RFID 물류창고 시스템을 위한 재구성 가능한 클러스터 기반의 라우팅 기법

이신형, 우수창, 유혁
고려대학교 컴퓨터학과
e-mail : shlee@os.korea.ac.kr

Reconfigurable Routing Mechanism for RFID Warehouse System Based on Cluster

Shin-Hyoung Lee, Soo-Chanmg Woo, Hyuck Yoo
Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

Radio Frequency Identification(RFID)를 이용한 물류 시스템은 바코드를 대체할 시스템으로 주목받고 있다. 이러한 RFID 를 이용한 물류 시스템이 실제로 적용하는 데에는 매우 큰 설치 비용이 문제로 제기된다. 이를 해결하기 위해 무선으로 연결되는 이동형 RFID 리더를 이용한다. 한편 동기화 모드 및 비동기화 모드로 전송되는 RFID 데이터의 특성과 기존의 라우팅 기법의 브로드캐스트에 따른 오버헤드를 줄이기 위해 재구성 가능한 클러스터 기반의 라우팅 기법이 적합하다. 따라서 RFID 창고 관리 시스템을 위한 재구성 가능한 클러스터 기반의 라우팅 기법을 제안한다.

1. 서론

Radio Frequency Identification(RFID)는 무선으로 리더가 무선을 이용하여 태그의 정보를 가져오는 장치이다. 이러한 RFID 시스템은 직접 접촉을 하거나 가시대역 상에 스캐닝을 할 필요가 없다는 장점 때문에 많은 분야에서 연구되고 있으며 그에 따른 다양한 응용 분야도 연구되고 있다. 그 중에서도 물류 분야에서 바코드를 대체할 기술로 주목받고 있다. 이미 월마트를 비롯 선진 국가들의 대형 유통업체들도 RFID 를 이용한 전자 태그 사업 계획을 내놓고 활발히 추진중에 있다[11].

RFID 는 주파수의 특성에 따라 다양한 주파수를 이용할 수 있다. 표준으로는 그 응용 분야와 주파수 특성에 따라 13.56MHz 와 860MHz-960MHz, 그리고 2.4GHz 대역 등이 지정되어 있다. 물류 분야에서 사용되는 주파수로는 860MHz-960MHz 까지의 UHF 대역이 사용되고 있다.

RFID 가 매우 주목받고 있는 기술임에도 불구하고 그에 대한 연구는 사생활 보호 내지는 안티 콜리젼 문제에 많이 집중되어왔다. 하지만 RFID 의 응용 분야가 다양해짐에 따라 각 응용 분야의 특성에 맞는 다양한 연구가 필요하고, 따라서 본 논문에서는 RFID 물류 창고를 위해 리더를 무선으로 연결하여 네트워크를 구성하고 데이터 경로를 확보하기 위한 라우팅 기법을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 RFID 를 이용한 물류 창고의 특징에 관해 살펴보고 그 특징이 라우팅 프로토콜에 어떻게 반영되는지를 살펴본다. 3 장에서는 제안하고자 하는 재구성 가능한 클러스터 기반의 계층적 라우팅 프로토콜에 관해 설명한다. 마지막으로 4 장에서 결론 및 향후 과제를 서술하였다.

2. RFID 를 이용한 물류 창고

물류창고는 크게 두 가지 작업을 수행한다. 하나는 수하물의 입, 출고이고 또 하나는 창고에 적재되어 있는 수하물의 재고 조사이다. 기존의 물류창고는 두 가지 작업 모두 일일이 사람들이 수하물의 수를 계산하였다. 그러나 RFID 를 이용한 물류창고에서는 이러한 작업을 RFID 를 이용하여 수행한다.

RFID 태그가 붙어있는 수하물을 RFID 리더가 장치된 게이트를 통과함으로써 수하물의 입, 출고를 정확히 확인할 수 있다. 재고 조사는 창고 전역에 고르게 위치하고 있는 RFID 리더를 통해 RFID 태그가 붙어있는 수하물의 위치 및 수량을 실시간으로 확인이 가능하다. 반면 물류 창고의 크기가 매우 클 경우 재고 조사를 위한 RFID 리더의 수가 매우 많아지게 되고 이는 설치 비용이 매우 크다는 문제가 있다. 이를 위해 무선으로 연결되는 이동형 RFID 리더를 이용하면 그 수를 줄임으로써 시스템 설치 비용을 줄일 수 있다.

