

SRS 프레임워크 성능에 대한 실험 평가

박혜민*, 정동원*

*군산대학교 통계컴퓨터학과
e-mail:{monwls1, djeong}@kunsan.ac.kr

An Experimental Performance Evaluation of the SRS Framework

Hyemin Park*, Dongwon Jeong*

*Dept. of Statistics & Computer Science, Kunsan National University

요 약

이 논문에서는 센서 레지스트리 시스템의 성능 개선을 위한 실험 평가를 기술한다. 센서 레지스트리 시스템(Sensor Registry System, SRS)은 이기종 센서 네트워크 환경에서 다양한 유형의 센서 정보(Sensor Information)를 의미 처리하기 위해 제안되었다. 기존 연구에서는 반복적인 SRS와 모바일 기기 간 통신이 전체적인 성능을 저하시키는 문제점을 지닌다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 데이터 범위 및 센서 메타데이터의 재사용을 고려한 모델(IM-1, IM-2, IM-3)을 제안한다. 기존 모델과 달리 메타데이터의 재사용을 한 결과가 더 좋은 성능을 보인다. 이 연구의 결과는 SRS를 이용하는 사용자에게 좀 더 빠른 서비스를 제공할 수 있는 장점을 지닌다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 어떠한 유형의 기기에서도 언제, 어디서나 센서 정보를 지능적으로 이용할 수 있는 환경을 의미한다[1,2]. 특히 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network, USN)는 다양한 센서 정보를 이용하여 사용자에게 양질의 서비스를 제공하기 위한 환경으로서, 이질적인 수많은 센서 자원들로 구성된다. 지금까지 이질적인 센서 네트워크 환경에서 센서 데이터의 의미를 해석하고 처리할 수 있는 다양한 연구가 진행되어 왔다[3-9]. 그러나 이들 연구는 대부분 센서로부터 수신된 정보를 센서 노드를 통해 서버에 저장하고 이를 단말기에서 이용하는 구조이다. 따라서 모바일 기기로 직접 수신된 센서 데이터를 해석하여 처리할 수 있는 구조를 지원하지 않는다. 또한 다양한 의미 정보(메타데이터)에 대한 동적 관리 기능을 제공하지 않는다. 다시 말해, 센서의 종류, 측정 단위, 센서 위치 등과 같은 기본적인 정보를 포함한 제조 회사, 관리 기관, 설치 기관 등과 같은 수많은 정보를 이행할 수 있는 메타데이터의 동적으로 생성하고 활용할 수 있는 기능을 제공하지 않는다[10,11].

[10]에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 센서 레지스트리 시스템(Sensor Registry System, SRS)을 제안한다. SRS는 센서 데이터 및 센서의 관련 정보를 모바일 기기에서 직접 해석하여 처리할 수 있는 기능을 제공한다. 이 시스템은 ISO/IEC 11179-메타데이터 레지스트리 개념

* “이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NO.2011-0004911)”이며 또한 “본 연구는 군산대학교 정보통신기술연구소의 부분적인 지원으로 수행되었음”

† 책임저자 : 군산대학교 정동원

을 적용하여 다양한 메타데이터를 동적으로 관리할 수 있다[12]. 그러나 이 논문에서 제안한 SRS 프레임워크는 반복적인 SRS와 모바일 기기 간 통신으로 인해 전체적인 성능을 저하시키는 문제점을 지닌다.

[11]에서는 기존 SRS 프레임워크의 성능이 저하되는 문제점을 해결하고 향상 시킬 수 있는 구조를 제안한다. 특히 SRS 프레임워크에서 정보의 활용 주체인 모바일 디바이스를 중심으로 처리 속도를 향상시킬 수 있는 모델을 정의한다.

