헬스케어 홈 서비스를 위한 이기종 센서 정보 구축 및 관리

이충섭°, 윤영민, 정창원, 주수종
원광대학교 전기·전자 및 정보공학부
{cslee99°, yym0618, mediblue, scjoo}@wonkwang.ac.kr

Construction and Management of Heterogeneous Sensor Information for Healthcare Home Service

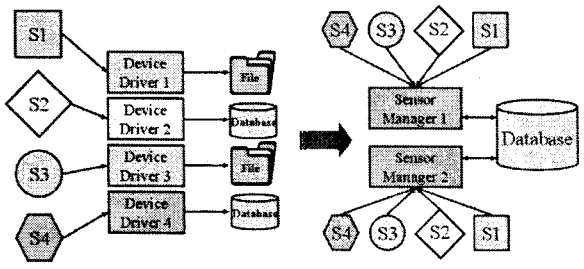
Chung-Sub Lee°, Young-Min Yoon, Chang-Won Jeong, Su-Chong Joo
School of Electrical, Electronic and Information Engineering, Wonkwang University

요 약

기존 센서 데이터 처리를 위한 대부분의 연구는 특정응용 메커니즘을 갖는 중앙 집중형 구조를 사용하고 있다. 데이터는 미리 정의된 방법으로 수집되어 중앙 서버의 전형적인 DBMS에 의해 저장된다. 그러나 다양한 센서의 등장은 각 센서의 서로 다른 특성 때문에 기존의 방법으로는 센서로부터 수집된 데이터를 처리하거나 관리하기 어려운 문제점을 야기 시켰다. 따라서 본 논문에서는 이기종의 센서로부터 수집된 정보를 구축하고 이를 위해 우리가 그동안 연구한 헬스케어 프레임워크 기반에서 센서 매니저를 추가 구현하였다. 제안된 센서 매니저는 이기종의 센서로부터 수신된 스트림 형식의 데이터를 처리하고, 각 센서 데이터의 변화 정도에 따른 수집 주기 설정 및 데이터베이스에 저장하기 위한 기능을 포함하고 있다. 센서 매니저의 수행성을 검증하기 위해 Mica2 Mote와 Cricket 센서로부터 수집된 데이터 처리과정과 헬스케어 데이터베이스 관리 도구를 통해 데이터베이스에 저장된 정보를 확인하였다.

1. 서 론

센서는 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요 요소가 되고 있다. 특히, u-헬스케어를 위해 다양한 헬스케어 의료기기나 바이오센서 그리고 환경 센서가 요구되고 있다. 기존의 환경은 센서별 디바이스를 따로 사용하고 데이터 저장 또한 각 센서의 특성에 따라 파일 또는 데이터베이스에 저장하였다. 그러나 점차 이기종 센서의 데이터를 통합하여 데이터베이스에 저장하여 관리할 수 있는 기법이 요구되었다[1].



A) 기존의 구조 B) 제안한 구조

그림 1. 센서 데이터 수집의 변형

그림 1의 A 구조는 센서 데이터를 처리하기 위한 일반적인 방식으로 특정 어플리케이션 메커니즘을 사용하여 중앙 집중식 구조로 DBMS에 의해 저장한다. 이러한 기술은 센서 기술이 증가한 이후로 많은 해결책으로 사용되어져 왔다.

하지만 이러한 구조는 이기종의 센서로부터 수집되는 데이터를 처리하고 관리하는데 어려움이 있었다[2]. 따라서 제안한 구조는 이기종의 센서로부터 수집된 데이터를 센서 매니저에 의해 통합 수집한다. 이는 u-헬스케어 프레임워크에서 제공하는 그룹 서비스에 의해 정의된 특정 서비스 응용그룹에 필요한 물리적인 센서, 디바이스와 연계되어 센서 정보를 처리하고 관리하기 위한 기능을 제공한다. 또한, 이기종 센서로부터 데이터의 수집 주기를 각각 설정하여 불필요한 저장 공간의 낭비가 없도록 하였다. 이러한 센서 매니저의 수행성을 검증하기 위해 위치 센서인 Cricket[3,4]과 환경 센서인 Mica2로부터 수집하여 처리된 결과를 보인다. 또한 헬스케어 홈 서비스를 위해 구축한 헬스케어 데이터베이스에 저장된 정보를 쉽게 확인할 수 있는 헬스케어 데이터베이스 관리 툴을 통해 수행 결과를 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 센서 정보 수집을 위한 관련연구에 대해 설명하고, 3장에서는 센서 정보관리를 위한 지원 프레임워크인 u-헬스케어 프레임워크에 대해 기술한다. 4장에서는 센서 매니저에 대한 세부 기능과 수행 결과를 보이고, 5장에서 결론 및 향후 연구 내용으로 끝맺는다.

