http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.5.173

JIIBC 2014-5-24

무선 공간 데이터 방송 환경에서 범위 질의 처리를 위한 시뮬레이션 프레임워크의 설계와 구현

Design and Development of Simulation Framework for Processing Window Query in Wireless Spatial Data Broadcasting Environment

임석진*, 황희정**

Seokjin Im*, Hee-Joung Hwang**

요 약 스마트폰과 초고속 네트워크에 연결된 스마트폰과 같은 클라이언트는 다양한 위치기반 서비스를 언제 어디서나 사용할 수 있게 해주고 있다. 이런 환경에서 무선 데이터 방송 시스템은 대규모의 클라이언트들의 다양한 데이터 요구를 효과적으로 처리할 수 있게 한다. 효율적인 무선 데이터 방송 시스템을 구축하기 위해 다양한 데이터 스케줄링 기법과 인덱싱 기법이 개발되고 있으나 이러한 기법들을 신속히 평가하기 위한 시뮬레이션 프레임워크의 개발은 보고된 것이 없다. 본 논문에서는 시뮬레이션 기반의 무선 데이터 방송 시스템 성능 평가를 위한 시뮬레이션 프레임워크를 설계 및 구현한다. 개발된 프레임워크는 무선 데이터 방송 시스템의 성능을 빠르게 평가할 수 있으며 다양한 데이터 스케줄링 기법과 인덱싱 기법을 적용할 수 있는 확장성을 가진다.

Abstract Smart devices linked to high speed networks enable us to obtain location dependent data at anywhere and anytime. In this environment, a wireless data broadcast system can deal with enormous data request from a great number of clients effectively. In order to set up an efficient wireless data broadcast system, various data scheduling and indexing schemes have been proposed. However, a simulation framework to evaluate the schemes is not reported yet. In this paper, we design and develop a simulation framework for a wireless data broadcast system. The developed simulation framework can evaluate quickly a wireless data broadcast system and has scalability to adopt various data scheduling and indexing schemes for wireless data broadcasting.

Key Words: Wireless Data Broadcast, Spatial Data Scheduling, Indexing Scheme, Simulation Framework

1. 서 론

LTE(Long Term Evolution)와 같은 초고속 네트워크에 연결된 태블릿과 스마트폰 등의 고성능 클라이언트는 위치 기반의 다양한 정보서비스를 언제 어디서나 이용할 수 있게 해주고 있다^[7, 8, 9, 10, 11].

이러한 위치기반의 정보서비스를 제공하는 방식 중, 무선 공간데이터 방송 방식은 그림 1에서 보인 것과 같이 방송 서버가 무선 채널에 위치기반의 공간데이터를 방송 하고 클라이언트는 무선 채널에 액세스하여 자신이 원하 는 정보를 채널로부터 다운로드한다. 이 방식은 서버에 부담을 주지 않고 대규모의 클라이언트들의 정보요구를

*정회원, 성결대학교 공과대학 컴퓨터공학부

**정회원, 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과(교신저자) 접수일자 2014년 8월 8일, 수정완료 : 2014년 9월 8일

게재확정일자 : 2014년 10월 10일

Received: 8 August, 2014 / Revised: 8 September, 2014

Accepted: 10 October, 2014

**Corresponding Author: hwanghj@gachon.ac.kr

Dept. of Computer Engineering College of Information Technology, Gachon University, Korea

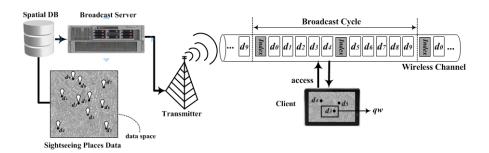


그림 1. 무선 공간데이터 방송 시스템 Fig. 1. Wireless Spatial Data Broadcasting System

만족시킬 수 있는 확장성이 높은 방식이다^[1, 2].

무선 공간 데이터 방송 시스템에서 각 클라이언트들은 자신이 원하는 정보를 얻기위해 그림 1에서 보인 질의범위 qw에 포함되는 데이터를 무선 채널로부터 다운로드할 수 있다. 무선 데이터 방송 시스템의 성능은 클라이언들이 질의를 처리를 시작할 때부터 원하는 데이터를다운로드 하는 데까지 걸리는 시간인 액세스 시간(access time)과 그 액세스 시간동안 많은 에너지를 사용하면서 무선 채널을 청취하는 시간인 튜닝 시간(tuning time)으로 평가된다^[2, 6].

