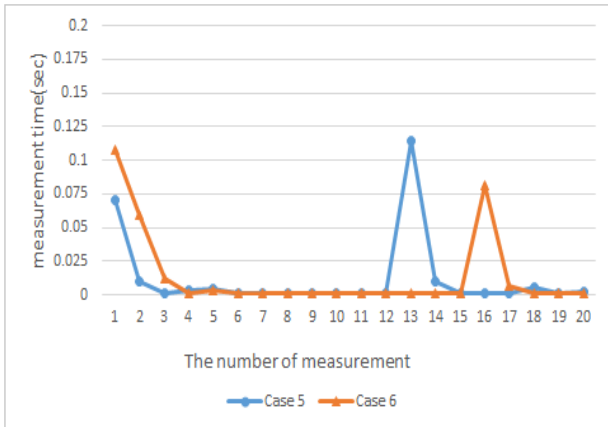
이며 센서 노드가 N_1, N_2 로 변화할 때 소요 시간의 비교이다.



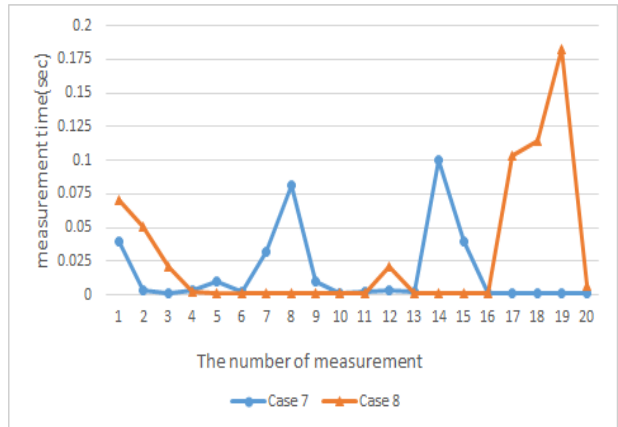
(a) 케이스 1, 2의 비교
(a) Comparison of case 1 and case 2



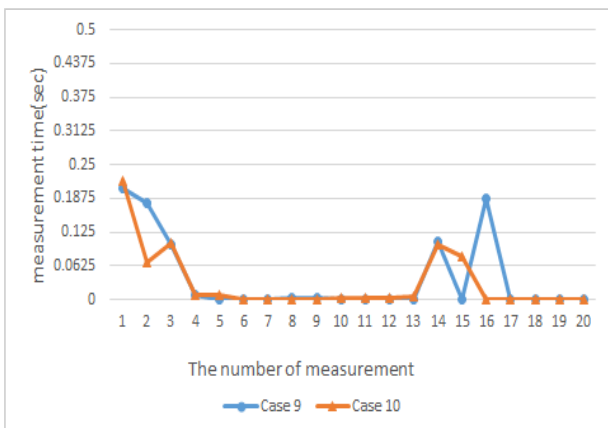
(b) 케이스 3, 4의 비교
(b) Comparison of case 3 and case 4



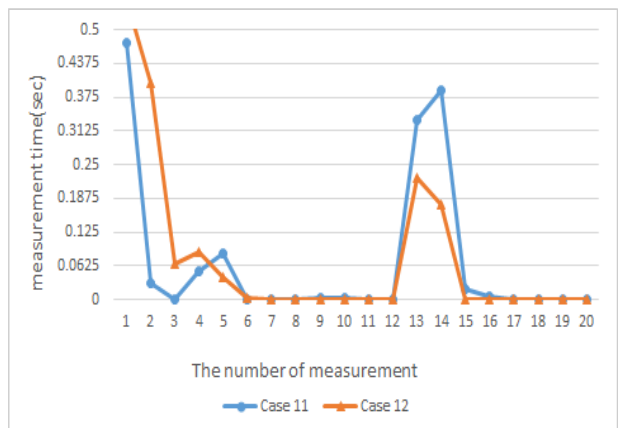
(c) 케이스 5, 6의 비교
(c) Comparison of case 5 and case 6



