

USN을 위한 메타데이터 관리 시스템 설계 및 구현

한병엽[○], 박종현*, 강지훈

충남대학교 컴퓨터공학과

큐슈대학교 정보기반연구센터 *

{hanby[○], jonghyunpark*, jhkang}@cnu.ac.kr

Design and Implementation of USN Metadata Management System

Byung-Yup Han[○], Jong-Hyun Park*,

and Ji-Hoon Kang

Dept. of Computer Engineering, ChungNam National University

Computing and Communications Center, Kyushu University*

요 약

USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경을 이용하여 서비스를 제공하는 응용들의 수는 점점 많아지고 있는 추세이다. 이러한 응용들이 USN을 활용하여 서비스를 제공하기 위해서는 USN을 구성하는 자원들에 관한 정보가 필요하다. USN 메타데이터는 이를 위한 한가지 방법으로 USN 자원 정보를 표현하는 것에 초점을 맞추고 있다. USN 메타데이터를 실제의 응용에 적용하기 위해서는 메타데이터를 저장하고 관리하는 것이 필수적인 요구 사항이다.

본 논문에서는 USN 메타데이터를 관리하기 위한 USN 메타데이터 관리 시스템을 설계하고 구현한다. 논문에서 제안한 USN 메타데이터 관리 시스템은 저장구조에 독립적으로 USN 메타데이터를 저장하고 XML 표준 질의어인 XQuery를 이용하여 검색을 수행한다. 또한 다른 시스템과의 성능평가를 통해 효과적인 USN 메타데이터 관리 기법을 알아보고 이는 향후 USN 환경에 메타데이터 관리를 위한 기준으로 삼을 수 있는 자료가 될 것으로 기대된다.

1. 서 론

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 대규모 네트워크 중에 하나로 수없이 많은 다양한 종류의 센서로 구성된다. USN 응용들은 USN을 구성하는 자원들의 정보를 이용하여 서비스를 제공하며 이를 위해 USN 자원 정보를 반드시 알고 있어야 한다. USN 메타데이터는 이를 해결하기 위한 한가지 방법으로 USN 자원 정보를 표현하는 것에 초점을 맞추고 있다. USN 메타데이터를 사용한다 할지라도 응용들 사이의 상호운용성을 보장하기 위해서는 표준화된 USN 메타데이터가 필요하다. 이를 위해 SensorML(Sensor Model Language)[1]과 같은 기술 언어들이 제안되었다. SensorML은 Sensor를 모델링 하는 언어로 각기 다른 USN 자원들을 종류에 구애 받지 않고 메타데이터 정보를 기술 할 수 있게 하여 USN 응용에서 효과적으로 이를 사용할 수 있을 것이다.

USN은 대규모 네트워크이므로 USN 자원 정보를 나타내는 메타데이터 역시 대용량이다. 실제 응용에서

USN 메타데이터를 활용하기 위해서는 대용량 USN 메타데이터를 저장 및 검색할 수 있는 USN 메타데이터 관리 시스템이 필요하다. USN 메타데이터 관리 시스템은 USN 자원에 대한 메타데이터를 저장하며 이를 필요로 하는 응용이나 사용자에게 검색을 통하여 USN 메타데이터를 제공하는 역할을 한다.

본 논문에서는 USN 메타데이터 관리 시스템을 설계하고 구현한다. 우리의 관리 시스템은 XML 인코딩을 따르는 USN 메타데이터를 저장 관리하며 XQuery[2]를 이용한 검색을 제공한다. 또한 XML을 지원하는 XML-Enabled 데이터베이스와의 성능을 분석한 후 어떤 환경이 USN 메타데이터에 가장 적합한지 평가한다. 이렇게 나온 결과는 향후 USN 환경에 메타데이터 관리를 위한 기준으로 삼을 수 있는 자료가 될 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구를 기술하며 3장에서는 본 논문에서 다루는 USN 메타데이터 구조를 살펴본다 4장에서는 본 논문의

USN 메타데이터 관리 시스템에 대해 살펴보고 5장에서는 본 논문의 시스템과 다른 XML 저장 관리 시스템과의 성능평가를 수행하며 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

USN 메타데이터를 통합하여 관리하는 시스템에 관한 연구는 아직까지 그리 많지 않다. 더욱이 본 논문에서 제안하는 메타데이터를 구성하기 위한 SensorML은 표준이 2007년에 완성되었다. 그러므로 향후 SensorML을 기반으로 USN 메타데이터를 관리하는 관리 시스템에 관한 다양한 연구가 진행될 것으로 기대된다.

