

다중 태그 인식 기반의 신뢰성 있는 데이터 수집 환경

이영란^{1*}

¹선문대학교 IT교육학부

A Reliable Data Capture in Multi-Reader RFID Environments.

Young-Ran Lee^{1*}

¹Division of IT Education, Sunmoon University

요약 신뢰성 있는 다중태그 인식은 최근 다중태그 애플리케이션 이슈 중의 하나이다. 하지만, 데이터 확보 단계에서 다중태그 리더를 통한 신뢰성 있는 다중태그 인식은 리더간의 충돌, 소음, 태그가 부착된 물건들의 이동 등으로 발생하는 거짓양성인식, 거짓음성인식, 비 인식같은 신뢰성 없는 인식으로 인하여 신뢰서 있는 데이터를 확보하는데 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 논문은 다중태그 리더를 통한 인식에서 발생하는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 먼저 성능평가 기준을 소개하고, 1) 수신된 신호 강도 표시기 (RSSI)을 이용한 최소 중첩인식공간 설정방식, 2)시-공간 분할 처리방식, 3) 큰 사이즈의 이중 태그 부착 방식등과 같은 3가지 해결방안을 제시하였다. 그리고 본 논문은 멀티 RFID 리더가 설치된 스마트 사무실에서 태그의 성공 인식률 계산을 통하여 제안된 방법의 성능개선을 보여주었다.

Abstract Reliable Multi-Reader RFID identification is one of issues in Multi-Reader RFID realization program in recent. And the Multi-Reader RFID reader has difficulty to obtain reliable data in data capture layer. The reason is that unreliable readings such as a false positive reading and a false negative reading and missed readings can happen by reader collision problems, noise, or the mobility of tagged objects. We introduce performance metrics to solve these reader problems. We propose three solutions the Minimum Overlapped Read Zone (MORZ) with Received Signal Strength Indicator (RSSI), the Spatial-Temporal Division Access (STDA) method, and double bigger size of tags attached on the object. To show the improvement of the proposed methods, we calculate tag's successful read rates in a smart office, which consists of Multi-Reader RFID systems.

Key Words : RFID reader, Performance, Reliability, RSSI

1. 서론

태그 인식시스템은 데이터 확보 단계, 데이터 처리 단계, 데이터 분석 단계 등, 3단계로 구성되었다[1,2].

먼저 데이터 확보단계에서는 리더가 태그로부터 데이터들을 수집하고, 데이터 처리 단계에서는 확보된 데이터를 기반으로 정보처리시스템이 데이터를 처리하며, 데이터 분석 단계에서는 인식프로그램에 만들어진 상황이 어떻게 적용되는지 분석한다. 본 논문에서는 3단계 처리과정 중 리더, 태그, 안테나 사이의 신뢰성 있는 데이터 확보를 위한 데이터 확보 단계에서 측정되는 방법에 대하

여 연구하고자 한다.

정확한 정보를 인식하여 적용된 태그인식프로그램이 신뢰성 있는 작업을 수행하는 것은 다중태그 시스템의 가장 중요한 구현부분이다. 하지만 현실적으로 데이터 확보 단계에서 다중태그 리더는 높은 리더 인식률을 확보가 있다. 이는 오인으로 인한 양성인식과 음성인식, 비 인식과 같은 다중태그 리더 충돌 문제[3], 주변 환경의 소음과 태그 부착물의 이동성 때문에 발생되고 있다. 즉, 리더 인식 공간에 실제 존재하는 태그들을 리더가 인식하지 못하는 경우와 반대로 리더 인식 공간에 실제로 존재하지 않는 태그들을 리더가 인식하는 경우가 발생하는 경

*교신저자 : 이영란(yrleekr@naver.com)

접수일 10년 11월 17일 수정일 (1차 11년 03월 17일, 2차 11년 05월 04일, 3차 11년 06월 10일) 게재확정일 11년 09월 08일

