

# 센서 데이터 공유를 위한 P2P

김강석\*, 김성수\*, 송왕철\*, 석승준\*\*, 최덕재\*\*\*

\*제주대학교 컴퓨터공학과

\*\*경남대학교 컴퓨터공학부

\*\*\*전남대학교 전자컴퓨터공학부

e-mail: gangseok@jejunu.ac.kr, siro79@empal.com, philo@jejunu.ac.kr, sjseok@net.kyungnam.ac.kr, dchoi@chonnam.ac.kr

## P2P for Sharing Sensor Data

Gang-Seok Kim\*, Sung-Su Kim\*, Wang-Cheol Song\*, Seung-Joon Seok\*\*, Deokjai Choi\*\*\*

\*Dept of Computer Eng., Jeju Nat'l University

\*\*Division of Computer Sci. and Eng., KyungNam University

\*\*\*School of Electronics and Computer Eng, Chonnam Nat'l University

### 요 약

유비쿼터스 시대를 맞아 많은 USN 개발이 있어왔다. 이 센서 데이터를 전세계적으로 공유하기 위한 다양한 시도들이 있어왔다. 본 논문에서는 근래들어 개발된, 서버없이 구성 가능한 구조화된 P2P 기술을 기반으로하여, 인터넷 상에서 센서데이터를 공유하기 위한 방식을 제안하고 이를 KOREN에서 구축하였다. 구조화된 P2P중의 하나인 Pastry에 기반하여, Scribe 기반의 실시간 센서 데이터와 Past기반의 과거 데이터에 대한 모니터링이 가능하도록 하였고, 센서 데이터를 찾기위한 모듈을 제안하였다.

### 1. 서론

유비쿼터스 시대에 그 동안 많은 센서 데이터들이 개발되고 설비되었다. 이들을 접근 가능한 정보로 만들기 위해서 다양한 접근법의 연구개발이 있었다. 즉, 인터넷을 사이에 두고 여러 센서 네트워크 데이터를 연결공유하는 노력들이 있어 왔다[1-4].

또한, 인터넷에서 P2P는 이미 mp3와 같은 콘텐츠를 공유하는 프로그램으로 자리매김 해왔으나, 2000년 이후로 콘텐츠의 이름을 아는 것으로 다른 서버의 도움 없이도 바로 그 콘텐츠에 접근 가능한 구조화된 P2P 방식이 개발되어 왔다[5-7]. DHT(Distributed Hash Table)을 기초로 하며, 콘텐츠를 안다는 것 자체만으로 콘텐츠의 위치를 알 수 있게 해준다. 두 접근법을 접목하여, 인터넷에서 일반 사용자가 다양한 센서 데이터에 접근 가능하게 하는 시스템 구조를 설계하였다.

서버를 필요로 하는 기존의 Client/Server 구조와 달리 이 시스템은 완전히 피어로만 구성될 수 있기 때문에, 각 센서 데이터를 일방적으로 받기만 하는 것이 아니라, 필요에 따라서는 서로 센서끼리 데이터를 주고받으며 상호작용할 수 있으며 확장성이 뛰어나다는 장점을 가지고 있다.

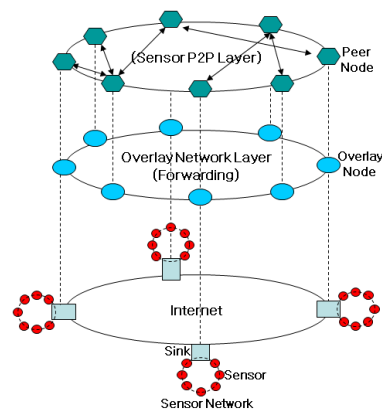
### 2. P2P 구조

가. 센서 공유를 위한 P2P 기반 구조

본 논문에서 P2P 구조는 Pastry[6]를 기초로 하였다. 이는 구조화된 P2P에 속하며, DHT를 기반으로 형성된

Pastry의 오버레이 네트워크상에서 라우팅 기능을 제공하여, 서버 없이도 피어들끼리 다양한 네트워킹이 가능할 수 있도록 한다.