그러나 [11]에서는 실제 실험 및 평가 결과를 제공하지 않는다. 따라서 이 논문에서는 [11]에서 제안한 요인 중 일부를 고려한 상세한 개선 구조에 대하여 논의하고 이에 대한 실험 평가를 수행한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 제안 모델을 정의 한다. 제3장에서는 기존 모델과 제안된 모델들을 비교하여 실험 및 실험 결과에 대하여 평가한다. 마지막으로, 제4장에서는 결론 및 향후 연구 내용에 대하여 기술한다.

2. 제안 모델

제안 모델을 기술하기에 앞서, 이 논문에서 사용하는 주요 용어 및 표기법을 정의한다.

- 센서 데이터(Sensor Data) : 센서로부터 수신한 데이터. 즉, 실제로 센서를 감지한 값(Sensing Value)과 센서 ID로 구성됨
- 센서 메타데이터(Sensor Metadata) : 센서 데이터(Sensor Data) 외의 센서의 추가적인 데이터. 즉, 센서 유형, 센서 값의 단위, 센서가 설치된 위치 등의 다양한 정보로 구성됨

- 센서 정보(Sensor Information) : 센서데이터(Sensor Data)와 센서 메타데이터(Sensor Metadata) 모두를 의미
- 센서 기본 메타데이터(Sensor Basic Metadata) : SRS로부터 수신한 센서 ID, 센서 유형, 센서 단위, 센서 위치에 대한 경위도 좌표 값을 의미
- 센서 응용 메타데이터(Sensor Application Metadata) : 기본 메타데이터 이외의 센서 메타데이터를 의미
- EM : EM은 기존 SRS 프레임워크에서의 연산 처리 모델을 의미
- IM : IM은 이 논문에서 정의한 성능 향상 모델로서, 세 개의 유형(IM-1, IM-2, IM-3)으로 구성됨
- n(S) : 이용하는 센서 데이터의 개수를 의미(성능 평가를 위한 설정 값={3, 6, 9, 12, 15})
- n(SR) : 특정 센서로부터 센서 메타데이터를 수신하는 개수를 의미(설정 값={5, 10, 15, 20, 25})

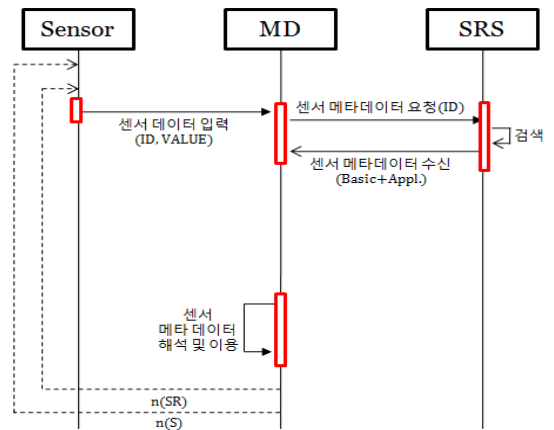
기존 SRS 프레임워크에서, 전체적인 성능, 특히 모바일 기기의 성능 저하 요인을 분석하면 크게 두 가지로 요약된다. 첫 번째는 센서에 대한 의미 정보를 센서 데이터를 수신할 때마다 SRS에 요청한다는 점이다. 두 번째 문제점은 모바일 기기에서의 사용 여부와 무관하게 전체적인 의미정보를 요청한다.

이러한 기존 아키텍처의 문제점을 고려하여 성능을 향상시킬 수 있는 모델을 정의한다. 즉, 이 논문에서 제안하는 모델은 모바일 기기에서 요청하는 데이터의 범위, 즉 메타데이터의 범위와 함께 각 센서에 대한 메타데이터에 대한 재사용성을 고려하여 정의한다. 이러한 모델 정의 개념에 따라 세 가지 성능 향상 모델을 정의할 수 있다.

