

RFID 미들웨어 부하를 줄이기 위한 이동 에이전트 기반 소프트웨어 모듈의 설계[☆]

Design of Mobile Agent-based Software Module For Reducing Load of RFID Middleware

안 용 선*
Yong-Sun Ahn

안 진 호**
Jin-Ho Ahn

요 약

RFID 기술이 급속히 발전함에 따라, RFID의 기술적 잠재성으로 인해 많은 산업분야에서 사용되고 있다. 특히 물류유통 산업에서 RFID 도입은 효과적으로 제품의 위치와 정보를 실시간으로 모니터링 하는데 있어서 매우 크게 이바지하고 있다. 또한, 태그 가격의 하락과 RFID 관련 기술 경쟁력으로 인해, 각 태그를 한 팔레트 혹은 컨테이너가 아닌 한 아이템에 부착함으로써 보다 세밀하게 관리될 수 있게 되었다. 그러나 초대용량의 태그 데이터가 한정된 하드웨어 자원을 가지고 있는 RFID 미들웨어로 지속적으로 유입된다면, 미들웨어의 전체 데이터 처리시간이 매우 길어질 수 있다. 본 논문에서는 아이템들을 수송하는 동안 많은 태그 데이터를 선 처리하게 함으로써 이러한 미들웨어에서의 부하를 효율적으로 줄일 수 있는 이동 에이전트 기반의 소프트웨어 모듈을 제안한다. 본 실험결과에서 본 논문에서 제안한 소프트웨어 모듈을 사용한다면 그렇지 못한 경우에 비해 태그 데이터의 처리속도가 매우 향상됨을 보여준다. 이러한 수행형태는 일정한 시간 내의 태그 인식률을 높임이고, RFID 미들웨어의 신뢰성을 향상시킨다.

Abstract

As RFID technology has been developed rapidly, its technical potential has it be widely used in many industrial fields. Particularly, in the physical distribution industry, the introduction of RFID has enormously contributed to effectively monitoring locations and information of products in real-time. Also, a significant decline in tag prices and RFID related technical competitiveness enabled each tag to be managed much more minutely by attaching it to an item, not a pallet nor a container. However, if a very large volume of tag data are continuously flowed into a RFID middleware with limited hardware resources, its entire data processing time may become considerably longer. Therefore, specific technologies are in great demand to handle and further to reduce the load of the middleware. In this paper, we proposed a mobile agent-based software module to efficiently reduce the load of the middleware by pre-processing a lot of tag data while items are in transit. Simulation results show that using the proposed software module considerably enhances the speed of processing tag data than otherwise. This behavior increases the tag recognition rate in a certain time limit and improves reliability of RFID middlewares.

☞ Keyword : RFID, 미들웨어(Middleware), 이동 에이전트(Mobile Agent), 신속성(Rapidity)

1. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 실시간 제품의 추적과 자동 수집 기능을 제공한다 [1]. RFID의 이러한 특성 때문에 매우 많은 산업분야에서 이 기술에 대한 사용요구가 급속도로 높아지고 있다. 특히 물류유통 산업에서 RFID 도입은 효과적으로 제품의 위치와 정보를 실시간으

* 준 회 원 : 경기대학교 컴퓨터과학과 석사과정
altin@nate.com

** 종신회원 : 경기대학교 컴퓨터과학과 부교수
jhahn@kyonggi.ac.kr(교신저자)

[2008/09/16 투고 - 2008/09/27 심사 - 2008/12/15 심사완료]

☆ 본 논문은 경기도 지역협력연구센터인 경기대학교 콘텐츠융합소프트웨어연구센터의 지원으로 수행한 연구임(수행과제명: 대규모 RFID 서비스를 위한 단위 통합 프레임워크 개발 및 산업화).

로 모니터링 하는데 있어서 매우 크게 이바지하고 있다. 일반적인 RFID 시스템에서는 객체에 부착된 RFID 태그가 라디오 전파를 방출하면 RFID 리더가 그 신호를 감지해 객체를 식별한다[2]. 리더는 식별한 태그 정보를 연결된 미들웨어로 전달하여 데이터가 필요한 애플리케이션에게 제공할 수 있도록 한다. 이 때 미들웨어는 신속하고 정확하게 데이터를 처리해서 애플리케이션에게 제공해주는 역할을 하고 있다[3].

