

USN 질의 및 응답의 효과적인 시각적 표현을 위한 웹 페이지 디자인

Design of Web Page for Effective Visual Representation of USN Request and Reply

국민대학교 컴퓨터공학부, 유한대학 경영정보과
이종범, 신세용, 전봉환, 김도윤, 안병태, 한재일

Jong-Beom Lee, Se-Yong Shin, Bong-Hwan Jun., Byeong-Tae Ahn, Jae-Il Han

요 약

최근 네트워크 및 정보통신 기술의 발달로 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경이 구체화되면서 미래의 정보 기술 산업을 주도할 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network : USN)가 주목받고 있다. 이러한 USN기반의 서비스는 각종 센서들로부터 인식된 데이터를 수집하고 이를 가공하여 사용자가 이해하기 쉽게 USN 자원에 대한 정보를 전달해야 한다. 그러나 USN자원에 대한 정보를 사용자가 이해하기 쉽도록 웹 상에서 시각적으로 표현하기 위한 연구는 보이지 않고 있다. 본 논문에서는 USN 데이터를 크게 센싱데이터와 메타데이터로 분류하고 이를 효과적으로 표현할 수 있는 시각적 요소들을 제안하였다. 그리고 사용자 질의에 대한 응답을 분석하여 각 응답 유형에 따라 시각적 요소를 효과적으로 조합하여 사용자가 쉽게 인지할 수 있는 웹 페이지를 설계 및 구현하였다.

Keywords : USN(Ubiquitous Sensor Network), 센싱 데이터(Sensing Data), 메타 데이터(Meta Data), 시각화(Visualization)

I. 서 론

최근 들어 인간 중심의 정보화 사회가 USN 기술의 발전과 더불어 인간, 컴퓨터를 넘어 사물 간에도 정보들이 유기적으로 결합되고 활용될 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 사회로 급격히 변모하고 있다. USN기반의 웹페이지는 이러한 USN 자원을 사용자에게 효과적으로 보여주는 것으로써 인간의 생활 공간, 생활기기, 기계 등 모든 사물에 컴퓨팅·네트워킹 기능을 부여함으로써 환경과 상황의 자동 인지를 통해 관리의 정확성, 신속성, 편리함을 제공해야 한다. 하지만 기존의 연구에서는 USN의 기술 부분만을 다루고 있으며 USN 자원에 대한 정보를 사용자가 이해하기 쉽도록 웹 페이지에서 시각적으로

표현하기 위한 연구는 보이지 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 USN 질의 및 응답의 효과적인 시각적 표현을 위해 USN 자원의 정보를 센싱 데이터와 메타데이터로 분류하여 이를 효과적으로 표현 할 수 있는 시각적 요소를 제안하였다. 그리고 이러한 시각적 요소들을 효과적으로 조합하여 다양하고 복잡한 데이터를 사용자가 쉽게 인지할 수 있는 웹 페이지를 설계 및 구현하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해서 알아보고 3장에서는 USN 질의처리 시스템 구조에 대해 알아본다. 그리고 4장에서는 사용자 질의에 대한 응답 유형을 분석하고 5장에서는 USN 데이터를 표현하는 시각적 요소에 대하여 알아본다. 6장에서는 시각적 요소를 효과적으로 조합하여 USN 데이터 표현을 위한 웹 페이지를 구현하고 7장에서는 결론 및 향후 과제를 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 센싱 데이터(Sensing Data) 관련 연구

