
채널 스위칭을 이용한 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜 설계 및 구현

김동현* · 이채석* · 김종덕*

*부산대학교

A Design and Implementation of 2.4GHz Active RFID Reader Protocol using Channel Switching

Dong-Hyun Kim* · Chae-Suk Lee* · Jong-deok Kim*

*Pusan National University

E-mail : dhkim1106@pusan.ac.kr

요 약

RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선을 사용하는 인식기술로 정보를 수집하는 리더와 정보를 전달하는 태그로 구분된다. RFID기술은 단순히 ID만을 전달하던 수동형 RFID에서 센싱정보와 같은 부가 정보를 전달할 수 있는 능동형 RFID기술로 발전해가고 있다. 능동형 RFID기술의 표준으로는 433.92MHz 대역을 사용하는 ISO/IEC 18000-7이 있으나 이것은 단일채널시스템으로 하나의 리더가 여러개의 태그를 인식하는데 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 하나의 방법으로 다중 채널을 사용할 수 있는 2.4GHz대역 RFID기술이 있을 수 있다. 만약 리더가 다중 인터페이스를 가진다면 각각의 인터페이스가 서로다른 채널을 사용하게 함으로써 다수의 태그를 고속으로 인식할 수 있을 것이다. 그러나 만약 다수의 인터페이스를 가지는 리더라 할지라도 태그들이 특정인터페이스에 집중될 경우 다중 인터페이스에 의한 성능개선은 이루어지지 않을 것이다. 본 논문에서는, 다중 인터페이스 RFID리더에서 인터페이스간 부하 분배를 위한 프로토콜의 설계와 구현을 통해 고속의 태그 수집을 보이겠다.

ABSTRACT

RFID(Radio Frequency IDentification) technology is an automatic identification method using radio frequencies between RFID reader which collects the informatin and tag which transmits the information. RFID technology develops passive RFID which transmit the only ID to active RFID which transmit the additional information such as sensing information. there is ISO/IEC 18000-7 as typical standard of active RFID. it is single channel system of 433.92MHz and has limitation of collection of a number of tags. to overcome limitation of collection of many tags, we propose the new 2.4GHz active RFID technology which can use the multi-channel. if reader has multi-interface and uses another channel in each, reader could fast collect the tags. but, if a reader which has many interfaces collects tags through the specific interface, the performance may not improve any more comparing with a reader using single interface. in this paper, we show the fast collection through design and implementation of protocol for load balancing between interfaces in multi-interface RFID reader.

키워드

RFID, 다중인터페이스, 다중채널, 리더 프로토콜

1. 서 론

* 본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 (B0009720)지원으로 수행되었음

RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선을 이용하여 사물을 인식할 수 있는 기술로 정보를 수집하는 리더와 정보를 전달하는 태그로 구성된다. RFID기술은 크게 수동형과 능동형으로 분류할 수 있는데, 수동형은 별도의 배터리를 가

지지 않는 태그가 리더의 전원을 이용하여 동작하며, 자신의 ID정보만을 전송하는 기술이다. 반면에 능동형 RFID는 태그가 배터리를 가지고 동작을 하면서 자신의 ID뿐만 아니라 추가적인 정보 예를 들면 센서를 이용한 각종 센싱정보등을 같이 전송할 수 있다. 능동형 RFID의 표준으로 ISO/IEC 18000-7이 있는데 이 표준은 433MHz를 사용하는 단일채널 시스템이다. 컨테이너 야드와 같이 많은 개수의 컨테이너에 부착된 태그의 정보를 고속으로 수집하기에는 ISO/IEC 18000-7과 같은 단일채널 시스템은 한계를 가질 수밖에 없다. 이런 한계를 극복하기 위한 하나의 방법으로 다수의 채널을 사용할 수 있는 2.4GHz대역을 이용하는 방법이 있을 것이다. 다수의 채널을 사용할 수 있는 능동형 RFID 리더라도 만약 인터페이스가 하나라면 특정시점에 하나의 채널만을 사용하여 태그를 수집해야 될 것이다. 그리고 만약 다수의 인터페이스와 다수의 채널을 사용할 수 있는 리더가 있더라도 어느 특정리더에 다수의 태그들이 집중된다면 다수의 인터페이스를 사용하여 태그를 수집하는것에 대한 효과를 볼수 없을 것이다. 본 연구에서는 각 인터페이스간 인식되는 태그의 개수를 균등하게 하는 방법을 제시하고 구현하여 성능의 우수성을 보이겠다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본문의 1장에서는 ISO/IEC 18000-7 능동형 RFID 표준에서의 태그 인식과정을 설명하고, 2장에서는 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜 설계하고, 3장에서는 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜 구현과 4장에서는 실험과 관련된 부분을 설명하고, 5장에서는 프로토콜별 성능을 비교하고, 결론 및 향후연구계획을 언급하며 끝을 맺겠다.

