

스마트폰 탑재용 사용자 컨텍스트 데이터 경량화 기법[†]

(A Method for Reducing Users Context Data on Smart Phone)

김지훈[‡] 박창규[§] 이정원[¶]
(Jihoon Kim) (Changgyu Bak) (Jungwon Lee)

요약 최근 스마트폰이 점차 대중화되고 탑재되는 센서의 발달로 폰을 통해 획득할 수 있는 데이터의 종류가 다양해지고 있다. 이로 인해 스마트폰을 통해 사용자의 상황을 알아내는 상황인지 기술과 이를 활용하는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 그러나 수집된 데이터를 통해 의미 있는 정보를 가공하기 위해서는 복잡한 처리 과정과 정보 분석 과정이 필요하며, 이러한 가공과정은 일부는 스마트폰에서, 또 일부는 서버에 대량의 데이터를 전송하여 처리하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 모바일 플랫폼에서 생성 가능한 컨텍스트를 정의하고 수집하기 위한 컨텍스트 생성기를 설계한다. 이는 컨텍스트를 폰 안에서 생성함으로써 서버로 전송하는 데이터 용량을 감소시킬 수 있고 통신비용을 줄일 수 있다.

키워드 스마트폰, 모바일 컨텍스트, 상황인지 시스템, 컨텍스트 생성

Abstract Recently, smart phones are widely used and as the phone sensors are evolved, we can get more various kinds of data from them. Using the data, many researchers take an effort to aware user's situation and the context-awareness for smart phones are actively applied to the real-world applications. However, to make an advanced information from sensing data need complex processing and analyzing information. Some of these computing processes are fully handled on smart phone or some data are processed by transferring to server. In this paper, we proposed a method for reducing user's context data generated on smart phone and designed a context generator. As a result, we can reduce a transmission data size and save a communication cost.

Key words Software reuse, Software Reuse-related Knowledge, Web 2.0-based Software Engineering

1. 서론

스마트폰 상황인지 기술은 스마트폰으로부터 얻을 수 있는 정보들을 활용하여 사용자의 상황을

인지하고 적절한 서비스를 제공하는 기술이다. 최근 스마트폰 사용의 급격한 증가와 더불어 상황인지 기술에 대한 연구도 활발해지고 있다. 이러한 스마트폰의 상황인지는 이를 최종적으로 이용하는 목적에 따라 다양한 방법으로 이루어질 수 있다[1]. 예를 들어 Sound-Sense는 마이크로폰을 통해 얻은 데이터를 인간이 인식할 수 있는 형태의 데이터로 분류하며, VTrack은 차량 운행시 운전자의 GPS 데이터를 이용하여 목적지까지의 추천 루트와 예상 시간을 제공해주기도 한다[2,3].

그러나 스마트폰의 저장 공간과 메모리, 프로세서의 성능이 대폭적으로 향상되고 있긴 하지만

[†] 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0005305).

^{*} 비회원 : 아주대학교 전자공학부
jihoon85@ajou.ac.kr

[§] 학생회원 : 아주대학교 전자공학부
pck0912@ajou.ac.kr

[¶] 종신회원 : 아주대학교 전자공학부 교수
jungwony@ajou.ac.kr

논문접수 : 2011년 05월 18일

심사완료 : 2011년 06월 17일

이렇게 사용자의 상황을 인지하기 위해서는 복잡한 분석 과정이 필요하고 이러한 과정을 처리하기에 PC에 비해 성능이 제한적이며 배터리 한계 또한 문제점이 되고 있다.

본 논문에서는 스마트폰상의 어플리케이션을 활용한 지능형 서비스 제공을 위하여 데이터 수집 과정에서 센서 데이터로부터 1차적인 컨텍스트를 생성하는 모듈을 폰 안에 탑재, 처리함으로써 데이터 용량과 전송량, 통신비용을 줄일 수 있는 컨텍스트 생성기를 제안한다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성된다. 2장에서는 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 제안하는 컨텍스트 생성기를 설계하며 폰 안에서 컨텍스트 생성시 데이터 용량을 줄일 수 있는 방법을 제안한다. 4장에서는 이를 기반으로 실제로 구현하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 제시한다.

