

2.4GHz 능동형 RFID 태그의 전력소비개선을 위한 수집 명령 도달 예측 기법¹⁾

조봉래[○] 박세영 최훈 백윤주²⁾

부산대학교 임베디드 시스템 연구실

char@embed.re.kr, psy3822@embed.re.kr, hara_eslab@embed.re.kr, yunju@embed.re.kr

prediction method for the arrival of collection command to
improve low-power consumption of 2.4GHz active RFID tag

Bongrae Cho[○] Seyoung Park, Hoon Choi, Yunju Baek

Embedded System Lab. Pusan National University

능동형 RFID 태그는 배터리를 사용함으로써 수동형 RFID 태그에 비해서 고속으로 더 먼 거리의 통신이 가능하다. 또한 자체적인 계산처리가 가능하고 메모리가 크며 추가적인 센서 인터페이스 이력관리 기능 등의 다양한 기능을 제공할 수 있다. 그러나 능동형 RFID 태그에 사용되는 배터리는 한정되어 있으며, 이를 어떻게 효율적으로 사용하는가에 따라 태그의 동작 수명이 결정된다. 따라서 능동형 RFID에서는 태그의 배터리를 효율적으로 사용하는 것이 매우 중요한 이슈가 된다. 본 논문에서는 2.4GHz 능동형 RFID 태그[2]에 대해 동작 메커니즘과 전력소비의 문제점을 분석하여 문제점 해결 방안으로 명령 도달 예측 기법을 제시하고 적용한 태그의 설계와 구현에 대해 언급한다.

2.4GHz의 능동형 RFID 시스템 통신[2]은 리더와 태그간 통신을 준비하도록 알려주는 wake up 기간, 리더가 태그들의 정보를 수집하는 기간인 수집(collection)기간으로 구성된다. 리더는 태그와 통신 동기를 위한 wake up 기간 동안 wake up 패킷을 계속 전송하고, 이 패킷을 수신한 태그는 리더와 통신을 준비한다. Wake up 기간은 2.2초로 리더는 wake up 신호를 연달아 방송(broadcast)하여 리더와 통신이 가능한 거리내의 태그들이 수집 명령에 응할 준비를 하도록 알려준다. Wake up 신호를 받은 태그는 수신 대기 상태로 수집 명령을 기다리게 된다.

Wake up이 끝난 후 리더는 수집 명령을 전달하며 수집 기간은 각 라운드당 57.3ms로 n번의 라운드 동안 태그를 수집하게 될 경우, $n * 57.3ms$ 의 시간을 소요한다. 수집 명령을 받은 태그들은 임의의 타임 슬롯에서 응답을 하고 리더는 아무런 응답을 하지 않을 때까지 수집을 반복한다. 수집에 응한 태그는 리더의 sleep 명령을 받고 저전력 동작을 하며 packet collision으로 인해 sleep 명령을 받지 못한 태그는 다음 라운드에서 수집에 응답하게 된다. 수집에 참여한 모든 태그들이 응답을 하였다면 최종 라운드에서는 아무 태그도 응답을 하지 않게 되고 이로 인해 리더는 태그의 수집이 종료되었다는 것을 알게 된다.

Wake up 구간에서 태그가 신호를 받게 되면 언제 수집 명령을 받게 될지 모르기 때문에 수집이 시작되기 전까지 RX 모드로 전력을 소비하게 된다. 수집 직전에 wake up 신호를 받으면, 전력소비에 큰 차이가 없을 수 있지만, wake up이 시작될 때 태그가 wake up 신호를 받아서 수집 시작전까지 RF 수신 상태로 있게 되면 2.2초나 전력을 낭비하게 되며 이는 평균적으로 태그가 1.1초동안 전력을 낭비함을 의미한다. 실제 리더와 태그간 명령과 정보를 주고 받는 수집 기간의 성능 향상을 논하는 연구결과가 있으나 수집 기간 한 라운드는 57.3ms로 2.2초에 비하면 2%의 시간에 불과하다. 따라서 wake up 기간에

1) 본 연구는 지식경제부 지방 기술혁신사업(B0009720)지원으로 수행되었음

2) 교신 저자: 백윤주(yunju@embed.ac.kr)

서 태그의 낭비되는 전력을 줄일 수 있는 방안을 고려해야 할 필요가 있다

태그가 wake up 신호를 받은 후 언제 수집 명령이 도달할지 알 수 있다면 저전력 모드로 동작하여 수집 명령 도달 전까지 불필요한 전력 소비를 줄일 수 있다 본 논문에서는 wake up 패킷에 전체 wake up 패킷 개수와 현재 wake up 패킷의 번호를 추가함으로써 수집명령 도달 시점을 예측하고자 한다

wake up 신호 순번화를 통해 태그는 wake up 신호를 받을 때 현재의 시점을 알 수 있다 그리고 마지막 wake up 순번과 wake up 신호 하나의 전송되는 구간의 시간을 알면 수집이 시작되기 전까지 걸리는 시간을 구할 수 있으며, 이 시간동안 태그는 sleep 상태로 저전력 동작하여 에너지 소비를 줄일 수 있다.