센싱 데이터는 응용 서비스가 요청한 질의에 응답하기 위해 센서노드로부터 센싱정보들을 획득한다. 획득된 센싱정보들은 센서노드로부터 주어진 정보들을 저장하지 않고 이를 필요로 하는 USN 응용 시스템에 직접적으로 전달한다. 그러나 상황 변화시 과거 센싱정보에 대한 요청을 처리하거나 센싱정보 마이닝 등을 처리하기 위하여 연속적인 센싱정보들을 시간흐름에 따라 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 따라서 센싱정보를 효율적으로 저장하기 위한 방식으로는 local storage, clustered storage, external storage 방식이 있다. Local storage 방식은 각 센서노드에 직접 센싱정보를 저장하는 방식으로 in-network 미들웨어 수준에서 질의 수행을 가능하게 하여 센서노드의 통신 부하를 감소시킨다. 그러나 센서노드가 보유하고 있는 저장 공간의 한계로 과거 및 최신의 센싱정보를 효율적으로 유지하기 위한 방법이 추가적으로 요구된다. External storage 방식은 센싱정보를 모두 server-side 미들웨어에 저장하는 방식으로 많은 양의 정보를 저장할 수 있으나 모든 정보가 센서노드로부터 서버로 전송되어야 함으로 센서노드의 통신으로 인한 부하가 매우 커지는 단점이 있다. Clustered storage 방식은 센서노드들 중에서 성능 및 저장 공간 상황이 우수한 몇 개의 큰 노드를 cluster-head 노드로 선정하고 이 노드들에 센싱정보를 저장하는 방식이다.

이러한 방식을 기반으로 센서 네트워크에서는 온도, 습도, 조도의 센싱데이터를 수집하고 상황정보를 실시간으로 서버의 데이터베이스에 저장하여 인터넷상의 웹 서비스를 통해 실시간 환경정보를 제공한다. [표 1]은 현재 사용되고 있는 센싱 데이터 정보를 나타낸 것이다.

[표1] 센싱 데이터의 종류

센싱 데이터	
실내 환경	온도, 습도, 조도, 소음 등
대기 환경	NO ₂ , CO ₂ , O ₂ , O ₃ , VOCs, DUST 등
보안 안전	움직임, 화재, 가스 등
헬스 케어	심전도, 맥박, 체온, 혈당 등
교통 물류	가속도, 초음파 등
건물 교량	진동, 뒤틀림 등
기 타	자기, 적외선 등

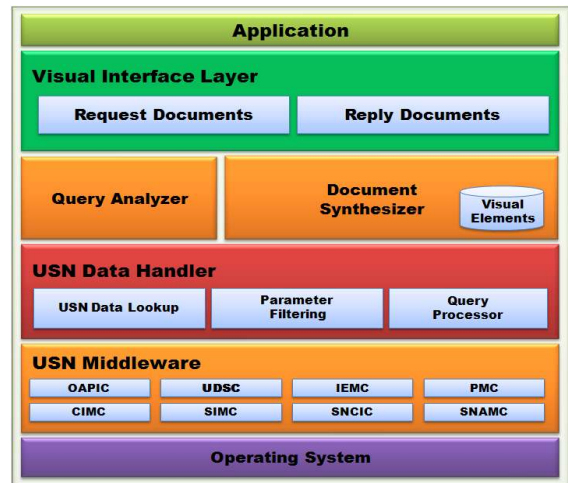
2.2 메타 데이터(Meta Data) 관련 연구

메타데이터에는 센서사용 용도, 소유기관, 센서 설치일, 센서 위치 등의 USN메타정보 자원을 효율적으로 관리하기 위한 USIS(Ubiquitous Sensor Information System)가 있다. 센서의 메타정보 자원들을 수집·저장·분배·검색하여 서비스 가입자에게는 요구하는 메타정보를 전달하고 관리자에게는 센서 위치, 센서 이름 등의 메타정보를 전달함으로써 수리, 보관, 처리 등의 관리를 돕는다.

[표2] 메타데이터의 종류

메타 데이터	
센서네트워크	ID, 이름, 구축위치, 구축시점, 센서노드 개수, 전원잔량, 상태 등
센서노드	ID, 주요기능, 위치, SW버전, 동작유무, 전원잔량, 작업시작시점 등
트랜스듀서	ID, 타입, 이름, 동작유무, 센서 상태, 관련센서노드ID, 상태 등
하드웨어 스펙	ID, 제조사, 타입, 모델명 등

III. USN 질의 처리 시스템 구조



[그림 1] USN 질의 처리 시스템 구조

[그림 1]은 USN 웹 인터페이스에서 사용자의 질의와 응답을 처리하는 절차를 나타내는 USN 질의 처리 시스템의 구조이다. 사용자는 웹 어플리케이션을 통해 Visual Interface에서 질의를 요청한다. 요청 받은 질의는 Query Analyzer에서 분석되어 USN Data Handler 계층에 전달된다. 전달된 질의는 SQL문으로 생성되어 USN Middleware의 UDSC

(Ubiquitous Sensor Network Directory Service)를 통해 데이터베이스를 검색하며 검색 결과는 Document Synthesizer 계층에서 분석한 시각적 요소와 함께 Visual Interface 계층의 Reply Documents 컴포넌트를 통해 사용자에게 제공된다.

