

RFID 미들웨어 시스템에 적합한 성능 장애 진단 기법 연구[†]

임종호^o 채흥석
부산대학교 컴퓨터공학과
{jhlim^o, hschae}@pusan.ac.kr

A Study of Performance Fault Diagnosis Approach Optimized for RFID Middle System

Jongho Lim^o Heungseok Chae
Department of Computer Science and Engineering, Pusan National University

요 약

RFID(Radio Frequency Identification) 시스템은 다양한 분야에서 혁신을 제공하는 기술로써 관심의 대상이 되고 있으며 여러 분야에서 RFID 기술을 도입하기 위해 연구되고 있다. 특히 많은 사업 분야에서 RFID 기술을 이용하기 위해 연구가 이루어지고 있다. RFID 시스템의 특성상 다양한 도메인에서 이용되기 때문에 여러 가지 장애가 발생하게 된다. 하지만 이렇게 발생한 다양한 장애들을 탐지하고 진단하는 일은 쉽지 않다. 본 논문에서는 다양한 도메인에서 이용되는 RFID 미들웨어 시스템의 특성을 고려하여 RFID 미들웨어 시스템에 적합한 장애 탐지 기법과 장애 진단 기법을 제시한다.

1. 서 론

최근 RFID 기술이 다양한 분야에서 혁신을 제공하는 기술로써 각광을 받고 있다. 특히 산업 분야의 경우 RFID 기술을 이용하여 공급망 관리, 재고 관리, 물류 관리, 창고 관리 등의 자동화를 위해 많은 연구가 이루어지고 있다.

RFID 미들웨어 시스템은 Reader로부터 읽어 들인 Tag 정보를 수집하고 중복되는 정보들을 정제하여 의미 있는 데이터만을 실시간으로 EPCIS(EPC Information Services)나 RFID Application에 전달하는 역할을 수행하는 시스템이다[1][2]. 이러한 RFID 미들웨어 시스템을 이용하는 RFID Application이나 비즈니스 서비스 로직들은 장애 없이 안정된 서비스를 제공받길 원한다.

RFID 미들웨어 시스템은 안정된 서비스를 제공하기 위해서는 시스템의 장애가 발견 되었을 경우 장애의 원인을 빠른 시간 내에 찾아내고, 시스템의 장애를 빠른 시간 내에 복구하는 것이다.

하지만 RFID 시스템은 다양한 분야에서 이용되는 만큼 시스템의 장애도 다양하게 발생한다. 이렇게 발생하는 다양한 장애를 탐지, 진단, 복구하는 일은 쉽지 않다. 본 논문에서는 RFID 미들웨어 시스템의 특성을 고려하여 다양하게 발생하는 시스템 장애를

탐지하고 진단하는 기법을 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 절에서는 연구 배경으로 RFID 미들웨어 시스템의 아키텍처를 알아본다. 3 절에서는 RFID 미들웨어 시스템의 특성을 고려한 장애 탐지 방법과 장애 진단 방법을 제시한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문의 결론을 내리고, 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

본 절에서는 RFID 미들웨어 시스템의 구조와 RFID 시스템을 구성하고 있는 각 구성요소들에 대한 간략한 소개를 한다.

2.1 RFID 미들웨어 시스템 아키텍처

RFID 미들웨어 시스템의 아키텍처는 [그림 1]과 같다.

Reader는 Tag로부터 읽어 들인 정보를 RFID 미들웨어로 보낸다[3]. 그리고 RFID 미들웨어는 Reader로부터 수집된 정보를 정제하여 의미 있는 데이터로 변환 후 상위 계층으로 전달하게 된다.[4] EPCIS는 사용자가 EPC Network를 통해 EPC와

[†] "이 논문 또는 저서는 2000년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임"(지방연구중심대학육성사업/차세대물류 IT 기술연구사업단)

관련된 정보들을 서로 교환 할 수 있도록 도와 준다[5].