2. 관련연구

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 센서로부터 수신된 데이터의 처리 및 관리에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이에 대표적인 연구로는 버클리 대학의 TinyDB 프로

* 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (헬스케어기술개발사업단)

젝트, 코넬 대학의 Cougar 프로젝트 그리고 남가주 대학의 ACQUIRE 메커니즘 등이 있다. 먼저 TinyDB 프로젝트는 Ad-hoc 센서 네트워크에서 정보를 추출하기 위한 질의 처리 기술을 연구하고 있다. 사용자는 SQL과 인터페이스를 통해 필요한 데이터를 추출한다. TinyDB는 내부-네트워크 집계 기술(in-network aggregation)을 이용하여 센서로부터 데이터를 수집한다[5,6].

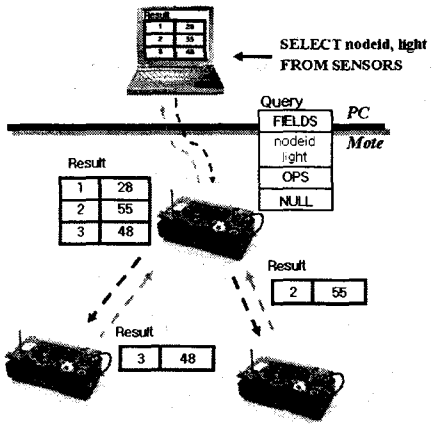


그림 2. TinyDB의 네트워크를 통한 질의 및 결과 전달

Cougar 프로젝트는 센서 네트워크를 분산 데이터베이스로 취급하여 센서 네트워크 상에서의 질의에 대해 연구하고 있다. 사용자의 질의가 들어오면 질의 최적기는 효율적인 질의 계획을 생성한다[7].

Narayanan 외 2인은 센서 네트워크에서 정보를 얻기 위해 ACQUIRE 메커니즘을 제안하고 있다. 특정 질의에 대한 답을 찾기 위해 조정자 노드들은 부분적으로 질의를 해결하기 위해 어떤 홉 안에 모든 노드들로부터 정보를 집계한다. 일단 질의가 완전히 해결 되면 응답은 질의한 노드로 보내진다[8].

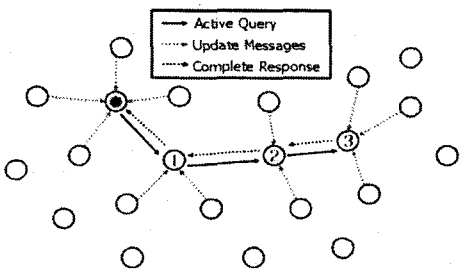


그림 3. ACQUIRE, Active Query 전달

위에서 설명하고 있는 센서 데이터를 이용하는 방법 3가지는 센서 네트워크 상에서 Mica2 Mote 간의 통신을 통한 질의 혹은 원하는 결과값을 추출할 수 있는 메커니즘으로 동작한다. 그러나 이러한 연구는 동일한 센서 트리 구조의 통신으로 중앙에 위치한 서버로 수집된 데이터를 전달하여 파일이나 데이터베이스에 저장한다.

본 논문에서 제안하는 센서 데이터 관리를 위한 방법은 기존의 센서네트워크 구조와 이기종의 센서에 상관없이 각 센서로부터 수신되는 데이터를 통합하고, 센싱 데이터의 특성에 따라 주기를 설정하여 데이터베이스에 저장할 수 있도록 하는 센서 매니저를 이용하고자 한다. 또한 센서 매니저는 분산 환경으로 확장하여 여러개의 센서 매니저를 두어 관리가 가능하다.

