

# 순물류와 역물류 관리에 적합한 RFID 기반의 G-Pedigree 시스템과 G-code 체계 개발

論 文  
9-3-6

## G-Pedigree and G-code System of RFID-based Development for Forward & Reverse Logistics Management

황 보 현\*, 윤 중 호\*\*, 최 명 렬\*\*\*

Bo-Hyun Hwang, Jong-Ho Yun, and Myung-Ryul Choi

### Abstract

This paper propose G-code and G-Pedigree system that are development based on the e-Pedigree and EPC, and RFID solutions for logistics management is proposed. The proposed G-Pedigree system to include the forward logistics and reverse logistics all logistics and management systems are appropriate for the event, with security features, security and accessibility of critical data was strengthened. The proposed G-code systems and the EPC code of the existing RFID readers, tags can be applied to, the more you can manage the logistics-related information.

**Keywords :** RFID, e-Pedigree, EPC code, G-code, G-Pedigree, Forward logistics, Reverse logistics,

### I. 서 론

현재 물류분야의 세계적인 추세는 자동 인식(AIDC)기술과 위치 정보(LBS : Location Based Service) 기술로 제품 흐름을 이력 추적 관리(traceability)하고 관리 체계(COC : Chain of Custody), 재고연한분석(Inventory age profiling)과 같은 가시성(visibility)을 극대화하는 것이다. 물류 관리 관련 IT 솔루션은 제조, 물류, 유통, 판매, 서비스 등의 물류업무에서 발생하는 실세계 데이터 획득 부정확성의 문제점을 빠르고 효율적으로 대응할 수 있는 방안이다. 물류관리 IT 솔루션은 기존의 신제품 생산과 유통에 초점을 맞추었던 순물류(forward logistics)에서, 유통·판매 과정에서 발생하는 엄청난 반품 및 폐기품의 효과적 처리에 초점을 맞춘 역물류(reverse logistics)로 그 범위가 확대되고 있다. 역물류는 고객 및 소비자의 제품

사용 중 또는 사용 후 발생하는 반품, 회수, 수리, 재판매, 재활용, 재사용, 폐기 등을 다루는 물류활동으로 정의될 수 있다. 본 논문에서는 e-Pedigree 과 EPC 코드체계를 기반으로 확장, 발전시킨 G-Pedigree와 G-code 체계를 제안하여 순물류와 역물류에 적합한 RFID 솔루션을 제안한다.

### II. G-Pedigree 적용 방안

#### 1. G-Pedigree 정의 및 목적

G-Pedigree(Green-Pedigree)는 기본적으로 가전제품의 라이프 사이클 관리를 위한 물품 위조 방지 및 계보추적용 e-Pedigree 기반의 순물류 뿐만 아니라 제품의 소비 이후, 또는 유통단계에서 발생하는 리사이클링, 재사용, 재활용 등으로 역물류를 포함하는 2차적인 재활용까지 대상 물품의 전자기록 및 계보추적을 의미한다. 그리고 위치추적(Track & Trace) 시스템에 의한 소비자 보호, 제품 관리 체계(COC) 운영상의 유연성, 직렬화(Serialization)를 통한 물리적 자산관리, 복제

접수일자 : 2010년 07월 30일

최종완료 : 2010년 09월 14일

\*한양대학교 전자전기제어계측공학과

\*\*한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

\*\*\*한양대학교 전자통신공학과

교신저자, E-mail : choimy@hanyang.ac.kr

품 방지를 주목적으로 한다.

## 2. G-Pedigree 정의 및 목적

전자제품의 G-Pedigree 적용 예는 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 순물류의 경우 제조자(manufacturer)-도매상(wholesaler)-소매상(retailer)-소비자(customer)와 같은 일반적인 프로세스를 따른다. 역물류의 경우 재활용(recycle), 재사용(reuse), 폐기(disposal) 및 A/S(after-service)와 같은 이벤트에 따라 각각의 프로세스를 수행한다.

G-pedigree 순물류 진행단계에 있는 각각의 거점에서는 거점의 서명정보(signature)와 공개키구조(PKI)를 통해 G-Pedigree 서버에 접근할 수 있는 패스워드를 생성한다. G-Pedigree 서버에 접근하여 패디그리를 생성, 추가할 경우 패디그리 데이터는 RSA와 같은 암호화 알고리즘을 사용하여 암호화한다. 물품에 부착된 태그 메모리 영역에는 각 거점 정보와 거점 서명정보가 저장되어 다음 거점으로 이동한다. 그림 2는 G-pedigree 순물류의 적용 예를 나타낸다.

