

반능동형 센서 태그 데이터의 읽기 실패 시 회복 기법†

김수한*, 류우석*, 홍봉희*

*부산대학교 컴퓨터공학과

e-mail : {ksoohan, wsryu, bhhong}@pusan.ac.kr

Recovery Technique for Fail to Read of Semi-Passive Sensor Tag Data

Soohan Kim*, Wooseok Ryu*, Bonghee Hong*

*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

RFID 기술을 사용하는 환경에서는 태그와 리더간에 Radio Frequency 를 이용한 무선 통신을 하기 때문에 서로간의 데이터 손실 없이 성공적인 통신을 항상 보장하기는 어렵다. 태그가 리더 영역 내에 있다 하더라도 주변 다른 전자제품의 전파 방해나 장애물의 영향으로 인해 센서 태그로부터 센싱 데이터를 읽는 도중에 데이터 손실이 발생 할 수 있다. 이러한 센서 데이터는 콜드 체인과 같은 물류환경에서 상품을 관리하기 위하여 중요하게 사용되기 때문에 센싱 데이터를 전송하는 도중에 손실된 데이터를 복구해야 한다. 본 논문에서는 반능동형 센서 태그로부터 센싱 데이터 값을 손실 하였을 때 완전한 결과 데이터로 복구하기 위한 회복 기법을 제안한다. 이를 지원하기 위해 결과 데이터 복구 기법과 Packet Size 제어 기법을 사용한다. 이 기법들은 회복 기법이 성공적인 데이터의 읽기 연산을 보장하고, 읽기 처리 속도를 빠르게 하는데 중요한 역할을 한다.

1. 서론

RFID 기술은 RF 신호를 이용하여 리더와 태그간의 데이터 전송을 통하여 태그의 정보를 식별해 내는 것을 말한다. RFID 통신은 무선으로 이루어지며, 서로의 통신이 자동적으로 이루어지고 편리하다. 그리고 여러 태그의 종류 중 본 논문에서 다루고 있는 반능동형 센서 태그의 경우 자신의 메모리에 센싱 데이터를 저장할 수 있는 특징이 있다 [1].

최근 들어, 콜드 체인과 같은 많은 물류환경에서 상품을 안전하게 관리하기 위해 센서 태그를 사용하고 있다. 반능동형 센서 태그는 상하기 쉬운 상품의 온도 정보를 관리하여 상품을 신선하게 관리 할 수 있도록 해준다. 태그로부터 상품의 특정 센싱 값을 읽어서 운송 중이나 저장 중에 위험한 상황이 감지되거나 특정 상황이 발생했을 경우 정확하게 조치를 취할 수 있도록 해준다 [2]. 따라서 반능동형 센서 태그는 온도 정보와 같은 센서 정보의 기록 및 관리가 중요하게 사용되는 환경에서 많이 사용된다.

상품을 정확하고 안전하게 관리하려면 태그로부터 센싱 데이터를 완벽하게 읽어야 할 필요가 있다. 하지만 태그 메모리에 기록되어있는 센서 데이터는 단 한번에 RF 통신을 통해 전송하기에는 데이터의 크기가 비교적 크기 때문에 읽는 도중 데이터 손실이 발생할 수 있다. 전송 중 데이터를 손실할 수 있는 원인으로는 다른 전자 제품의 전파 방해나 리더와 태그

사이의 장애물로 인한 신호 전송 방해와 같은 것이 있다. 따라서 이러한 전파 방해요인이 많이 발생하는 환경에서는 센싱 정보를 전달하는 도중 데이터 손실이 발생하여 상품을 정확하게 관리하지 못하는 문제점이 발생할 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 반능동형 센서 태그 데이터의 완전한 읽기를 보장하기 위한 회복 기법을 본 논문에서 제안한다. 센싱 데이터 회복 기법은 크게 두 가지의 중요한 메커니즘이 사용된다. 하나는 데이터 복구 메커니즘이고, 다른 하나는 Packet Size 제어 메커니즘이다. 이 두 가지 메커니즘은 센싱 데이터의 완벽한 읽기 보장뿐만 아니라 읽기 처리 속도 또한 향상시켜준다.