II. 본 론

1. ISO/IEC 18000-7 능동형 RFID 표준

태그의 부가정보를 수집할수 있는 능동형 RFID 표준은 ISO/IEC 18000-7이 있다. 그림1은 ISO/IEC 18000-7에서의 태그인식과정을 나타낸 것이다.

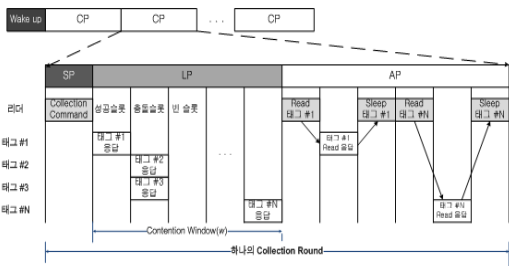


그림1. ISO/IEC 18000-7 능동형 RFID 태그 인식 과정

Sleep상태인 태그를 깨우는 Wake up 구간과 태그의 정보를 수집하는 CP(Collection Period)로 이루어진다. 태그의 정보를 수집하는 CP는

SP(Synchronization Period), LP(Listen Period) 그리고 AP(Acknowledge Period)로 구성된다.

SP는 인식해야하는 태그들에게 "Collection"이라는 수집명령을 내리는 구간으로 태그들에게 브로드캐스트 프레임을 전송한다. 이 프레임의 특징은 slotted aloha방식으로 동작하는 LP의 윈도우 크기(W)에 대한 정보를 전송하는 것이다. LP는 SP에서 "Collection"을 전송받은 태그들이 slotted aloha방식으로 Random(1,W) 값 중에 하나를 선택하여 선택된 slot에 자신의 ID를 응답하는 구간이다. AP는 LP구간에서 ID를 전달한 태그들에 대해 센싱정보 및 추가정보가 있을시 그것을 전송받고 태그를 다시 절전모드 만드는 구간이다. 만약 LP구간에서 ID를 전송하지 못하거나 ID를 전송하였다도 AP구간에서 추가정보를 전송하지 못하면 다음 CP에서 다시 인식과정에 참여하게 된다.

2.4GHz 능동형 RFID 표준은 아직없기 때문에 ISO/IEC 18000-7표준에서의 태그 인식 및 통신과정을 따르겠다.

2. 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜 설계

리더가 다수의 인터페이스를 가지고 다수의 채널을 사용하여 태그를 수집할 경우 하나의 문제점은 특정 인터페이스로 태그들이 몰리는 현상이 발생할 수 있다는 것이다.

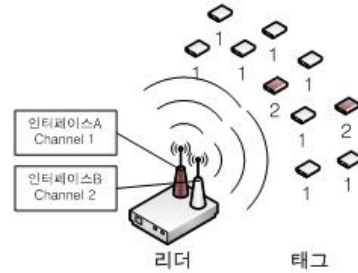


그림2. 2개의 인터페이스를 가지는 리더가 태그와 통신하는 모습

그림2는 각각 다른 채널을 사용하는 2개의 인터페이스를 가진 리더가 태그들을 수집하는 모습을 보여주고 있다. 그림2와 같이 채널1번을 사용하는 태그가 다수이고 채널2번을 사용하는 리더에 대한 성능 개선은 이루어지지 않을 것이다. 이러한 인터페이스간 태그가 몰리는 현상을 해결하기 위한 프로토콜을 제시한다.

2.1 LP-결합 프로토콜



그림3. LP-결합 프로토콜의 태그 인식과정

그림3은 LP-결합 프로토콜에서 태그 인식과정을 나타낸 그림이다. 서로다른 채널을 사용하는 인터페이스들의 SP, LP를 맞추는 동기 방식이라고 할 수 있다. 각 인터페이스의 SP구간에 전송하는 Collection명령에 윈도우 크기(W) 및 인터페이스 개수 그리고 인터페이스가 사용하는 채널 정보를 넣어 전송하게 된다. 태그는 하나의 채널만을 사용할 수 있기 때문에 인터페이스의 개수와 인터페이스가 사용하는 채널들을 보고 랜덤하게 선택하여 인식되는 것이다. 그림3과 같이 만약 인터페이스가 2개 있다면 채널1번과 채널2번을 랜덤하게 선택하게 되고 이것은 확률적으로 1/2로 각 인터페이스에 인식되게 되는 것이다.