G-pedigree 역물류의 경우 A/S 센터를 통한 프로세스와 재활용 센터를 통한 프로세스로 구분할 수 있다. 일반적으로 A/S 센터를 통한 프로세스의 경우 리콜(recall), A/S와 같은 이벤트가 있으며, 재활용 센터를 통한 프로세스의 경우 재활용, 재사용 등과 같은 이벤트가 있다. G-Pedigree 역물류의 G-Pedigree 서버 접근 방법과 패디그리 데이터 암호화 및 태그 메모리 사용 방법 등은 순물류에 적용된 방식과 동일하다. 그림 3은 역물류 적용 예를 보여준다.

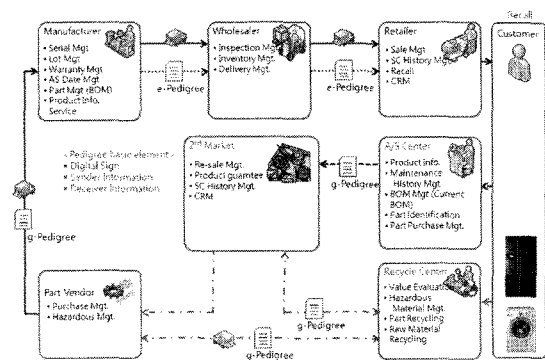
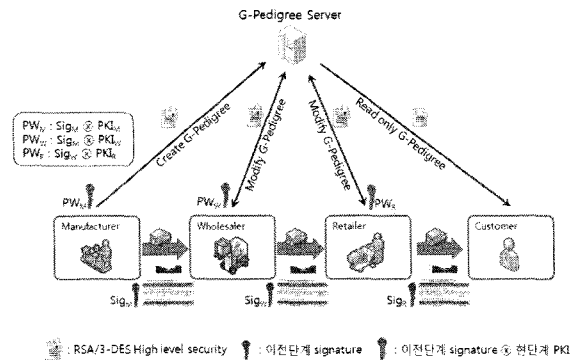
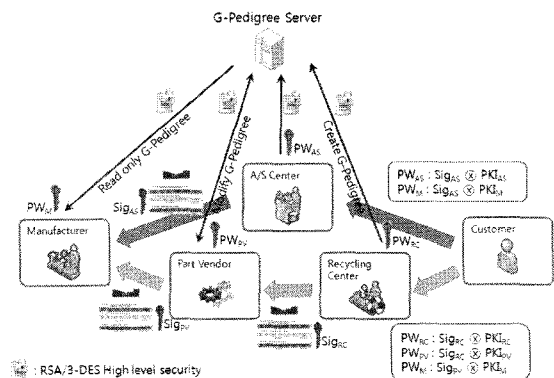


그림 1. G-Pedigree 적용 예



Ⓜ : RSA-3-DES High level security    Ⓜ : 이전단계 signature    Ⓜ : 이전단계 signature    Ⓜ : 현재 단계 PKI

그림 2. G-Pedigree 순물류 적용 예



Ⓜ : RSA-3-DES High level security

그림 3. G-Pedigree 역물류 적용 예

## III. G-code 사용 방안

### 1. G-code 정의 및 목적

G-code는 기존 EPC 코드와 패디그리 데이터로 구성된다. EPC 코드의 경우 물품의 최소 기본 정보를 제공하며, G-code가 기존의 EPC 시스템에서 사용 가능하게 한다. 패디그리 데이터는 순물류 이벤트 데이터와 역물류 이벤트 데이터로 구성된다. 물류 이벤트 데이터는 물류 거점 정보와 거점 서명정보를 포함한다.

G-code는 물품의 기본 정보를 제공하는 EPC

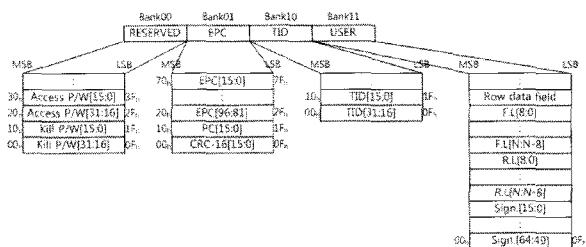


그림 4. G-code 메모리 맵

코드 영역과 패디그리 데이터를 저장하는 태그 메모리 영역으로 구분된다. EPC 코드 영역은 기본적으로 EPC Class1 Gen2 코드체계를 사용하여 기존 EPC 시스템의 사용이 가능하다. 태그 메모리 영역은 ISO/IEC 18000-6c에서 제공하는 태그

메모리 맵을 만족하며, 그림 4는 G-code 메모리 맵을 나타낸다.