3. 센서 정보 관리를 위한 지원 프레임워크

본 장에서는 센서 정보 관리를 위해 우리가 그동안 연구한 헬스케어 프레임워크[9,11,12]에 대해 기술한다. 특히 그림 4와 같이 다양한 디바이스/센서, 센서로부터 수집된 스트림 정보들을 관리하기 위한 센서 매니저와 프레임워크의 각 구성요소의 상호작용에 중점을 둔다. 헬스케어 프레임워크는 DOGF의 지원 서비스인 헬스케어 관련 디바이스/센서 및 응용들의 그룹관리 서비스에 의해 하부에는 헬스케어 디바이스/센서의 그룹으로 구성된 물리적인 요소, 그 위에는 물리적인 요소로부터 수신된 데이터를 저장할 수 있는 데이터베이스가 위치한다. 그 상위에는 이기종의 센서로부터 데이터를 수신하여 데이터베이스에 저장하기 위한 처리를 담당하는 센서 매니저와 데이터베이스와의 연결을 위한 DBMS가 존재한다. 그리고 물리장치와 상위 응용 사이의 통신을 책임지고 그룹관리 서비스를 통해 최적의 서비스를 제공하는 DOGF가 있다. 최 상위에는 분산응용 개발을 위한 DPD-Tool[10,13,14]과 하부의 헬스케어 디바이스/센서들을 그룹으로 관리 및 데이터베이스에 입력되는 데이터들을 관리해 주는 헬스케어 데이터베이스 관리 툴이 존재하는 구조로 구성된다.

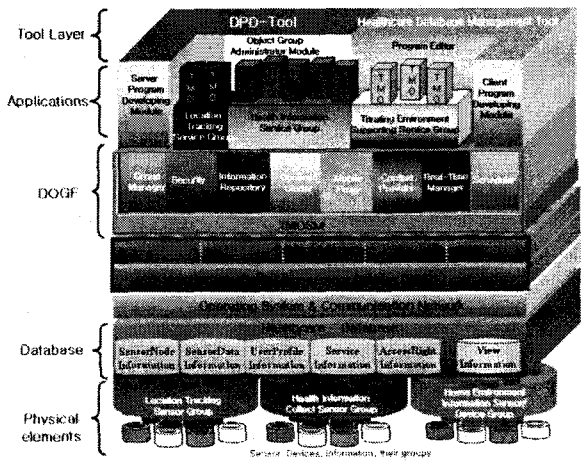


그림 4. 센서 정보 관리를 위한 지원 프레임워크 구조

각 모듈 간의 상호작용은 하부의 헬스/센서로부터 수신된 데이터들을 센서 매니저를 통하여 주기별로 헬스케어 데이터베이스에 저장한다. 저장된 정보는 DOGF가 지원하는 헬스케어 응용에 의해 서비스가 제공된다. 응용 서비스 객체들과 헬스케어 기기, 센서들로 이루어는 물리장치들은 DOGF의 그룹관리자 객체와 정보저장소 객체를 통하여 해당 서비스 별로 객체그룹 지원 서비스를

수행한다.

따라서, 사용자 또는 클라이언트 객체에 해당하는 응용은 그룹관리자객체와 보안객체, 정보저장소객체 그리고 동적바인더 객체를 통하여 접근하고자하는 헬스케어 정보, 헬스케어 기기, 센서 및 응용 그룹과 상호작용을 통해 헬스케어 응용 서비스를 제공한다. 이에 해당하는 정보는 헬스케어 데이터베이스의 접근권한 정보 테이블을 통해 접근이 허가된 자원의 레퍼런스를 반환받아 서비스를 수행한다. 서비스 수행을 위한 서비스 객체가 중복되어 존재할 경우 그룹관리자 객체와 동적바인더 객체를 통하여 각 서비스 객체 간 동적바인더객체로부터 객체 선정 및 바인딩 서비스를 수행한다.

4. 센서 매니저

본 장에서는 3장에서 설명한 센서 정보 관리를 위한 지원 프레임워크 구조 중 센서 매니저에 대한 내용을 중점적으로 서술한다. 또한 이기종의 센서로부터 수신된 데이터를 통합하여 헬스케어 데이터베이스에 저장하기 위한 처리를 해주는 센서 매니저의 기능, 이기종의 센서 노드에서 생성하는 송신 메시지구성, 센서 매니저의 구현, 그리고 센서 매니저를 통해 저장된 결과 확인을 헬스케어 데이터베이스 관리 툴을 통해 보인다.