2.2 AP-균형 프로토콜

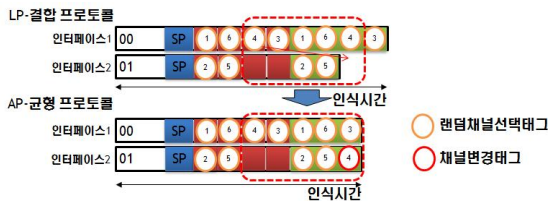


그림4. AP-균형 프로토콜의 태그 인식과정

그림4는 AP-균형 프로토콜의 태그 인식과정을 나타낸 것이다. 각 인터페이스간 SP와 LP의 동기를 맞춰야하는 것은 LP-조합 프로토콜과 똑같다. 만약 LP-조합 프로토콜을 통해 태그들이 각 인터페이스가 사용하는 채널을 확률적으로 랜덤하게 선택하여 각 인터페이스에 인식된다 하더라도 특정 인터페이스에 집중되는 현상은 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 개선시키기 위해 AP-균형 프로토콜을 제시한다. 그림에서와 같이 각 인터페이스의 LP구간에서 인식된 태그의 개수를 비교하여 만약 차이가 2개 이상일 경우 리더의 채널 변경(Channel Switch)명령에 의해 태그의 채널을 변경하여 LP에서 인식된 태그를 다른 채널의 AP에서 추가정보를 수집하게 한다. 이렇게 하면 각 인터페이스에 인식되는 태그의 차이는 1개 이상 될수 없게 됨으로써 전체 리더의 인식시간을 단축시킬 수 있다. 만약 AP에서 읽어야하는 추가 데이터의 양이 많다면 LP-조합 프로토콜에 비해 더욱 큰 성능개선을 이룰수 있을 것이다.

3. 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜 구현

3.1 프로토콜 개발환경

프로토콜 개발 환경은 그림5에서 보는것과 같이 호스트 컴퓨터에 리더를 Serial로 연결하고 리더의 명령을 통해 태그를 동작시키는 방식이다.

리더는 Chipcon사에서 개발한 CC2500EM트랜시버가 2개 장착되어 있으며, 태그는 CC2510트랜시버를 사용한다.



(1) 리더 (2)태그
그림5. 프로토콜 개발 환경

3.2 프로토콜 구현

본 논문에서 사용한 하드웨어는 펌웨어레벨에서 동작한다. 하나의 MCU에 두개의 인터페이스를 동시에 동작시키기 위해 TCP/IP에서 멀티 스레드를 사용하는 방법인 폴링기법을 사용하였다. 하나의 MCU가 두 개의 인터페이스를 동시에 사용하도록 하기 위해 이 같은 방법을 사용하였고, 인터럽트를 사용하여 각 인터페이스에 스케줄링함으로써 위 프로토콜들을 구현할 수 있다. 각 인터페이스의 스케줄링을 다르게 함으로써 비동기 방식 인 것처럼 동작을 할 수도 있겠지만 여기서는 두 개의 인터페이스가 같은 스케줄링을 각각 사용하게 하는 동기방식으로 동작하게 구현했다.

4. 실험

각 프로토콜에 대한 인식시간을 측정하기 위해 실험을 실시하였다. 하나의 인터페이스만을 가지고 태그를 수집하는 경우와 위에 제시한 LP-결합, AP-균형 프로토콜에 대한 태그의 인식시간을 비교했다. 실험방법은 각 프로토콜의 전체인식시간 비교를 목적으로 태그의 개수를 5개 단위로 20회 반복하여 평균값을 계산하였다. 그리고 5개 단위로 수집되는데 사용되는 라운드수가 전체 수집시간을 결정하는데 직접적인 연관이 있기 때문에 각 태그수집에 사용되는 라운드수의 평균도 같이 측정하였다.

4.1 실험환경구성



그림6. 실험환경구성

그림6은 실험을 하기위한 환경을 나타낸 그림이다. 두 개의 인터페이스를 사용하는 리더와 태그 30개를 사용하여 실험하였다.

5. 프로토콜 별 성능비교

그림7은 단일 인터페이스와 제안한 다중인터페이스 RFID 리더프로토콜에 의해 수집된 태그의

수집시간을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 것과 같이 제안한 프로토콜이 단일 인터페이스에 비해 전체인식시간이 우수한 것을 알 수 있다. 태그의 개수가 증가할수록 단일인터페이스에 비해 제안한 프로토콜의 성능이 우수한 것을 알 수 있다.