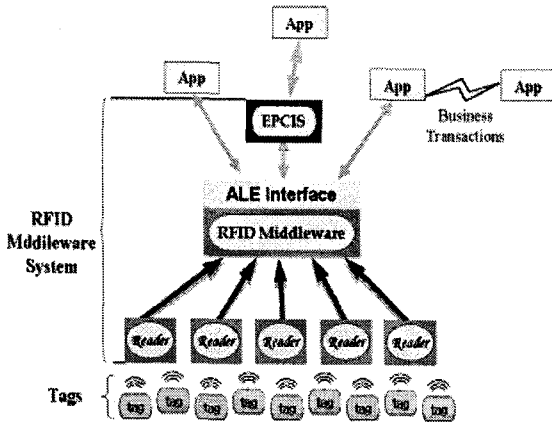


그림 1) RFID 미들웨어 시스템

- Reader : Reader 는 Tag 와 radio wave 를 통해 통신하며 Tag 로부터 읽어 들인 정보를 RFID 미들웨어로 전달하는 역할을 한다[6].
- RFID 미들웨어 : RFID 미들웨어는 Reader 로부터 실시간으로 발생하는 Tag 데이터들을 필터링 과정을 거쳐 적절히 정제한 후 EPCIS 뿐만 아니라 RFID Application 에 필요한 정보를 전달해주는 역할을 수행한다[7].
- ALE(application Level Events) : RFID 미들웨어는 Reader 로부터 전달된 데이터들을 일정기간 수집하게 된다. 그런 다음 중복되는 정보나 불필요한 정보들을 제거한 후 최종 EPC 목록 및 개수 정보를 일정한 형태로 표현하여 최종 리포팅하게 된다. ALE 는 이러한 일련의 과정들을 API 형태로 정의해 놓은 Interface 이다[8].
- EPCIS : EPCIS 는 사용자가 EPC Network 를 통해 EPC 와 관련된 정보들을 서로 주고 받을 수 있도록 도와주는 역할을 한다[9].

본 논문에서는 장애 탐지와 진단의 대상을 RFID 미들웨어로 한정한다. [그림 1]에서 보는 바와 같이 RFID 미들웨어는 Reader 로부터 수집된 Tag 정보를 정제하여 의미 있는 데이터로 변환 후 EPCIS 나 RFID Application 으로 정보를 넘겨주는 중요한 역할을 수행하고 있다[7].

3. RFID 미들웨어를 위한 성능 장애 진단 기법

본 절에서는 RFID 미들웨어 시스템의 성능 장애 모델을 정의 하고 장애를 진단하는 성능 장애 진단

시스템의 구조와 기본적인 데이터 모델을 설명한다. 마지막으로 RFID 미들웨어의 성능 장애를 탐지하고 진단하기 위한 기법을 제시한다.

3.1 성능 장애 모델

RFID 미들웨어 시스템의 성능 장애로는 다양한 장애가 있을 수가 있다. RFID 시스템은 RFID Application 이나 EPCIS 에 필요한 정보를 실시간으로 제공하는 일이 가장 중요하다. 본 논문에서는 RFID 미들웨어와 RFID Application 이나 EPCIS 간의 리포팅에 중점을 두고 장애 유형을 정의하였다.

● 장애 유형

- 1) 보고 누락 : RFID 미들웨어가 생성된 ECRReport 를 RFID Application 이나 EPCIS 에 일부분만 보고할 경우
- 2) 보고 지체 : ECSpec 에 지정된 보고시간에 ECRReport 를 RFID Application 이나 EPCIS 에 보고하지 못하는 경우
- 3) 미 보고 : RFID 미들웨어에서 ECRReport 를 RFID Application 이나 EPCIS 에 보고하지 못하는 경우

장애 탐지는 시스템 운영 중 이상 증상이 발견되었을 경우 이 증상이 장애인지, 즉 장애 유무를 판별한다. 그리고 장애 진단은 장애 탐지에 의해 장애로 판별되었을 경우 장애의 원인이 무엇인지 그리고 장애 증상의 지속 여부를 분석한다.

장애 유형	장애 탐지	장애 진단
보고 누락	ECReport 를 일부분만 보고	ECReport 생성 실패
보고 지체	지정된 보고 시간에 ECReport 를 보고하지 못함	과도한 Tag 데이터 ECSpec 의 부하
미 보고	ECReport 를 보고하지 못함	ECReport 생성 실패 Destination 오류

표 1) 성능 장애 탐지 및 진단 모델

[표 1]은 RFID 미들웨어 시스템의 장애 유형에 따른 장애 탐지 시나리오와 장애 진단 시나리오를 보여주고 있다. 본 논문에서는 여러 장애 유형 중 보고 지체에 대한 장애를 탐지하고 진단하는 간단한 장애 탐지 시나리오와 장애 진단 시나리오를 보여줄 것이다.