우이다[4]. 예를 들면, 리더 인식 공간에 태그들이 실제로 존재하지만 리더가 인식하지 못하는 경우가 발생하고, 반대로 리더 인식 공간에 태그들이 실제로 존재하지 않지만 리더가 인식하는 경우가 발생한다.[5] 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 성능평가 기준을 소개하고, 수신된 신호 강도 표시기(RSSI)를 이용한 최소 중첩인식공간 설정방식, 시-공간 분할 처리방식과 다량의 태그 부착 방식 등과 같은 3가지 해결 방안을 제시하였다. 그리고 데이터 확보 단계에서 높은 인식률과 높은 인식 정확도를 확보하기 위하여 2개의 태그 리더 시스템을 스마트 사무실에 설치하여 성능을 평가하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 관련된 연구를 소개하며, 3장은 실제 적용되는 성능평가 기준을 소개하고, 4장에서는 해결방안이 제시되었다. 5장에서는 2개의 리더를 가지고 설명하였으며, 마지막 6장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

태그 시스템에서의 신뢰성 있는 데이터 관리를 위한 많은 연구가 진행되어 왔으며 진행되고 있다. 그 중에서 본 논문은 리더충돌문제, 데이터 확보 단계에서의 데이터 정리 방법 등 3가지 종류의 관련 연구를 설명하고자 한다.

리더와 태그 충돌, 리더간의 충돌과 같은 문제를 해결하기 위하여 시간, 공간, 주파수 등에 기초한 몇몇 해결 방안들이 제안되었다[6-8]. [6-8]의 논문에서는 CSMA, FDMA, TDMA, CDMA와 같은 다양한 프로토콜들을 사용하거나 다양한 프로토콜들의 조합을 통해 신뢰성있는 데이터의 확보에 주력하여 연구하였다.

한편 물리적 제한과 관련된 성능평가 기준에 대한 연구도 언급되어 있으며 스무딩(Smoothing), 필터링(filtering), 또는 머징(merging)과 같은 데이터 정리 방법이 구현되었다[9,10]. 중복 혹은 중첩되는 데이터들은 시-공간 윈도우를 기반으로 하여 중복되는 데이터가 제거되는 방법을 구현하였다.

3. 성능평가 기준

3.1 태그 인식범위 내의 물질의 종류

태그의 인식 범위는 태그 주위에 있는 물질이 금속, 물, 신체 등의 종류에 따라 달리 나타난다. 태그 주변 환경의 물질이 측량기기(안테나 혹은 태그) 사이에 직접적으로 영향을 미치지 않는다 하여도, 측량기기가 물질 근

처에 있음으로 인하여 해당 물질들이 접지금속판이 된다. 또한 물질들이 직접적으로 영향을 미칠경우 경우에는 안테나는 태그를 인식하지 못하며 인식 범위의 명료화를 위해 인식 범위안에서 영향을 미치고 있는 주변환경의 물질들을 고려해야 한다.

3.2 안테나와 태그의 방향 및 안테나의 크기

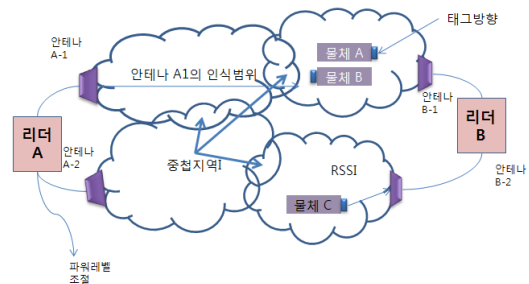
태그의 인식 범위는 안테나와 태그의 방향에 따라 변화한다. 태그의 신호흡수 현상이 태그 방향에 영향을 받을 수 있기 때문이다. 따라서 태그 시스템 구축시에 여러 방향의 태그에 대한 실험이 선행되어야 한다. 또한 태그의 인식 범위는 태그 안테나의 규모에 따라 달라지나타나기도 하는데 큰 사이즈의 태그 안테나가 넓은 태그 인식 범위를 관리할 수 있다.

3.3 태그 부착물의 이동성

태그의 인식율은 안테나 동작 시간에 영향을 받는다. 따라서 이동중인 물체의 인식시간의 다양함은 전체 인식율을 낮게 나타나게 할 수 있다. 따라서 인식 불가를 발생시킬 수 있는 이동 물체에 대한 안테나의 동작 시간의 오차허용 영역 (Boundary)을 찾아서 태그를 인식하지 않는 문제가 발생하지 않도록 해야 한다.