(그림 1) 무선 리더를 이용한 RFID

어떠한 시스템을 이용하더라도 다수의 RFID 리더가 필요하다. 다수의 RFID 리더는 서로 무선으로 통신하고 서버와 연결되어 RFID 태그 정보를 송신한다. 서버에서는 수신된 RFID 태그 정보를 RFID 미들웨어를 통해 인터넷 상의 데이터 베이스에서 검색하고 이를 통해 정보를 얻는다.

RFID 미들웨어는 동기화 모드와 비동기화 모드, 두 가지 모드로 데이터를 수집한다. 동기화 모드는 서버의 RFID 미들웨어에서 각 리더에게 데이터 수집 명령어를 송신하고 데이터 수집 명령어를 수신한 리더는 RFID 미들웨어에게 수집한 데이터를 송신한다. 그에 비해 비동기화 모드에서는 각 리더가 수집 명령어를 수신하면 수집 중지 명령어를 수신하기 전까지 계속적으로 수집한 데이터를 주기적으로 송신한다. 따라서 리더에서 수집한 태그 데이터는 스트리밍되지 않고 서버의 RFID 미들웨어의 요청에 따라 주기적 또는 비주기적으로 송신한다[10].

RFID 태그 데이터는 현재 EPCglobal, Inc.[10]에서 중심이 되어 제정된 Electronic Product Code(EPC)가 가장 널리 사용되고 있다. EPC 의 태그 데이터는 헤더와 필터값, 그리고 실제 데이터로 이루어져있다. 실제 데이터는 아이템 코드와 제조 회사 코드, 그리고 시리얼 번호를 포함한다. 따라서 클러스터링 기법을 사용함으로써 리더에서 수집한 데이터를 효과적으로 압축할 수 있게 된다.

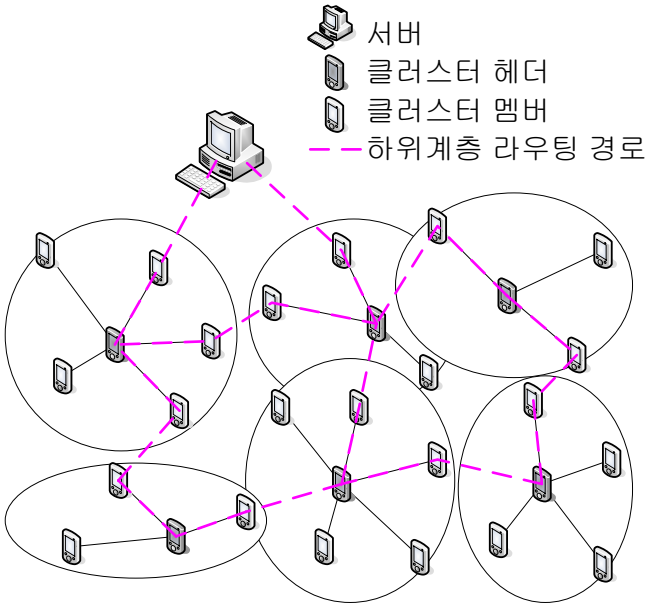
3. 재구성 가능한 클러스터 기반의 계층적 라우팅 프로토콜

기존의 라우팅 프로토콜은 기본적으로 브로드캐스트를 필요로 한다. 하지만 브로드캐스트는 네트워크 전체에 패킷을 전송함으로 인해 큰 오버헤드를 갖게 된다. 또한 고정된 라우팅 프로토콜을 사용함으로 인해 다양한 응용의 요구를 모두 만족시킬 수 없다. 이러한 브로드캐스트의 오버헤드를 줄이고 응용의 요구를 만족시키기 위해 클러스터링 기법을 사용하고 이를 위한 계층적 라우팅 프로토콜을 제안한다.

클러스터 헤더와 클러스터 멤버는 1 홉으로 통신이 가능하고 클러스터 헤더간에는 1 홉으로 통신이 되지 않도록 구성하였다고 가정하였다.