이 Pastry를 이용한 P2P 구조를 이용하여 센서를 공유하려는 사용자는 Pastry P2P 시스템의 피어로서 합류함으로써, 인터넷상에서 각 사용자 컴퓨터 노드에 대응하는 Pastry 피어 노드를 형성하고 이들 노드들 사이에 Pastry 상의 피어들 간의 오버레이 네트워크가 형성된다. 결국, 그림 1과 같이 각 피어 노드는 인터넷 상에 자신들만의 오버레이 네트워크를 형성하게 된다.



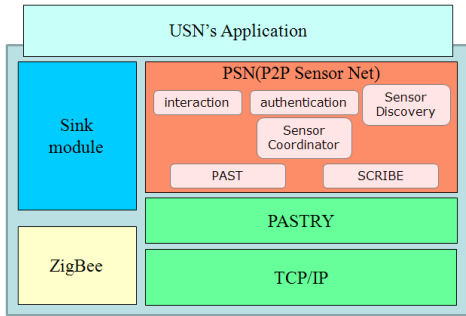
(그림 1) 오버레이 네트워크 형성

Pastry 오버레이 네트워크에 합류하게 되면, 각 피어는 Pastry가 제공하는 라우팅 기능에 의해, 각 Pastry 노드는

하나의 Pastry 링 상에 접속되어 있는 것으로 간주될 수 있다. 이렇게 합류된 피어 노드는 Pastry에서 부여하는 해시 함수에 의해 발생된 128비트의 노드 id가 부여되고, 이 id를 통해 식별될 수 있다. 이 id는 또한 대상 객체들 즉, 센서 데이터들에게도 각각 부여되어 각 피어가 다른 피어나 센서 데이터를 식별하는 방식이 된다.

나. 피어 노드

각 노드는 그림 2와 같이 구성된다.



(그림 2) 피어노드의 스택

- USN 응용: 지도서비스와 같이 사용자 인터페이스제공
- Pastry: 구조화된 P2P로서 오버레이 네트워크상에서 라우팅 제공
- 싱크 모듈 및 Zigbee 인터페이스: Zigbee 인터페이스를 통하여 센서를 연결하며, 하나의 컴퓨터에 연결된 센서들은 하나의 싱크모듈에 의해서 데이터가 수합됨
- PSN(P2P Sensor Net) 모듈: 6개의 서브모듈로 구성되며, 센서 데이터를 P2P 구조를 통해 공유할 수 있도록 함.

(1) PSN 모듈

- 상호작용 모듈(interaction module)

사용자 피어가 이 모듈을 통해서 다른 센서를 부착한 피어의 데이터에 제어동작을 수행하던가 상호작용하는 동작을 수행할 수 있다. 이렇게 하기 위해서는 인증모듈을 통한 인증을 거쳐야 한다.

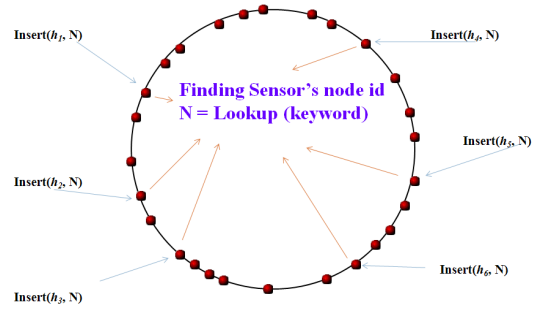
- 인증모듈(authentication module)

사용자가 다른 센서의 데이터를 얻거나 다양한 동작을 수행하기 전에 자신을 증명해야한다. 기본적인 형태로는 각 모듈 소유자가 지정한 아이디와 비밀번호가 지정되어 있고, 그 해당 노드에 접속하려면 그 아이디와 비밀번호를 이용하여 자신을 인증하도록 한다.

- 센서 탐색 모듈(Sensor discovery module)

해당 센서의 키워드 같은 연관단어를 이용하여 센서를 찾을 수 있도록 한다. 이 모듈이 필요한 이유는, 모든 구조화된 P2P 모델은 찾고자 하는 콘텐츠에 대한 정확한 이름을 알면 exact matching에 의해 DNS 서비스와 같은 다른 서비스의 도움 없이도, 콘텐츠 이름만으로 찾아갈 수

있으나, 키워드 등의 실마리가 되는 단어를 이용해서 상대방을 찾을 수 없기 때문이다. 따라서 각 피어노드가 찾고자 하는 시스템에 대해서 검색엔진서버가 없는 구조에서 쿼리되는 단어들에 맞는 센서들이 탐색될 수 있도록, 탐색 모듈을 설계해야한다. Pastry에서 제공하는 Past 모듈을 이용하여, 각 키워드가 그림 3과 같이 Past 저장소에 분산되어 해당 센서 이름을 저장하도록 설계하였다.