IV. 사용자 질의 및 응답 분석

USN 응용 서비스는 크게 공공행정(재난재해, 사회안전, 전자조달), 경제산업(비즈니스/상거래, 금융, 물류/유통, 교통/운수, 농축수산), 생활서비스(생활/문화, 환경, 보건복지)로 분류된다.

4.1 센싱 데이터 예상 시나리오

USN 웹 어플리케이션은 사용자가 요청한 질의들에 응답하기 위하여 센서노드로부터 계속하여 센싱 정보들을 요구한다. 요구된 센싱 정보를 가공하여 효율적으로 제공하기 위해 사용자의 예상 질의들을 분석하였다.

재난 재해 관리 분야에서는 한 건물을 예로 들었고 온도, 습도, 조도, 화재감지 센서를 사용하였다.

가. 재난 재해관리 분야 예상 시나리오

- (1) 건물의 현재 센싱 상황 정보(온도/습도/조도/화재) 표시
- (2) 사용자가 원하는 수치에 해당하는 강의실 검색
- (3) 현재 센서 노드들의 상태를 표시
- (4) 센서노드 ID(건물 호수) 기반 검색
- (5) 화재 상황 발생 경보

4.2 메타 데이터 정보

USN 미들웨어는 센서 네트워크 및 센서노드에 관한 메타 정보를 효율적으로 유지하고 USN 응용 서비스 시스템에게 제공할 수 있어야 한다. USN 응용 서비스 시스템은 이러한 메타 정보를 이용함으로써 다수의 센서 네트워크들이 동시에 연결되어 있는 USN 미들웨어로부터 사용자가 원하는 정보만을 얻는다. USN환경에서 이러한 메타정보는 시간 흐름에 따라 변화가 없는 정적인 메타정보와 시간 흐름에 따라 변화가 발생하는 동적인 메타정보로 분류된다. 메타 정보를 효율적으로 표현하기 위해 사용자가 요구할 수 있는 예상 질의들을 분석하였다.

정적 메타정보와 동적 메타정보는 USN 응용 분야에 동일하게 적용된다.

(1) 정적 메타정보

- ① 센서 네트워크 ID로 검색
- ② 센서 네트워크 내의 센서노드의 개수 표시
- ③ 센서노드들의 ID로 검색
- ④ 센서노드들에 설치된 센서 및 구동기의 종류 표시
- ⑤ 센서노드의 정보 처리능력 표시

(2) 동적 메타정보

- ① 센서노드의 잔여 전력량 표시
- ② 센서노드의 동작 유무 상태 표시
- ③ 센서 네트워크의 통신 상태 표시

V. 센싱 및 메타 데이터의 시각적 요소

USN 응용 서비스는 사용자가 요청한 질의들에 응답하기 위해 센서노드로부터 실시간으로 센싱 정보들을 획득한다. 획득된 센싱 정보를 가공하여 효율적으로 제공하기 위해 필요한 센싱 데이터의 시각적 요소들을 제안한다.

5.1 시각적 요소의 종류

5.1.1 텍스트

텍스트 형식의 표현은 구체적이고 정확한 정보의 값을 표현함으로써 사용자가 정확한 수치를 확인하는데 효과적이다. 그리고 온도, 습도, 조도 등 전체적인 센싱 정보를 하나의 웹 페이지 화면에 일괄적으로 표현하기 위해 테이블 형식을 구성함으로써 체계화된 데이터 정보를 파악할 수 있다.