3.1 하위 계층

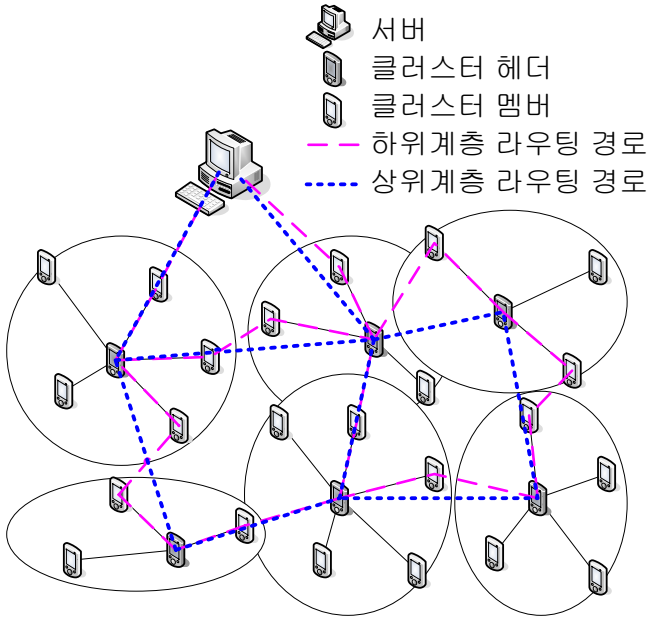
그림 2 에서와 같이 하위 계층에서는 각 클러스터 헤더는 인접 클러스터 헤더와만 통신한다. 각 클러스터 헤더와 클러스터 멤버는 1 홉으로 통신이 가능하다. 반면에 클러스터 헤더간에는 1 홉으로 통신이 불가능하고 최대 3 홉으로 통신이 가능하다. 즉 하위 계층에서는 인접 클러스터 헤더까지 통신하기 위해서 라우팅 컨트롤 패킷의 TTL 값을 3 으로 하여 보냄으로써 전체 네트워크에 라우팅 컨트롤 패킷이 브로드캐스트 되는 것을 막을 수 있다.



(그림 2) 하위 계층의 라우팅 경로

3.2 상위 계층

하위 계층에서 만들어진 라우팅 경로를 통해 클러스터 헤더와 서버간 라우팅 경로를 만든다. 클러스터 헤더 사이는 실제적으론 3 홉이지만 논리적으로 1 홉으로 간주하게 된다. 따라서 상위 계층의 라우팅 컨트롤 패킷은 그림 3 에서와 같이 아래 계층에서 만들어진 라우팅 경로를 통해 브로드캐스트된다. 이 방법은 아래 계층에서 만들어진 라우팅 경로에 있지 않은 노드들은 통신하지 않도록 하여 오버헤드를 줄일 수 있다.



(그림 3) 상위 계층의 라우팅 경로

3.3 Proactive 라우팅 프로토콜 vs. Reactive 라우팅 프로토콜

Proactive 라우팅 프로토콜과 reactive 라우팅 프로토콜 모두 각각의 장단점을 갖고 있다. Proactive 라우팅 프로토콜은 테이블을 유지하기 위해 주기적인 컨트롤 패킷을 브로드캐스트하고 이는 네트워크에 오버헤드로 작용한다. 하지만 지연시간이 짧다는 장점을 갖고 있다. 따라서 지연시간이 중요한 데이터에 대해서는 proactive 라우팅 프로토콜을 사용함으로써 목적을 달성할 수 있다. 애드 혹 네트워크를 위한 proactive 라우팅 프로토콜은 여러가지가 제안되어 왔다. 그중에서 대표적인 proactive 라우팅 프로토콜로는 OLSR (Optimized Link State Routing Protocol)[2], DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)[3], TBRPF (Topology Broadcast based on Reverse-Path Forwarding routing protocol)[4] 등이 제안되었다.

Reactive 라우팅 프로토콜은 on-demand 방식으로 작동한다. 즉 데이터가 보내질 때에만 라우팅 컨트롤 패킷을 브로드캐스트하여 라우팅 경로를 확보한다. 이는 네트워크의 오버헤드를 줄임으로써 라이프 타임을 늘일 수 있는 반면 지연시간이 길어지는 단점을 갖는다. 대표적인 애드 혹 reactive 라우팅 프로토콜로는 AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector)[5,8], DSR (Dynamic Source Routing)[6,7] 등이 있다.

또한 proactive 라우팅 프로토콜과 reactive 라우팅 프로토콜 방식의 장점을 혼합한 hybrid 라우팅 프로토콜을 사용하는 것도 좋은 선택일 수 있다. 그러한 hybrid 라우팅 프로토콜로는 ZRP (Zone Routing Protocol)[9]등이 있다.

하위 계층의 라우팅 경로는 상위 계층에서 라우팅 경로를 찾기 위한 라우팅 컨트롤 패킷을 전송하는데 사용된다. 따라서 데이터 전송시 지연 시간이 길어질 경우 상위 계층의 라우팅 경로 설정에 많은 시간이 걸리게 된다. 이는 지연시간이 하위 계층의 라우팅 프로토콜을 선택하는데 중요한 요건이 될 수 있다. 또한 2-3 홉의 비교적 짧은 라우팅 경로를 설정하게 된다. 이에 알맞은 라우팅 프로토콜은 일반적으로 proactive 라우팅 프로토콜이다.