USN을 효율적으로 관리하고 사용하기 위한 방법으로 USN 미들웨어가 최근 주목 받고 있다. LS-ware[3]는 대규모의 USN을 지원하기 위한 미들웨어로 센서 데이터의 수집, 저장, 모니터링과 같은 기능을 제공한다. LS-ware는 USN을 관리하기 위하여 메타데이터를 사용하고 있으며 이를 위한 메타데이터 관리 모듈이 존재한다. LS-ware는 XML로 표현된 메타데이터를 관계형 데이터베이스의 테이블에 저장 관리하고 있으며 요청에 의한 메타데이터 검색 결과를 XML로 나타내고 있다. 이는 본 논문의 관리 시스템이 XML 형식인 USN 메타데이터를 관계형 데이터베이스의 테이블 구조에 저장하는 것과 검색 결과를 XML 문서로 반환하는 점에서 유사하다. 그러나 LS-ware는 메타데이터로 다루고 있는 정보가 본 논문의 관리 시스템이 다루는 USN 메타데이터보다 적으며 XML 표준 질의어인 XQuery를 이용한 질의에 관하여 기술 하지 않고 있다. LS-ware와 COSMOS[4] 같은 USN 미들웨어에서 메타데이터 관리 서비스는 핵심 서비스로 언급하고 있다. 그러나 아직까지 USN 메타데이터를 상세하게 표현하고 이를 구체화하여 구현화한 논문을 찾아보기가 어렵다.

XML 형식으로 표현되는 USN 메타데이터를 저장 관리하는 것은 XML 문서를 저장 관리하는 것과 같다. 본 논문의 연구진은 앞서 TV-Anytime 분야에서 XML 형식으로 표현된 메타데이터를 저장 관리하는 연구를 수행한적이 있다[5]. 우리는 TV-Anytime 메타데이터 관리 연구에서 우리의 연구 결과가 일반적인 XML 연구 방법보다 특정 도메인에 효과적인 것을 밝혔기 때문에 이 방법을 USN 분야에 적용시켜 보고 성능평가를 통하여 USN 메타데이터를 관리하기 위한 효과적인 방법이라는 것을 검증해 보이겠다.

3. USN 메타데이터

USN 자원은 크게 3종류로 나눌 수 있다. 실제 물리적인 측정을 실행하는 센서, 센서들을 모아 작동할 수 있게 해주는 노드, 노드로 이루어진 네트워크이다. 센서는 물리적인 측정만을 담당하며 이들 센서가 모인

노드는 센서에 전원을 공급하거나 다른 노드들과의 데이터 통신을 담당한다. 통신을 담당하는 노드들이 모여서 하나의 네트워크를 구성하며 서비스를 제공하는 응용은 네트워크를 이용하여 노드와 센서로부터 데이터를 얻을 수 있다. 센서와 노드의 관계는 센서가 노드에 종속되는 관계이며 노드와 네트워크의 관계는 노드가 네트워크에 종속되는 관계이다. 노드에는 1개 이상의 센서가 존재할 수 있으며, 네트워크에는 1개 이상의 노드가 존재 할 수 있다. USN 메타데이터는 USN 자원 사이의 관계도 포함하여 정보로 나타내야 한다.