액세스 시간은 무선 채널에 데이터를 배치하는 데이 터 스케줄링 기법에 영향을 받기 때문에 액세스 시간을 최적화하기 위해 다양한 데이터 스케줄링 기법이 제안되 었다^[3, 4, 5]. 또한 튜닝 시간을 줄이기 위해 채널에 각 데 이터가 방송되는 시간 정보를 가지고 있는 에어 인덱스 (air index)를 데이터와 함께 배치한다. 에어 인덱스를 이 용하면 클라이언트들은 무선 채널에 액세스한 뒤, 자신 이 원하는 데이터를 찾기까지 무선 채널을 계속 청취할 필요가 없다. 클라이언트는 에어 인덱스를 먼저 청취하 여 원하는 데이터의 방송 시간을 확인한다. 그리고 데이 터의 방송시간까지 대기 모드에 있다가 그 시간에 무선 채널을 청취하여 원하는 데이터를 다운로드한다. 에어 인덱스를 이용하면 제한적인 배터리를 사용하는 클라이 언트들이 무선 채널에서 자신이 원하는 데이터만을 선택 적으로 청취하는 것이 가능하여 에너지 사용을 줄일 수 있다. 클라이언트의 에너지 효율적인 질의 처리를 가능 하도록 다양한 공간 데이터에 대한 에어 인덱스들이 개 발되었다^[3, 4, 5].

효과적인 무선 데이터 방송 시스템을 위해 데이터 스 케줄링 기법과 에어 인덱스를 설계하는 것이 중요하다. 이와 더불어 개발된 스케줄링 기법과 에어 인덱스의 성능을 다양한 파라미터들을 변화시키며 평가하기 위해서 시뮬레이션 기법은 매우 중요하지만 다양한 스케줄링 기법과 인덱싱 기법을 적용할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크는 아직 보고된 것이 없다.

본 논문에서는 무선 공간 데이터 방송의 효율적인 성능 평가를 위한 무선 공간데이터 방송 시뮬레이션 프레임워크를 설계하고 구현한다. 본 논문에서 제안한 시뮬레이션 프레임워크는 다양한 데이터 스케줄링 기법들을 적용 가능하도록 설계되었으며 다양한 에어 인덱스를 적용할 수 있도록 하여 무선 공간 데이터 방송 시스템의 성능을 평가할 수 있도록 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 관련 연구를 리뷰하고 3장에서 무선방송 시스템의 서버와 클라이언트를 위한 프레임워크를 설계한다. 4장에서는 설계된 프레임워크를 이용하여 방송 서버와 클라이언트를 구현하고 범위질의(window query)를 처리할 수 있는 다양한에어 인덱스와 데이터 스케줄링 기법을 적용하여 구현된시스템의 성능을 평가한다. 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 에어 인덱스(Air Index)

HCI(Hilbert Curve Index)는 힐버트 커브를 이용하여 공간데이터의 위치와 정수 ID를 매핑시킨 후, 정수 ID를 이용하여 생성된 트리 형태의 인덱스이다^[3]. DSI(Distributed Spatial Index)는 HCI와 같이 힐버트 커브를 이용한 인덱스이지만 인덱스의 형태가 테이블 형식의 분산 에어 인덱스이다^[4]. CEDI(Cell-based

Distributed Index)는 그리드 분할을 이용한 인덱스로서 클라이언트가 질의를 처리하는 과정에서 HCI나 DSI와 같이 정수ID를 사용하는 것이 아니라 공간데이터의 실제 위치를 사용하기 때문에 튜닝 시간이 짧은 에너지 효율적인 질의 처리가 가능하다^[5].

Ⅲ. 무선 데이터 방송 시뮬레이션 프레임워크 설계

1. 방송 서버 설계

무선 공간데이터 방송 시뮬레이션 프레임워크에서 방송 서버는 그림 2에서 보인 구조를 갖도록 설계된다.