기존에 하나씩 인식하는 다른 AIDC(Automatic Identification and Data Capture) 기술과는 다르게 RFID 기술은 한 번에 리더의 범위 안에 있는 모든 태그를 인식할 수 있다. 그렇기 때문에 리더의 인식 영역 안에 많은 수의 RFID 태그가 있다면 리더는 순간적으로 많은 태그를 감지하고 그 데이터를 미들웨어로 전송한다. 예를 들면 대형 할인 마트의 경우 하루에도 매우 많은 제품들이 입출고 된다. 이 경우 화물차에 RFID 태그가 부착된 제품을 가득 싣고 창고로 진입하면 창고의 출입문에 설치된 RFID 리더는 순간적으로 트럭 안에 있는 많은 RFID 태그를 감지하고 이를 미들웨어로 전송할 것이다. 또한, 태그 가격의 하락과 RFID 관련 기술 경쟁력으로 인해, 각 태그를 한 팔레트 혹은 컨테이너가 아닌 한 아이템에 부착함으로써 보다 세밀하게 관리될 수 있게 되었다. 이는 미들웨어의 부하를 증가시켜 미들웨어의 동적이고 대용량의 데이터 처리지연과 리더의 인식을 저하를 유발할 수 있다[4].

본 논문에서는 트럭이나 컨테이너 같이 많은 양의 제품을 운송하는 말단 장치에 이동 에이전트 기반의 리더를 적용해 한정된 하드웨어 자원을 가지고 있는 RFID 미들웨어로 전송되는 데이터의 선 처리를 통하여 미들웨어의 부하를 줄이고 이동시간을 데이터의 인식 및 처리시간으로 활용하여 미들웨어에 보다 정확한 데이터를 제공할 수 있는 확장성 및 신뢰성 있는 시스템을 제안한다. 제안하고 있는 에이전트 기반 소프트웨어 모듈은 자바언어로 구현되어 다양한 플랫폼에 적

용이 가능하다.

본 논문의 구성으로 2장에서는 대용량 RFID 데이터의 처리를 위한 연구를 소개하고, 3장에서는 논문에서 제안하고 있는 시스템의 구조를 설명한다. 4장에서는 제안된 시스템이 효과적으로 적용 가능한 시나리오를 설명하고, 5장에서는 자바로 개발한 LLRP(Low Level Reader Protocol) 클라이언트와 RifiDi 에뮬레이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행한 실험결과를 보여주고, 마지막으로 6장에서 결론 및 향후과제에 대해서 논하고자 한다.

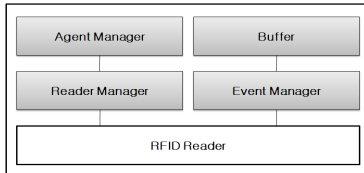
2. 관련연구

RFID 기술의 발달로 태그의 가격이 급격하게 하락하면서 팔레트 수준의 태그 부착에서 개별 아이템 단위의 태그 부착이 가능해 졌다. 이에 따라 대용량의 태그 데이터 처리와 미들웨어의 부하를 줄이는 여러 가지 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 분산 시스템의 본질적인 특징 중 하나인 부하 균등(load balancing) 기술을 RFID에 적용해보려는 시도가 국내외에서 다양하게 시도되고 있다. 다수의 연결된 RFID 리더로부터 오는 부하를 한곳에 집중하는 것이 아니라, 적절한 알고리즘을 이용하여 부하가 적은 다른 미들웨어로 데이터를 보내어 처리한 후 데이터가 필요한 애플리케이션에 제공하는 방법[5,6]이 있다. 또한, 미들웨어에 여러 개의 버퍼를 만들어 각 버퍼와 데이터의 특성에 맞게 저장하여 필요시 결과를 빠르게 얻을 수 있는 방법들도 연구되고 있다[7]. 그 외에도 이동 에이전트를 이용하여 부하 균등을 제공하기 위한 연구도 있었지만 결과적으로 모든 처리를 중앙에서 이루어지고 있어 그 부담을 줄이지 못한다고 할 수 있다[8]. 그러나 이러한 방법들은 궁극적으로 모든 데이터를 미들웨어가 처리해야만 한다. 본 논문에서는 이동 에이전트를 기반으로 하는 이동식 리더 모듈을 제안한다. 이는 중앙 집중식으로 미들웨어에서만 데이터를 처리하는 것이 아니라, 이동식 말단 장치의 가용시

간을 최대한 활용하여 데이터를 선 처리하는 방식의 에이전트 기반의 접근방법이다.