4.1 센서 매니저의 기능

센서 매니저는 이기종의 센서로부터 연속적으로 스트림 또는 데이터 형식으로 데이터를 수신한다. 그래서 센서 매니저의 기능으로 입력 스트림에 대한 처리, 데이터베이스에 데이터 저장, 불필요한 데이터 처리 그리고 연속적인 데이터를 데이터베이스에 저장하기 위한 주기적 질의 처리를 수행한다. 센서 매니저의 기능은 그림 5와 같이 도식화할 수 있다.

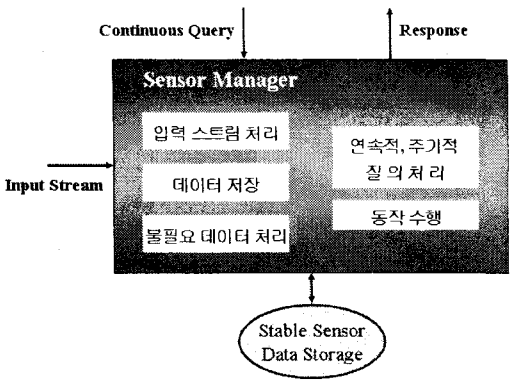


그림 5. 센서 매니저의 기능

센서 매니저의 기능을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- **입력 스트림 처리** : 이기종 센서로부터 수신되는 스트림 형태의 데이터 그 자체로는 의미가 없기 때문에 가공하여 데이터베이스에 저장될 수 있는 데이터로 분리
- **데이터베이스에 데이터 저장** : 분리된 데이터는 데이터베이스에 저장되어 history 정보로 이용
- **불필요 데이터 처리** : 센서 매니저에 수신된 스트림 데이터가 분리되어 저장될 때 history정보로 이용되지 않는 불필요한 데이터는 데이터베이스에 저장하지 않는다.
- **질의 처리** : 데이터베이스에 검색, 저장, 갱신하기 위해서 select, insert, update 등의 질의어를 사용하여 처리한다. 또한 질의는 센서 매니저에 연속적으로 수신되고 주기적으로 저장되므로 연속적이고 주기적인 질의를 수행
- **동작 수행** : 센서 매니저는 한 센서로부터 스트림 데이터를 수신하여 분리한 후 데이터베이스에 입력/갱신의 질의 처리 동작을 수행할 때 센서의 주기를 검색하여 적당한 저장주기 동안 대기후 데이터베이스에 저장한다. 그러나 대기중이라 하더라도 센서 매니저는 다른 센서로부터 스트림 데이터가 수신되면 그에 대한 처리를 수행한다.

4.2 센서 매니저의 구현

본 절에서는 각 센서에서 센서 매니저로 전송하는 송신 메시지 구성과 3장에서 서술한 기능에 따른 처리 과정 및 수행 결과를 보인다.

4.2.1 송신 메시지 구성

각 이기종의 센서는 센서가 수집한 데이터를 센서 매니저로 송신하기 위해서 데이터를 스트림 형태로 가공한다. 그림 6은 Mote로부터 센싱된 온도와 조도 데이터를 콘솔화면에 표현하고 송신 메시지의 형태를 나타내고 있다.

```
~ /opt/tinyos-1.x/tools/java

        876     :       800     :
Current Temperature=  26'C
SendMsg: |||Mote87626

        845     :       782     :
Current Temperature=  25'C
SendMsg: |||Mote84525

        851     :       786     :
Current Temperature=  25'C
SendMsg: |||Mote85125

        894     :       809     :
Current Temperature=  27'C
SendMsg: |||Mote89427
```

identifier	Sensor Name	Data 1	Data 2	Data n
|||	Cricket	466	208	... n
|||	Mote	890	27	... n
⋮	⋮	⋮	⋮	... n

그림 6. 송신 메시지

여기서 온도 데이터는 화씨온도로 표현되고 있기 때문에 화씨온도 → 섭씨온도 변환식을 이용하여 데이터를 변환하여 송신 메시지를 구성한다. 송신 메시지는 맨 앞에 무선 센서로부터 오는 데이터임을 구분하기 위해서 식별자 |||를 사용하였다. 또한 바로 뒤에는 이기종의 무선 센서로부터 데이터를 수신하기 때문에 이기종의 무

선 센서를 구분하기 위해서 Cricket, Mote로 센서명을 이용하여 이기종의 센서를 구분 했다. 센서는 센서명을 추가하여 등록할 수 있다. 그 뒤에는 송신하고자 하는 데이터를 차례로 이어서 스트림 형식으로 가공하여 센서 매니저로 송신한다. 또한 송신 메시지는 센서의 종류를 추가할 수 있고 데이터가 더 연결된 형태의 스트림 데이터로 생성할 수 있다.