2. 관련 연구

상황인지 휴대폰 기술개발 동향을 살펴보면 모바일 디바이스에서의 추론 및 학습을 두 가지 형태로 구분하고 있다. 하나는 휴대폰에서 직접 정보를 수집하여 이를 서버에 원격으로 보내고 서버에서 추론과 학습을 통해 얻어낸 결과를 휴대폰으로 전송하는 Streaming Intelligence라 부르는 기술이다[4]. 또 다른 하나는 추론 및 학습과 관련된 모듈을 휴대폰 내부에 탑재하여 수집되는 데이터를 자체적으로 처리하는 방식이다.

원격 서버를 이용할 경우 폰 자체의 계산량과 메모리의 제한은 없지만 통신에 접속해 있어야 한다는 점과 실시간 처리가 불가능하다는 단점이 있다. 이와 관련된 연구로 상황인지 모바일폰 연구인 SenSay는 가속도, 조도, 온도, 마이크로폰 센서로 입력 받은 데이터를 통하여 사용자의

상태를 uninterruptible, active, idle, normal로 구분하여 인지한다. 이렇게 입력 받은 데이터와 인지한 상태를 통해 모바일폰의 수신모드를 자동으로 변경한다. 이 연구에서는 센서로부터 받는 저수준의 데이터를 바로 사용자의 상태를 인지하는데 사용하여 처리 과정은 간단하지만 고수준의 정보를 알아내기에는 부적합한 구조이다. 실제로 사용자가 대화 중일 때 uninterruptible 상태로 인지가 되어야 하는데 마이크로폰으로부터 들어오는 값으로는 대화나 소음을 구분하기 어렵다. 또한 폰에서 고려될 수 있는 상황의 조건이 한정적인 것도 한계라고 할 수 있다[5].

모바일폰에서 자체적으로 처리하는 경우는 추가적인 통신비용은 발생하지 않지만 추론과 학습에 소요되는 계산량과 메모리 사용에 제약을 받을 수 있다. 서버에서 데이터를 처리하는 상황 인지 기술의 한 예인 Ubifit Garden은 MSP (Mobile Sensing Platform) 장비를 통해 획득한 센서 데이터를 이용하여 사용자의 운동량 등을 파악한다. 이렇게 얻은 정보를 폰의 어플리케이션을 통해 사용자가 볼 수 있게 하고 어플리케이션 내의 정원이 존재하여 운동량에 따라 꾸며지게 함으로써 피드백을 줄 수 있는 시스템을 개발하였다. 이 연구는 사용자의 운동량을 MSP 를 이용하여 자세히 알아낼 수 있고 데이터의 처리까지 하므로 폰에서의 부담이 줄어들긴 하지만 추가적인 센싱장비가 필요할 뿐 아니라 MSP와 휴대폰이 블루투스 통신을 이용하여 계속적으로 연결이 되어 있어야 한다는 단점이 있다[6].

이처럼 상황인지 휴대폰 연구에서 센싱되는 데이터를 가공하는 과정에는 폰의 처리능력과 통신을 함으로써 발생하는 단점들을 고려하여 시스템을 설계하는 것이 필요하다.

3. 상황인지를 위한 컨텍스트 생성기

본 논문에서 제안하는 컨텍스트 생성기는 정보를 수집하고 1차적인 컨텍스트를 생성하는 과정이 스마트폰 안에서 이루어진다. 이러한 시스템을 구성하는데 고려해야 할 조건은 모바일이라는 특성상 프로세스와 저장 공간의 제약이 따르므로 데이터 처리 과정을 간소화 하는 것과 저장되는 데이터 용량을 줄이는 것이다.

컨텍스트 생성기를 설계하기 위해서는 생성할 컨텍스트의 목록을 정의하고 스마트폰에서 수집되는 정보를 가공하여 컨텍스트를 생성하는 과정을 거쳐야 한다

3.1 컨텍스트 모델 정의

사용자의 상황을 인지하기 위해서는 폰으로부터 얻는 저수준의 데이터를 상황정보로 가공하는 과정을 거쳐야 한다. 본 논문에서 제안하는 컨텍스트 모델은 이 과정을 그림 1과 같이 세가지 레벨로 분류하여 추론하는 과정을 거친다.