3. 시스템 구조

3.1 이동식 리더 구조

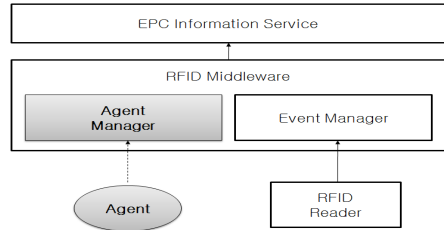


(그림 1) 이동 에이전트 기반 RFID 리더 모듈

다음 그림 1은 본 논문에서 제안하고 있는 이동 에이전트 기반 모듈을 이용한 이동식 리더 시스템의 구조이다. 리더의 구성요소는 RFID 태그 정보를 읽을 수 있는 RFID 리더와 읽어 들인 데이터를 수집 및 필터링(collection and filtering)하여 의미 있는 데이터로 가공하는 이벤트 관리자(Event Manager), 미들웨어와 이동 에이전트를 주고받으며 다양한 에이전트 오퍼레이션[9]을 수행 가능하게 하는 에이전트 관리자(Agent Manager), 미들웨어로부터 이동 에이전트가 가져온 RFID 데이터 수집 규칙(DMR: Data Management Rule)에 따라 리더의 설정을 변경하는 리더 관리자(Reader Manager), 처리된 태그 데이터를 저장할 수 있는 버퍼(Buffer)로 구성되어 있다.

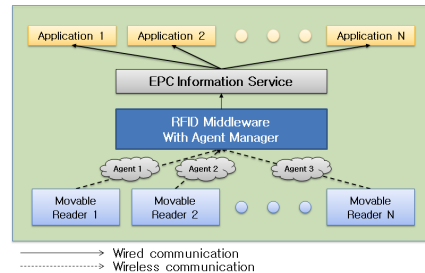
3.2 미들웨어 구조

그림 2는 본 논문에서 제안하고 있는 이동 에이전트 기반 모듈을 적용할 수 있는 RFID 미들웨어 시스템의 구조이다. 미들웨어로부터 RFID 데이터 수집 정책을 전달 받아 이동식 리더로 전송할 수 있는 에이전트 관리자가 기존 미들웨어에 추가된 형태이다. 또한 에이전트 관리자는 리더로부터 필터링 되고 처리된 데이터 및 결과를 포함한 에이전트가 도착하면 이 에이전트로부터 데이터를 받아 미들웨어에게 전달하는 역할을 수행한다.



(그림 5) 에이전트 관리자를 포함한 RFID 미들웨어 구조

3.3 제안 시스템 구조도

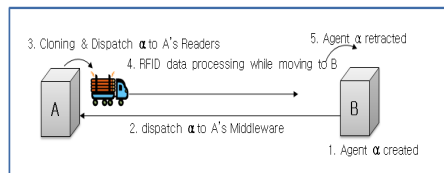


(그림 6) 제안 시스템 개요

다음 그림 6은 논문에서 제안하는 시스템의 구조도이다. RFID 미들웨어와 이동식 리더 사이의 통신 매체는 무선 통신으로 이루어지며 에이전트를 통해서 필요한 데이터를 전송한다. 미들웨어와 리더는 일대일의 관계뿐만 아니라 일대다의 관계가 가능하도록 설계되어 있다. 리더로부터 전송된 처리된 데이터는 EPCIS를 거쳐서 필요로 하는 사용자나 애플리케이션에 제공된다[10].

4. 적용 시나리오

4.1 시나리오

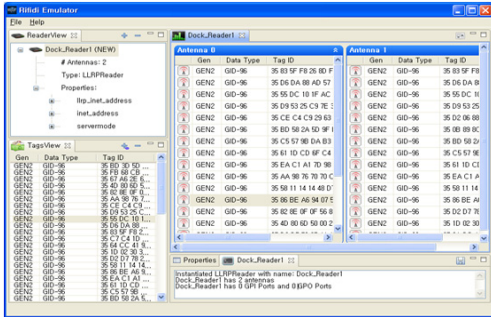


(그림 7) 적용 시나리오

이터와 함께 B업체의 미들웨어로 전달된다.