4. 연구 방법

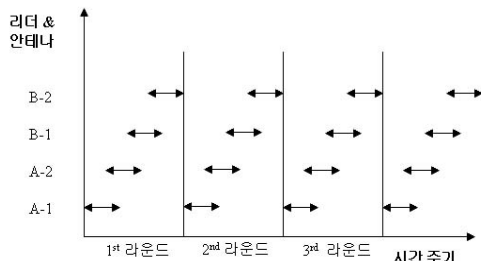
본 논문에서 범리는 2가지 해결방안을 제시하고자 한다. 첫째, 거짓양성인식을 감소시키기 위하여 수신된 신호 강도 표시기 (RSSI) 을 이용한 최소 중첩인식공간 설정방식을 제안하고자 한다[10]. 둘째, 거짓음성인식을 감소시키기 위하여, 시-공간 분할 처리방식을 제안하고자 한다. 그리고 마지막으로 비 인식 문제를 감소시키기 위하여, 큰 사이즈의 이중태그 부착 방식을 제안하고자 한다.



[그림 1] 안테나 인식범위에 따른 인식 공간 분할
[Fig. 1] A Read Zone divided by Spatial Coverage of Antennas.

4.1 수신된 신호강도 표시기(RSSI)를 이용한 최소 중첩인식 공간설정 방식 : MORZ (Minimum Overlapped Read Zone)

리더를 통하여 인식된 태그 중 실제 인식공간에서는 존재하지 않는 경우가 있다. 이는 태그가 인식 공간 내에 존재하지 않아도, 인식 공간에 있는 큰 리더가 태그를 인식 한 경우이다. 따라서 앞서 기술한 3장 1절과 2절에서 정의된 성능평가 기준에 따라 태그의 인식 범위를 고려해야 한다. 예를 들어, 태그 주변환경에 위치한 물질의 종류와 태그의 인식 범위를 설정하기 위하여 안테나를 향하고 있는 태그의 방향 등을 고려하여야 한다. 다음으로, 각 리더의 리더파워 조절과 다중 인식리더와 안테나로 인식 공간을 나누어 RSSI를 적용한 최소 중첩 인식공간(MORZ)을 그림 1과 같이 설정한다. MORZ는 다른 다중 태그 리더간의 라디오 주파수 간섭을 방지하며 여러 곳의 방향으로 안테나가 설정되어 있는 각각의 다중태그 리더의 리더 파워를 조정함으로써 거짓양성 인식 문제를 해결 할 수 있다.



[그림 2] 시-공간 분할에 기반한 동기식 스케줄링
[Fig. 2] A Synchronous Time Scheduling based on Spatial-Temporal Division

4.2 시-공간 분할처리 방식 : STDA(Spatial-Temporal Division Access)

인식 공간에 존재하면서도 인식되지 못하는 태그 태그들은 리더 충돌 문제, 주변 환경의 소음으로 태그의 강약에 의한 발생 [11], 태그간의 거리차이로 인하여 발생하는 잔영으로 인한 일시적 태그의 소멸현상으로 인한다. 이러한 현상은 태그 인식률이 실제와 달리 측정되는 원인이 되기도 한다. 따라서 이러한 비신뢰성인식 문제를 해결하기 위하여 시-공간 분할 처리방식 (STDA)를 제안하고자 한다. 시-공간 분할 처리방식의 구현은 그림 2와 같이 리더 안테나를 동기식 시간 스케줄링에 따라 동작해야 한다. 일정 시간 주기 내에서, 리더는 태그 수를 확인하고 태그의 모든 I.D에 관한 정보를 처리하기 위한 정