개선 메커니즘을 적용시켜 설계한 2.4GHz 능동형 RFID 태그는 Texas Instrument사의 CC2510F32 프로세서를 사용하며 8051과 2.4GHz RF의 원칩 모델로 32kbyte의 플래시 메모리와 4kbyte의 SRAM을 가지며 26MHz의 크리스탈을 사용하여 고속의 처리가 가능하다 배터리는 560mAh용량을 가진 코인형 배터리 CR2450을 사용하며 코인형 배터리의 출력전류량이 낮으므로 높은 순간전력소비로 인한 수명 감소를 줄이기 위하여 배터리와 태그가 연결되는 부분에 버퍼역할의 고용량 캐패시터를 장착하였다

성능 평가로서 먼저 기존 메커니즘과 개선된 메커니즘에 대한 소비 전류를 측정하여 비교 실험 하였다. wake up 시작부터 수집종료까지중 기존의 메커니즘에서 2.08초동안 평균 27.0mA를 계속 소비되는 것에 반해 개선된 메커니즘은 기존 2.08초중 0.28초동안 전류를 소비하였다. 구현 결과 기존보다 전류 소비 시간이 13% 정도로 줄어들었으며 이는 수집에 소비되는 전력이 최대 7배 이상 개선되었음을 알 수 있었다.

그리고 전력 소모를 줄이기 위한 방법이 능동형 RFID 시스템이 동작하는데 성능을 저하시키지 않는 지 확인을 위하여 수집 성능 실험을 하였다 수집 실험 횟수는 100번을 행하였으며, 수집된 태그의 개수는 이중 가장 적게 수집된 수를 수집 시간은 가장 오래 걸린 시간을 측정하였다 수집 결과, 태그 50 개에 8라운드로 개선된 태그는 기존 태그에 비해서 수집 성능이 떨어지지 않음을 확인할 수 있었다

본 논문에서 기존 2.4GHz 능동형 RFID 동작중 수집 메커니즘에서 태그의 불필요한 소비전류에 대한 문제점을 분석하고 개선 방안으로 리더의 wake up 구간 순번화를 통한 수집 명령 도달 예측 기법을 제시하였다. 기존의 동작과 개선된 동작에 대하여 비교 실험한 결과 태그가 수집되는 동안 불필요하게 소비되는 전류를 기존의 13% 수준으로 절감하여 태그의 수명을 크게 늘릴 수 있었으며 수집 성능에 영향을 주지 않음을 알 수 있었다

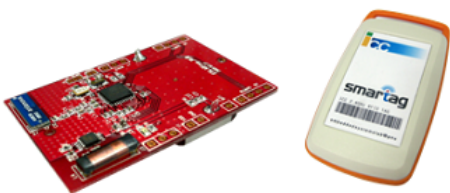


그림 1 원칩형 2.4GHz 능동형 RFID 태그

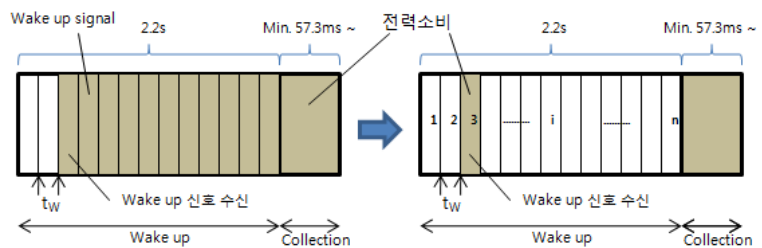


그림 2 수집명령도달 예측 기법 적용 결과

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 18000-7, Information technology - Radio frequenc identification for item management - Part 7 : Parameters for active air interface communications at 433MHz
- [2] 박세영, 김택현, 최훈, 조현태, 백윤주, "저전력 2.4GHz 능동형 RFID 태그의 설계 및 구현, 한국통신학회 한국컴퓨터종합학술대회, UCT 2008 1권, 1호, 134쪽, 2009년 7월