G-code는 다양한 제품들의 제조, 물류, 유통, 판매, 리콜, 반송, 폐기, 재활용 등의 프로세스 모두를 포함한 순물류와 역물류에 대한 정보에 접근하고, 기존의 EPC 시스템에 적용 가능하다.

## 2. G-code 적용 예

G-code의 헤더는 EPC 코드 헤더 체계에서 RFU로 설정된 영역을 재구성하여 헤더 설정에 따라 G-code 태그 메모리 적용 방법을 구분한다.

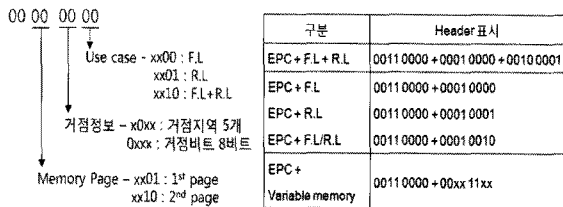
G-code 헤더 8비트에서 1~2비트 영역은 물류 저장 정보, 3~4비트 영역은 거점 정보, 5~6비트 영역은 메모리 영역을 나타낸다. 헤더 사용 방법에 따라 3가지의 G-code 적용 방법이 있다.

태그 상의 G-code 구조는 총 3부분으로 나누어진다. 첫 페이지는 EPC 코드를 나타내는 부분으로 제조자와 제품에 대한 정보를 나타내며, 두 번째 페이지는 순물류에 대한 정보를 나타내며, 세 번째 페이지는 역물류에 대한 정보를 나타낸다. 순물류와 역물류에 대한 정보는 거점 정보와 거점 서명정보를 포함한다.

G-code 적용 두 번째 방법은 태그 첫 페이지는 EPC 코드, 두 번째 페이지는 두 번째 페이지 헤더에 따라 순물류 정보, 역물류 정보, 순물류와 역물류 정보를 저장한다.

G-code header

Header value(binary)	Header value(hex)	Encoding length	Encoding Scheme
0000 0001	01	NA	RFU
0000 001x	02, 03	NA	RFU
0000 01xx	04, 05, 06, 07	NA	RFU
0001 0000 to 0010 1110	10 to 2E	NA NA	RFU



※ EPC header 0011 0000 - SGTIN 96bits  
 그림 5. G-code 헤더 사용 방안

G-code 적용 세 번째 방법은 태그 유저 메모리를 가변적으로 사용하여 거점 수나 거점 정보 비트를 확장하여 사용하는 방법이다. 태그 메모리의 구성 정보는 헤더 정보에 따라 구분이 가능하다.

- G-code = EPC(96bits) + e-Pedigree code(128bits) + g-Pedigree code(128bits)
- g-Pedigree data = Product attribute data + e-Pedigree/FL event data + RL event data

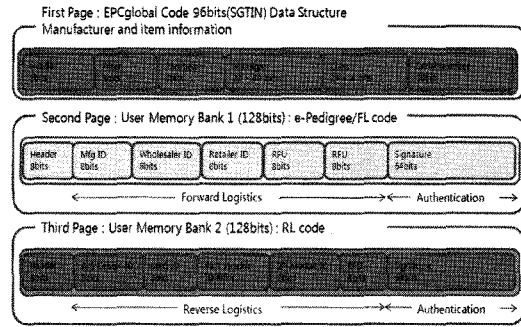


그림 6. G-code 적용 예 1

- G-code = EPC(96bits) + e-Pedigree code and/or g-Pedigree code (128bits)