- Broadcast Manager는 서버 안에 있는 모듈을 관리하고 데이터의 구성하는 모듈로부터 스케줄링된 데이터를 받아 transmitter에 방송할 데이터를 전달한다.
- Channel Organizer는 스케줄링된 데이터와 인덱 스를 받아 스케줄링된 데이터 리스트 안에 인덱스 를 배치하여 무선 채널에 데이터와 인덱스가 교차 적으로 방송될 수 있게 한다.
- Data Scheduler는 Spatial DB로부터 방송될 공간 데이터를 받아 정해진 스케줄링 알고리즘에 따라 데이터를 방송되는 순서대로 나열한 공간 데이터 리스트를 생성한다.
- Index Generator는 Spatial DB로부터 방송될 공간 데이터들의 위치 정보를 받아 정해진 인덱스 생성 기법에 따라 인덱스를 생성한다.

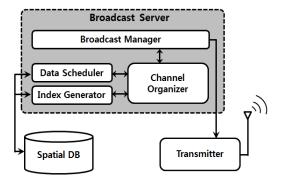


그림 2. 방송 서버의 구조

Fig. 2. Structure of the broadcasting server

2. 데이터 방송 과정

방송 서버가 무선 채널을 구성하여 데이터를 무선 채널에 방송하는 과정은 그림 3에 보인 과정을 따른다.

- 1: Broadcast Manager가 Channel Organizer에 채널 구성을 요청한다.
- 2: Channel Organizer는 Data Scheduler에 데이터 스 케줄링을 요청한다.
- 3, 4, 5, 6: Data Scheduler는 Spatial DB로 부터 공간 데이터를 받아 정해진 데이터 스케줄링 기법에 따라 스케줄링하여 데이터 리스트를 생성하여 Channel Organizer에 반환한다.
- 7: Channel Organizer는 Index Generator에 인덱스를 요청한다.
- 8, 9, 10: Index Generator는 Spatial DB에 공간 데이터 의 위치 정보를 요청하고 받아 정해진 기법에 따리 인덱스를 생성하여 Channel Organizer에 반환한다.
- 11, 12: Channel Organizer는 Data Scheduler로부터 받은 데이터 리스트에 Index Generator가 반환한 인덱스 를 배치하여 방송될 채널을 구성하여 Broadcast Manager에 반환한다.
- 13, 14: Broadcast Manager는 채널 구성을 Transmitter에 전송하고 Transmitter는 무선 채널에 데 이터와 인덱스를 방송한다.

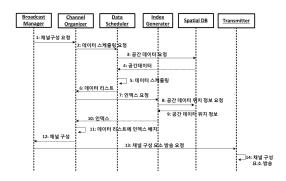


그림 3. 방송 서버의 시퀀스다이어그램

Fig. 3. Sequence diagram for the broadcasting server

3. 클라이언트 설계

무선 공간데이터 방송 시뮬레이션 프레임워크에서 클라이언트는 그림 4에서 보인 구조를 갖도록 설계된다.

- Window Query Processors는 클라이언트 내의 모 듈을 관리하며 범위질의(window query)를 처리하 여 질의의 응답을 만들어 낸다.
- Window Query Analyzer는 주어진 범위 질의를 해석하여 질의된 범위를 추출하여 Window Query Processor에 전달한다.
- Index Analyzer는 Listener로부터 방송되는 인덱 스 정보를 받아 질의 범위안에 포함되는 공간 데 이터의 방송시간 정보를 추출한다.

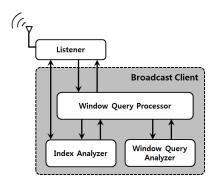


그림 4. 클라이언트의 구조 Fig. 4. Structure of a client

4. 데이터 탐색 및 다운로드 과정

클라이언트가 데이터가 방송되는 무선 채널에서 데이 터를 탐색하고 다운로드하는 과정은 그림 5에서 보인 과 정을 따른다.