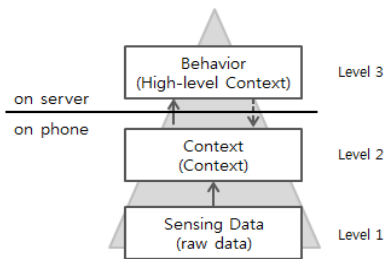


그림 1 모바일 컨텍스트 계층

- Level 1 : 센싱 데이터 레벨은 스마트폰에 존재하는 다양한 센서들을 통해 직접 받아들이는 저수준의 데이터를 의미하는 단계이다.
예) GPS 위도 : 37° 16' 55" N,
경도 : 127° 2' 35" W
- Level 2 : 두 번째 레벨은 센싱되는 데이터로부터 의미 변환 과정을 거쳐 컨텍스트가 생성되는 단계이며 이 과정까지 폰 안에서 처리가 된다.

예) 집, 직장

- Level 3 : 세 번째 레벨은 behavior 컨텍스트로서 모바일에서 서버로 넘겨줄 컨텍스트 로그 데이터를 이용하여 추론 과정을 거쳐 알아낼 수 있는 컨텍스트이다.

예) 수면, 출근

그림 1에서 구분한 선은 폰에서 처리되는 단계와 서버에서 처리되는 단계를 구분한 것이다. 기존의 연구에서는 behavior 컨텍스트의 추론이 센싱된 데이터를 이용하여 서버에서 이루어지는 것이 일반적이다. 본 논문에서 제안하는 구조에서는 센싱된 데이터로부터 의미 있는 컨텍스트를 생성하는 과정을 폰 안에서 처리하고 이를 서버로 보내 추론하는 과정을 거치게 된다. 실선으로 표시된 화살표는 데이터가 가공되는 흐름을 나타내며 점선으로 표시된 화살표는 서버에서 추론된 결과물들을 모바일에 적용시키기 위해 전송되는 데이터의 흐름을 나타낸다.

이렇게 중간 단계를 폰 안에 두게 되면 4장에서 제안하는 수집 기법을 통하여 폰에서 서버로 넘어가는 데이터의 용량을 줄일 수 있게 된다. 또한 실시간으로 생성되는 컨텍스트를 활용하여 이들의 조합이나 규칙 등을 통해 모바일 서비스를 제공하는 시스템에도 응용할 수 있다.

본 논문에서는 세가지 단계로 구분한 추론 과정 중 스마트폰 안에서 처리되는 2단계 레벨의 컨텍스트 생성 및 저장까지를 연구범위로 한다.

3.2 센싱 데이터

스마트폰을 통해 수집하는 데이터의 종류를 정하는 과정은 컨텍스트의 종류를 분류하고 컨텍스트 생성에 필요한 센서를 정하는 과정으로 이루어진다. 그림2와 같이 사용자의 상황을 나타내는 정보를 Behavior, Time, Space, Person, Environment, Service의 여섯가지 컨텍스트로 분류하였고 이 때 필요한 센서의 종류를 오른쪽에 표시하였다.

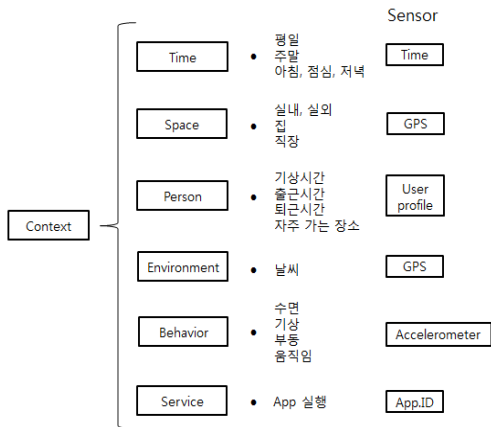


그림 2 모바일 컨텍스트 분류 및 컨텍스트 생성에 필요한 센서

- Time : 서비스 선택 시 고려해야 할 시간적 요소. 폰의 시스템의 시간정보로 생성
- Space : 사용자가 있는 공간에 대한 정보GPS 데이터를 이용해 생성
- Person : 서비스 선택 시 고려해야 할 사용자에 대한 개인적인 정보. User의 입력이나 추론과정을 거쳐 생성
- Environment : 환경정보. GPS 데이터를 이용하여 생성
- Behavior : 사용자의 행위 정보. 가속센서 및 추론 과정을 거쳐 생성
- Service : 어플리케이션 실행 정보. 폰의 시스템을 통해 생성