3.1 시스템 아키텍처

[그림 2]은 RFID 미들웨어의 장애를 탐지하고 진단하기 위한 장애 진단 시스템의 아키텍처이다. 장애 진단 시스템은 크게 Performance Diagnosis Scenario 와 Performance Diagnosis Engine 부분으로 나누어진다.

Performance Diagnosis Scenario 는 시스템의 장애 탐지와 진단의 기준이 되는 xml 파일과 xsl 파일들로 구성이 되어 있다. Performance Diagnosis Engine 은 Performance Diagnosis Scenario 에 정의된 기준에 따라 시스템의 장애 유무를 판단하고 장애의 원인이 무엇인가를 판별해 관리자에게 알려줌으로써 관리자가 RFID 미들웨어의 상태를 파악할 수 있도록 도와주는 역할을 한다.

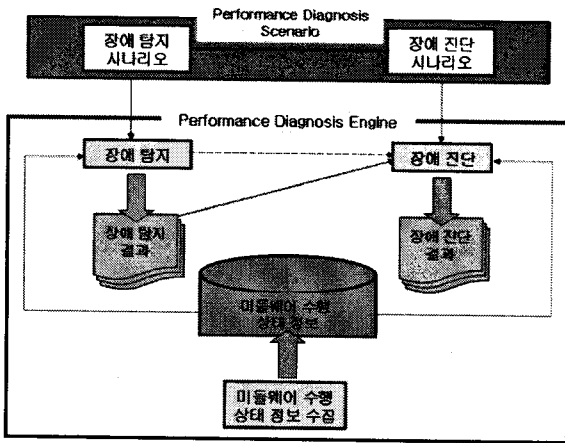


그림 2) 성능 장애 진단 시스템

- Performance Diagnosis Scenario : Performance Diagnosis Scenario 는 장애 탐지 시나리오와 장애 진단 시나리오로 구성되어 있다. 장애 탐지 시나리오는 장애 유형을 정의한 xml 파일로 구성이 되어 있으며, 장애 탐지 시나리오는 장애가 탐지 되었을 때 장애의 원인이 무엇인지를 진단하기 위한 xml 파일과 xsl 파일로 구성이 된다. 이 Scenario 는 시스템의 장애를 탐지하고 진단을 하기 위한 기준이 된다.
- 장애 탐지 : 장애 탐지는 장애 탐지 시나리오와 미들웨어 수행 상태 정보를 이용하여 RFID 미들웨어의 장애 상태를 실시간으로 감시하며, 장애 발생시 어떠한 유형의 장애가 발생하였는지 관리자에게 알려준다.
- 장애 진단 : 장애 진단 은 장애 탐지 모듈에 의해 장애가 탐지 되었을 경우 미들웨어 수행

상태 정보와 장애 진단 시나리오를 이용하여 장애의 원인이 무엇인지, 장애의 지속성 여부 등을 관리자에게 보고한다.

- 미들웨어 수행 상태 정보 수집 : 미들웨어 수행 상태 정보 수집은 RFID 미들웨어와의 통신을 통해 미들웨어의 상태 정보들을 수집하고 관리하는 역할을 수행한다.

3.2 RFID 미들웨어 수행 상태 모델

[그림 3]은 성능 장애 진단 시스템을 위한 미들웨어 수행 상태 모델이다. 수행 상태 모델은 RFID 미들웨어 시스템의 구성 정보를 저장하기 위한 부분과 RFID 미들웨어 시스템의 성능 장애를 탐지하고 진단하기 위한 동적 데이터를 저장하기 위한 부분으로 나누어진다.

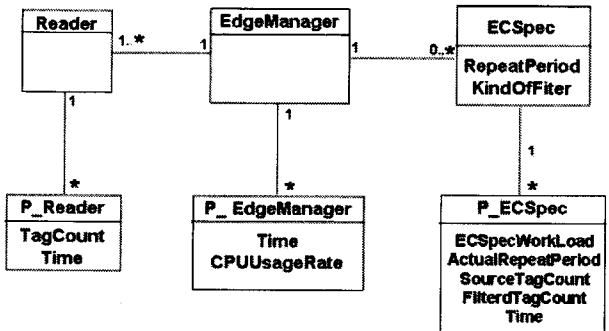


그림 3) 데이터 모델

Reader, EdgeManager, ECSpec 은 시스템의 정적인 정보, 즉 시스템의 구성정보들을 저장하고 있다. 그리고 P_Reader, P_EdgeManager, P_ECSpec 은 시스템의 장애를 탐지하고 진단하기 위해 필요한 동적인 정보(미들웨어의 CPU 이용률, 각 Reader 로부터 수집된 Tag 수, 미들웨어가 RFID Application 이나 EPCIS 에 EReport 를 보고하는데 걸린 시간 등)을 저장하고 있다. 장애 진단 시스템은 데이터 모델에 의해 수집된 정보들을 바탕으로 장애 탐지와 장애 진단을 수행하게 된다.