(d) 케이스 7, 8의 비교
(d) Comparison of case 7 and case 8



(e) 케이스 9, 10의 비교
(e) Comparison of case 9 and case 10



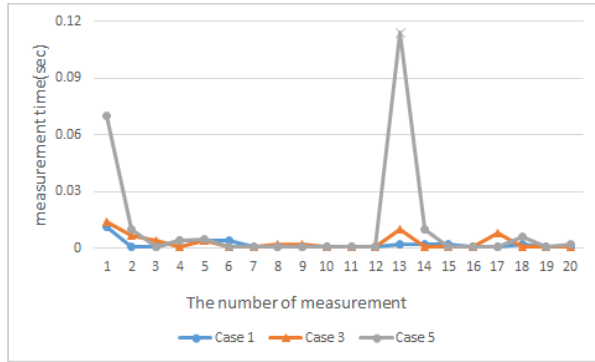
(f) 케이스 11, 12의 비교
(f) Comparison of case 11 and case 12

그림 4. 센서 노드 별 소요 시간의 비교 평가

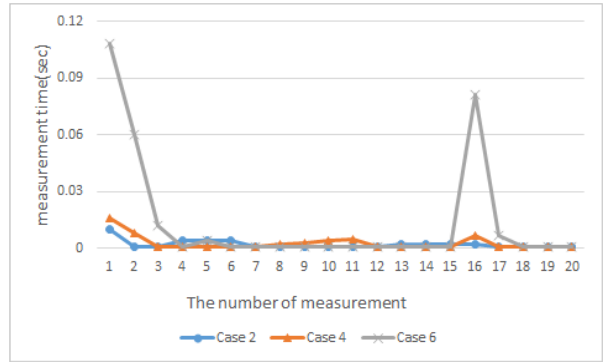
Fig. 4. Comparison results of sensor processing time by the sensor nodes

그림 5는 센서 노드, 센서 밀집도가 같을 시 센서 종류의 변화에 따른 소요 시간의 비교 평가이다. 그림 5(a)-(b)는 케이스 1, 3, 5와 케이스 2, 4, 6의 비교이다. 센서 밀집도는 D_1 , 센서 노드 수의 경우 그림 5(a)는 N_1 , 그림 5(b)는 N_2 이며 센서 종류가

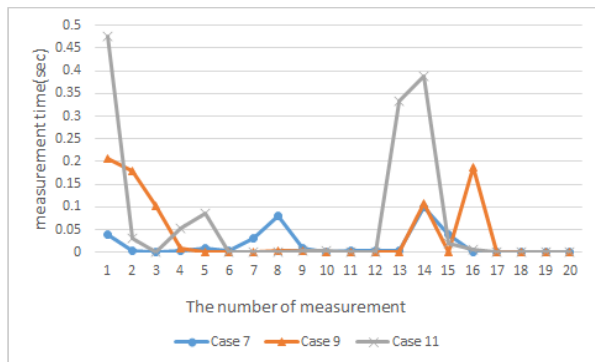
T_1, T_2, T_3 로 변화할 때 소요 시간의 비교이다. 그림 5(c)-(d)는 케이스 7, 9, 11와 케이스 8, 10, 12의 비교이다. 센서 밀집도는 D_2 , 센서 노드 수의 경우 그림 5(c)는 N_1 , 그림 5(d)는 N_2 이며 센서 종류가 T_1, T_2, T_3 로 변화할 때 소요 시간의 비교이다.