3.3 컨텍스트 생성

스마트폰의 센서를 통해 수집된 데이터는 가공 과정을 거치지 않으면 의미 없는 숫자 값에 불과하다. 스마트폰에 존재하는 각각의 센서에 따라 데이터의 범위와 기준이 다르므로 이를 고려하여 의미변환 과정을 거쳐야 한다. 표 1은 스마트폰 센서 종류와 데이터 값의 예시가 나타나있다.

표 1 센서 종류와 데이터 예시

센서	데이터 값	데이터 예시
가속도	X축 가속도	-0.2413m/s ²
	Y축 가속도	1.6042m/s ²
	Z축 가속도	10.3197m/s ²
조도	광량	100lux
마이크로폰	소리 크기	30dB
GPS	Latitude	37 ° 16' 55 ~ N
	Longitude	127 ° 2' 35 ~ W
	Speed	23.28Km/h
	Accuracy	1800(수치)
스마트폰 정보	시간	yyyy-mm-dd HH:mm:ss
	Mode	0,1,2
	App. ID	String

표2는 표1의 데이터를 가공하여 사람이 인식할 수 있을만한 데이터 형태로 변환하는 과정을 나타낸다.

표 2 저수준 데이터로부터 컨텍스트 생성 과정

센서	의미변환	컨텍스트
가속도	A B Low Medium High	P_movement
조도		Illuminance
마이크로폰		Noise
GPS	Latitude Longitude → API → Address Weather	Address Weather
	A Indoor Outdoor	Site
	스마트폰 정보	변환 없이 그대로 사용
Time		
Mode		
Application		

- 가속도 : 가속 센서를 통해 획득할 수 있는 데이터는 x, y, z축의 가속도 크기 값이다. 이 값의 변화량을 구하면 핸드폰 움직임의 크기를 알아낼 수 있는데 이 크기는 일정한 기준이 제시되어있지 않으므로 본 연구에서 임의로 기준 A, B를 설정하였다. 이 기준을 통해 데이터가 Low, Medium, High로 나뉘고 이 값이 P_movement(Phone movement)의 형태로 컨텍스트에 저장된다.

- 조도 : 조도센서는 데이터의 수치가 lux 형태로 획득된다. 이에 대한 구분은 국제 조도 기준(CIE)의 A(~200lux), B(300~2000lux), C(3000~ 20000lux)의 분류를 참고하였으며 세 단계로 나뉘어 Illuminance의 컨텍스트에 저장된다.
- 마이크로폰 : 마이크로폰을 통해서 소리의 크기가 dB 형태로 측정된다. 이에 대한 구분은 환경운동연합에서 제시한 소음 기준표를 참고하여 30dB과 85dB로 기준을 정하였으며 Noise 컨텍스트에 저장된다.
- GPS : GPS로부터는 위치 정보를 GPS 위도와 경도의 수치 데이터로 알아낼 수 있으며 이동속도에 따라 변하는 GPS 속도 데이터와GPS가 얼마만큼의 정확도로 감지되는지의 여부에 따른 정확도 데이터를 수집할 수 있다. GPS의 위치정보를 구글 등에서 제공하는 API를 이용하여 주소와 날씨 정보로 받아올 수 있으며 이를 각각 Address와 Weather의 컨텍스트에 저장한다. GPS 정확도 수치에 따라 실내인지 실외인지를 구분하며 이 값 역시 임의적인 실험을 통하여 정하였다. GPS 속도는 실외에서 사용자의 이동 속도를 나타내는 수치로 이를 컨텍스트에 저장한다.
- 스마트폰 정보 : 폰의 시스템에서 획득할 수 있는 데이터로 데이터가 수집될 때의 시간과 폰의 모드, 현재 실행중인 애플리케이션의 이름을 수집하여 컨텍스트로 사용할 수 있다.

