

센서 노드를 이용한 리더간의 충돌방지 방법¹

이현정⁰ 김성준 안순신 김동호

고려대학교 전자전기공학과 Network Lab. 한라대학교 컴퓨터공학과

{hjlee⁰, sjunii, sunshin}@dsys.korea.ac.kr imi@halla.ac.kr

Mechanism for Reader Collision Avoidance using sensor nodes

Hyunjung Lee⁰, Sungjun Kim, Sunshin An, Dongho Kim

Computer Network Lab. Dept. of Electrical Engineering, Korea University Computer Engineering,

Halla University

요 약

본 논문에서는 센서네트워크와 RFID 네트워크가 결합되어 있는 환경에서 센서 노드의 특성을 이용한 RFID 리더 충돌 방지 방법을 제안한다. 세부적으로 이웃 센서 노드 정보 확인 단계, 관리 노드로부터 리더 충돌 확인 단계, 태그 리드 단계를 포함한다. 리더와 센서가 결합되어 있는 환경에서, 센서 노드들간의 거리에 따라 리더들 간의 동기를 맞추어 충돌을 방지함으로써, 전체 시스템의 부하를 감소시키고, 시스템을 관리하는데 자원 낭비를 방지하며, 시스템의 처리율 및 효율을 향상시킬 수 있다.

1. 서 론

RFID 기술은 Radio 신호를 사용하여 물품에 부착된 전자태그를 인식하는 기술로서 물류 산업의 지속적인 성장과 태그의 저가격화에 힘입어 다양한 분야에서 필요한 기술로 전망되고 있다.

센서네트워크는 가까운 미래의 중요한 기술로, RFID는 센서네트워크를 구축하는데 있어 언제 어디서나 제한 없이 접속할 수 있게 하는 환경 구축에 중요한 기술이다.

향후 센서네트워크의 기술 및 RFID 기술이 널리 보급될 것이고 이 두 기술간의 융합을 통해서 다양한 환경들이 구축될 것이다. 또한 이러한 환경을 기반으로 다양한 서비스가 개발될 것이다.

센서네트워크의 환경과 RFID 환경이 결합되어 있는 환경에서 센서노드의 특성을 이용해서 종래의 기술적 문제를 극복하고 효율적인 RFID 리더 충돌 방법을 제공하여, 전체 시스템의 부하를 감소시키고 시스템을 관리하는데 있어 자원 낭비를 방지하며, 시스템의 처리 효율을 향상시킬 수 있는 센서노드를 이용한 RFID리더간의 충돌방지 방법을 연구하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 종래의 RFID 리더의 충돌 방지 기술 및 문제점

종래 일부의 RFID 리더는 태그를 인식하기 위해서

Aloha 방식을 사용하고 있고 그것은 리더간의 충돌에 대해서 고려를 하지 않는다. 또한 종래의 RFID 리더의 충돌 방지 기술은 Colorwave 알고리즘과, Q learning 알고리즘이 있다. Colorwave는 타임 슬롯을 두어 각 리더가 읽는 시간을 나누어 충돌을 방지한다. 또한, Q learning 알고리즘은 리더들을 관리하는 서버가 각 리더가 사용하는 주파수를 다르게 할당하여 충돌을 방지한다.

Colorwave 알고리즘에서 타임 슬롯을 공유하는 모든 리더는 시간의 동기가 일치해야 하고 충돌 감지 능력을 가지고 있어야 한다. 이러한 리더의 시간의 동기 문제를 해결하기 위해서 리더 시스템간의 동기화를 위한 절차 및 관리가 요구되기 때문에 전체 시스템에 부하를 가질 수 있다. 또한, Q learning 알고리즘은 전체 시스템이 리더를 관리하는 서버, 서버를 관리하는 메인 서버로 이루어진 계층적인 구조로 되어있다. 이러한 구조를 관리하는 데에 많은 낭비가 발생한다. 또한 이 알고리즘도 리더가 충돌이 일어났는지 알 수 있어야 한다는 문제점이 있다.