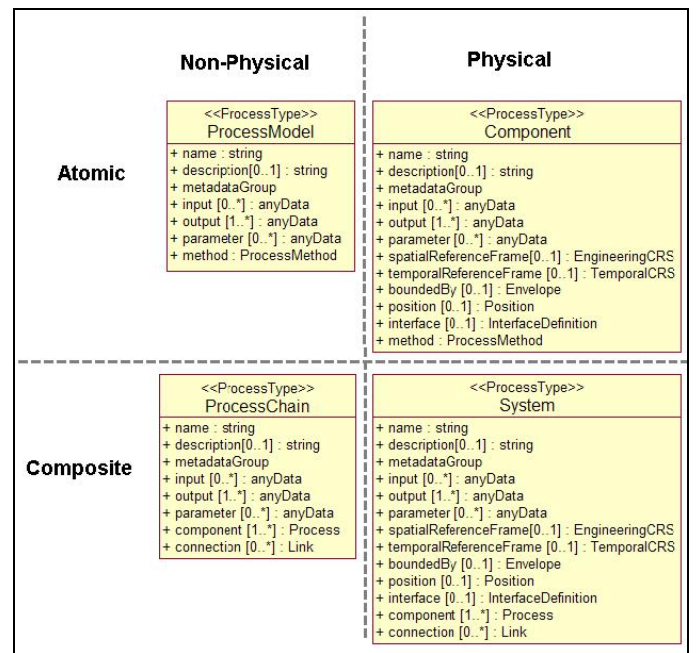


그림 1. SensorML 프로세스 타입의 컨셉 모델

SensorML은 센서를 모델링하는 언어로서 사용자가 표현하고자 하는 센서에 관한 데이터를 XML 인코딩을 이용하여 기술 할 수 있도록 한다. SensorML의 모델링 단위는 프로세스 단위이며 프로세스 모델은 [그림 1]과 같이 4가지로 구분된다. 본 논문에서 정의하여 사용하는 USN 메타데이터 중에서 센서는 SensorML의 Component 단위로 모델링 했으며 노드는 System 단위로 모델링 했다. [그림 1]을 보면 Atomic 단위가 Component이고 이들을 모은 Composite 단위가 System이다. 즉 System은 다수의 Component를 포함할 수 있다. SensorML에서 System이 Component를 포함할 때 components를 이용하여 System에 속한 Component를 나타낸다. 이를 이용하여 센서와 노드의 관계를 USN 메타데이터로 표현한다. 동일한 센서의 메타데이터는 하나이며 이를 다수의 노드가 components를 이용하여 나타낸다.

SensorML은 센서를 모델링 하는 언어이므로 네트워크 정보를 나타내기에는 제약이 존재한다. 이를

해결하기 위해 본 논문에서는 네트워크 메타데이터 표준을 정의한다. 네트워크 메타데이터는 TTA 표준인 USN 메타데이터[6] 방법을 참조한 방법으로 SensorML과의 상호운용성을 보장하기 위하여 XML 형식으로 메타데이터를 정의한다. 노드와 네트워크의 관계를 표현하기 위해 센서와 노드의 관계와 같은 구조를 정의한다. 이러한 방법은 데이터의 재사용성을 높이고 중복성을 낮추는 방법으로 전체 USN 정보를 하나의 메타데이터로 표현하는 [6]와는 다른 방법이다.

4. 시스템 구조

본 논문의 시스템은 크게 USN 메타데이터를 저장하는 저장엔진 부분과 저장된 USN 메타데이터를 검색하는 검색엔진 부분으로 나뉜다.

4.1 USN 메타데이터 저장

USN 메타데이터의 저장은 DOM 파서를 이용하여 USN 메타데이터를 구문 분석하는 것으로 시작한다. 구문 분석 시 엘리먼트 단위로 구문 분석을 하며 각 엘리먼트가 가지는 속성값과 데이터 값을 추출 한다. USN 메타데이터는 그 특성상 공백인 엘리먼트 노드가 많으므로 저장의 효율성을 위하여 엘리먼트 노드 단위로 추출한 데이터를 저장한다. 즉, 엘리먼트 마다 관계형 테이블이 생성되며 동일 이름의 엘리먼트들은 동일 테이블에 저장되는 Binary 방법을 사용한다[7]. XML 문서에서 부모와 자식노드들 간의 관계는 관계형 테이블에서 주키와 외래키 관계를 이용하여 표현하고 Binary 방법의 단점인 XQuery 질의 검색 시 조인 연산의 수를 줄이기 위해 Path 테이블을 따로 두어 각 노드의 Full Path를 별도로 저장 관리한다[5]. 이때 각 노드의 위치정보와 ID를 부여하기 위해 ORDPATH 기법을 이용한다[8]. ORDPATH는 부모 노드를 기준으로 자식 노드에게 ID를 부여하는 방법으로 노드의 추가 삭제를 고려하여 홀수만을 이용하여 ID를 부여한다. 부모 노드에 ID가 부여되면 자식 노드는 부모 노드의 ID를 외래키로 참조한다. [그림 2]는 USN 메타데이터를 저장하기 위한 관리 시스템의 저장 구조를 나타낸다.