- 1: 사용자가 범위 질의 처리를 요청한다.
- 2: Window Query Processor는 Window Query Analyzer에 질의 분석을 요청한다.
- 3: Window Query Analyzer는 질의를 분석하여 질의 된 범위 정보를 추출하여 Window Query Processor에 반환한다.
- 4: Window Query Processor는 질의된 범위 정보를 Index Analyzer에 넘겨 그 범위 안에 포함되는 공간데이터의 방송 시간 정보를 요청한다.
- 5, 6, 7: Index Analyzer는 Listener에 무선 채널의 인 덱스를 요청하고 Listener는 인덱스를 청취하여 Index Analyzer에 반환한다.
- 8, 9: Index Analyzer는 반환받은 인덱스를 이용하여 주어진 알고리즘에 따라 질의 범위 안에 포함되는 데이

터와 방송시간을 추출하여 Window Query Processor에 반화하다.

10, 11, 12: Window Query Processor는 반환받은 데 이터의 방송시간을 Listener에 넘기고, Listener는 해당 시간에 방송되는 데이터를 다운로드하여 Window Query Processor에 반환한다.

13: Window Query Processor는 반환받은 질의 응답 데이터를 사용자에게 반환한다.

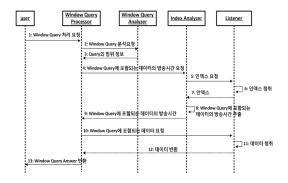


그림 5. 클라이언트의 시퀀스 다이어그램 Fig. 5. Sequence diagram for a client

Ⅳ. 구현과 실험결과

본 논문에서 제안하는 무선 공간데이터 방송 시뮬레이션 프레임워크를 이용하여 방송서버와 클라이언트를 구현하였다. 구현은 JAVA를 기반으로 하였다. 그림 6은 구현된 시뮬레이션 프레임워크의 기술 스택을 보인다. 시뮬레이션 프레임워크의 구현에서 프레임워크 내의 시간관리는 이산 시간 스케줄러인 SimJava를 사용하였다. SimJava 위에 방송 서버와 클라이언트를 구현하여 공간데이터 방송 시스템을 구현하였다. 시뮬레이션을 위해 사용한 공간데이터는 그리스(Greece)의 도시들의 공간데이터를 사용하였다. 시뮬레이션을 위해 사용한 인덱스는 HCI, DSI, CEDI를 적용하였으며 각 인덱스 방식에서 제시한 데이터 스케줄링 기법을 따라 방송 채널을 구성하였다.

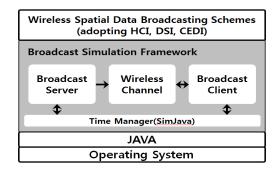


그림 6. 시뮬레이션 프레임워크의 스택 Fig. 6. Stack of simulation framework

그림 7은 구현된 프레임워크를 이용한 시뮬레이션의 콘솔창의 모습을 보인다. 시뮬레이션을 통해 다양한 성 능 파라미터를 모니터링할 수 있다.

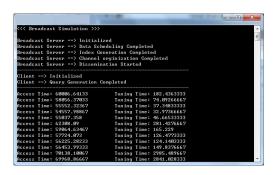


그림 7. 무선 공간 데이터 방송 시뮬레이션 Fig. 7. Wireless spatial data broadcast simulation

그림 8은 시뮬레이션에 세 가지 인덱스 기법을 적용하여 시뮬레이션한 무선 데이터 방송 시스템의 성능 중, 클라이언트의 액세스 시간을 보인다. 결과에서 인덱스 기법 중, CEDI가 다른 두 인덱스보다 액세스 시간에서 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 그림 9는 시뮬레이션에서 클라이언트의 튜닝 시간을 보인다. 결과에서 인덱스 기법 중, CEDI가 다른 두 인덱스보다 튜닝 시간에서 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.

이와 같이 제안된 시뮬레이션 프레임워크는 다양한 인덱싱 기법과 데이터 스케줄링 기법을 적용하여 효율적 으로 무선 공간데이터 방송 시스템의 성능을 평가할 수 있다.