3.4 데이터 경량화 기법

데이터를 수집하고 가공하는 모든 과정이 폰 안에서 이루어지면 처리 과정이 간소해야 하며 수집되는 데이터의 용량을 줄이기 위한 노력들이 필요하다. 스마트폰 안에서 컨텍스트를 생성하면 다음에서 제안하는 이벤트 기반 컨텍스트 수집 기법과 moving average를 이용한 방법을 통해 데이터 용량의 크기를 줄일 수 있다.

3.4.1 이벤트 기반 컨텍스트 수집

기본적으로 스마트폰에서 센서를 통해 데이터를 수집하는 방법은 데이터가 측정 되는대로 수집되는 스트리밍 방식이다. 스마트폰 안에서 컨텍스트를 생성하면 컨텍스트의 변화에 따라 데이터를 수집하는 이벤트 기반 방법이 가능해진다.

표 3의 예시를 보면 그 차이를 확인할 수 있다. 표에서 Low, Medium, High를 구분하는 기준은 A, B의 수치이다. 기존의 방식이 센서에서 데이터가 측정되는 대로 세가지 상태를 구분하여 저장한다면 이벤트 기반 방식은 컨텍스트의 변화가 있을 때만 저장을 하는 방법이다. 이렇게 저장을 하면 컨텍스트의 변화가 있기 전까지 같은 컨텍스트로 판단할 수 있기 때문에 일정 시점에 대한 컨텍스트 정확도가 기존 방식과 동일한 상태로 저장 횟수를 줄일 수 있다. 표3은 총 10개의 입력 데이터 중 3번만 저장이 되어 70% 감소된 것을 알 수 있다. 일반적으로 일상생활에서 폰의 환경이 급작스럽게 바뀌는 경우는 많지 않기 때문에 컨텍스트가 저장되는 데이터 용량을 줄이는데 효과적이다.

표 4. 스트리밍 기반 컨텍스트와 이벤트 기반 컨텍스트의 저장 횟수 비교

A = 3, B = 7

순서	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
데이터	9	8	8	6	4	5	4	2	1	2
스트리밍	H	H	H	M	M	M	M	L	L	L
이벤트	H	•	•	M	•	•	•	L	•	•

3.4.2 Moving Average

4.1과 같은 방식에서 이벤트가 발생함에 따라 데이터를 저장하게 되면 경계부분에서 데이터 값이 트리거 되는대로 저장된다. 이를 moving average 기법을 사용하여 데이터 저장 횟수를 줄일 수 있다.

이동 평균은 추세의 변동을 알 수 있도록 구간을 옮겨 가면서 구하는 방법을 말한다. 주식

시장에서 거래액, 매매대금, 주가 등의 현상을 나타내는 지표의 하나로 사용되며 신호처리 분야에서도 moving average filter와 같은 형태로 사용되는 개념이다[7].

다음 식 (1)은 moving average 의 개념을 수식으로 나타낸 것이다. MA는 moving average를 뜻하며 p는 period, Dm은 현재의 데이터를 나타낸다. 즉, 현재 데이터에서 이전 p의 간격만큼의 데이터를 모두 더해 평균을 내어 그 시점의 데이터로 사용하는 방법이다.

$$(1) \quad MA = \frac{D_m + D_{m-1} + \dots + D_{m-p+1}}{p}$$

이 개념을 컨텍스트 수집에 적용하면 p를 평균을 구할 데이터의 개수로, D를 센서에서 측정되는 각각의 데이터로 정할 수 있다.

이러한 moving average의 방법은 구간의 평균값을 사용하는 것이기 때문에 이전 데이터 값들이 현재 컨텍스트를 결정하는데 영향을 주게 되므로 데이터 하나의 크기변화에 둔감한 성질을 가지고 있다.

Moving average의 방법을 적용할 수 있는 컨텍스트는 일정한 기준을 통해 컨텍스트를 분류하였던 P_movement, Illuminance, Noise, Site 값이 있다.

4. 구현 및 실험결과

설계한 모듈로부터 실제 컨텍스트를 수집하기 위해 다음과 같은 환경을 구성하였다.