3. 센서노드를 이용한 충돌방지 방법

3.1 센서노드를 이용한 RFID 리더의 충돌 방지 시스템의 구성

IEEE 802.15.4 표준을 따르는 코디네이션노드와 센서노드가 있고 914MHz 대역의 RFID 리더가 있다. 코디네이션 노드는 그림1과 같이 센서 노드들의 게이트웨이

¹ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성, 지원사업의 연구결과로 수행되었음

역할을 한다. 전체 시스템은 코디네이션노드를 중심으로 스타 토폴로지 형태를 이룬다. 센서 노드는 RFID 리더와 결합되어있고 RFID 리더가 태그를 읽을 때는 센서 노드의 RF를 이용한다. 환경 구성은 그림1과 같이 한다. 센서 노드와 코디네이션 노드의 통신 거리는 20m 이상이고, 리더가 태그를 읽을 수 있는 거리는 3미터 미만이다. 리더가 다른 리더에게 영향을 줄 수 있는 거리는 6 미터 미만이다.

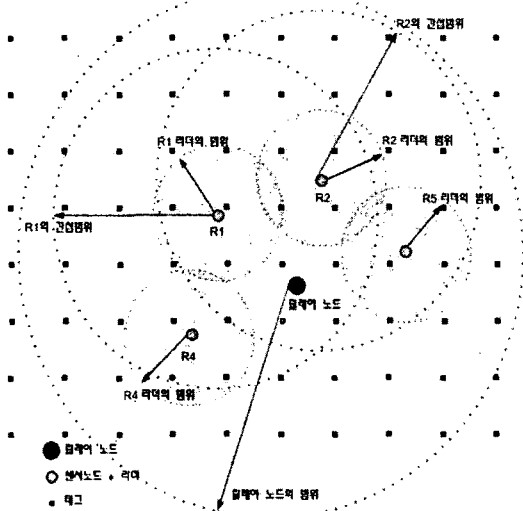


그림 1 센서노드를 이용한 시스템의 구성

3.2 센서노드를 이용한 RFID 리더의 충돌 방지 방법

각 리더의 충돌을 막기 위해 시스템 내의 모든 리더는 코디네이션노드의 허가가 있어야 태그를 읽을 수 있다. 리더 A가 태그를 읽는 이벤트가 발생하면 먼저 코디네이션노드에 리더 A가 읽어도 되는지 물어본다. 코디네이션노드는 리더 A의 주소를 자신이 갖고 있는 동작중인 리더 리스트와, 비교하여 리더 A가 리스트에 없으면 읽기를 허가하는 메시지를 보내고, 리스트에 있으면 리더 A에게 기다리라는 메시지를 보낸다. 메시지를 받은 리더 A는 읽거나 랜덤 시간 동안 기다렸다가 다시 허락을 요청한다.

또한 전체 시스템의 효율을 높이기 위하여 리더의 간섭 범위 밖의 리더는 상관하지 않는 방법이 있다. 거리를 통하여 시스템을 나누는 방법인데 이는 RF 세기를 이용하여 주변 노드와의 거리를 대략적으로 측정할 수 있다.

3.3 RF 세기를 이용하여 주변 노드를 발견하는 절차

각 센서 노드는 시스템에 들어오면 우선 이웃 그림2의 절차를 통해 노드를 찾는다.

리더 AAAA가 시스템에 새로 들어왔다면 리더 AAAA는 주위 노드들에게 각자 자신의 ID를 보내도록 요청하는 메시지를 브로드캐스트 하고 주위 노드들은 이 메시지에 대한 응답으로 자신의 ID를 보낸다. 리더 AAAA는 응답 메시지에서 RF 세기가 일정 수준 이상인 것들만 선별하여 이웃 노드 리스트에 저장하여 주변 노드 발견 절차를

마무리 한다. 또한 마찬가지로 리더 AAAA의 메시지를 받은 주변 노드들은 RF 세기를 감안하여 자신의 이웃 노드 리스트에 AAAA를 등록한다.

