

축산물 거래의 안전성을 보장하는 이력추적관리모델

최인영*, 정순기**

Traceability Management Model Supporting Safety Critical Transaction of Livestock Products

In-Young Choi*, Soon-Key Jung**

요약

가축 전염병 또는 세균 오염 등 먹거리의 안전성을 해칠 수 있는 위험 발생시, 신속하게 대응을 할 수 있는 이력 추적 및 회수를 위한 서비스 기능의 정의가 필요하다. 그러나 국내산 축산물과 수입산 축산물을 통합 관리할 수 있는 유통체계 구축에 대한 종합적인 연구는 미흡한 상태이다. 이 논문의 목적은 유통환경의 변화에 대응하여, 축산물 거래의 안전성을 보장할 수 있는 축산물 이력추적 관리모델을 제안하는데 있다. 본 논문에서 제안한 축산물 이력추적 관리모델은 현재 거래명세서 추적모듈, 과거 생산유통이력 추적모듈, 회수대상 축산물 추적모듈 및 원산지 위조 색출모듈로 구성된다. 이력추적 관리모델의 각 기능에 대한 평가지표를 제시하였으며, 제안한 이력추적 관리모델의 유효성 검증을 위하여 테스트용 시스템을 구현하고 각 기능을 평가하였다. 본 논문의 주요 기대효과로는 분산된 이력추적시스템 구축의 문제 해결방안의 제시 및 제안된 추적관리모델을 타 식품이력추적 시스템에도 확대 적용할 수 있다는 점을 들 수 있다.

Abstract

A set of definitions for traceability and quick recall service function were urgently needed to facilitate handling of events threatening food safety caused by livestock diseases or germ contaminations. However, the research on the unified management system for both international and domestic livestock products distribution was scarce. The livestock products traceability evaluation model proposed in the paper was composed of four modules: the Forward Transaction Trace (FTT) module, the Backward Record Trace (BRT) module, the Forward Product Trace (FPT) module, and the Origin Pedigree (OP) module. The evaluation indexes for each module was included and finally a pilot system evaluating the proposed management model was suggested and displayed. The result of the paper was expected to be a solution to the distributed traceability system and the proposed traceability management model could be expected to any food traceability.

▶ Keyword : 이력추적(Traceability), RFID(Radio Frequency IDentification), 식품안전(Food Safety)

• 제1저자 : 최인영 교신저자 : 정순기

• 투고일 : 2010. 02. 04, 심사일 : 2010. 03. 01, 게재확정일 : 2010. 07. 01.

* (주)유리스 대표이사 ** 충북대학교 컴퓨터공학과 명예교수

I. 서론

이력추적(Traceability)은 일반적으로 생산유통 이력추적 제도로 이해되고 있으며, 공산품의 제조공정에서 사용되는 부품 및 완제품의 일괄적인 품질관리를 의미한다. 1996년 영국에서 발생한 소해면상뇌증(BSE: Bovine Spongiform Encephalopathy)의 원인 물질로 파악된 변형 프리온을 보 유한 문제육류를 찾아내기 위하여 식품분야에 처음으로 도입 된 제도이다[1].

축산물 추적결과와 정확성을 일관성 있게 입증하기 위해서 는 실제 축산물의 원산지 관리와 유통 이력관리 과정에서 이 력의 변조, 즉 원산지가 위조(이력의 의도적인 변경)되지 않 았다는 것을 증명해야 된다. 제품의 유통과정에서 발생할 수 있는 이력 위조나 변조를 체계적으로 제어할 수 있는 방법에 대한 연구는 현재까지 미흡한 상태이다. 또한 국내산 축산물의 유통체계 구축에 관한 연구는 수행되었지만 국내산과 수입 산 축산물을 통합 관리할 수 있는 새로운 유통체계 구축에 대 한 종합적인 연구는 이제 시작단계에 있다.

본 연구에서는 축산물 수입으로 인한 국내 축산물 유통환경 의 변화에 따라 현재 운용중인 국내산 축산물 이력추적 시스템 의 기능 확장을 통하여 보다 안전한 축산물 거래를 보장할 수 있는 새로운 축산물 이력추적 관리모형을 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 축산물 이력추적 관리모형은 현재 거래명 세서 추적 (Forward Transaction Trace)모형, 과거 생산 유통이력 추적(Backward Record Trace)모형, 회수대상 축산물 추적(Forward Transaction Trace)모형 및 원산지 위조(Origin Pedigree) 색출모형으로 구성되며, 각 모형에 대 한 평가지표와 식별코드를 포함한다.