(그림 3) 탐색모듈에서의 키워드의 저장과 탐색

- 센서 조정 모듈(sensor coordinator module)

센서가 여러 사용자에게 정보를 공유하고 있을 때, 어느 한 사용자의 요청으로 센서 데이터를 고쳐버리면, 다른 사용자들은 갑작스런 변화를 이해할 수 없다. 따라서 이를 중간에서 조정하여 적절하게 사용자에게 맞는 센서 데이터가 공급될 수 있도록 해야 한다.

- 실시간 데이터 공유 모듈: Scribe 모듈

Pastry위에서 오버레이 멀티캐스트기능을 제공하는 Scribe를 사용하였다. Pastry 망에 접속되어 있는 사용자들 중에 특정한 센서데이터를 원하면, 센서 탐색 모듈(sensor discovery module)을 통해서 원하는 센서를 찾고 그 센서 데이터에 대한 오버레이 멀티캐스팅에 합류하여 해당 데이터를 실시간으로 수신하도록 하였다.

- 과거 데이터 공유 모듈: Past 모듈

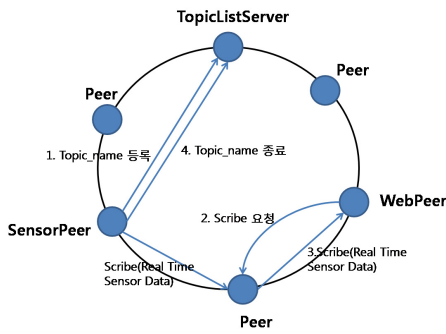
과거의 데이터는 Pastry에서 제공되는 Past 모듈을 이용함. Past 모듈이 Pastry상에서 P2P 파일 저장소 기능을 제공하므로 이 기능을 활용하였다. 센서 데이터는 실시간 데이터가 오버레이 멀티캐스트 되면서 동시에 일정시간단위로 컴퓨터에 센서의 정보를 반영한 이름의 파일로 저장되고, 다시 PAST를 이용하여 주위 피어들에게 저장되어, fault-tolerant한 P2P 저장소에 과거 데이터가 저장되므로써, 사용자들이 해당 파일을 요청하므로써 과거 데이터를 가질 수 있게 서비스 된다.

3. P2P기반 센서 네트워크 설계

- 가. 실시간 센서 데이터 공유

현재 Pastry 링에서 동작하고 있는 센서들의 센서 Data를 실시간으로 멀티캐스트 하여 Pastry의 피어들에게 실시간 센서 데이터를 제공 하는 기능을 수행한다. pastry 링의 각 SensorPeer들은 자신의 센서 데이터에 대해서 서

로 다른 토픽 이름으로 멀티캐스트를 수행하며 멀티캐스트 트리의 최상위 노드가 되어 자신의 센서 데이터를 요청 하는 피어들에게 제공하는 역할을 수행한다.



(그림 4) 실시간 데이터 공유

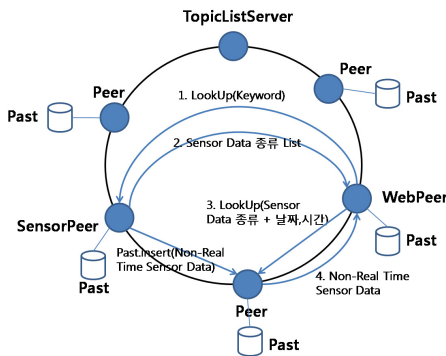
- TopicListServer: TopicListServer는 Scribe 기능에서 Pastry 링을 생성 하여, 다른 피어들이 Pastry 링에 합류 하는 Pastry의 Bootstrap 기능과 현재 Pastry 링에서 동작하고 있는 SensorPeer들의 Topic\_Name을 관리하는 기능을 수행한다.

- SensorPeer: SensorPeer는 자신의 센서 데이터를 다른 피어들에게 제공하는 역할을 수행한다.

- WebPeer: WebPeer는 사용자에게 Pastry 링에서 현재 실시간으로 멀티캐스트 되고 있는 SensorPeer들의 센서 데이터를 보여주는 기능을 수행한다.