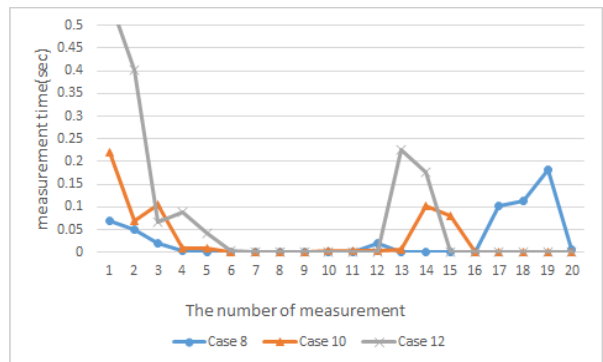
(a) 케이스 1, 3, 5의 비교
(a) Comparison of case 1, 3, 5



(b) 케이스 2, 4, 6의 비교
(b) Comparison of case 2, 4, 6



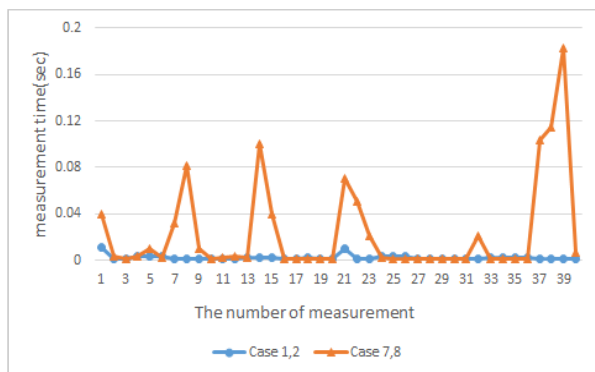
(c) 케이스 7, 9, 11의 비교
(c) Comparison of case 7, 9, 11



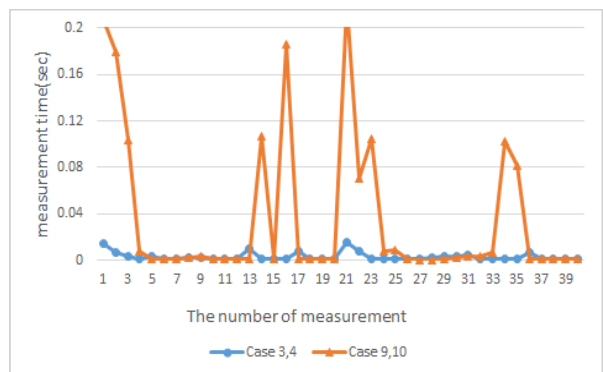
(d) 케이스 8, 10, 12의 비교
(d) Comparison of case 8, 10, 12

그림 5. 센서 종류 별 소요 시간의 비교 평가

Fig. 5. Comparison results of sensor processing time by the sensor types



(a) 케이스 1, 2와 케이스 7, 8의 비교
(a) Comparison of case 1, 2 and case 9, 10



(b) 케이스 3, 4와 케이스 9, 10의 비교
(b) Comparison of case 3, 4 and case 9, 10

그림 6. 센서 밀집도 별 소요 시간의 비교 평가

Fig. 6. Comparison results of sensor processing time by the sensor density

그림 6은 센서 종류가 같을 시 센서 밀집도의 변화에 따른 소요 시간의 비교 평가이다. 그림 6(a)는 케이스 1, 2 와 케이스 7, 8의 비교를 보여준다. 센서 종류가 T_1 일 때 센서 밀집도의 변화에 따른 소요 시간을 보여준다. 그림 6(b)는 케이스 3, 4와 케이스 9, 10의 비교를 보여준다. 센서 종류가 T_2 일 때 센서 밀집도의 변화에 따른 소요시간을 보여준다.

표 4는 센서 노드 개수에 따른 실험 결과 요약을 보여준다. 그림 4에서 센서 밀집도와 센서 종류가 같을 경우 센서 노드 수의 변화에 따른 소요 시간을 비교하였다. 센서 노드 수가 N_1 일 경우와 N_2 일 경우의 평균 시간의 차이가 24.13과 26.33으로 적은 차이가 있다. 따라서 센서 노드 수는 SRS에 영향을 적게 끼치는 것으로 볼 수 있다.

표 5는 센서 종류에 따른 실험 결과 요약을 보여준다. 그림 5에서 센서 노드 수, 센서 밀집도가 같을 경우 센서 종류의 변화에 따른 소요 시간을 비교하였다. 센서 종류가 T_1 , T_2 , T_3 와 같이 종류가

다른 경우 평균 시간이 12.56, 19.35, 78.55로 점점 증가하는 것으로 보아 센서 종류의 증가는 SRS에 영향을 끼치는 것으로 볼 수 있다.