제 2장에서는 관련 연구로 이력추적시스템 개념과 관련 시 스템에 대해 기술하고, 제 3장에서는 축산물 이력추적 관리모 형 세부 제안사항에 대하여 기술한다. 제 4장에서는 실험시스 템 구현방법과 기능평가에 대하여 기술한다. 제 5장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구과제에 대하여 기술한다.

II. 관련 연구

2.1 이력추적시스템

T. Kelepouris 등은 이력추적은 제품의 위치와 상태 조회, 과거 유통이력(역방향) 추적 및 현재 거래내역(순방향) 추적

이라는 개념을 도입하여 이력추적에 필요한 이론을 정립하였 다. 즉, 이력추적 시스템의 기능을 식별자(ID: Identifier)를 기반으로 하는 추적(Trace)과 조회(Track)의 개념으로 구체 화 하였다. 조회는 자산의 현 상태를 파악하는 자산조회 (Asset tracking)를 의미하며, 자산의 사후관리를 위해 자 산을 실시간으로 감시, 탐지를 하고 고장된 부분의 발견 시 부품을 자동으로 공급해 주는 시스템을 의미한다. 다음 표 1. 은 조회와 추적의 정의를 나타낸다[2][3].

표 1. 조회(Track)와 추적(Trace)의 정의
Table 1. Definition of Track and Trace

Tracking(조회)	Tracing (추적)	
	Backward(역방향)	Forward(순방향)
위치와 현 상태 정보	어디로 부터 왔는지(Where-from)? 객체간의 관계를 의미	어디에서 사용되고 있는지? (Where-used), 객체간의 관계를 의미
- 어디에 있는가?	- 어느 부품이 고장 난 물건에 사용 되었는가?	- 어느 부분에 특정 부품이 사용되고 있는지?
- 현재 상태는?	- 언제 마지막으로 수리를 받았고, 누가 수리했나?	- 어느 부분이 특정한 도구를 사용하여 수리되고 있는지?

M. Harrison 등은 족보(Pedigree) 개념을 추적(Trace) 개념과 접목시켜 제품의 중간 유통단계에서 이력 변조 또는 위조를 확인할 수 있는 인증방안을 제시하였다[4].

E. Golan 등은 미국 농무부(USDA)의 농업경제보고서 No. 830 “미국 식품공급망의 이력추적 : 경제이론과 산업연구”라는 연구보고서에서 이력추적 시스템의 기능평가 기준을 정보범위(Breadth), 깊이(Depth), 정밀도(Precision)의 3 가지로 정의하였다[5].

첫째, 정보범위는 이력추적 시스템의 기록능력 한계를 의 미한다. 예를 들면, 한 컵의 커피에 들어있는 원두는 여러 나 라에서 수입된 제품일 수 있다. 모든 수입 원두의 재배기록과 유통이력 등을 기록한다면 많은 시간과 비용이 소요될 것이 다. 둘째, 깊이는 이력추적 대상의 현재 및 과거 이력을 어느 정도까지 조회할 수 있는 가를 의미한다. 커피 이력추적 시 스템 중에는 수입 원두의 파종, 경작, 수확, 저장, 수송, 도매 및 가공 등의 단계를 모두 조회할 수 있는 시스템이 있을 수 있으며, 원두의 수확 이후에 발생하는 저장, 수송, 도매 및 가 공 등의 단계만을 추적할 수 있는 시스템이 있을 수 있다. 셋째, 정밀도는 제품의 이동경로 중에 특정한 지점(Pinpoint)에서 기능을 분석할 수 있는 단계를 반영한다. 만일 제품의 이동경로가 컨테이너나 트럭단위 인 경우 정밀도가 떨어지며,

소나 돼지가 각 개체 단위로 이동경로를 구성할 경우 정밀도가 높다고 볼 수 있다.