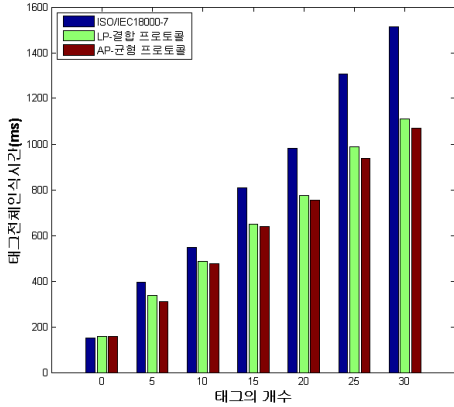


그림7. 프로토콜별 평균 태그 인식시간

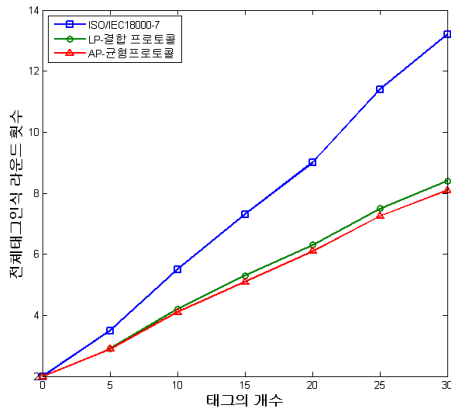


그림8. 프로토콜별 평균 태그 인식라운드 수

그림8은 태그를 인식하는데 사용되는 평균 라운드수의 나타내고 있다. 단일인터페이스에 비해 LP-결합 프로토콜은 두 개의 인터페이스를 사용하기 때문에 월등히 라운드수가 줄어드는 것을 볼 수 있으며, LP에서 인식된 태그의 수에 따라 채널 변경에 의해 AP-균형프로토콜의 성능이 좌우되기 때문에 평균 라운드 수에서는 큰 성능향상이 이루어지는 것을 볼 수 없었다.

V. 결 론 및 향후 개발 계획

다중인터페이스를 가지는 2.4GHz 능동형 RFID 리더 프로토콜을 설계하고 구현하여 성능을 비교 분석하였다. 단일인터페이스를 사용하는 리더에 비해 두 개의 인터페이스를 사용하면서 전체 태그에게 각 인터페이스의 정보를 전송하여 랜덤하게 각 인터페이스에 인식될 수 있는 LP-결합프로토콜은 인식시간이 단일인터페이스에 비해 30%정

도의 성능개선이 이루어지는 것을 볼 수 있었다. 각 인터페이스의 LP에서 인식된 태그의 개수가 차이가 날 경우 이것의 채널을 변경하여 AP구간에서 태그의 정보를 인식하게 하는 AP-균형 프로토콜은 LP에서 인식된 태그의 개수의 차이가 많이 나면 날수록 성능이 개선되지만 실험에서는 랜덤하게 인식되는 태그들이 확률적으로 1/2로 각 인터페이스를 선택하기 때문에 LP-결합 프로토콜에 비해 큰 성능 향상은 볼 수 없었지만 만약 인식되어야 되는 태그의 개수가 많이 진다면 성능 개선은 분명히 이루어질 것이다.

능동형 RFID의 특징인 태그의 부가정보전달은 많은 분야에서 폭넓게 요구될 것이다. 지금은 센싱 정보와 같은 적은양의 정보만을 요구하지만 향후 많은 어플리케이션에서 대용량의 태그정보 전달이 요구될 것이며, 이에 본 연구진은 대용량의 태그정보를 리더에 전달할 수 있는 전송기법과 2.4GHz대역에서의 다른 기술들에 의한 interference영향을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구를 계획 하고 있다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC 18000-7.2, "Information technology AIDC techniques - Radio frequency identification for item management - Air interface, Part 7: Parameters for active air interface communication at 433 MHz," 2008.
- [2] 박현성, 김동현, 정상화, 백운주, 김종덕, "다중 채널 다중 인터페이스 능동형 RFID 리더 및 프로토콜," 한국정보과학회,
- [3] 강민수, 손영일, 이기서, "RFID 기반 육송 물류저점정보 시스템 구축에 관한 연구," 한국철도학회, 한국철도학회 논문집 제 11권 제3호, pp.286~293, 2008년 6월.
- [4] 이채석, 김종덕, "다중 인터페이스 다중 채널 2.4GHz 능동형 RFID 프로토콜 설계 및 구현, JCCI, 2009년.
- [5] 박세영, 김택현, 최훈, 조현태, 백운주, "저 전력 2.4GHz 능동형 RFID 태그의 설계 및 구현," UCT2008, p134~136, 2008년 7월
- [6] 2.4GHz Active RFID Reader, 부산대학교 컴퓨터공학과 임베디드 네트워크 연구실, <http://miranda.ce.pusan.ac.kr>
- [7] Hyuntae Cho, Yunju Ba, "Design and Implementation of an Active RFID System Platform," saint-w, pp.80~83, 2006 International Symposium on Applications and the Internet Workshops(SAINT2006 Workshops), 2006.