보처리 시스템으로 전송한다. 그 후, 정보처리 시스템은 현재 시간 주기 내에 수신확인된 모든 I.D를 이전 주기 기간의 총 I.D와 비교하여 단시간의 음성인식 오류를 확인한다. 이때, 정보처리 시스템이 사라진 태그를 발견하면, 정보처리 시스템은 해당 태그가 일시적 현상인지, 지속적인지를 판별해야 하며, 태그의 판별을 위하여 최소 3회의 시간 주기를 비교해야 한다. 즉, 태그의 총 I.D가 1st 주기 기간과 3rd 주기기간이 같다면, 2nd 주기 기간의 총 I.D의 개수가 달라진다고 하더라도 태그의 사라짐을 일시적 현상으로 볼 수 있다. 하지만, 2nd 주기 기간의 총 I.D 역시 1st와 3rd와 서로 다르게 나타난다면 지속적인 태그의 사라짐 현상으로 볼 수 있다. 앞서 기술한 기법인 STDA로 신뢰성 없는 다중태그 음성인식을 판별할 수 있다.

4.3 대형 이중태그 부착 방식

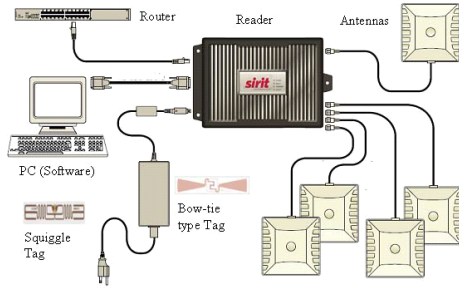
태그의 인식오류 발생은 태그가 부착된 물체의 이동성이나 안테나 동작시간의 주기로 인하여 인식 에러가 원인이 되는 경우가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문은 대형의 이중태그 부착 방식을 제안하였다. 대형 사이즈의 태그 안테나는 소형의 태그 안테나에 비하여 태그 인식기로부터 보다 쉽게 신호를 수신할 수 있다. 이중태그 또한 단일 태그를 물체의 한쪽 단면에 부착하는 것보다 양면에 부착하기 때문에 안테나를 향한 태그 방향에 따른 비 인식 문제를 해결 할 수 있다. 그러므로 대형 사이즈의 이중태그는 단일태그보다 인식률의 오차를 줄일 수 있다. 또한 동시에 동작되는 여러 다중태그리더를 데이터 정보(History)를 가지고 있는 정보처리 시스템을 통하여 인식 공간에서 소실된 비인식 태그를 탐색할 수 있다. 즉, 정보처리 시스템이 태그의 시-공간적 변화를 추적하여 한 개의 리더 인식 공간 내에서 태그 인식을 실패 하더라도, 자주 다른 리더의 인식 공간에서 소실된 태그를 발견할 수 있다. 그러므로 대형의 이중태그 부착과 정보처리 시스템의 데이터 정보 추적을 통하여 인식 실패를 개선할 수 있다.

5. 실험결과

5.1 실험환경

본 논문은 제안된 해결방안을 물리적 제한이 있는 다중태그 시스템에 적용하고자 스마트 사무실 시나리오를 가정하였다. 스마트 사무실은 [12]에서 기술된 것처럼, 공통공간, 개인공간, 그리고 미팅공간 등 3가지 공간으로 구성되었다. 여러 다중태그 리더가 각각의 분리된 공간에

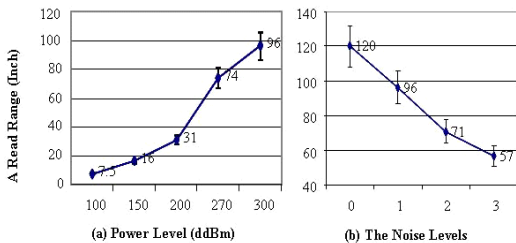
설치되어 사용자의 신체에 붙어있는 태그를 인식하도록 설정되었다. 그리고 여러 안테나가 분리된 공간의 모든 지역을 커버하기 위하여 설치되었으며 태그의 인식률을 높이기 위하여 사용자 신체의 앞과 뒤쪽에 2개의 태그를 부착하였다.