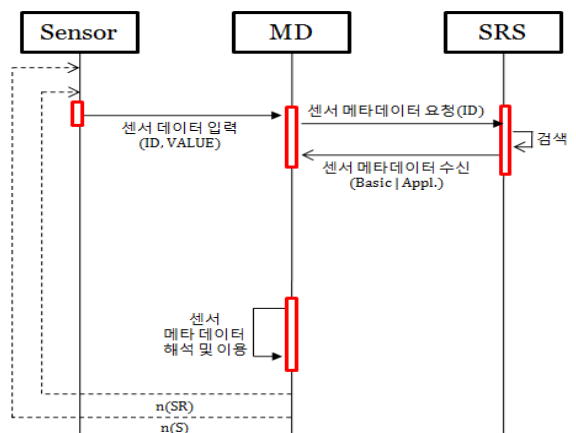
- IM-1 : 각 센서에 대한 센서 메타데이터의 재사용하지 않고, 필요시에만 센서 응용 메타데이터를 SRS에 요청하는 모델
- IM-2 : 각 센서에 대한 센서 메타데이터의 재사용하고, 기본적으로 모든 센서 기본 메타데이터를 SRS에 요청하는 모델
- IM-3 : 각 센서에 대한 센서 메타데이터의 재사용하고, 필요시에만 센서 응용 메타데이터를 SRS에 요청하는 모델

그림 1은 기존 모델(EM)의 처리 과정을 순차 다이어그램으로 표현한 것이다. 그림에서, EM은 센서 데이터를 수신할 때마다 SRS에 모든 센서 메타데이터를 요청한다. 그리고 수신된 센서 메타데이터를 재사용하지 않는다.

그림 2는 성능 향상모델(IM-1)의 처리 과정을 순차 다이어그램으로 표현한 것이다. IM-1은 센서 데이터를 수신할 때마다 필요시에만 SRS에 센서 응용 메타데이터를 요청한다. 그리고 수신된 센서 메타데이터를 재사용하지 않는다.

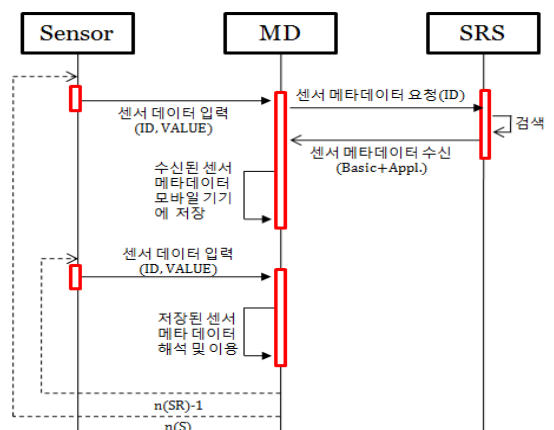


(그림 1) EM의 연산 처리 과정



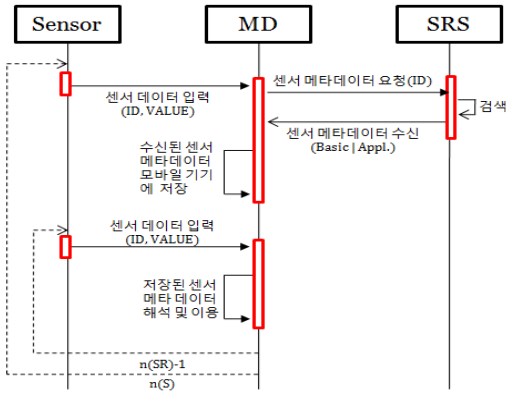
(그림 2) IM-1의 연산 처리 과정

그림 3은 성능 향상모델(IM-2)의 처리 과정을 순차 다이어그램으로 표현한 것이다. IM-2는 센서 데이터를 수신할 때마다 SRS에 모든 센서 메타데이터를 요청하며, 수신된 센서 메타데이터는 재사용한다.



(그림 3) IM-2의 연산 처리 과정

그림 4는 성능 향상모델(IM-3)의 처리 과정을 순차 다이어그램으로 표현한 것이다. IM-3은 센서 응용 메타데이터를 수신할 때마다 SRS에 요청하지 않고 필요시에만 요청한다. 그리고 수신된 센서 메타데이터는 재사용한다.