2.2 미 국립 동물식별시스템

이력추적에 관한 연구 중에 많은 관심의 대상은 동물의 식별코드 분야이다. 1988년 미농무부는 사육하고 있는 모든 돼지의 등록제를 실시하였다. 동물의 이력등록을 위한 식별코드는 1982년 축산물관리소(LCI: Livestock Conservation Institute)에서 제안하였으며, 1984년, 85년에 소와 돼지의 등록제가 검토되어 1987년 미농무부에서 등록을 정식으로 요청하게 되었다(6). 현재 미국의 모든 동물은 국립 동물식별 시스템(NAIS: National Animal Identification System)에 등록하는 것이 의무화 되어 있으며, 2006년 말을 기준으로 캘리포니아 주에서만 850,000건의 동물이 등록 되었다(7). 동물 식별 번호(AIN : Animal Identification Number)는 ISO 11784 표준규격으로 총 15문자로 구성되며, 앞의 3 자리는 국가 식별 코드이다.

표 2. NAIS의 등록정보 내역
Table 2. Registration Information of NAIS

데이터 요소	내용
Premises ID Number	개체번호
Name of Entity	개체 명
Owner or Appropriate Contact Person	소유주
Street Address	주소
City	도시
State	주
Zip/Postal Code	우편번호
Contact Phone Number	연락 전화번호
Operation Type (e.g., production unit, exhibition, abattoir, etc.)	운영형태 (생산지, 전시장, 도축장 등)
Date Activated	수행일
Date Retired (e.g., date operation is sold, date operation is no longer maintaining livestock)	폐기일자(매각일, 축산물 폐기일 등)
Reason Retired	폐기 사유

NAIS는 미국 동식물 검역소(APHIS : Animal and Plant Health Inspection Service)에서 운영하고 있으며, 2004년에 시스템이 구축되어 단계적으로 기능을 개선(upgrade)하였다. NAIS에 등록된 동물의 이력을 나타내는 데이터 요소는 표 2.와 같다(8).

NAIS는 개체 이력추적 서비스를 위해 동물 추적 데이터베이스(ATDs: Animal Tracking Databases)와 동물 추적 처리 시스템 ATPS(Animal Trace Processing System)로 구성된다. ATDs에 저장된 정보내용은 표 3.과 같다.

표 3. ATDs의 저장정보
Table 3. Data Information of ATDs

Filed Description	Data Type	Size	Req.	Example
Event	Numeric	2	Y	Numeric 2 Y Movement in, out...etc.
Sighting/reporting	Character	7	Y	
Premises Identification				
Source/Destination	Character	7	N	
Event Date & Time	Date		Y	
AIN	Character	15	Y	
Species	Character	3	N	
Iden. Elect Read	Boolean	1	Y	0(False default)/1(True)
AnimalDateofBirth	Date	8	N	YYYYMMDD
AgeofAnimal	Character	3	N	(M)onth, (D)ay, (Y)ear e.g. M11 (Zero fill if less than 10)
Gender	Character	1	N	(M)ale, (F)emale
BreedofAnimal	Character	2	N	
Remarks	Character	50	N	
Status	Character	1	N	(C)orrection
AlternateAnimalID	Character	17	N	Alternate official identification number if 840 AIN not available.
				Group/Lot identification number if animal has AIN and was moved out of a lot; old AIN if tag replaced
Alternate Animal ID Type	Character	1	N	

NAIS를 통하여 소의 탄생부터 도축까지의 이력을 추적할 수 있으며, 원산지 표시(COOL: Country Of Origin Labeling)와 DNA 기반의 이력추적도 가능하다. 그러나 COOL 시스템은 소의 무리를 대한 원산지를 표시하며, 각 소의 개체 추적정보는 제공하지 않는다[9].

2.3 분산 DB기반 시스템

개체를 대상으로 하는 이력추적 시스템 중에서 가장 관심의 대상이 되는 시스템으로는 W. Shirou 등이 발표한 “광역 분산DB를 기반으로 하는 비용 효과적인 이력추적 시스템”을 들 수 있다[10]. W. Shirou는 EPCglobal[11]을 기반으로 하는 이력추적 시스템은 병목현상이 발생할 수 있다고 가정하고 분산 해쉬 테이블(DHT: Distributed Hash Table)방식의 이력추적 DB를 제안 하였다. 즉, 산출물 ID를 키 값으로 이력추적 DB를 구축하며, ID 특성(property) 값을 이용 이력 정보를 요구시 이력 데이터의 위치를 알려준다. 본 연구에서 제안된 이력추적 시스템은 RFID 태그를 이용하여 개별개체의 이력을 관리하며, 농장에서 사용자가 직접 서버에 입력하는 ID 특성의 내역은 표 4.와 같다.