[그림 3] 다중태그 시스템 구성 요소들
[Fig. 3] Multi-RFID system components used in Experiments

5.2 다중태그 시스템 구성요소들

다중태그 시스템은 데이터 확보 단계에서 데이터를 수집하기 위하여 리더, 안테나, 태그 등과 같은 구성요소로 구성되었다. 본 논문에서는 실험을 위하여, 그림 3와 같이 2개의 Sirit Infinity 510 리더, 4개의 안테나, 그리고 몇 개의 수동 UHF 클래스 1 Gen2 태그들을 사용하였다 [13]. 그리고 Reader Startup Tool [14] 리더 소프트웨어를 PC에 설치하여 리더, 안테나, 태그의 동작을 설정하였다. 예를 들어, 안테나 구성을 설정하기 위하여, 안테나 파워, 안테나에서의 이득 (Gain), 케이블 손실, 감소현상 등을 모두 설정하였다. 그리고 리더가 “User set” 또는 “Reader calculated set” 등을 이용하여 독립적으로 안테나의 파워 레벨을 조절할 수 있는데, 본 논문에서는 “User set”을 이용하여 설정하였으며, 기본값인 안테나의 이득은 50ddBm, 케이블 손실은 15ddBm, 감소현상은 75ddBm으로 설정하여 실험하였다.



[그림 4] FCC-A 지역 경우에서의 태그 인식 범위
[Fig. 4] A Read Range of the tag for FCC-A Region Case

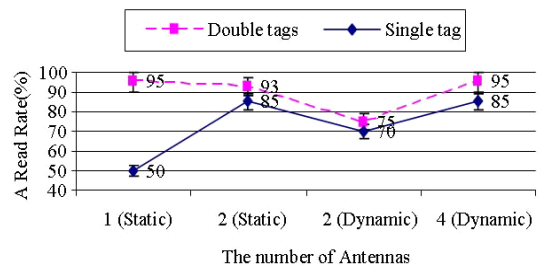
5.3 실험결과

MORZ를 만들기 위하여, 여러 다른 파워를 가진 안테나를 이용하여 사용자의 신체에 부착된 태그의 인식 범위를 테스트 하였고, 그 결과는 그림 4(a)와 같다. 이 경우, 902.3~ 912.1 MHz 사이의 200 KHz를 사용하는 FCC-A 서브 지역 옵션을 선택하였고, 최대 ddBm으로 300 ddBm을 사용하였다. 파워 레벨이 클수록 태그의 인식 범위가 증가됨을 확인할 수 있다. 또한 그림 4(b)와 같이 소음 레벨을 설정하여 소음 레벨에 따른 태그의 인식 범위를 측정하였다. 소음레벨 0은 조용한 상태, 소음레벨 1은 일반적인 상태, 소음레벨 2는 시끄러운 상태, 그리고 소음레벨 3은 매우 시끄러운 상태를 나타낸다. 이 경우 역시, 최대 ddBm은 300 ddBm으로 설정하였다. 소음레벨이 올라갈수록 인식률이 떨어짐을 확인할 수 있다.

[표 1] 시간 변동에 따른 태그 수 예제
[Table 1] An Examples of the number of the tag per time variations

# of Antennas	# of Tags	Time Periods		
		1 st round	2 nd	3 rd
1	5 (Case 1)	5	3	4
	15 (Case 2)	15	13	15
	25 (Case 3)	23	24	25
2	5 (Case 4)	5	5	5
	15 (Case 5)	15	15	15
	25 (Case 6)	24	24	24

STDA를 테스트 하기 위하여, 총 I.D 개수 체크를 통하여 시간 변동마다 태그의 인식률을 계산하였다. 30초 주기로 태그의 총 I.D 개수를 체크 하였고, 테이블 1처럼, 1st 라운드와 3rd 라운드의 총 I.D 개수를 비교하였다. 이 경우, 시스템에서 사라진 태그나 첨부된 태그를 찾기 위하여 정보처리 시스템은 case1과 case2를 반드시 분석해야 한다. 테이블 1에 의하면, 태그의 인식률은 멀티 안테나를 사용했을 경우, 단일 안테나를 사용한 경우보다 더 높은 인식률을 나타내고 있다.