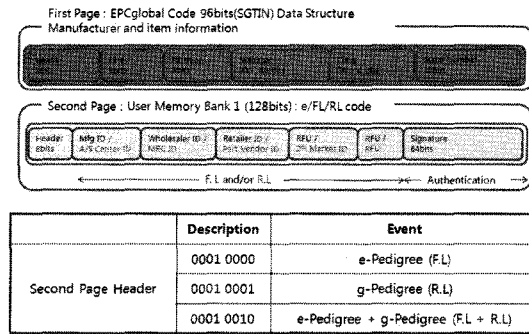


그림 7. G-code 적용 예 2

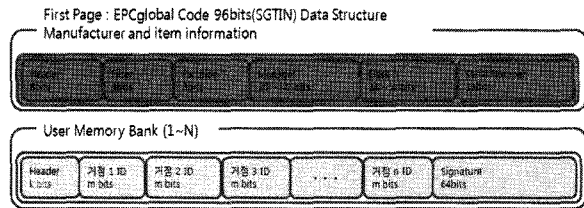
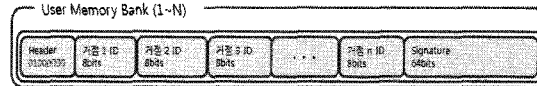


그림 8. G-code 적용 예 3

Ex1) 거점 수 증가 경우 : 거점 8bit X n개, 헤더 8bits



Ex2) 거점 ID bit 증가 경우 : 거점16bit X m개, 헤더 8bits

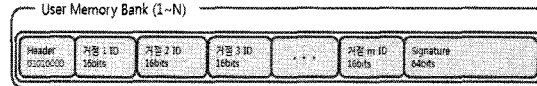


그림 9. G-code 거점 증가/거점 정보 비트 증가 예

그림 8은 세 번째 G-code 적용 방법의 기본 구조이고 그림 9는 거점 증가 경우와 거점 정보 비트 증가 경우를 나타낸다.

## IV. G-Pedigree 시스템

### 1. G-Pedigree 시스템 구성도

G-Pedigree 시스템은 태그 메모리에 물류정보를 저장한 G-code 태그, RFID 리더, G-Pedigree 서버에 접근할 수 있는 로컬 터미널과 패디그리 정보를 저장하고 제공하는 G-Pedigree 서버로 구성된다. 일반적인 G-Pedigree 시스템 구성도는 그림 10과 같다.

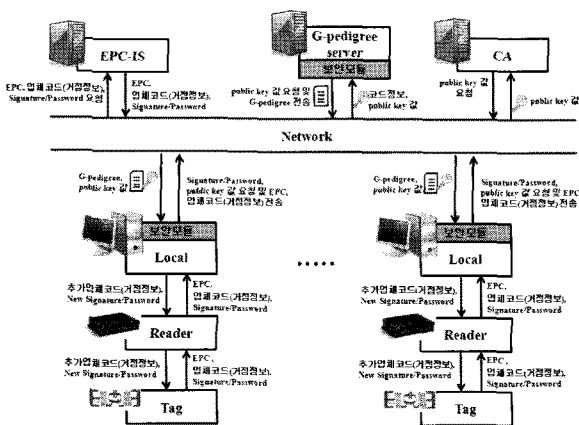


그림 10. G-Pedigree 시스템 구성도

웹기반의 G-pedigree 시스템은 누구나 쉽게 인터넷을 이용하여 이용할 수 있고, G-pedigree의 정보를 보기위해 CA(Certificate Authority)를 통해 인증 받은 유저만이 정보를 확인할 수 있다.

### 2. G-Pedigree 서버 테스트 구성도

G-Pedigree 서버 테스트 구조는 G-code 태그와 RFID 리더, 로컬 터미널, G-Pedigree 서버로 구성된다. 로컬 터미널과 패디그리 서버는 네트워크로 연결되어 있으며, 보안모듈이 탑재되어 패디그리 데이터를 암호화하여 전송한다.

테스트에 사용된 태그와 리더는 그림 13에서 보여준다. 태그의 경우 유저 메모리가 512 비트이고, UHF 대역에서 사용 가능하며 EPC Gen2를 만족한다.

그림 14의 G-Pedigree 서버 데이터 시퀀스는 G-code 태그-RFID 리더-로컬 DB-G-Pedigree 서버 사이의 처리 과정을 보여준다.

그림 15, 그림 16, 그림 17은 순물류와 역물류 상황에서 태그 유저 메모리에 거점 정보와 거점 서명정보가 입력(writing)되는 과정을 보여준다.