성능 평가를 통해 제안한 센싱 데이터 회복 방법이 전송 중 손실된 데이터의 완전한 복구를 보장 할 수 있다는 결과를 얻었다. 테스트는 기존의 단순 태그 메모리 읽기 방법과 비교하여 실시 하였고, 테스트를 통해 기존의 방법 보다 제안한 방법이 처리 속도도 빠르고 손실된 데이터도 회복해 주어 어떤 상황에서도 완전한 결과를 제공해주는 것을 확인 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 대상 환경 및 데이터 전송 중 손실이 발생할 수 있는 경우를 설명하고, 데이터 손실로 인해 발생할 수 있는 문제점을 3 장에서 설명한다. 4 장에서는 반능동형 센서 태그 데이터를 읽는 중 손실된 데이터 회복을 통해 완

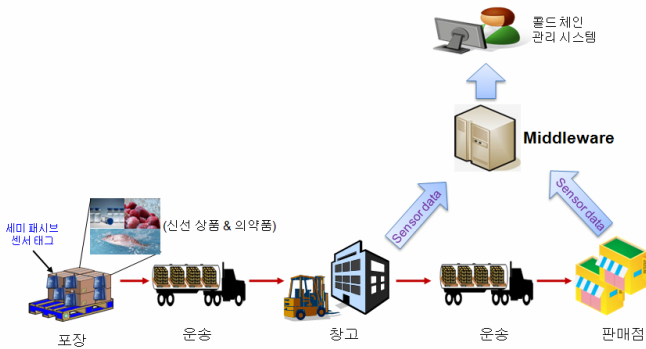
† 본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(B0009720) 지원으로 수행되었음

벽한 결과를 제공하는 센싱 데이터 회복 기법에 대해 소개한다. 제안한 방법에 대한 성능평가에 대한 결과는 5장에서 설명하고, 기존 RFID System에 대한 관련 연구는 6장에서 소개한다. 마지막으로 7장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

2. 연구 동기 및 Case Study

2.1. 콜드 체인 환경

센서 데이터를 이용하여 상품을 관리하는 콜드 체인과 같은 물류 환경에서는 센서 태그를 이용하여 상품의 상태를 기록 및 파악한다. 따라서 신선 상품 또는 의약품을 안전하게 관리하기 위해서는 신뢰할 수 있는 손실되지 않은 센서 데이터가 제공되어야 한다. 반응동형 센서 태그는 상품을 관리하기 위한 많은 물류 환경에서 사용되며, 센서 정보를 저장할 수 있는 기능을 제공해 준다 [3]. 센서 정보는 태그에 설정된 특정 시간 간격으로 태그 메모리에 저장된다. 그리고 반응동형 센서 태그는 두 종류의 읽기 모드를 지원한다. 하나는 단순히 현재의 센서 값을 읽어 들이는 것이고, 다른 하나는 특정 시점으로부터 태그 메모리에 기록된 센서 데이터를 읽어 들이는 것이다.



(그림 1) 콜드 체인 관리 시스템

센서 태그는 상품이 태그와 함께 포장되는 순간부터 센싱 정보를 기록하기 시작하여 목적지에 도착할 때까지 지속적으로 태그 메모리에 센싱 정보가 기록된다. (그림 1)은 센싱 데이터가 기록되기 시작하는 시점부터 관리 시스템에 전달되는 시점까지의 전반적인 콜드 체인 관리 시스템의 구성을 보여준다.

2.2. 태그 데이터의 읽기를 실패하는 경우 분석

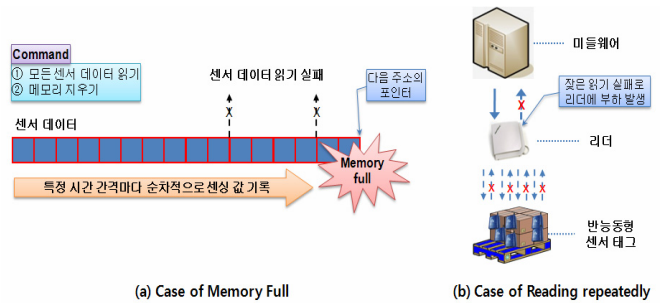
센서 정보를 이용하여 상품을 관리 하는 환경에서는 상품의 도착지에서 운송 중에 기록되었던 대량의 센싱 정보를 빠른 시간 내에 완벽하게 읽어 들여야 한다. 하지만 이러한 대량의 센싱 데이터를 읽을 경우, 데이터 전송 중에 손실이 발생하는 경우가 종종 발생한다.

데이터 손실이 발생하는 경우를 알아보기 위해 실험환경을 구성하여 테스트를 수행한 결과 다른 전자 제품으로부터 전파 방해를 받을 경우와 태그와 리더 사이에 장애물이 있을 경우 태그 데이터의 읽기를 실패하였다.

3. 문제 정의

무선 통신을 이용하는 환경에서는 주변 환경의 상황에 따라 성공적인 데이터 전송을 보장해 주지 못하는 경우가 발생한다. 그 원인으로는 다른 전자 제품으로 인한 전파 방해 및 리더와 태그 사이의 장애물의 영향이 있다. 전파방해의 세기에 따라 센서 태그 데이터의 읽기 실패율도 달라진다.