4.2.2 센서 매니저 기능별 처리 과정

센서 매니저는 멀티스레드를 사용한 소켓 서버의 형태로 구성되어 있고 이기종의 센서는 클라이언트로써 메시지를 구성하여 센서 매니저로 전송한다.

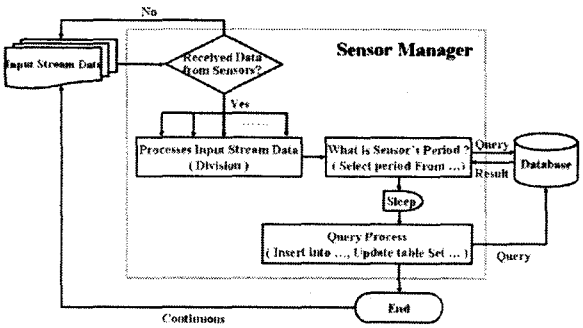


그림 7. 센서 매니저의 수행 흐름도

그림 7은 센서 매니저의 기능에 따라 모듈별로 수행되는 흐름도이다. 센서 매니저에 이기종의 센서로부터 스트림 데이터가 수신된다. 데이터를 수신하면 센서 매니저는 사용자가 이용할 수 있는 데이터로 스트림 데이터를 분리하여 구분한다. 센서로부터 수신되는 데이터는 급격한 변화를 가지는 데이터와 한동안 변하지 않고 거의 비슷한 데이터가 수신된다. 그래서 급격한 변화의 데이터는 저장 주기를 짧게 주어 데이터를 데이터베이스에 저장하고 데이터의 변화가 비슷한 데이터는 저장 주기를 길게 설정한다. 그래서 센서 매니저는 데이터베이스의 SensorNode_Infor 테이블의 Sensor_Name 속성값에 따른 Sensor_Period 속성의 데이터를 검색한다. 그 결과로 각 센서의 저장 주기가 설정된다. 검색된 주기 만큼 대기한 후에 현재날짜, 시간, 분, 초, 데이터 1, 데이터 2, 데이터~ 의 형태로 데이터베이스에 입력한다. 시간, 분, 초를 나누어 저장하여 센서로부터 수신한 데이터를 특정 시간을 지정하여 검색이 가능하다.

그림 8은 그림 7의 센서 매니저의 수행 흐름도에 따라 처리된 콘솔 GUI이다. 이기종의 센서로부터 수신된 스트림 데이터를 분리하여 데이터베이스에 저장하고 그 결과를 보여준다. ①은 이기종의 센서로부터 수신된 메시지를 보여준다. ②는 수신된 메시지를 분리하고 날짜, 시간, 분, 초, x좌표, y좌표 순으로 데이터를 Loc_Infor 테이블로 입력하는 쿼리를 실행하여 성공한 것을 확인할 수 있다. ①, ③, ⑤가 이기종 센서로부터 온 메시지의 처리를 보여준다면 ②, ④, ⑥은 이기종 센서로부터 온 메시지를 처리하여 데이터베이스에 저장되는 질의어를 보여주고 있다. 센서 매니저는 무선 센서로부터 연속적으로 수신되는 데이터를 가공하여 저장된 주기를 검색하여 주기적이고 연속적인 질의의 수행이 가능하다.

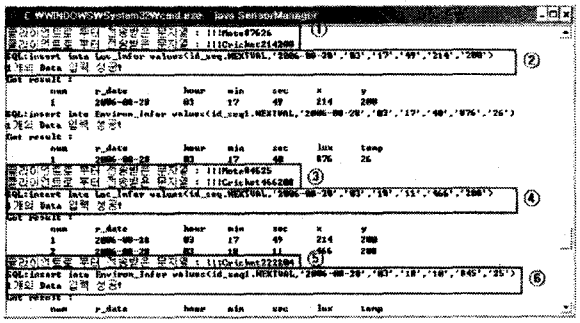


그림 8. 센서로부터 수집된 스트림 데이터를 처리하는 센서 매니저 수행 결과

4.3 센서 매니저 수행결과

본 절에서는 앞서 언급한 센서매니저로부터 처리된 결과를 헬스케어 데이터베이스 관리 툴을 통하여 보였다. 헬스케어 데이터베이스 관리 툴은 헬스케어 홈 서비스를 위해 필요한 정보를 효과적으로 관리하기 위해 개발하였다. 그림 9는 헬스케어 데이터베이스 관리 툴의 GUI이다.