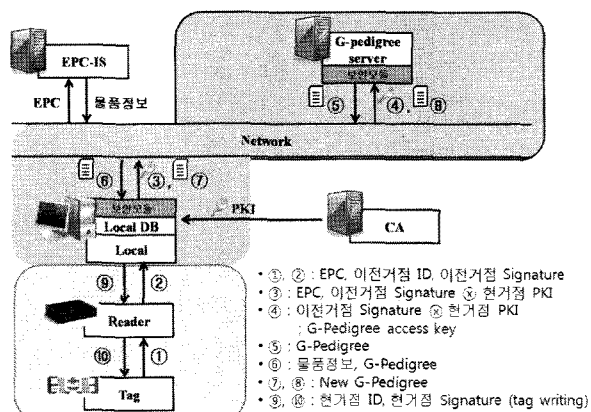
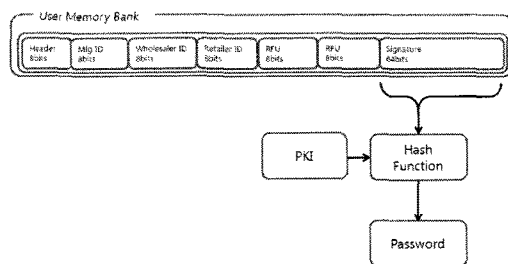


그림 11. G-Pedigree 서버 테스트 구조 및 데이터 흐름

- Signature ③ PKI = Password
- ④ : Hash Function
- Password, pedigree access key



※ Reference : EPC Tag Alteration Password Management: Key Hashing

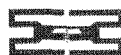
그림 12. G-Pedigree 패스워드 생성 방법



Model Number	ALR-9900
Company	ALLEN
Architecture	XScale processor, Linux, 64 Mbytes RAM, 64 Mbytes Flash
Frequency	902.75 MHz ~ 927.25 MHz



Model Number	ALN-9640 Squiggle
Company	ALLEN
Architecture	96 EPC bits (extendible to 480bits), 512 User bits
Frequency	UHF bands (860-960MHz)



Model Number	Rafsec Crab
Company	NXP
Architecture	96 EPC bits (extendible to 240bits), 512 User bits
Frequency	UHF bands (860-960MHz)

그림 13. 테스트 리더와 태그 사양

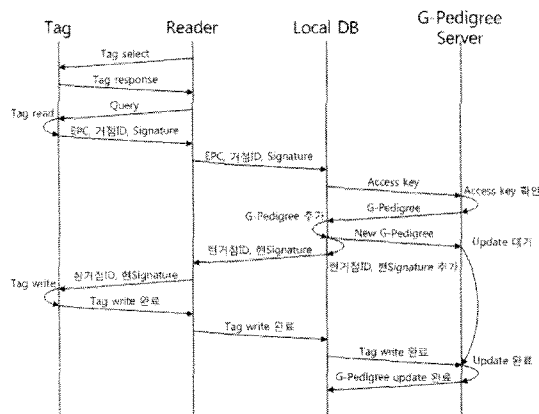


그림 14. G-Pedigree sequence

- 각 거점을 거치며 거점 ID 및 거점 signature 입력(writing)
- 이점거점 Signature ⊕ 현거점 PKI → G-pedigree access key (= PW)

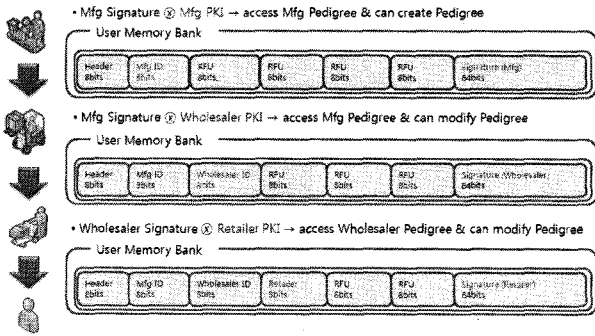


그림 15. 태그 유저 메모리 입력 과정 (순물류)

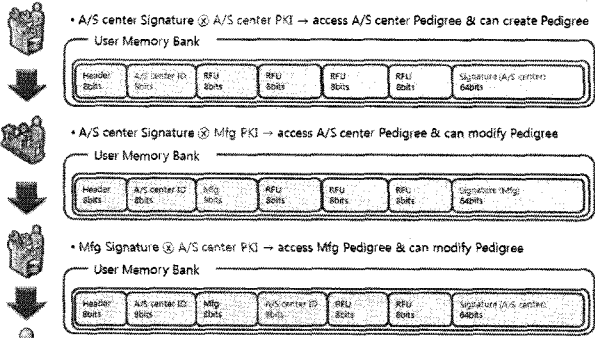


그림 16. 태그 유저 메모리 입력 과정 (역물류 A/S, Recall)