태그로부터 센서 데이터 읽기를 연속적으로 실패할 경우 태그 메모리가 가득 차는 문제점이 발생하게 된다. 왜냐하면 센서 데이터가 중요하게 이용되는 환경에서는 센서 데이터를 손실하면 안되기 때문에 모든 센서 데이터를 완전히 읽기 전에는 태그 메모리에 기록되어 있는 센싱 데이터를 지우지 않기 때문이다. 그리고 리더가 센서 태그의 데이터 읽기를 실패할 경우 리더는 센서 데이터를 처음부터 다시 읽어야 하며, 이런 경우가 반복될 경우 리더에 작업 부하가 발생하고, 센싱 데이터를 다시 읽어 들이는데 오랜 시간을 소비하게 된다. (그림 2)의 (a)에서는 Memory full이 발생하는 경우를 보여주고 있고, (b)에서는 반복되는 읽기 실패로 인해 리더의 작업에 부하가 걸리는 상황을 보여주고 있다.



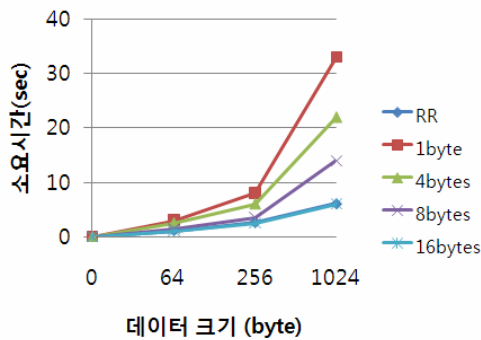
(그림 2) 데이터 손실로 인해 발생하는 문제점

이러한 문제점을 발생시키는 근본적인 원인은 크게 세가지가 있다. 첫 번째는 태그가 리더로부터 명령을 전달받지 못하였을 경우, 두 번째는 리더가 태그로부터 응답을 받지 못하였을 경우, 마지막으로 태그가 리더 영역을 벗어났을 경우가 있다. 이러한 경우에 RFID Middleware는 반드시 센서 태그 데이터를 다시 읽어 완전한 결과를 복구하여 Application에 전달해 주어야 한다. 그렇지 않으면 Memory full이나 태그 데이터 읽기 처리 속도의 저하와 같은 문제점을 발생 시킨다.

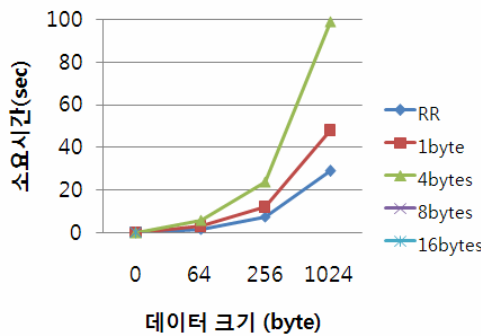
리더와 태그 사이의 통신에 관한 문제는 기존 연구에서 충돌방지 기법으로 많이 다루어 졌다. 하지만 이 기법 만으로는 완전한 센서 데이터의 제공을 보장해 줄 수는 없다. 따라서 한 번에 많은 양의 데이터가 읽히는 센서 태그를 위한 완전한 결과를 보장하기 위해 손실된 데이터를 회복할 수 있는 방법이 필요하다.

테스트는 packet size 를 1byte, 4bytes, 8bytes 와 16bytes 로 고정하여 실험을 하였다.

방해요인이 없는 Ideal 환경에서는 제안한 방법과 기존의 방법 모두 센서 데이터에 대한 완전한 읽기 연산을 보장해 주었음을 실험 결과인 (그림 4)(a)를 통해 확인할 수 있다. 하지만 고정 packet size 를 사용하는 경우 packet size 가 작을 수록 소요시간이 많았다. 반면 Noisy 환경에서는 고정 packet size 를 사용하는 기존의 방법에서는 1, 4bytes 외에는 센서 데이터 읽기를 모두 실패 하였다. 하지만 RR 기법을 사용하였을 경우 센서 데이터에 대한 완전한 결과를 보장해 줌을 실험 결과인 (그림 4)(b)를 통해 확인할 수 있다.



(a) Ideal 환경에서의 실험 결과



(b) Noisy 환경에서의 실험 결과

(그림 4) RR 기법에 대한 실험 결과

이 실험을 통해 제안한 방법인 RR 기법이 센서 태그 데이터에 대한 완전한 읽기 보장뿐만 아니라 읽기 연산 처리 속도 향상까지 보장해 줄 수 있는 것과 방해요인의 세기가 더 심할 경우 기존의 방법으로는 손실 없는 결과를 얻기 힘들다는 것을 알 수 있었다.