3.3 장애 탐지와 진단 기법

RFID 미들웨어 시스템은 다양한 분야에서 이용되는 만큼 다양한 시스템 장애가 발생하게 된다. 이러한 장애들을 모두 탐지하고 진단하는 일은 어렵다. 본 논문에서는 RFID 미들웨어 시스템의 특성에 적합한 장애 탐지 기법과 장애 진단 기법을 제안한다.

시스템의 특성을 고려하여 발생 가능한 장애와 장애 원인들을 Performance Diagnosis Scenario 에

기술함으로써 다양한 시스템 장애들을 탐지하고 진단할 수가 있다.

Performance Diagnosis Scenario 는 장애 탐지 시나리오와 장애 진단 시나리오로 이루어진다. 장애 탐지 시나리오는 장애를 정의한 xml 파일로 구성이 되며 장애 진단 시나리오는 장애의 원인들을 기술한 xml 파일 과 장애가 발견 되었을 경우 장애 진단을 위한 xsl 파일로 이루어진다.

```
<?xml version="1.0"?>
<FaultDetection>
<SQL>select E.ECspecID , E.ActualRepeatPeriod from (select
SPE.ECspecID, SPE.ActualRepeatPeriod , SPE.time from P_ECSpec SPE
where SPE.ECspecID in (select B.ECSpecID from (select
SPE.ECSpecID,count(*) count from P_ECSpec SPE, ECSpec SE where
SE.RepeatPeriod group by SPE,ECSpecID) B where count>100)) E,
(select ECspecID, max(time) time from P_ECspec group by ECspecID) F
where E.ECspecID = F.ECspecID and E.time = F.time </SQL>
</FaultDetection>
```

그림 4) 보고 지체 장애 탐지 시나리오

[그림 4]는 3.1 에서 정의한 보고 지체에 대한 장애를 탐지하는 xml 파일의 예시이다. RFID 미들웨어가 지정된 보고 시간(RepeatPeriod)에 일정 횟수(count) RFID Application 이나 EPCIS 에 보고를 하지 못했을 경우 시스템에 장애가 발생한 것으로 간주한다.

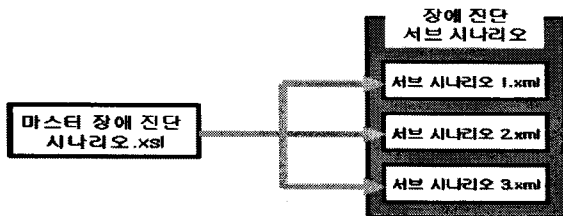


그림 5) 장애 진단 시나리오의 구조

[그림 5]는 장애 진단 시나리오의 구조를 보여주고 있다. 장애 진단 시나리오는 시스템 장애를 유발시킬 수 있는 장애의 원인에 대해 기술한 서브 시나리오.xml 과 장애 탐지 시 장애를 진단하기 위한 시나리오를 기술한 마스터 장애 진단 시나리오.xsl로 구성이 된다.

다음에 나오는 장애 진단 시나리오는 보고 지체에 대한 장애 진단 시나리오이다

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<xsl:stylesheet xmlns:xsl = "http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
version = "1.0" >
<xsl:template match="/">
<xsl:if test="ROWSET/ROW@num">
<FaultDiagnosisCase>
<xsl:apply-templates
select="document('FaultDiagnosisCase1.xml')/FaultDiagnosisCase"/>
<xsl:apply-templates
select="document('FaultDiagnosisCase2.xml')/FaultDiagnosisCase"/>
</FaultDiagnosisCase>
</xsl:if>
</xsl:template>
<xsl:template match="FaultDiagnosisCase">
<xsl:copy-of select="//SQL"/>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