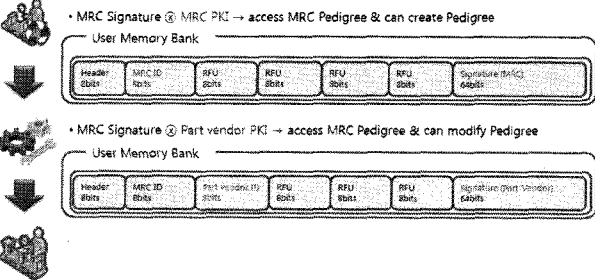


그림 17. 태그 유저 메모리 입력 과정 (역물류 Recycle)

- G-pedigree access key에 따라 권한 구분
- 서버내부 DB 저장

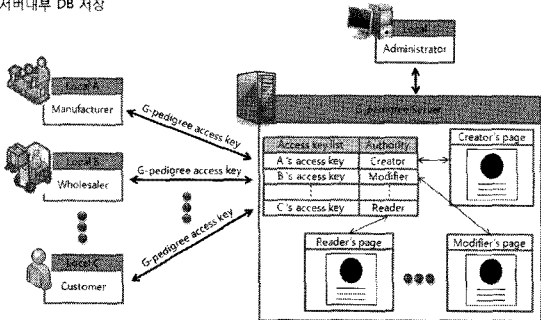


그림 18. G-Pedigree authority code 구성도

### 3. G-Pedigree Authority code

G-Pedigree 서버는 사용자의 코드에 따라 패디그리 생성 기능과 수정 기능, 읽기 기능을 부여한다.

사용 권한은 패디그리 서버 접근키, 즉 패스워드에 따라서 부여되며 패디그리 서버 내부 DB에 저장되어 외부에 공개되지 않는다. 표 1은 코드에 따른 패디그리 사용 권한을 보여준다.

표 1. 코드에 따른 패디그리 사용 권한

권한	Creator	Modifier	Reader	Administrator	기능
Creator	O	O	O	X	Create the pedigree
Modifier	X	O	O	X	Insert pedigree contents
Reader	X	X	O	X	Only read the pedigree
Administrator	X	X	X	X	Authority code management

### 4. G-Pedigree Data 정의

G-Pedigree 시스템의 기본 데이터 및 데이터에 따른 사용자와 입력방법은 표 2와 같다. 표 2의 기본 데이터는 G-Pedigree 시스템에 필요한 최소 조건의 데이터이며, 추가 확장이 가능하다.

표 2. G-Pedigree 기본 데이터

Seq	순서	Creator/Modifier	자동입력
Pedigree contents	비고	Creator/Modifier	직접입력
Trans_corp	보내는 회사	Modifier	직접입력
Trans_Nm	보내는 사람	Modifier	직접입력
Receive_corp	받는 회사	Modifier	직접입력
Receive_name	받는 사람	Modifier	직접입력
Product_corp	제조 회사	Creator	직접입력
Product_area	생산지	Creator	직접입력
Product_dt	생산 일시	Creator	자동입력
State_div	제품 상태 ex) 유통, 소비자인계, A/S, 폐기 등	Modifier	직접입력
State_div_index	상태 구분 ex) A/S -> 부품교체, 부품수리 등	Modifier	직접입력
State_div_index_list	상세 구분 ex) 부품교체 -> 험프, 외이어 등	Modifier	직접입력
Update_dt	업데이트 일시	Creator/Modifier	자동입력
Update_Nm	업데이트 책임자	Creator/Modifier	자동입력

### 5. G-Pedigree 테스트 결과

G-Pedigree 시스템 테스트 결과를 그림 19와 그림 20에 명시하였다. 수정자(modifier)의 사용 권한에 따라 순물류 및 역물류의 A/S 이벤트를 시뮬레이션 하여 패디그리 데이터 입력 및 물품이력 사항을 저장하고 읽기 및 수정이 가능하도록 구성되었다.

## V. 결 론

본 논문에서는 RFID 시스템에 적용 가능한 G-Pedigree와 G-code 체계를 제안하고 사용방안 및 테스트 시스템을 구현하여 시물레이션 테스트를 완료하였다. RFID 기반의 G-Pedigree 시스템은 기존의 RFID 시스템에 적용가능하고, EPC 코드체계와 상호호환이 가능하다. 또한 기존의 RFID 리더와 태그에도 적용 가능하다. 제안한 G-Pedigree 시스템은 순물류와 역물류를 포함하는 모든 물류분야의 이벤트 및 관리체계에 적합하고, 보안 기능을 통한 중요 데이터의 보안 및 접근성을 강화하였다.