표 6은 센서 밀집도에 따른 실험 결과 요약을 보여준다. 그림 6에서 센서 종류가 같을 경우 센서 밀집도의 변화에 따른 소요 시간을 비교하였다. 센서 밀집도가 D_1 , D_2 와 같이 균일한 밀집도와 불균일한 밀집도일 경우 평균 시간이 6.04와 44.44로 매우 큰 차이가 있었다. 그 결과 센서 밀집도는 다른 두 요소에 비해 가장 큰 차이를 볼 수 있었다. 따라서 센서 밀집도는 SRS에 큰 영향을 끼치는 것으로 볼 수 있다.

따라서 앞서 실험을 통해 비교 평가를 한 결과, SRS는 이동성이 있는 환경에서 센서 노드 개수에 변화에 따른 영향은 적다. 하지만 센서 종류와 센서 밀집도와 같은 인자들, 특히 센서 밀집도는 전체적인 성능에 큰 영향을 주는 것을 실험을 통해 알 수 있다.

표 4. 센서 노드 개수에 따른 실험 결과 요약 (단위 : ms)
Table 4. Summery of experiment by the sensor nodes (unit: ms)

Density, Type Node {Cases}	D_1, T_1 {Case 1, 2}	D_1, T_2 {Case 3, 4}	D_1, T_3 {Case 5, 6}	D_2, T_1 {Case 7, 8}	D_2, T_2 {Case 9, 10}	D_2, T_3 {Case 11, 12}	Average
N_1	2.15	3.15	11.65	16.85	40.4	70.75	24.13
N_2	2.1	2.9	14.3	29.15	30.95	78.55	26.33

표 5. 센서 종류에 따른 실험 결과 요약 (단위 : ms)
Table 5. Summery of experiment by the sensor types (unit: ms)

Density, Node Type {Cases}	D_1, N_1 {Case 1, 3, 5}	D_1, N_2 {Case 2, 4, 6}	D_2, N_1 {Case 7, 9, 11}	D_2, N_2 {Case 8, 10, 12}	Average
T_1	2.15	2.1	16.85	29.15	12.56
T_2	3.15	2.9	40.4	30.95	19.35
T_3	11.65	14.3	70.75	78.55	43.81

표 6. 센서 밀집도에 따른 실험 결과 요약 (단위 : ms)
Table 6. Summery of experiment by the sensor density (unit: ms)

Type, Node Density {Cases}	T_1, N_1, N_2 {(Case 1, 2), (Case 7, 8)}	T_2, N_1, N_2 {(Case 3, 4), (Case 9, 10)}	T_3, N_1, N_2 {(Case 5, 6), (Case 11, 12)}	Average
D_1	2.13	3.03	12.98	6.04
D_2	2.3	35.68	74.65	44.44

V. 결 론

본 논문에서는 사용자의 이동성과 센서 밀집도, 센서의 종류 및 센서 노드의 개수를 고려하여 앱 프로파일 기반 센서 레지스트리 시스템에 대한 성능 평가를 제안하였다. 사용자의 이동성을 고려하여 실험을 진행하였으며 추가적으로 밀집도, 센서의 종류, 센서 노드의 개수 등 다양한 인자를 고려하여 비교 평가를 진행하였다. 그 결과 센서 노드의 개수 변화를 통한 비교 평가에서는 소요 시간의 큰 차이가 없었다. 센서의 종류 변화를 통한 비교 평가에서는 센서의 종류가 증가함에 따라 소요 시간의 차이가 큰 폭으로 증가하였다. 마지막으로 밀집도를 통한 비교 평가에서는 밀집도가 불균일함과 균일함에 따라 큰 차이가 있었으며 SRS에서 밀집도가 센서 데이터 처리의 큰 인자로 작용한다는 결과를 얻었다.