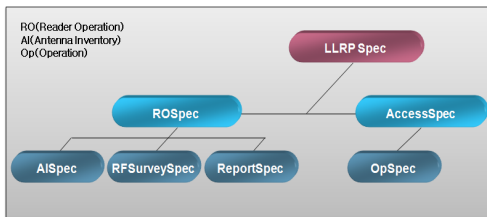
5. 시뮬레이션

5.1 시뮬레이션 환경



(그림 9) Rifidi 에뮬레이터

시뮬레이션을 위한 리더는 Rifidi Technology에서 개발한 Rifidi 에뮬레이터를 사용하였다. Rifidi 에뮬레이터는 EPCglobal 표준에 따라 개발되었으며, 가상 태그 데이터를 발생시켜 주어 실제 개발 환경과 같은 조건을 제공해주며, 그림 9은 Rifidi 에뮬레이터의 실행화면이다[11]. 또한 Rifidi 에뮬레이터는 LLRP 표준 스펙의 적용이 가능한 LLRP Reader 모듈을 제공하고 있어 자바로 LLRP 클라이언트 모듈을 개발하여 실제 리더와 같이 ROSpecs, AccessSpecs, ROReports 등 다양한 스펙을 적용할 수 있다[12].



(그림 10) LLRP의 주요 스펙 구조

시뮬레이션 방법은 실제로 일반적인 유통물류 산업에서 제품의 인식에 사용되는 고정형 리더의

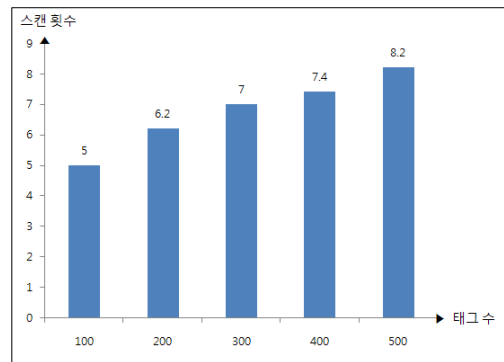
인식률(65%)과 초당 인식가능 태그의 수(500개 이하)[13,14]를 적용하여 태그의 개수의 따라 소요되는 리더의 인식횟수를 측정하였다. 이를 통해 제한하는 방법이 얼마만큼의 시간을 줄일 수 있는 시간을 측정해본다.

5.2 시뮬레이션 분석

시뮬레이션 시나리오 1은 창고에 설치된 리더의 인식 범위 안에 RFID 태그가 부착된 제품이 들어왔을 때, 리더가 제품을 완전히 인식할 때까지 소요되는 리더의 스캔 횟수에 대해 제품 개수를 100개 단위로 증가시키면서 표 2와 그림 8과 같이 측정하였다. 또한 실험은 개수 별로 5회를 실시하여 평균값으로 비교하였다.

(표 3) 시나리오 1의 시뮬레이션 결과

Tag 수	실험1	실험2	실험3	실험4	실험5	평균
100	5	7	6	4	3	5
200	6	5	6	9	5	6.2
300	6	7	7	9	6	7
400	9	5	9	6	8	7.4
500	9	8	9	8	7	8.2



(그림 11) 시나리오 1의 시뮬레이션 결과

시나리오 2는 가상으로 생성된 태그 500개에 임의의 제품 생성일자를 추가하여 제품의 유통기한이 지났는지 여부를 필터링하고 그 결과를 애플리케이션에 제공하는 시나리오이다. 시나리오

2의 시뮬레이션은 기존 시스템 처리 방식인 목적지 창고에 도착하였을 때부터 태그를 처리하는 방식과 본 논문에서 제안하고 있는 방식으로 처리했을 경우를 비교하였다. 인식에 소요되는 시간은 시나리오 1의 결과를 동일하게 적용하였다.

(표 4) 시나리오 2의 시뮬레이션 결과

위치	이동 중		목적지	
	인식 시간	필터링 처리	인식 시간	필터링 처리
기존시스템	불가능	불가능	8.2회	가능
제안시스템	8.2회	가능	불필요	불필요