나. 과거 센서 데이터 공유

pastry 링에서 동작하고 있는 또는 했었던 SensorPeer의 Sensor Data에 대해서 Non Real-Time Sensor Data를 제공하는 기능을 수행한다.



(그림 5) 과거 데이터 공유

- TopicListServer: TopicListServer는 Past기능에서도 기본적으로 pastry 링의 Bootstrap으로서 기능을 수행하고 다른 피어들의 Past 요청에 대해서도 응답하는 기능을 수행한다.

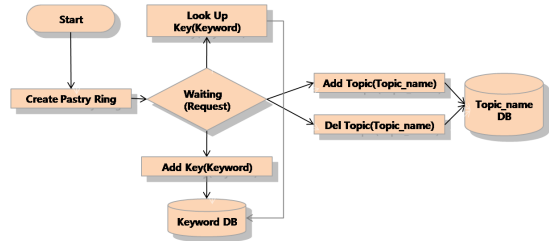
- SensorPeer: SensorPeer는 TopicListServer를 통해 Pastry 링에 합류하여, 다른 SensorPeer들의 비실시간 센서 데이터 저장 요청에 대해서 Past에 이를 저장하고 다

른 피어들의 룩업 요청에 대해서 이미 저장되어 있는 과거 센서 데이터를 제공하는 역할을 수행한다.

- WebPeer: WebPeer는 Past를 이용하여 사용자로부터 받은 과거 센서 데이터를 요청을 통해 Past에서 해당 데이터를 구해와서 이를 사용자에게 보이는 기능을 수행한다.

다. 피어들의 역할

- TopicListServer



(그림 6) TopicList 동작 흐름도

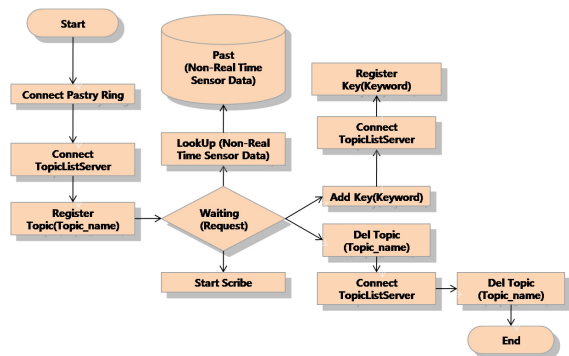
TopicListServer는 실질적으로 서버로서 존재하며, Bootstrap을 위한 피어노드로서의 기능과 일반 사용자의 접근을 위한 웹 서비스기능을 수행하며, 현재 멀티캐스트 되는 topic에 대해서도 저장하는 기능을 한다.

```

d:\work>java TopicListServer 117.17.102.225 8001 10001
Create Pastry Ring
Start TopicListServer! ...
jdbc 드라이버 로딩 성공
Receive Data : p2pushn
Add TopicName : p2pushn
기존 TopicID가 있습니다.
SELECT topic_name FROM usn_topic WHERE topic_name = 'p2pushn'
jdbc 드라이버 로딩 성공
Receive Data :Add#cheju#cheju/computer
SQL : SELECT * FROM LookUp_Name WHERE LUContent = 'cheju/computer' and LUKey = 'cheju'
jdbc 드라이버 로딩 성공
Receive Data :Add#computer#cheju/computer
SQL : SELECT * FROM LookUp_Name WHERE LUContent = 'cheju/computer' and LUKey = 'computer'
jdbc 드라이버 로딩 성공
Receive Data :Key#cheju
SQL : SELECT * FROM LookUp_Name WHERE LUKey = 'cheju'
LUContent : cheju/computer
d:\work>
    
```

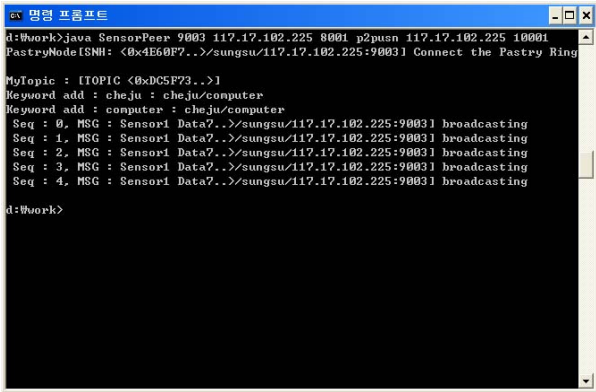
(그림 7) TopicListServer 실행 화면

- SensorPeer



(그림 8) SensorPeer 동작 흐름도

SensorPeer는 실시간 센서 데이터에 대해서 멀티캐스트 트리의 최상위 노드로서 다른 Peer들로 실시간 센서 데이터를 제공하는 역할과 비 실시간 센서데이터를 Past에 저장한 후 다른 피어들의 과거 센서 데이터 요청에 대해서 해당 데이터를 제공하는 기능을 수행한다.