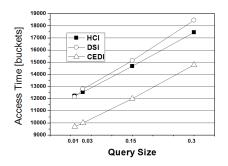


그림 8. 액세스 시간 Fig. 8. Access Time

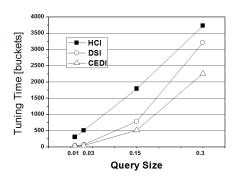


그림 9. 튜닝 시간 Fig. 9. Tuning Time

V 결론

본 연구에서는 무선 공간데이터 방송 시스템의 성능을 평가할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크를 설계하고 구현하였다. 제안된 시뮬레이션 프레임워크는 다양한 데이터 스케줄링 기법과 인덱싱 기법을 적용할 수 있어 효과적으로 무선 공간데이터 방송 시스템의 성능을 평가할수 있다. 제안된 프레임워크의 확장성과 효율성을 보이기 위해 실제 공간데이터와 다양한 스케줄링 기법과 데이터 인덱싱 기법을 적용한 시뮬레이션을 통하여 제안된 프레임워크의 우수성을 보였다. 제안된 시뮬레이션 프레임워크는 다양한 위치기반 정보서비스를 제공하기 위해개발되는 다양한 스케줄링 기법과 인덱싱 기법의 성능평가에 효과적으로 사용될 수 있다. 향후 연구로서 kNN(k Nearest Neighbors) 질의를 처리할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크 개발을 진행한다.

References

- I.Imielinski, S.Viswanathan, B.R. Bardrinath, "Data on Air: Organization and access", IEEE Trans. TKDE, Vol. 9, No. 3, pp. 353-372, 1997.
- [2] A.Datta, D.VanderMeer, "Broadcast protocols to support efficient retrieval from data bases by mobile users", ACM Trans. Database Systems, Vol. 24, No. 1, pp. 1–79, March, 1999.
- [3] B.Zheng, W.C. Lee, D.L. Lee, "Spatial Queries in Wireless Broadcast Systems", Wirless Network, Vol. 10, No. 6, pp. 723–736, December, 2004.
- [4] W.C.Lee, B. Zheng, "DSI: A Fully Distributed Spatial Index for Location-based Wireless Broadcast Services", Proc. of IEEE ICDCS, 2005.
- [5] S. Im, M.Song, J. Kim, S. Kang, C. Hwang, "An error-resilient cell-based distributed index for location-based wireless broadcast services," Proc. of ACM Workshop MobiDE, pp. 59-66, June, 2006.
- [6] S. Im, H. Youn, J. Choi, J. Ouyang "A novel air indexing scheme for window query in non-flat wireless spatial data broadcast", Journal of Communications and Networks, Vol. 13, No. 4, pp. 400–407, Aug. 2011.
- [7] Soo-Young Yoon, Chae-Min Par, Seung-Jung Shin, "A Proposal on Multi-transmission Mechanism of the Heterogeneous Network Environment for SMART Scree Services", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 3, pp. 99–104, June, 2014.
- [8] You-Shik Hong, Sang-Suk Lee, Hyun-Sook Park, Han-Gyu Kim, "Oriental Medical Treatment System Based on Mobile Phone", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 3, pp. 199–208, September, 2012.
- [9] Hyun-Joon Jin, Myong-Lyol Song, "Throughput

- Analysis Based on Collision Probability in 802.11 Networks", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, No. 2, pp. 93–100, April, 2014.
- [10] C. Jeon, D. Kim, S. Lee, "Feasibility Study on a Defrost Control Method by Using a Photoelectric Sensors," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 15, No. 6, pp. 3389-3395, 2014
- [11] S. Choi, S. Lee, S. Lee, "A study on the electronic EGR valve control method," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 15, No. 5, pp. 2594-2602, 2014

저자 소개

임 석 진(정회원)



- 1996년 2월: 국민대학교 전자공학과 (공학사)
- 1998년 2월 : 국민대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2007년 8월: 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)
- 2014년 4월 ~ 현재 : 성결대학교 컴 퓨터공학부

<产관심분야: Ubiquitous Computing, Spatial-Temporal Data Processing, Wireless Data Broadcasting, Smart Health Care>

황 희 정(정회원)



- 2000년 9월 : 인하대학교 컴퓨터공학 과(공학석사)
- 2008년 2월 : 인천대학교 컴퓨터공학 과(공학박사)
- 2000년 10월 ~ 현재 : 가천대학교 정 보공학부

<주관심분야 : Software Engineering, u-Health, Big Data, Medical Informatics, Ubiquious Computing.>

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2012R1A6A3A01040101)