[그림 5] 성공적인 태그 인식률
[Fig. 5] Tag's successful read rates

비 인식을 테스트 하기 위하여, 태그 수와 안테나 수에 따른 정적인 경우와 동적인 경우로 나누어 그림 5와 같이 태그의 인식률을 측정하였다. 사용자 신체에 이중 태그를 부착했을 경우, 그림 5에서 보는 바와 같이, 태그 인식률이 증가됨을 확인할 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문은 신뢰성 없는 인식 문제 및 비 인식 문제를 해결하기 위하여 데이터 확보 단계에서 3가지 방법을 제시하였다. 이러한 방법들은 인식 정확도를 증가시킴으로써 다중태그 시스템에서의 신뢰성 있는 데이터 확보를 지원할 수 있었고, 인식 범위 및 인식률과 같은 성능평가 기준이 신뢰성 있는 정보를 얻기 위해 측정되었으며, 제안된 해결방안이 다중태그 시스템에 적용되기 전에 성능평가 기준으로써 물리적 제한을 측정하여 스마트 사무실 시나리오에 적용하여 보았다. 실험결과에 의하면, 제안된 해결방안을 적용했을 경우, 보다 인식 정확도를 높일 수 있었고, 보다 신뢰성 높은 정보를 얻기 위하여 향후 RSSI 기반의 localization을 고려할 예정이다.

References

[1] Derakhshan, R, Orlowska, M. E., and X. Li, "RFID Data Management: Challenges and Opportunities," IEEE Intl. Conf. on RFID," pp. 175-182, 2007.

[2] Palmer, M., "Seven principles of effective RFID data management," Enterprise Systems, 2004.

[3] D. Engels and S. E. Sarma, "The Reader Collision Problem," IEEE Intl. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 3, pp. 6-9, Oct. 2002.

[4] C. Floerkermeier and M. Lampe, "Issues with RFID usage in ubiquitous computing applications", LNCS 3001, Pervasive, pp. 188-193, 2004.

[5] "EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Gen-2 UHF RFID protocol for communications at 860-960 MHz" version 1.1.0, 2006.

[6] J. Waldrop, D. Engels, and S. Sarma, "Colorwave: a MAC for RFID reader networks," IEEE WCNC 2003, pp. 1701-1704, Mar. 2003.

[7] Z. Zhou, H. Gupta, S. Das, and X. Zhu, "Slotted scheduled Tag access in Multi-reader RFID systems," IEEE ICNP, pp. 61-70, 2007.

[8] D. Engels, "On Ghost Reads in RFID systems",

AUTOIDLABS-WP-SWNET-010, Sep, 2005.

[9] S. R. Jeffery, M. Garofalakis, and M. J. Franklin, "Adaptive Cleaning for RFID Data Streams", Proc. of the 32nd Intl. Conf. on VLDB, pp. 163-174, 2006.

[10] Nikitin, P.V. and Rao, K.V.S., "Antennas and Propagation in UHF RFID Systems," IEEE Intl. Conf. on RFID 2008, pp.277-288, 16-17, April, 2008.

[11] J. S. Choi, H. Lee, D. Engels and R. Elmasri, "Robust and Dynamic Bin Slotted Anti-Collision Algorithms in RFID System," Proc. of IEEE-RFID 2008, Las Vegas, April 16 17, 2008.

[12] H. Lee, J. Choi, and R. Elmasri, "A Conflict resolution architecture for the comfort of occupants in intelligent office," IET IE08, Seattle, July. 2008.

[13] Resources are available at <http://www.sirit.com/>

[14] K. M. Ramakrishnan and D. D. Deavours, "Performance Benchmarks for passive UHF RFID tags," in 13th GI/ITG Conf. Measurement, Modeling, and Evaluation of Comp. and comm. systems, pp. 137-154, 2006.

이 영 란(Young-Ran Lee)

[정회원]



- 2002년 2월 : 부산외국어대학교 일반대학원 전자퓨터공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 선문대학교 일반대학원 컴퓨터정보학과 (이학박사)
- 2001년 9월 ~ 2002년 2월 : (주) 이지뉴텍 연구원
- 2003년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 IT교육학부 강의전담전임조 교수

<관심분야>

USN, 임베디드, RFID, Smart Grid, OS