상위 계층은 RFID 미들웨어의 요구에 따라 다양한 데이터 전송 특성이 나타날 수 있다. 모든 리더에게 비동기 모드로 태그 정보를 요청한다면 모든 리더는 주기적으로 태그 정보를 서버에게 전송하게 되고 이 경우 지연 시간이 상대적으로 짧고 전체적인 라우팅 테이블을 유지하는 proactive 라우팅 프로토콜이 적합하다. 반면 동기 모드로 특정 리더에게 태그 정보를 요청한다면 전체 라우팅 경로를 유지할 필요가 없다. 따라서 네트워크 전체적인 오버헤드를 줄일 수 있는 reactive 라우팅 프로토콜이 적합하다.

3.4 기존의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜과의 차이점

기존의 클러스터 기반 애드 혹 라우팅 프로토콜은 데이터의 일부가 클러스터 멤버와 헤더를 불필요하게 이동하는 경우가 생길 수 있다. 하지만 라우팅 컨트롤 패킷의 브로드캐스트로 인한 오버헤드를 줄임으로 인해 전체적인 네트워크의 라이프 타임을 늘일 수 있다. 이와 같은 클러스터 기반의 라우팅 프로토콜에는 CBRP (Cluster Based Routing Protocol) [1]등이 있다.

본 논문에서 제안하고 있는 클러스터 기반의 라우팅 기법은 기존의 CBRP 등과는 다르게 각 상황에 맞추어 각 계층에 알맞은 애드 혹 라우팅 프로토콜을 재구성 할 수 있다. 또한 각 계층별로 서로 다른 라우팅 프로토콜을 실행할 수 있도록 하였다. 이러한 점은 라우팅 프로토콜에 유연성을 더 해 주어 응용분야를 더욱 다양화 할 수 있다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 RFID 물류 창고 시스템의 특징을 살펴보고 그를 위한 클러스터 기반의 애드 혹 라우팅 기법을 제안하였다. 기존의 애드 혹 라우팅 기법을 기본으로 하여 컨트롤 메시지의 브로드캐스트 오버헤드를 줄이고 네트워크의 효율성을 향상시키고자 하였다. 더하여 각 계층에 알맞은 라우팅 프로토콜을 재구성할 수 있도록 하여 효율적이고도 응용의 요구에 맞는 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

향후 지속적인 연구를 통해 리더가 이동할 경우 발생하는 문제점에 대해 연구하고 해결하고자 한다. 또한 기존의 여러가지 애드 혹 라우팅 기법을 재구성함

에 따라 생기는 오버헤드를 분석하고 그에 대한 문제를 예측, 해결하고자 한다. 더 나아가 실제 RFID 리더에 구현함으로써 실험을 통해 확인한 내용을 검증하고자 한다.

참고문헌

[1] M. Jiang, J. Li and Y. C. Tay, “Cluster based routing protocol(CBRP),” IETF MANET Working Group, Internet-Draft, July 1999.

[2] T. Clausen, P. Jacquet, A. Laouiti, P. Muhlethaler, a. Qayyum et L. Viennot, “Optimized Link State Routing Protocols for Ad Hoc Networks,” IEEE INMIC Pakistan , 2001.

[3] C. E. Perkins and P. Bhagwat, “Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV) for Mobile Computers,” Proc. of the SIGCOMM 1994 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, Aug 1994, pp 234-244.

[4] R. Ogler, F. Templin and M. Lewis, “Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding(TBRPF),” RFC 3684, February 2004, Category: Experimental, work in progress. http://www.ietf.org/rfc/rfc3684.txt

[5] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. Das, “ Ad hoc on-demand distance vector (AODV) Routing,” RFC 3561, July 2003, Category: Experimental, work in progress. http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt

[6] D. B. Johnson and D. A. Maltz, “Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks,” Mobile Computing (Kluwer Academic, 1996) chapter 5, pp.153-181.

[7] D. B. Johnson, D. A. Maltz and Y.-C. Hu, “ The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR),” IETF Draft, July 2004, work in progress. http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-dsr-10.txt

[8] C. E. Perkins and E. M. Royer, “Ad-hoc on-demand distance vector routing,” Proc. of 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1999.

[9] Z. Haas and M. Pearlman, “ The zone routing protocol (ZRP) for ad hoc networks,” Internet draft, draft-ietf-manet-zone-zrp-04.txt, July 2002.

[10] http://www.epcglobalinc.com/

[11] 이은곤, “RFID 확산 추진현황 및 전망,” 정보통신정책 제 16 권 6 호 통권 344 호, 2004 년 4 월, pp. 24.