(그림 9) SensorPeer 실행 화면

- WebPeer

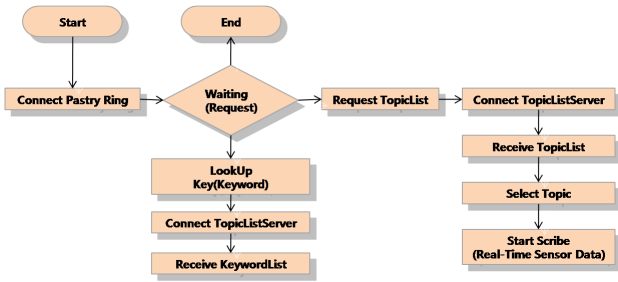
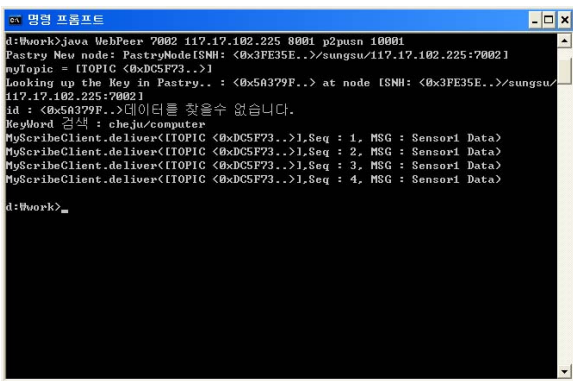


그림 6-10 WebPeer 동작 흐름도

WebPeer는 SensorPeer와 같이 일반적인 Pastry 피어의 역할을 수행하지만, 센서를 가지고 있지 않은 일반 사용자가 웹서비스를 통해서 센서 데이터를 공유하고자 할 때, 웹을 통해 생성된 피어로서 실시간 및 과거 센서 데이터를 제공받을 수 있다.



(그림 11) WebPeer 실행 화면

#### 4. 결론

본 논문에서 센서 데이터를 인터넷에서 공유하기 위한 P2P구조를 Pastry를 기반으로하여 제안하였다. 이 제안구조는 실제 KOREN상에서 구현되어, 제주대학교 및 경남대와 전남대의 센서 데이터 정보를 공유하도록 사용되었다. 전체적으로는, 지도 서비스를 통해 사용자가 더욱 접근이 쉽도록 하였고, 센서 자체에 대한 인터페이스 작업도 Zigbee를 통해 개발되어 본 논문에서 제시된 P2P 구조와 결합되어 전체 시스템을 구성하고 있다.

차후, 상호작용이 필요한 센서 정보들을 특화시켜 이를 본 논문의 구조와 결합시키므로써 전체적인 시스템 업데이트를 이뤄나가야 하리라 본다.

#### 참고문헌

- [1] <http://www.media.mit.edu/resenv/classes/MAS965/readings/mainwaring02.pdf>
- [2] <http://atom.research.microsoft.com/sensewebv3/sensormap/>
- [3] <http://www.piax.org/>
- [4] <http://www.earthscope.org/>
- [5] Ion Stoica, Robert Morris, David Karger, M. Frans Kaashoek, and Hari Balakrishnan, "Chord: A Scalable Peer-to-Peer Lookup Service for Internet Applications," Proc. of the 2001 ACM SIGCOMM Conf., 2001.
- [6] A. Rowstron and P. Druschel, "Pastry: Scalable, Distributed Object Location and Routing for Largescale Peer-to-Peer Systems," in IFIP/ACM Int'l Conf. on Distr. Systems Platforms (Middleware), 2001, pp.329-350.
- [7] S. Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, and S. Shenker, "A Scalable Content-Addressable Network," Proc. of ACM SIGCOMM, 2001.

=====

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (IITA-2009-C1090-0902-0040)

=====