5.1.2 정적/동적 이미지

정적/동적 이미지 형식의 표현은 센서노드의 상황 인식에 적합한 이미지를 적용함으로써 효과적인 시각적 요소가 가능하였다. 센서노드의 종류별로 각각의 센싱 정보를 표현하는 경우에는 시각적인 전달로 인하여 사용자에게 현재 상황을 빠르고 알기 쉽게 전달한다.

5.1.3 그래프

그래프 형식은 센싱 정보의 수치를 그래프로 변환하여 표현하는 것으로써 해당 센싱 정보와 관련된 기준치를 비교한다. 비슷한 센싱 정보들을 표현할 경우 사용자는 빠르고 정확한 비교 및 분석이 가능하며 동적인 그래프를 이용함으로써 센싱 정보들의






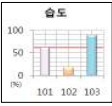
변동 상황을 실시간으로 모니터링한다. 그리고 기준치의 삽입은 사용자에게 이상 상황을 알리는데 효율적이다.

5.2. 시각적 요소의 적용

본 논문에서는 주요 USN데이터 표현을 위한 시각적 요소 중 습도와 소음의 표시를 대표적으로 나타내었다.

5.2.1 습도 표시


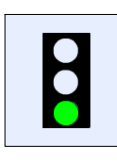
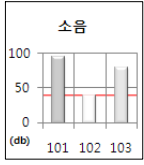
[표 3] 습도 표시의 시각적 요소

		
①	②	③
		
④	⑤	⑥

[표 3]은 습도를 표현하는 시각적 요소들의 대표적인 사례이다. ①은 동적인 이미지의 습도 정보 표현이다. 동적인 이미지와 함께 데이터 수치를 텍스트로 표현함으로써 사용자들은 정보를 쉽고 빠르게 이해 할 수 있다. ②는 현재습도의 상태를 기준치와 비교하여 높음, 양호, 낮음 등으로 표현함으로써 정확한 수치보다는 현재의 상태를 빠르게 알리는데 유용하다. ③은 원형 습도계 이미지를 이용한 표현이다. 이상적인 실내습도를 기준으로 바늘이 좌/우로 움직이며, 과다 이동시 동적인 이미지로 사용자에게 이상상황을 알린다. ④는 물방울 이미지와 함께 습도 수치를 표현한다. 평균 습도가 높은 지역에는 물방울 이미지를 사용함으로써 사용자는 물방울 이미지만으로 해당 지역의 현재 습도가 높다는 것을 쉽게 확인할 수 있다. ⑤는 현재의 상태를 6가지로 구분하여 알려주는 표현으로 사용자는 현재의 상태를 빠르게 파악한다. ⑥은 습도의 수치를 막대 그래프로 변환하여 표현하는 이미지로써 하나의 센싱 정보가 아닌 같은 종류의 센싱 정보가 여러 개일 경우 지역 별로 비교 및 분석하는 데에 용이하다. 또한 기준치의 삽입으로 지역별 온도 상태를 비교하여 실시간 모니터링이 가능하다.

5.2.2 소음 표시

[표 4] 소음 표현 요소

		
①	②	③

[표 4]는 소음을 표현하는 시각적인 요소들의 대표적인 사례이다. ①은 사용자에게 익숙한 음향 장치의 이미지를 이용하여 소음의 수치에 따라 퍼지는 음파 이미지의 개수가 바뀐다. 그리고 수치의 삽입으로 정확한 정보 전달에 용이하여 건축현장, 특정지정 실내 소음측정에 적절하다. ②는 신호등 모양의 이미지로써 현재 소음의 상태를 상, 중, 하로 나타내었다. 사용자에게 익숙한 색상을 접목함으로써 쉽고 빠른 이해를 전달한다. ③은 소음의 센싱 정보를 막대그래프로 나타내는 표현이다. 지역별로 소음을 비교하거나 모니터링이 용이하다.