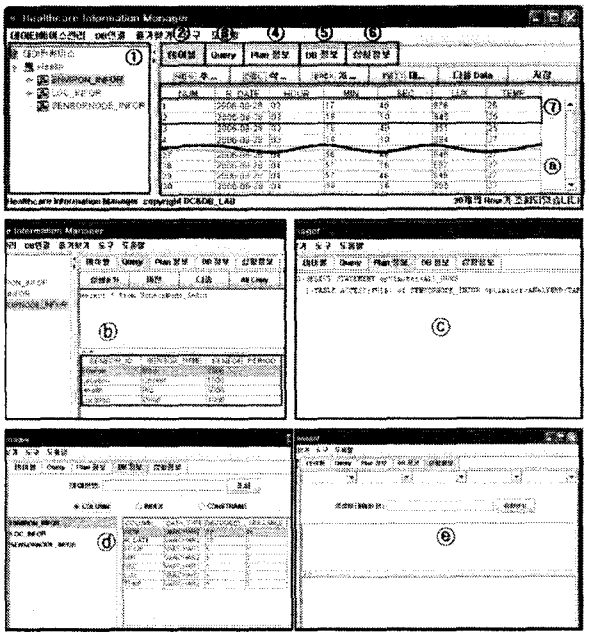


그림 9. 헬스케어 데이터베이스 관리 툴을 통해 센서로부터 수집된 데이터 저장 결과 GUI

①은 DB List 등록, DB List 수정, DB List 정보조회, DB List의 삭제, DB List 목록 조회의 기능을 수행한다. 현재는 Health라는 DB가 등록되어 있고 DB에 저장된

테이블 목록을 보여준다. ②는 테이블 데이터를 관리한다. 기능으로는 테이블 데이터 조회, 테이블 데이터 수정, 삭제, 등록, 파일저장의 기능을 수행한다. 그 수행결과는 ⓐ는 테이블에 저장된 데이터를 보여주고 있다. 그림 9의 ⑦은 4장에서 현재 Mica2 센서로부터 수신하여 데이터베이스에 저장된 전체 데이터에 대한 결과를 보이고 있다. ③은 조회 SQL문 실행, 입력/수정/삭제 SQL문 실행, 자주 쓰는 SQL문 추가, SQL 저장, 조회 결과 저장, SQL History의 기능을 수행한다. ⓑ는 Select * from SensorNode_Infor 질의어의 실행결과로서 센서ID, 센서명, 센서주기 정보를 보여준다. 빨간 영역에 검색된 결과 테이블 중 Sensor_Period는 그림 7의 수행 흐름도에 나타나는 Sleep에 대한 결과로 검색되는 데이터이다. ④는 기능으로는 사용자가 입력한 SQL문에 대해 분석한 실행계획을 조회한다. ⓒ는 실행결과이다. ⑤는 데이터베이스의 Dictionary 정보를 조회하고 ⓓ는 실행결과이다. 기능으로는 Table명 조회, 컬럼정보 조회, Index 정보 조회, Constraint 정보 조회한다. ⑥은 상황정보를 생성하는 탭 영역이다. ⓔ는 실행결과이다. 기능으로는 기본 테이블의 속성들을 추출하여 생성될 테이블 명을 입력하면 실체화 뷰 기법을 통하여 새로운 뷰 테이블이 생성된다. 새로 생성된 뷰 테이블은 상황정보로 이용된다. 실체화 뷰 기법을 사용함으로써 매번 여러 기본 정보에 해당하는 테이블을 검색하고 이를 가공하는 오버헤드를 줄인다.

5. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 센서 정보 관리를 위해 우리가 그동안 연구한 헬스케어 프레임워크에서 다양한 디바이스/센서, 센서로부터 수집된 스트림 정보들을 관리하기 위한 센서 매니저를 구현하였다. 이전에는 센서 데이터를 처리하기 위한 일반적인 방식으로 중앙 집중식 구조로 DBMS에 의해 저장하였다. 이러한 방법은 다양한 센서가 등장함에 따라 이기종의 센서로부터 수집되는 데이터를 처리하고 관리하는데 어려움이 있다. 따라서 센서 매니저는 중앙에 존재하거나 또는 분산 환경에 각 각 존재하여 이기종의 센서 데이터를 수집한다. 센서 매니저는 이기종의 센서들로부터 스트림 형식의 데이터를 수신하여 데이터베이스에 저장하기 위해 데이터를 분리한다. 또한 각 센서 데이터를 저장하기 위한 주기를 주어 데이터 변화가 심한 위치 데이터는 빠른 주기로 저장을 하고 데이터 변화가 심하지 않은 온도나 조도의 경우는 주기를 길게 설정하여 저장할 수 있다. 이러한 센서 매니저의 데이터 수집과 분리 그리고 데이터베이스에 저장하는 것은 콘솔 화면을 통하여 빠르게 수행되기 때문에 이러한 결과의 용이한 확인을 위해서 헬스케어 데이터베이스 관리 툴을 통해 수행 결과를 보였다.

향후연구로는 센서 매니저의 성능 평가를 위해 헬스케어 센서를 추가하여 테스트할 예정이다. 또한 구축된 헬스케어 데이터베이스의 성능 향상을 위한 기법과 방법 연구로 검색 질의 응답 시간을 줄일 수 있도록 하며, 실제 헬스케어 홈 환경 기반으로 다양한 헬스케어 응용 서비스에 적용하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] Vaidya, D. Peng, J. Yang, L. Rozenblit, J.W., " A framework for sensor management in wireless and heterogeneous sensor network", 12th IEEE International Conference and Workshops Engineering of Computer-Based Systems, 2005. ECBS '05., April 2005, pp.155-162.

[2] Gurgen, L.; Labbe, C. Olive, V.; Roncancio, C., "A scalable architecture for heterogeneous sensor management," Processdings of the 16th International Workshop on Databse and Expert Systems Application 2005, August 2005, pp. 1108-1112.

[3] Nissanka B. Priyantha, Anit Chakraborty, Hari Balakrishnan, "The Cricket location-support system", Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking 2000, August 2000, pp. 32-43.

[4] NB Priyantha, AKL Miu, H Balakrishnan, S Teller, "The Cricket Compass for Context-Aware Mobile Applications", Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking 2001, July 2001, pp. 1-14.

[5] MADDEN, S., HONG, W., FRANKLIN, M., AND HELLERSTEIN, J. M. 2003. TinyDB web page. http://telegraph.cs.berkeley.edu/tinydb.

[6] S. Madden, M. J. Franklin, J. M. Hellerstein, "TinyDB: An Acquisitional Query Processing System for Sensor Networks," ACM Transactions on Database Systems, Vol. 30, No. 1, March 2005, pp. 122-173.

[7] Y. Yao and J. Gehrke, "The Cougar Approach to In-Network Query Processing in Sensor Networks," ACM SIGMOD Record, Vol. 31, No. 3, September 2002, pp. 9-18.

[8] N. Sadagopan, B. Krishnamachari, and A. Helmy, "Active Query Forwarding in Sensor Networks (ACQUIRE)," SNPA' 03, May 2003.

[9] Chang-Sun Shin, Chung-Sub Lee, Su-Chong Joo., "Healthcare Home service System Based on Distributed Object Group Framework", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3983, May, 2006, pp.798-807.

[10] Chang-Won Jeong, Dong-Seok Kim, Geon-Yeob Lee, and Su-Chong Joo, "Distributed Programming Developing Tool Based on Distributed Object Group Framework", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3983, 2006. 2, pp. 853-863.

[11] 장재호, 정창원, 신창선, 주수종, "분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템의 제안", 한국정보처리학회 논문지 제12-D권 6호, 2005.12, pp. 905-914.

[12] 장재호, 신창선, 정창원, 주수종, "헬스케어 통합서비스 지원 프레임워크", 한국정보처리학회 학술지, 제12권 2호, 2005.11, pp. 1145-1148.

[13] 임정택, 김명희, 심재훈, 주수종, "GUI 지원 DPD-Tool을 이용한 분산응용 개발", 한국정보처리학회 학술지, 제12권 2호, 2005.11, pp. 769-772.

[14] 이윤재, 신창선, 주수종, "분산객체그룹 프레임워크 기반의 DPD-Tool을 이용한 분산응용 개발", 한국인터넷정보학회 학술지, 제7권 1호, 2006.4.28-29, pp. 67-70.