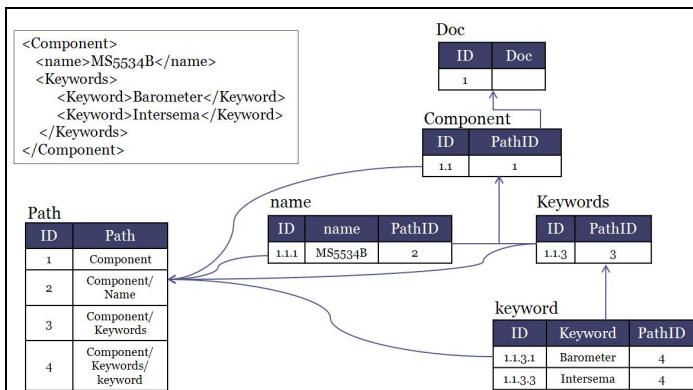


그림 2. USN 메타데이터 관리 시스템의 저장 구조

4.2 USN 메타데이터 검색

XQuery를 지원하지 않는 관계형 데이터베이스에서도 XQuery 질의를 처리하기 위해서 XQuery를 관계형 데이터베이스 표준 질의어인 SQL로 변환하여 질의한다[7]. XQuery가 입력이 되면 XQuery 파서를 이용하여 for절, let절, where절, return절 구문 정보를 추출하여 XQuery를 SQL로 변환한다. 변환된 SQL을 데이터베이스에 질의하면 그 결과는 테이블 구조로 나온다. XQuery의 검색 결과는 XML이므로 return절 구문 정보를 이용하여 테이블 구조로 검색된 결과를 XML 구조로 변환한다.

5. 성능 평가

5.1 성능 평가 환경

본 논문에서 설계하고 제안한 시스템의 검색 기법과 XQuery를 지원하는 상용 데이터베이스와의 검색 성능을 평가한다. 본 논문에서 제안한 시스템은 오라클사의 Oracle Database 10g Enterprise Edition Release 10.2.0.1.0을 데이터베이스로 사용하며 XQuery를 지원하는 상용 데이터베이스는 마이크로소프트사의 Microsoft SQL Server 2008(RTM) 10.0.1600.22를 사용한다.

사용한 질의어로는 XQuery를 질의할 시에 사용할 수 있는 3종류의 질의와 조건을 달리하여 질의하는 질의로 구성된다. 질의어의 종류는 [표 1]과 같다.

표 1. 예제 질의어의 종류

Q1 : 말단 노드, 조건 1개
Q2 : 문서 전체, 조건 1개
Q3 : 문서의 부분, 조건 1개
Q4 : 말단 노드, 조건 2개
Q5 : 말단 노드, 조건 4개
Q6 : 말단 노드, 조건 8개

5.2 성능 평가 결과 및 분석

각 시스템의 시간 측정은 XQuery를 데이터베이스에 보내 질의를 요청하는 시간을 시작 시간으로 하고 질의의 결과를 XML 형태로 얻는 시간을 종료 시간으로 하여 수행시간을 측정하였다.

본 논문에서 제안한 시스템은 데이터베이스에서 결과 값을 Result Set으로 가져와 XML 형식으로 변환하여 가져오는 시간을 측정하였고 MS-SQL 시스템은 MS-SQL에서 제공하는 함수를 사용하여 XML 데이터 타입으로 가져오고 이를 다시 String 타입으로 변환하여 가져오는 시간을 측정한 것이다

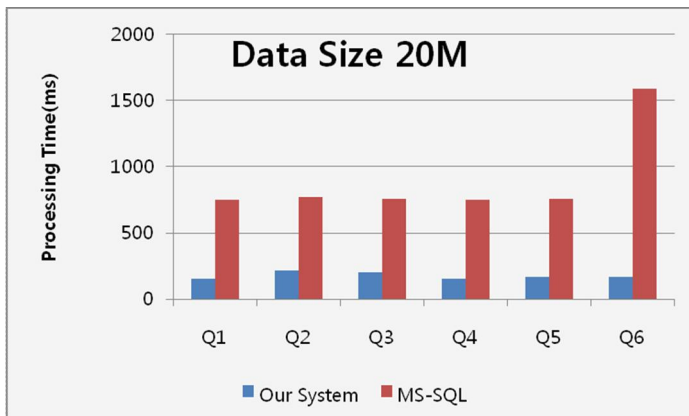
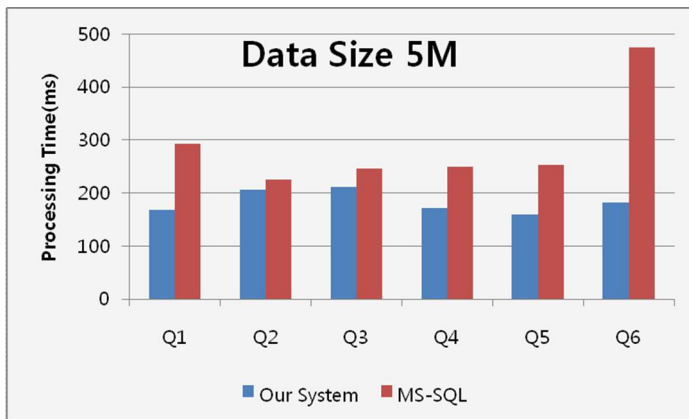


그림 3. USN 메타데이터 처리 시간

[그림 3]에서 보듯이 모든 질의어에 대해서 본 논문의 시스템이 빠른 성능을 보이고 있다.