스마트폰은 삼성의 갤럭시S2(안드로이드 2.3, CPU 1.2Ghz, RAM 8Gb)를 사용하였으며 가속도, 조도, 마이크로폰, GPS 센서와 폰의 시스템 정보에서 데이터를 수집하였다.

그림 4와 같이 우선 컨텍스트 수집 목적을 일반 회사원의 Daily life를 로깅하는 목적으로 예상 시나리오를 작성하였으며 이를 토대로 시나리오 내용에 기반한 Context Set을 정하였다. 폰을 통해 저수준의 데이터를 수집하여 3.3장의 의미변환 과정을 거쳤으며 moving average의 방법은 실제 폰에서 가장 변화가 자주 일어나는 컨텍스트인 P_movement에 임의의 p값 5를 사용하였다. 이벤트 기반으로 컨텍스트를 수집하여 폰 내부의 SQLite 데이터베이스에 저장 하였다. 마지막으로 생성된 DB 파일은 한 시간마다 서버에 전송하여 저장되도록 구현하였다.

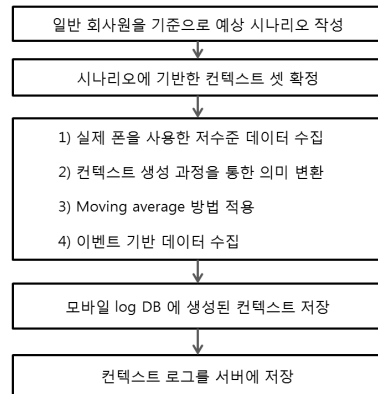


그림 3 구현 과정

그림 5는 컨텍스트 생성기를 알고리즘으로 나타낸 것이다.

```

procedure Context_generating // input : sensor data and system information
return Context_Set // output : context set
begin
while(D: each data among sensors or phone system) do // ①
Last_context_set = Context_set;
begin
case 1 : // ②
if(D < A)
(# of output parameter of Context_set) = Low;
else if(A < D < B)
(# of output parameter of Context_set) = Medium;
else
(# of output parameter of Context_set) = High; // ③
case 2 :
if(D < A)
(# of output parameter of Context_set) = Indoor;
else
(# of output parameter of Context_set) = Outdoor; // ④
case 3 :
(# of output parameter of Context_set) = API(D); // ⑤
case 4 :
(# of output parameter of Context_set) = phone_system; // ⑥
case 5 :
(# of output parameter of Context_set) = D; // ⑦
if(Last_context_set != Context_set)
return Context_set;
end
end
end
    
```

그림 6 컨텍스트 생성 알고리즘

우선 입력 받는 데이터(①) 처리방식에 의해 다섯 가지로 구분한다. case 1은 두 가지 기준으로 나누어 Low, Medium, High로 저장되는 컨텍스트 데이터 처리과정이며 (②), case 2는 GPS 정확도 값에 따라 Indoor, Outdoor로 나누는 과정을 나타낸다(③). case 3은 GPS 데이터를 이용하여 구글 API를 통해 정보를 받아오는 과정을 나타내며(④), case 4는 스마트폰 시스템을 통해 정보를 받아오는 과정을 나타낸다(⑤). 마지막으로 입력 받은 데이터를 그대로 Context Set에 저장하는 과정이 case 5이며(⑥) 이렇게 저장된 Context Set이 이전에 저장된 Context Set과 다를 경우 Output으로 출력된다(⑦).

이렇게 구현한 컨텍스트 생성기로 P_movement의 데이터 값을 이용하여 저장횟수가 얼마나 줄어드는지 확인하였다. 그림 6은 입력 받은 P_movement의 데이터를 그래프로 표시한 것이다. 가로축은 데이터가 측정되는 횟수를 의미하며 세로축은 P_movement 의 크기를 의미한다. P_movement의 측정 주기는 10Hz로 하였으며 moving average 방법을 적용한 데이터 값이다. 굵은 선을 기준으로 Low, Medium, High가 나뉘어지며 실제 저장되는 횟수는 event 기반으로 아래 표시된 화살표 부분에서 이루어진다. 총 70개의 데이터 중 13번이 저장되어 82% 감소된 것을 확인할 수 있다.