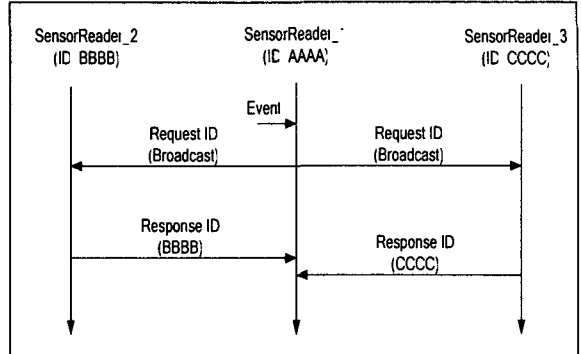


그림 2 주변 노드 발견 절차

3.4 RFID 리더의 읽기 권한 획득하는 절차

그림3은 RFID 리더에 태그를 읽는 이벤트가 발생했을 때 리더가 코디네이션 노드에게서 읽는 권한을 받아오는 과정을 보여준다.

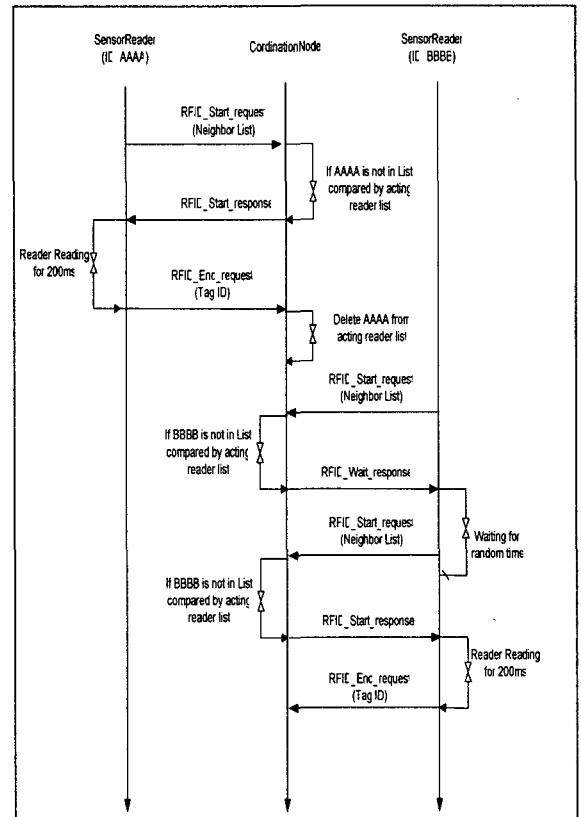


그림 3 RFID 리더의 읽기 권한 획득 과정

모든 노드는 시스템에 들어올 때 이웃 노드 리스트를 확보한다. 리더 AAAA에게 태그를 읽는 이벤트가 발생하면, 리더 AAAA는 코디네이션노드에게 리더 AAAA의 이웃 노드 리스트를 보내어 태그를 읽어도 되는지에 대한 허가를 요청한다(RFID_Start_Request message). 이 메시지에 대한 응답에 따라 다음 두 가지 동작을 한다.

- 코디네이션노드는 리더 AAAA의 주변 노드가 태그를 읽고 있는지를 동작중인 리더 리스트와 비교한 후, 리스트내 동작중인 리더가 없으면 허가 메시지(RFID_Start_Response)를 보내고 리더 AAAA를 동작중인 리더리스트에 등록한다. RFID_Start_Response 메시지를 받으면 리더 AAAA는 태그를 50ms 동안 읽는다. 태그 읽기가 끝난 후 리더 AAAA는 코디네이션노드에게 다 읽었음을 알려 동작중인 리더 리스트에서 리더 AAAA를 지운다.

- 동작중인 리더 리스트와 비교한 후, 동작하고 있는 리더가 있으면 기다리라는 메시지(RFID_Wait_Response)를 보낸다. RFID_Wait_Response를 받으면 리더 AAAA는 15~50ms 동안의 랜덤 시간 동안 기다렸다가 다시 RFID_Start_Request message를 보내어 태그 읽기를 시도한다.