## [ 참고 문헌 ]

- [1] Pedigree Ratified Standard, EPCglobal, 2007.
- [2] EPCglobal Tag Data Standards, EPCglobal, 2008.
- [3] (RFC 3279) Algorithms and Identifiers for the Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List(CRL), IETF, 2002.
- [4] (RFC 3280) Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile, IETF, 2002.
- [5] EPCglobal Certificate Profile, EPCglobal, 2006.
- [6] Digital Signature Standard (DSS), FIPS, 2000.
- [7] (ISO/IEC 18000-6C) Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 6: Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz, Extension with Type C and update of Types A and B, ISO/IEC JTC1/SC31, 2006.

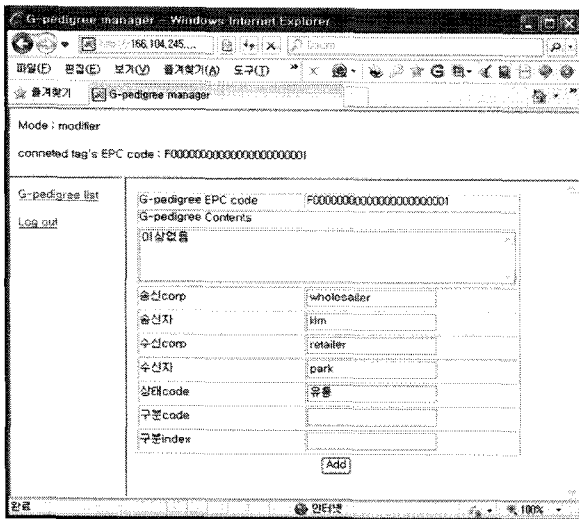


그림 19. 순물류 시물레이션(도매상-소매상)

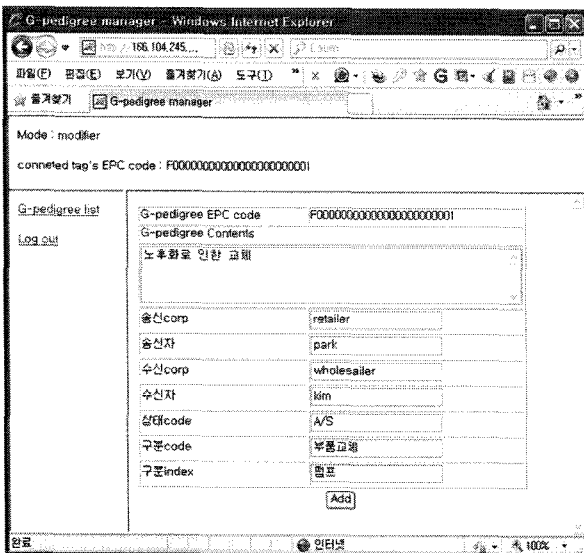


그림 20. 역물류 A/S 시물레이션(소매상-도매상)

Biography



**황보현**

2004년 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업  
2006년 한양대학교 전자전기제어계측과(공학석사)  
2006년~2007년 동부하이텍 LDI 설계팀  
2007년~현재 한양대학교 전자전기제어계측과  
박사과정

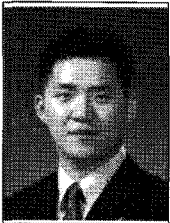
<관심분야> Image enhancement processing, FPD controller,  
VLSI design, RFID/USN Application  
<e-mail> jokersir@ymail.com



**최명렬**

1983년 한양대학교 전자공학과 졸업  
1985년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
1991년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
1991년~1992년 생산기술연구원 전자부품종합  
기술연구소  
1992년~현재 한양대학교 교수

<관심분야> Digital/Analog VLSI, 2D/3D FPD controller,  
RFID/USN, ITS, and Smart Card Applications.  
<e-mail> choimy@hanyang.ac.kr



**윤종호**

2001년 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업  
2003년 한양대학교 전자전기제어계측과(공학석사)  
2003년~현재 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과  
박사과정

<관심분야> Image processing, VLSI design, Image  
enhancement, RFID/USN Application  
<e-mail> sfw1179@paran.com