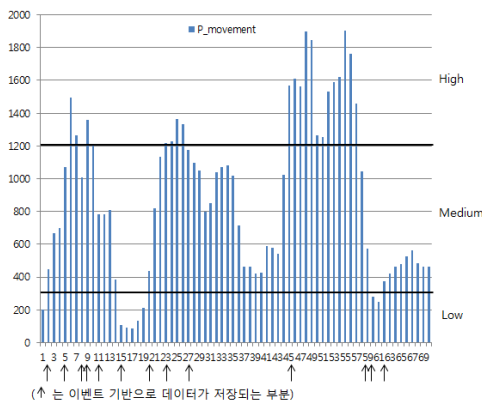


그림 6 P_movement 데이터 수집주기 비교

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스마트폰으로부터 얻을 수 있는 데이터를 가공하여 1차적인 컨텍스트를 생성하고 저장되는 데이터 용량을 경량화 시키기 위한 컨텍스트 생성기에 대해 소개하였다.

본 논문에서 연구한 방법을 적용한 상황인지 시스템은 폰에서 수집되는 데이터의 용량을 효율적으로 줄일 수 있다는 점과 이로 인한 서버와의 통신 비용을 감소시킬 수 있다는 점에서 의의를 가질 수 있다.

본 논문에서 제안한 모듈을 포함한 연구가 현재 진행되고 있으며 안드로이드 기반 스마트폰에서 구현하고 있다. 추후 연구진행을 통해 로깅되는 컨텍스트를 활용하여 서비스를 제공하는 실제 구현된 시스템에서의 효용성에 대해 살펴보는 것은 향후 연구에서 진행할 계획이다.

참고 문헌

- [1] Y.-S. Lee and S.-B. Cho, "Context-awareness support for mobile phones: Integrative method and applications," SK Telecom Telecommunications Review, vol. 19, no. 6, pp. 846-857, 2009. 12.
- [2] H. Lu et al., "Sound-Sense: Scalable Sound Sensing for People-Centric Applications on Mobile Phones," Proc. 7th ACM MobiSys, 2009, pp. 165-78.
- [3] Thiagarajan et al., "VTrack: Accurate, Energy-Aware Traffic Delay Estimation Using Mobile Phones," Proc. 7th ACM SenSys, Berkeley, CA, Nov. 2009.
- [4] 김경중, 조성배, "상황인지 휴대폰 기술개발 동향", IITA주간기술동향, pp. 26-33, 2007.1.24.

- [5] D.P. Siewiorek, A. Smailagic, J. Furakawa, A. Krause, N. Moraveji, K. Reiger, J. Shaffer, and F.L. Wong, "SenSay: A context-aware mobile phone," Proc. 7th Int. Symp. of Wearable Computers, pp. 248-249, Oct. 2003.
- [6] S. Consolvo et al., "Activity Sensing in the Wild: A Field Trial of Ubifit Garden," Proc. 26th Annual ACM SIGCHI Conf. Human Factors Comp. Sys., 2008, pp. 1797-1806.
- [7] Rangarao, Kaluri Venkata, "Digital Signal Processing," John Wiley & Sons Inc., 2007



박 창 규

2007년 아주대학교 전자공학부 졸업(학사).
 2007년~현재 아주대학교 전자공학부 석·박사통합 과정.

<관심분야> 프로그래밍언어, SOA, 컴퓨터 아키텍처, 임베디드 소프트웨어 등

저 자 소 개



김 지 훈

2011년 아주대학교 전자공학부 졸업(학사).
 2011년~현재 아주대학교 전자공학부 석사과정.

<관심분야> 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드 소프트웨어, 모바일 컴퓨팅



이 정 원

1993년 이화여자대학교 전자계산학과 졸업(학사).
 1995년 이화여자대학교 전자계산학과 졸업(석사).
 1995년~1997년 LG종합기술원 주임연구원.
 2003년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업(박사).
 2003년~2006년 이화여자대학교 컴퓨터학과 BK 교수, 전임강사(대우).
 2006년~현재 아주대학교 전자공학부 조교수.

<관심분야> 유비쿼터스 컴퓨팅, SOA, 임베디드 소프트웨어 등