그림 6) 마스터 장애 진단 시나리오

[그림 6]은 장애가 탐지 되었을 경우 장애의 원인을 진단 하기 위해 작성된 xsl 파일이다. 장애 진단은 [그림 4]에 의해 장애가 탐지 되었을 경우 시스템 장애를 발생하게 된 원인을 찾기 위해 장애 원인이 기술된 각 xml 파일들을 실행시킴으로써 시스템 장애의 원인을 찾게 된다. 그리고 장애 진단의 결과를 관리자에 알려줌으로써 시스템의 상태를 시스템 관리자가 실시간으로 체크할 수 있도록 도와 준다.

```
<?xml version="1.0"?>
<FaultDiagnosisCase>
<SQL>select SPE.ECspecID, SPE.ECSpecWorkLoad,
A.ECSpecWorkLoad Avg_ECSpecWorkLoad from (select SPE.ECSpecID,
avg(SPE.ECSpecWorkLoad) ECSpecWorkLoad, max(SPE.time) time from
P_ECSpec SPE group by SPE.ECSpecID) A, P_ECSpec SPE where
A.time = SPE.time and SPE.ECSpecWorkLoad > A.ECSpecWorkLoad
</SQL>
</FaultDiagnosisCase>
```

그림 7) 장애 진단 - ECSpec 따른 부하

```
<?xml version="1.0"?>
<FaultDiagnosisCase>
<SQL>select SPR.readerID, SPR.TagCount, A.TagCount Avg_TagCount
from (select SPR.readerID, avg(SPR.TagCount) TagCount,
max(SPR.time) time from P_reader SPR group by SPR.readerID) A,
P_reader SPR where A.time = SPR.time and SPR.TagCount >
A.TagCount </SQL>
</FaultDiagnosisCase>
```

그림 8) 장애 진단 - Tag 데이터

[그림 8]와 [그림 9]는 보고 지체 장애를 발생시킬 수 있는 장애의 원인에 대해 기술한 xml 파일이다. [그림 8]는 시스템의 장애의 원인이 RFID Application 이나 EPCIS 에 보고하기 위한

과정에서 발생한 부하(ECSpecWorkLoad)가 시스템 장애의 원인임을 기술하고 있다.

[그림 6]는 시스템 장애의 또 다른 원인으로 Reader로부터 수집된 많은 Tag 데이터(TagCount)들을 장애의 원인으로 가정하고 있다.

장애 탐지 시나리오와 장애진단 시나리오를 간단한 xml 파일과 xsl 파일로 정의 함으로써 시스템의 특성에 적합한 다양한 장애를 탐지하고 진단할 수가 있다.

4. 결론 및 향후 연구 방안

RFID 시스템은 혁신을 제공하는 기술로써 다양한 분야에서 연구가 되고 있다. 하지만 RFID 미들웨어 시스템의 특성상 다양한 분야에서 사용되는 만큼 다양한 장애가 발생한다. 이렇게 발생하는 다양한 장애들을 탐지하고 진단하는 일은 어렵다.

본 논문에서는 RFID 미들웨어 시스템의 특성을 고려하여 RFID 미들웨어 시스템에 적합한 장애 탐지 기법과 장애 진단 기법을 제시 하였다. 시스템의 특성을 고려하여 발생할 수 있는 장애와 장애의 원인들을 간단하게 xml 파일과 xsl 파일에 기술함으로써 장애 진단의 대상을 특정 도메인에 한정시키지 않고 다양한 도메인에서 발생하는 다양한 장애에 대해 유연하게 대처할 수 있도록 하였다.

향후 연구 과제는 RFID 미들웨어를 직접 적용하여 본 논문에서 제시한 장애 탐지와 장애 진단 기법의 실효성을 입증하는 연구가 필요하다.

5. 참고문헌

- [1] <http://www.epcglobalinc.org>
- [2] RFID journal, <http://www.rfidjournal.com>
- [3] EPCglobal, The ID Systems(Tags and Readers) http://www.epcglobalus.org/Network/ID_Systems.html
- [4] EPCglobal, EPC Middleware http://www.epcglobalus.org/Network/EPC_Middleware.html
- [5] EPCglobal, EPC Information Services http://www.epcglobalus.org/Network/EPC_Information_Services.html
- [6] Taesung Kim and Howon Kim, "Access Control for Middleware in RFID Systems," *ICACT 2006, The 8th Int. Conf. on Advanced Communication Technology, 2006*
- [7] EPCglobal, The Network Components, http://www.epcglobalus.org/Network/network_components.html
- [8] D.W.Park and H.C.Kwon, "RFID-Based Logistics Information Service with Semantic Web," *Proc. of IASW 2005, 2005*.

- [9] Y.Kim, et al, "A Framework for Rapid Development of RFID Application," *Proc. of ICCSA 2006, 2006*.