6. 관련 연구

현재 본 논문과 동일한 연구는 없으며, 현존하는 RFID Middleware 에서 센서 데이터의 읽기 보장을 위한 처리 시스템이 존재하는지에 대한 연구를 하였다. IBM WebSphere RFID System [4] 은 상품을 추적 관리하는 물류환경에서 사용될 수 있으며, 여러 비즈니스 응용에서 상품을 관리하기 위해 사용된다. 이 시스템은 ALE(Application Level Events) [5] 표준에 따라 구현이 되어있다. 그리고 이 시스템뿐만 아니라 기존의

많은 소프트웨어 및 관련 연구 [4,6,7] 에서는 RFID 시스템에서의 성능을 개선하기 위한 분석이 많이 이루어졌다. 하지만 기존의 RFID 시스템에서는 센서 태그 데이터를 완벽히 읽을 수 있도록 보장해주는 방법은 존재하지 않았다. 읽기를 실패한 경우 Fail 메시지만 Application 에 전달해주고 읽기 명령은 종료되었다.

ALE 표준에는 수동형 태그에 대한 여러 기능들이 명시되어 있지만 센서 태그 데이터와 같은 대용량의 데이터를 읽는 기능에 대한 명시는 없었다. 하지만 센서 태그가 사용되는 물류 환경에서는 RFID 시스템이 센싱 데이터를 손실 없이 완전하게 읽을 수 있도록 보장해 주는 기능을 필요로 하고 있다.

7. 결론 및 향후 연구

콜드 체인과 같은 물류 환경에서 상품을 안전하게 관리하기 위하여 센서 태그로부터 센싱 정보를 손실 없이 읽는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 반응동형 센서 태그로부터 센싱 데이터를 읽는 중 데이터 손실이 발생할 수 있는 경우에 대해 분석하였고, 전자 제품으로부터의 전파방해와 장애물로 인해 데이터 손실이 발생 한다는 것을 실험을 통해 확인하였다.

반응동형 센서 태그로부터 센싱 데이터를 수집하는 과정에서 데이터 손실 없이 완벽한 읽기를 보장하기 위하여 RR 기법을 본 논문에서 제안하였다. 완전한 읽기를 보장하기 위한 RR 기법을 수행하기 위하여 데이터 복구 기법과 Packet Size 제어기법을 사용하였으며, 이를 통해 센서 데이터의 완전한 읽기 보장뿐만 아니라 읽기 처리 속도향상까지 제공할 수 있었다. 따라서, 제안한 RR 기법을 사용하면 콜드 체인 환경에서 상품을 안전하고 정확하게 관리할 수 있다.

어느 환경 조건에서든 반응동형 센서 태그로부터 센서 데이터를 손실 없이 읽을 수 있도록 보장해 주는 방법을 본 논문에서 제안했다. 향후 연구과제로는 반응동형 센서 태그뿐만 아니라 능동형 태그까지 지원할 수 있도록 기존의 RFID Middleware 의 확장에 대한 연구를 진행해야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] EPCglobal Inc., The Tag Class Definitions, Version 1.0, http://www.epcglobalinc.org/standards/TagClassDefinitions_1_0-whitepaper-20071101.pdf
- [2] Roy Want, "An Introduction to RFID Technology", IEEE Pervasive Computing, vol. 5, no.1, Jan-Mar 2006, pp. 25-33
- [3] Reiner Jedermann, Luis Ruiz-Garcia, Walter Lang, "Spatial temperature profiling by semi-passive RFID loggers for perishable food transportation", Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier B.V, Aug 2008, pp. 1-10.
- [4] IBM., <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/pvcsensa/v1r1m0/index.jsp>
- [5] EPCglobal Inc., The Application Level Event (ALE) Specification, Version 1.1, http://www.epcglobalinc.org/standards/ale/ale_1_1-standard-core-20080227.pdf

- [6] Joseph E. Hoag, Craig W. Thompson, "Architecting RFID Middleware", IEEE Internet Computing, vol. 10, no. 5, Sep-Oct 2006, pp. 88-92.
- [7] Christian Floerkemeier, Matthias Lampe, "RFID middleware design: addressing application requirements and RFID constraints", ACM International Conference Proceeding Series, ACM, Grenoble, France, Oct 2005, pp. 219-224.
- [8] EPCglobal Inc., <http://www.epcglobalinc.org>