이러한 시뮬레이션 결과를 통해 유통물류 환경에서 주로 사용되는 고정형 리더의 경우 500개의 태그를 인식하는데 평균 8.2번의 스캔 횟수가 소요된다는 것을 알 수 있었으며 본 논문에서 제안하는 이동 에이전트 기반의 이동식 리더 모듈을 사용하게 된다면 이동 중에 데이터의 인식과 처리가 완료되어 목적지에 도착하였을 때 데이터 인식에 소요되는 시간이 매우 짧아지며 애플리케이션에 데이터를 제공하기 위한 추가적인 필터링 작업 소요 시간을 줄일 수 있어 미들웨어에서의 신속한 처리가 가능하다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 공급 망을 통해서 이동하는 EPC 제품들의 효과적인 데이터 처리를 위한 이동 에이전트 기반 모듈을 이용한 이동식 리더와 미들웨어를 제안한다. 제안된 시스템 구조에서는 이동 에이전트를 기반하여 수송 중 많은 태그 데이터를 선 처리하게 하며 데이터를 반복적으로 스캔하기 때문에 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 있다. 처리된 데이터 또한 바로 미들웨어에 제공할 수 있어 미들웨어에서의 처리 시간을 단축 할 수 있다. 따라서 제안된 시스템은 리더 레벨에서의 신뢰성 있는 데이터 제공을 보장하며, 미들웨어에게 처리된 데이터를 제공해주어 미들웨어의 과부하

를 예방한다. 제안된 모듈의 효과성을 증명하기 위해 본 연구진이 개발한 에뮬레이터 기반 틀을 이용하여 성능평가를 위한 시뮬레이션을 수행하였고, 그 실험결과에서 본 논문에서 설계한 모듈을 사용한다면 기존연구의 경우에 비해 처리 성능이 우수함을 증명하였다.

참 고 문 헌

- [1] 최길영, 성낙선, 모희숙, 박찬원, 권성호, "RFID 기술 및 표준화 동향," 전자통신동향분석 제22권, pp. 29-37, 2007. 06.
- [2] Bill Glover and Himanshu Bhatt, "RFID Essentials," O'Reilly, pp. 1-20, 2006.
- [3] F. Armenio, H. Barthel, L. Burstein, P. Dietrich, J. Duker, J. Garrett, B. Hogan, O. Ryaboy, S. Sarma, "The EPCglobal Architecture Framework Final Version 1.2," pp. 24-26, Sep. 2007.
- [4] J. F. Cui, H. S. Chae. "Mobile Agent based Load Balancing for RFID Middlewares," pp. 973-978, Feb. 2007.
- [5] M. K. Kona, C. Z. Xu, "A Framework for Network Management using Mobile Agents," In Proceedings of the First Workshop on Internet Computing and E-Commerce (ICEC'01), Apr 2001.
- [6] Cisco Distributed Director, <http://www.csico.com/warp/public/cc/pd/cxsr/index.html>
- [7] 한수, 박상현, 신승호, "RFID 입력 데이터 스트림에 대한 다중 버퍼 기반의 고속 데이터 처리 알고리즘," 한국 컴퓨터정보학회 논문지, 제13권, 제22호, pp. 79-85, 2008. 03.
- [8] W. T. Yeung, "Load Balancing using Mobile Agent Approach," M.S. Thesis of the Chinese University of Hong Kong, Dec. 2000.
- [9] P. M Reddy, "Mobile Agents Intelligent Assistants on the Internet," Resonance Vol.7, No.7, Jul. 2002.
- [10] EPCglobal, "The Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.1 Part I: Core Specification,"

pp. 17-20, Feb. 2008.

[11] Rifidi Technology, Rifidi User Guide, <http://www.rifidi.org/documentation.html>, 2007.

[12] EPCglobal, "Low Level Reader Protocol (LLRP), Version 1.0.1," pp. 51-92, Aug. 2007.

[13] 이용한, "주요 산업별 표준적용 모델(템플릿) 및 ROI 분석 툴 개발-최종보고서," 산업 자원부 한국유통물류진흥원, pp. 37-39, 2007. 04.

[14] 백경갑, 주병권, "RFID 시장 및 기술 동향," 고분자과학과 기술, 제17권, 제1호, pp. 18-26, 2006. 02.

● 저자 소개 ●



안 용 선

2007년 경기대학교 전자계산학과 졸업(공학사)
2007년 ~ 현재 경기대학교 전자계산학과 석사과정
관심분야 : RFID, 미들웨어, 에이전트 etc.
E-mail : altin@nate.com



안 진 호

1997년 고려대학교 컴퓨터과학과 학사
1999년 고려대학교 컴퓨터과학과 석사
2003년 고려대학교 컴퓨터과학과 박사
2003.3 ~ 현재 경기대학교 정보과학부 컴퓨터과학과 부교수
관심분야 : 분산시스템, p2p, 그룹통신 이동 에이전트 시스템
E-mail : jhahn@kyonggi.ac.kr