VI. USN 응용 웹 인터페이스 디자인 구현

6.1 USN 웹 인터페이스 응용서비스

USN 응용 서비스에서 사용자의 다양한 질의에 효율적으로 응답하기 위해서 USN 웹 인터페이스는 다양한 형태의 질의를 지원한다. 여러 주요한 USN 응용 서비스 중에서 재난재해 관리, 대기 환경, 농축수산분야를 선택하고 메타 데이터와 센싱 데이터에 대한 사용자의 질의를 예측하고 분석하여 인터페이스를 구현하였다.



[그림 2] USN 웹 어플리케이션 시나리오 선택 화면

[그림 2]는 사용자의 예상 질의를 나타낸 것으로써 사용자가 원하는 시나리오를 선택시 그에 따른 해당 정보를 제공한다.

6.2 센싱 데이터 시나리오



[그림 3] 재난재해 분야 전체 센싱 상황

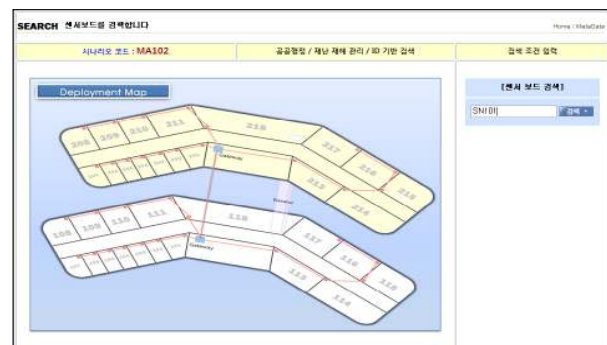
[그림 3]은 건물 전체의 온도, 습도, 조도, 화재 센서에 대한 정보를 종합적으로 나타낸 것이다.

그래픽 요소는 구현 방법에 따라 다양한 형태를 가진다. text 형식을 이용한 표현은 구현과 수정이 쉬우나 센서노드의 위치 분별이 어렵고 사용자가 실시간으로 검색을 하는 데에 불편함이 있다. 3D 형식을 이용한 표현은 사실감 있고 위치에 대한 이해가 높다. 그러나 3D의 투명한 표현은 센서노드 정보의 위치가 겹치며 불투명한 표현은 센서노드 정보의 위치를 가린다.

평면도를 이용한 표현은 사용자가 센싱 정보를 빠르게 파악하고 원하는 정보를 실시간으로 검색하는데 편리하다. 따라서 본 시나리오에서는 text와 3D의 장점을 모두 포함한 평면도를 이용하여 전체 센서노드 분포 및 위치 상황을 구현하였다.

6.3 메타 데이터 시나리오

메타 데이터는 모든 USN 응용서비스에 동일하게 적용되며 사용자는 원하는 시나리오를 선택하면 해당 결과가 출력된다.



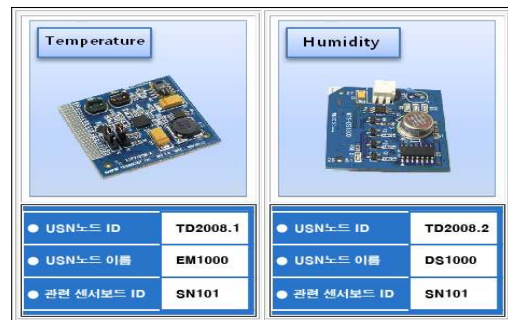
[그림 4] 재난재해 분야 센서노드 정보 검색

[그림 4]은 각 센서노드의 메타데이터 정보를 검색하는 시나리오를 나타낸 것이다. 좌측프레임은 센서 노드들이 설치된 위치를 종합적으로 표시한 것이며 검색을 원하는 노드를 화면에서 클릭하거나 센서노드 ID를 입력하면 검색 결과가 나타난다. 사용자는 ID나 그래픽요소를 이용하여 원하는 센서 네트워크 및 센서 노드에 대한 정적 정보와 센서노드의 잔여 전력량과 동작 유무 상태와 같은 동적인 정보를 확인한다.