(그림 4) IM-3의 연산 처리 과정

3. 실험 및 평가

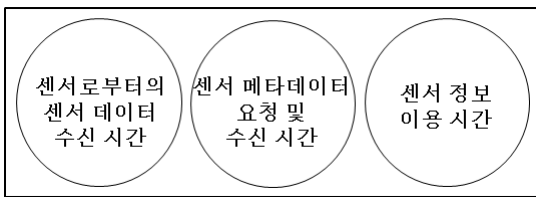
이 절에서는 기존 모델(EM)과 제안 모델(IM-1, IM-2, IM-3)에 대한 실험 및 실험 결과에 대하여 기술한다. 성능 평가는 센서 개수($n(S)$)와 센서로부터 센서 데이터를 수신하는 횟수($n(SR)$)를 인자로 하여 실험을 수행한다.

3.1 실험 환경

먼저, 실험 환경을 위한 물리적 환경은 다음과 같다.

- OS : Window 7 Professional K
- 안드로이드 플랫폼 : Android 2.2
- DB : Oracle Database Release 11g 11.2.0.1.0
- DB 구조 : [10]의 구조와 동일

SRS 프레임워크의 전체적인 처리 시간은 그림 5와 같이 3가지로 나뉜다. 그러나 이 논문에서는 SRS의 성능 실험을 센서 메타데이터 요청 및 수신 시간과, 센서 정보 이용 시간에 대해서 실험한다. 단, 모든 센서 기기는 센서 데이터양이 동일하기 때문에 센서 수신 시간이 동일하다고 가정함으로써 센서 데이터 수신 시간은 제외시켜 실험한다.



(그림 5) SRS 프레임워크의 전체적인 처리 시간

성능 평가를 수행하기 위해서 센서 기본 메타데이터와 센서 응용 메타데이터의 개수를 각각 5개, 10개로 정의한다. 실제 실험은 앞서 기술하였듯이, $n(S)=\{3, 6, 9, 12, 15\}$, $n(SR)=\{5, 10, 15, 20, 25\}$ 로 설정하여 실험을 수행하며, 3.2절의 실험 결과에서는 $n(S)=12$, $n(SR)=10$ 인 경우에 대한 실험 결과만을 보인다.