3.5 리더노드 수에 따른 실험결과

주변 노드를 발견할 때 센서 노드의 RF 범위 안에 있는 모든 리더를 이웃 노드로 등록 시키면 전체 시스템에서 한 순간에 한 개의 리더만 읽을 수 있게 된다. 이것을 방지하기 위해 이웃 노드의 범위를 다른 리더에게 간섭을 줄 수 있는 거리로 축소시키면 한 시스템을 여러 구역으로 나눌 수 있다. 본 연구에서 사용된 센서 노드의 통신거리는 20m 이상이고 리더의 간섭 범위는 6m 이하이다. 이웃 노드의 범위를 신호의 세기(LQI)가 60 이상(4m 이내)이 되는 노드로 제한하면 시스템을 효율적으로 활용할 수 있다.

실험결과를 Colorwave 알고리즘, Aloha 알고리즘과 비교하였다. 또한 성능 분석을 위한 척도로는 system throughput 을 이용한다. system throughput 은 단위 시간 분에 전체 시스템에서 발생하는 리더의 성공한 query 수로 표현될 수 있다. 여기서 사용된 query는 리더가 태그를 읽을 시에 보내는 명령어를 지칭한다. 리더는 태그를 읽는 동안 500 μsec에 한번씩 query를 보낸다.

$$\text{System Throughput} = \frac{\text{Total query sent successfully(by all reader)}}{\text{Total time}}$$

리더노드의 갯수에 따른 system throughput의 실험결과는 그림4와 같다. 본 연구의 실험결과는 리더노드의 개수가 2~12인 모든 경우에 대해서 모두 Colorwave와 Aloha 알고리즘보다 나은 처리율을 보여주고 있다.

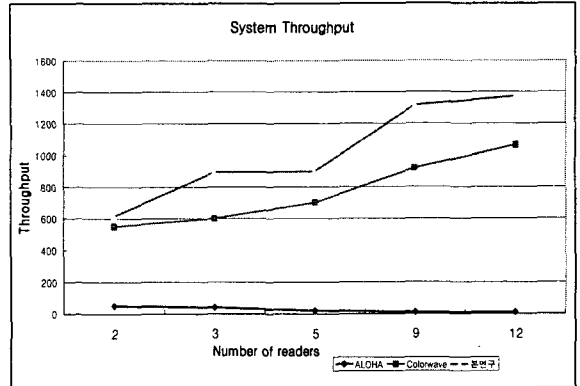


그림 4 리더 노드의 수에 의한 처리율 비교

4. 결론

본 논문에서 센서 네트워크를 이용한 RFID 충돌 방지에 대한 방법과 세부적으로는 충돌 방지 방법과 시스템 구조에 대하여 제안하였다. 센서 노드에 RFID 리더를 합쳐 RFID 센서 네트워크를 구성하는 방법이다. RF의 강도를 이용하여 시스템의 과부하를 방지하는 것이다. RFID 시스템이 널리 쓰여질 경우 RFID 리더간의 충돌이 많아질 것이므로 위의 방법을 이용하여 RFID 리더간의 충돌을 효율적으로 중재하고, 센서노드와 RFID 리더를 합쳐 RFID 리더 네트워크를 구성하면 다른 연계 망으로의 확장이 가능하다. 또한 RFID 리더와 센서노드를 합쳐 RFID 기술을 확장하고 보급시키는데 기여할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Shailesh M.Birari, " Mitigating the reader Collision Problem in RFID Networks with Mobile Readers ", Kanwal Rekhi School of Information Technology, 2005
- [2] " A Basic Introduction to RFID Technology and its Use in Supply Chain", Technical report, Laran Technologies, January 2004.
- [3] Daniel W.Engels. " The Reader Collision Problem", Technical Report, epcglobal.org, 2002.
- [4] J.Waldrop, D.W.Engels, and S.E.Sarma. " Colorwave: An anticollision algorithm for the reader collision problem ", In IEEE Wireless Communications and Networking Conference(WCNC), 2003
- [5] Junius K. Ho. " Solving the reader collision problem with a hierarchical q-learning algorithm", Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology, February 2003.