[그림 5] 재난재해 분야 센서노드 정보 검색 결과

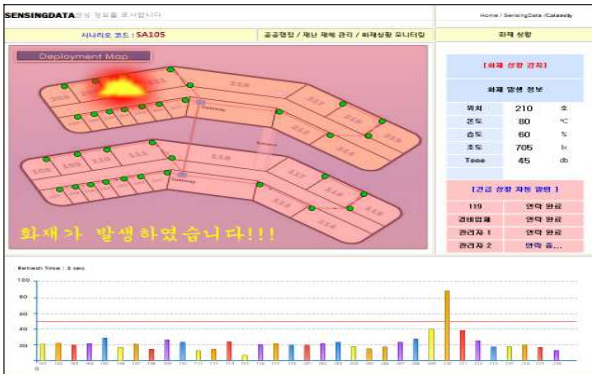
[그림 5]는 [그림4]의 검색 결과로써 센서보드의 상세 정보를 종합적으로 보여주며 관련 USN 노드 검색을 클릭시 트랜스듀서 정보를 제공한다.



[그림 6] 재난재해 분야 트랜스듀서 정보 검색 결과

[그림 6]은 [그림 5]의 관련 USN노드 검색의 결과로써 트랜스듀서의 실제 모습 및 기능을 나타낸 것이다.

6.4 이상 상황 발생 시나리오



[그림 7] 재난 재해분야 화재 모니터링

[그림 7]은 재난재해 분야 화재 모니터링 중 이상상황이 발생한 시나리오를 나타낸 것이다.

text를 이용한 표현은 실시간으로 업데이트 이전 정보를 확인할 수 없고 공간이용 효율성이 낮다. 그러나 그래프를 이용한 수치표현은 실시간으로 각 센서의 데이터가 업데이트되고 사용자가 판단 가능한 기준치를 표현함으로써 화재발생에 대한 조기에방에 적합하다. 따라서 화재 발생 시 전체 화면이 붉은색으로 깜빡이며 경보음을 발생시켜 위급 상태를 알린다. 그리고 오른쪽 프레임 창에는 화재 발생 장소와 유관기관의 연락상태를 제공함으로써 신속한 처리가 가능하다.

VII. 결론 및 향후 과제

USN 웹 인터페이스는 사용자와 USN 사이에서 효과적인 양질의 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 USN 웹 인터페이스 사용자의 요구사항을 분석하고 편리성, 신속성, 정확성을 고도화한 효율적인 인터페이스 디자인을 구현하였다. 그리고 이미지와 텍스트, 동적인 이미지를 상황에 맞게 적절하게 접목시킴으로써 사용자의 이상적인 웹 인터페이스 시각화를 제시하였다.

향후 연구과제로는 USN 응용분야에서 웹에서 뿐만이 아니라 특정장치가 보유하고 있는 외부와의 물리적인 통신 채널과 이동통신 단말과 같은 정보기기 등을 포함한 모든 기기의 인터페이스에 적용 방안이 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Salem Hadim and Nader Mohamed, "Middleware Challenges and Approaches for Wireless Sensor Networks," IEEE Distributed Systems Online, Vol.7, No.3, 2006.
- [2] A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, and D. Culler, "Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring," ACM, Sensor Networks and Applications, Sep. 2002, pp.88-97.
- [3] A. Baptista, T. Leen, Y. Zhang, A. Chawla, D. Maier, W. Feng, W. Feng, J. Walpole, C. Silva, and J. Freire, "Environmental Observation and Forecasting Systems: Vision, Challenges and Successes of a Prototype," Encyclopedia of Physical Science and Technology (R.A. Meyers, Ed.), Academic Press, Third Edition, Vol.5, pp.565-581.
- [4] N. Rajendran et al., "WATS-SN: A Wireless Asset Tracking System Using Sensor Networks," In Proc. of 2005 IEEE Int'l Conf. on the Personal Wireless Communications (ICPWC 2005), Jan. 2005, pp.237-243.
- [5] 김선진, 정우석, 박가람, 최연경, 김선중 "USN 응용서비스 동향" 전자통신동향분석 제 22권 제 3호
- [6] 한국정보사회진흥원, "u-City 응용서비스 모델 연구," 연구개발보고서, 2005. 10.
- [7] 정보통신부, "희망한국 실현을 위한 u-City 구축 활성화기본계획," 2006. 12.