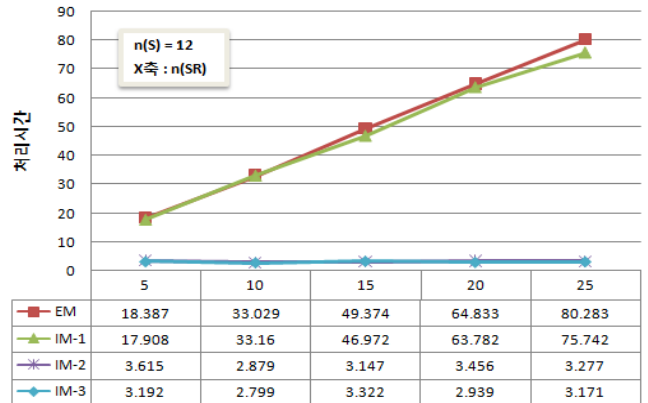
3.2 실험 결과

그림 6은 센서 메타데이터 수신 횟수인 $n(SR)$ 에 따른

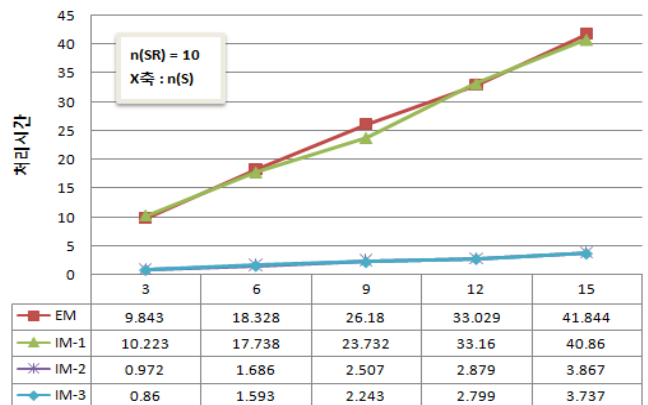
성능 실험 결과를 보여준다. 이 성능 평가에서, $n(S)$ 를 12로 설정하고 $n(SR)$ 는 앞서 언급한 인자 값에 따라 실험을 수행한다. 그리고 기존 SRS 모델과 기존 SRS 성능 향상을 위한 제안한 모델을 비교하여 성능 평가한다.

그림 6에서 알 수 있듯이, 성능 향상을 위해 제안된 IM-1은 EM과 비슷한 성능이 나타난다. 즉 IM-1은 EM과의 성능 차이가 거의 없다. 다른 두 모델, IM-2와 IM-3은 서로 비슷한 성능을 보이며, EM에 비해 약 26배에 달하는 높은 성능을 보인다.

그림 7은 센서 데이터 수신 횟수인 $n(S)$ 에 따른 성능 실험 결과를 보여준다. 이 성능 평가에서는, $n(SR)$ 를 10로 설정하고, $n(S)$ 는 앞서 정의한 인자 값에 따라 실험한다. 그리고 기존 SRS 모델과 기존 SRS 성능 향상을 위한 제안 모델을 비교하여 평가한다. 그림에서 알 수 있듯이, 성능 향상을 위해 제안된 IM-1은 EM과 비슷한 성능을 보인다. 이와 성능 차이가 큰 모델인, IM-2와 IM-3은 서로 비슷한 성능을 보이며, EM과 비교하여 크게는 약 10배의 높은 성능을 보인다.



(그림 6) $n(S)=12$ 인 센서 메타 데이터 수신 횟수($n(SR)$)에 따른 성능 실험 결과



(그림 7) $n(SR)=10$ 인 센서 데이터 수신 횟수($n(S)$)에 따른 성능 실험 결과

그림 6과 그림 7에서 알 수 있듯이, 두 모델(IM-2, IM-3)은 다른 두 모델(EM, IM-1)에 비해 높은 성능을 보였다. $n(S)$ 와 $n(SR)$ 의 인자 값의 변화에 대해서도 거의

동일한 성능 차이를 보인다.

앞서 기술하였듯이, 센서 메타데이터를 재사용한 IM-2 및 IM-3이 재사용하지 않는 모델인 EM 및 IM-1에 비해 높은 성능을 보인다. 그러나 이 논문에서 모델 정의를 위한 고려 사항 중 하나인 데이터 범위에 따른 실험 결과는 매우 불규칙한 성능 결과를 보인다. 예를 들어, 그림 6의 시험 결과에서, $n(SR)=5$ 인 경우, $EM:IM-1=18.387:17.908$ 로 예상대로 IM-1이 높은 성능을 보인다. 그러나 $n(SR)=10$ 인 경우, $EM:IM-1=33.029:33.160$ 으로 IM-1의 성능이 저하됨을 알 수 있다. 이러한 현상은 IM-2와 IM-3의 성능 실험 결과에서도 나타난다. 이러한 실험 결과는 예측과 달리 매우 불규칙한 결과를 보인 것으로서, 서버 측에서의 실험 결과에서는 EM이나 IM-2가 각각 IM-1이나 IM-3에 비해 더 높은 처리 비용이 지속적으로 소요된다. 아울러 클라이언트 측, 즉 모바일 디바이스인 안드로이드 에뮬레이터의 연산 처리 모듈의 처리 성능을 분석한 결과 매우 불안정한 성능을 보인다. 이는 안드로이드 에뮬레이터의 특성에서 기인한 것으로 판단되며, 현재 이러한 실험 결과가 도출되는 정확한 이유는 확인하지 못한 상태이다. 따라서 이는 향후 연구 결과로 남겨 둔다.