본 논문에서 제안한 시스템의 Q2, Q3의 결과가 Q1보다 느린 것은 Q1의 반환 결과는 단일 노드인 것에 반해 Q2, Q3의 반환 결과는 문서이기 때문이다. 문서를 재조합 하는 과정을 한번 더 거치기 때문에 Q2와 Q3의 질의 처리 시간이 Q1보다 느리다. MS-SQL에서는 반환 결과에 처리시간이 영향 받지 않는다. MS-SQL은 Q4, Q5, Q6의 결과에서 볼 수 있듯이 조건의 개수가 측정시간에 영향을 미치지만 본 논문에서 제안한 시스템은 조건의 개수가 측정시간에 큰 영향을 미치지 못한다. 이는 검색 조건을 많이 주어도 기존의 관계형 데이터베이스에서 그것을 처리하는데 걸리는 수행시간이 월등히 빠르다는 것을 의미한다. 또한 저장하는 데이터 크기에 따라 측정시간이 오래 걸리는 MS-SQL 시스템에 비해 본 논문의 시스템은 데이터 사이즈에 무관한 질의 처리시간을 나타내고 있다.

위의 결과를 종합해보면 본 논문에서 제안한 시스템은 검색 조건의 수와 무관한 질의처리 시간을 보이며 데이터 크기에 무관한 질의처리 시간을 보인다. 이는 대용량 USN 메타데이터를 처리하는 응용에서 적절하다는 장점을 가진다.

본 논문에서는 실제 USN 환경에서 USN 메타데이터를 효율적으로 관리할 수 있도록 USN 메타데이터 관리 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 논문의 시스템은 저장 구조에 독립적으로 USN 메타데이터를 저장하며 XQuery 지원여부에 상관없이 XQuery를 검색한다. 또한 본 논문의 검색 기법과 XML을 지원하는 상용 데이터베이스와의 성능 평가를 통하여 어떤 환경에서 USN 메타데이터가 효율적으로 저장되고 관리되는지 시험하고 평가하였다. 이는 USN 메타데이터를 관리하기 위해 보다 효율적인 환경을 제공하기 위한 기반이 될 것으로 사료된다. 향후 Native XML DB와 본 논문에서 제안하는 시스템의 성능을 비교하여 보다 우수한 방법을 가려보겠다.

참고 문헌

[1] OGC Sensor Model Language, OpenGIS Standard 2007
 [2] W3C XQuery(XML Query)
<http://www.w3.org/XML/Query/>
 [3] W.-H. Han, S.-W. Kim, S.-M. Park, C.-W. Lee, J.-H. Park & Y.-S. Jeong "Large-Scale USN Middleware based on Context-Aware" Proc 2008 Int'l Conf. on Embedded an Ubiquitous Computing, pp.625-631
 [4] M. Kim, J.-W. Lee, Y.-J. Lee & J.-C. Ryou "COSMOS: A Middleware for Integrated Data Processing over Heterogeneous Sensor Networks" Proc. ETRI Journal, Vol. 30, No. 5, pp. 696-706, Oct 2008
 [5] J.-H. Park, B.-K. Kim, Y.-H. Lee, M.-W. Lee, M.-O. Jung, & J.-H. Kang, "An XQuery-based TV-Anytime Metadata Management," Proc. DASFAA 2005 Conference, pp.151-162
 [6] TTA 표준 'USN 메타데이터'
 [7] D.Florescu & D.Kossmann. "Storing and Querying XML Data Using an RDMBS", IEEE Data Engineering Bulletin. Vol.22 No.3 1999
 [8] Patrick O'Neil, Elizabeth O'Neil, Shankar Pal, Istvan Cseri, Gideon Schaller, Nigel Westbury "ORDPATHs: Insert-Friendly XML Node Labels" Proc ICMD 2004 pp.903-908

5. 결 론