향후 연구에서는 다양한 인자들이 SRS 영향을 끼친 이유와 센서 밀집도를 좀 더 세분화하여 비교 평가를 진행하며, 추후에는 밀집도가 불균일한 상황에서 전체적인 성능이 저하되지 않는 전체 성능 유지 방안에 대한 연구가 요구된다.

References

[1] J. H. Lee, "The Fourth Industrial AI implication to Developmental Psychology", The Korean Psychological Association, pp. 166-166, Aug, 2017.

[2] D. G. Jeong and D. U. Song, "Characteristics of IoT-Artificial Intelligence Technologies and Their Related Industry Trend", Korean Institute of Information Technology Magazine, Vol. 15, No. 2, pp. 29-39, Dec. 2017.

[3] I. K. Ibrahim, R. Kronsteiner, and G. Kotsis, "A Semantic Solution for Data Integration in Mixed Sensor Networks", Computer Communications, Vol. 28, No. 13, pp. 1564-1574, Aug, 2005.

[4] A. Sheth, C. Henson, and S. S. Sahoo, "Semantic Sensor Web", IEEE Internet Computing, Vol. 12, No. 4, pp. 78-83, Aug. 2008.

[5] D. W. Jeong and J. J. Ji, "A Registration and Management System for Consistently Interpreting Semantics of Sensor Information in Heterogeneous Sensor Network Environments", Korea Information Science Society, Vol. 38, No. 5, pp. 289-302, Oct. 2011.

[6] D. W. Jeong, M. G. Doo, and H. M. Park, "A Study of the Alternative Sensor Registry System Architectures", The Korean Society Of Computer And Information, pp. 109-112, Jan. 2012.

[7] D. W. Jeong, "Performance Improvement of the Sensor Registry System based on Sensor Metadata Reusability and Scoping", The Korean Association of Computer Education, Vol. 15, No. 3, pp. 75-82, Nov. 2012.

[8] D. W. Jeong, S. H. Lee, H. J. Jung, and D. K. Baik, "Extending the Sensor Registry System for a Heterogeneous IoT Environment", The Korean Association of Computer Education, Vol. 19, No. 1, pp. 185-188, Jan. 2015.

[9] H. J. Choi, H. S. Yoo, D. W. Jeong, and K. H. Jeon, "Implementation and Evaluation of the Sensor Registry System based on Mobile App Profiles", Korea Information Processing Society, pp. 945-948, Apr. 2016.

[10] H. J. Choi and D. W. Jeong, "Experiment and Evaluation of the App Profile-based Sensor Registry System in a Real-time Environment", Korea Information Processing Society, pp. 857-860, Nov. 2016.

저자소개

김 종 현 (Jong Hyun Kim)



2019년 2월 : 군산대학교
소프트웨어융합공학과(공학사)
관심분야 : 사물인터넷,
데이터베이스, 프로그래밍

이 석 훈 (Sukhoon Lee)



2009년 2월 : 고려대학교
전자및정보공학부(학사)
2011년 2월 : 고려대학교
컴퓨터·전파통신공학과(공학석사)
2016년 2월 : 고려대학교
컴퓨터·전파통신공학과(공학박사)
2016년 3월 ~ 2017년 3월 :

아주대학교 의료정보학과 연구강사
2017년 4월 ~ 현재 : 군산대학교 소프트웨어융합공학과
조교수
관심분야 : 사물인터넷, 메타데이터, 센서 레지스트리,
시맨틱 웹, 경로 예측

정 동 원 (Dongwon Jeong)



1997년 2월 : 군산대학교
컴퓨터과학과(이학사)
1999년 2월 : 충북대학교
전자계산학과(이학석사)
2004년 2월 : 고려대학교
컴퓨터학과(이학박사)
2005년 4월 ~ 현재 : 군산대학교

통계컴퓨터과학과, 소프트웨어융합공학과 교수
관심분야 : 데이터베이스, 시맨틱 서비스, 빅데이터,
사물인터넷, 지능형 융합 서비스