결론적으로, 실험 결과를 통해 IM-2와 IM-3는 기존 모델 및 기존 모델을 일부 개선한 IM-1에 비해 성능이 향상되었음을 알 수 있다. 또한 서버 측에서의 데이터 전송 시간에 대한 실험에서, EM에 비해 IM-1이 나은 성능을 보였으며, IM-2에 비해 IM-3이 보다 나은 성능을 보였음을 확인할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 데이터 범위 및 센서 메타데이터의 재사용을 고려하여 기존 SRS 프레임워크의 성능 개선을 위해서 실험 및 평가를 하였다.

실험 및 평가한 결과, 모바일 기기와 SRS와의 통신 횟수 즉, 모바일 기기에서의 SRS로부터 수신된 센서 메타데이터 재사용 여부에 따라 큰 성능 차이를 보였다. 센서 메타데이터를 재사용하는 경우는 재사용하지 않는 경우보다 성능이 매우 우수한 것으로 나타났다. 다시 말해, SRS 프레임워크의 성능이 개선된 것을 알 수 있었다.

향후에는 데이터 범위에 대한 결과가 예측과 달리 불규칙한 결과를 보이기 때문에 추가적인 분석 연구가 필요하다. 또한 [11]에서 언급한 추가 요인을 고려한 SRS 아키텍처의 확장이 요구된다.

참고문헌

[1] M. Weiser, "Ubiquitous Computing," IEEE Computer Society, Computer, vol.26, no.10, pp.71-72, Oct. 1993.
 [2] Wiki, http://en.wikipedia.org/wiki/Ubiquitous_computing, 2012.
 [3] A. Sheth, C. Henson, S. S. Sahoo, "Semantic Sensor

Web," IEEE Internet Computing, vol.12, no.4, pp.78-83, Jul./Aug. 2008.

- [4] E. Bouillet, M. Febowitz, Z. Liu, A. Ranganathan, A. Riabov, F. Ye, "A Semantics-based Middleware for Utilizing. Heterogeneous Sensor Networks," Lecture Notes in Computer Science, vol.4549, pp.174-188, Jun. 2007.
 [5] G. Xue, Q. Pan, M. L. Li, "A New Semantic-based Query Processing Architecture," Proc. of the 2007 International Conference on Parallel Processing Workshops, pp.63, Sep. 2007.
 [6] H. Jeung, S. Sarni, I. Paparrizos, S. Sathe, K. Aberer, N. Dawes, T. G. Papaioannou, M. Lehning, "Effective Metadata Management in Federated Sensor Networks," Proc. of the 2010 IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, pp.107-114, Jun. 2010.
 [7] M. Iqbal, H. B. Lim, W. Wang, Y. Yao, "A Service-Oriented Model for Semantics-based Data Management in Wireless Sensor Networks," Proc. of the 2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp.395-400, May 2009.
 [8] Open Geospatial Consortium Inc., "OpenGIS Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification," 2007.
 [9] K. K. Pandey, S. V. Patel, "A Design of Sensor Web Registry for Wireless Sensor Networks with SOA Approach," Proc. of the 2009 First International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, pp.247-252, Jul. 2009.
 [10] Dongwon Jeong, Jongjin Ji, "A Registration and Management System for Consistently Interpreting Semantics of Sensor Information in Heterogeneous Sensor Network Environments", Journal of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers : Databases, Vol.38, No.5, pp.289-302, October 2011.
 [11] Dongwon Jeong, Migyeong Doo, and Hyemin Park, "A Study of the Alternative Sensor Registry System Architectures", Proceedings of 2012 The Korea Society of Computer & Information Winter Conference, Vol.20, No.1, pp.109-112, January 12-13, 2012.
 [12] ISO/IEC JTC 1/SC 32, "ISO/IEC 11179, Information Technology - Metadata Registries (MDR) - Part 3: Registry Metamodel and Basic Attributes," 2003.