표 4. ID-Property 내용
Table 4. Context of ID-Property

관리 항목	설명	비고
name	소 이름	
date of birth	출생일	
sex	암수 구분	
breed	품종	
maternal breeding	모계 품종	
paternal breeding	부계 품종	
weight history by month	월별 중량	RFID리더기가 있는 중량계로 측정
temperature history by month	월별 체온	임시RFID 체온계로 위의 온도 기록
fodder	건강 첨가제	
Durg usage History	약품 이력	방역사항 및 약품투입 이력

축산물을 도축한 후에 육류의 입찰시점에서 기록된 이력정보는 모두 공개된다.

2.4 RFID 표준

이력추적에 관련된 무선주파수식별자(RFID: Radio Frequency IDentification)의 국제표준은 다음 표 5.와 같이 여러 종류가 있다. 이력추적 시스템에서 많이 적용되는 표준은 ISO 11784/11785와 18000-6 이다. ISO 11784는

ISO/TC 23에서 1996년 제정한 표준으로 동물 개체의 표시에 64비트를 사용하며, 국가 내에 존재하는 유일한 동물 개체를 정의한다[12]. ISO 11784는 소, 돼지, 닭, 사슴 등 동물의 종류를 구분하는 축종 코드를 정의하고, 동일한 축종 내에서는 0 - 27,487,790,693까지의 일련번호를 부여하여 각 동물 개체를 구분한다. ISO 11785는 ISO 11784와 같이 동물의 개체를 식별하기 위해 개발된 RFID송신기 표준규격이며, 동물의 식별에 사용하는 트랜스 폰더 전송 주파수는 134.2 kHz 대역이다.[13] RFID의 태그와 리더기 사이에는 2개의 통신규약(protocol)을 이용할 수 있도록 설계된다.

표 5 이력추적에 관련된 RFID 표준
Table 5. RFID Standard for traceability

구분	내용
ISO 11784	동물 개체식별 표준
ISO 11785	데이터 구조 및 RF 전송
ISO 14223	고급 트랜스폰더 (air interface & command structure)
ISO 10374	컨테이너 식별
15961	Tag Commands
15962	Data Syntax
19789	API
15963	Tag 식.별.자.
18000-1	Generic Parameters
18000-2	below 135KHz
18000-3	13.56MHz 근거리 카드 및 스마트 라벨
18000-4	2.45 GHz 무직 응용
18000-5	5.8 GHz ITS
18000-6	UHF 860~930 MHz 유통물류용 RFID 규격
18000-7	UHF433 MHz(Active) 컨테이너 (100m)
ISO 69873	Tools and clamping devices with data carriers

소고기 유통이력 추적에 사용하는 RFID의 종류는 다음 표 6.과 같이 생산/도축 단계와 유통(통관, 가공, 판매) 단계에서 사용되는 RFID로 나누어진다. 일반적으로 생산/도축 단계에서는 134KHz의 ISO 11784/11785/14423을 사용하며, 유통 단계에서는 900MHz의 ISO 15459와 주파수는 ISO 15961-3을 사용한다[14].

표 6. 소고기 유통이력추적 RFID 표
Table 6. RFID Table for Cow Traceability

	식별대상	주파수대역	식별코드	데이터구조	통신프로토콜
생산 도축	소 개체	134KHz(LF)	ISO 11784 동물개체식별코드	ISO 14423	ISO 11785
통관 가공 판매	Box 및 소포장	900MHz (UHF)	ISO 15459 (kCode) EPC SGTIN 물류/유통 식별코드	ISO 15961~3	ISO 18000-6 EPC Class 1 Gen 2

2.5 국내 소/쇠고기이력추적 시스템

국내에서 운영 중인 소/쇠고기 이력추적 시스템의 현황은 다음 <표 7>과 같다[14][15][16].

표 7. 국내 소/쇠고기 이력추적 시스템 사례
Table 7. Status of traceability system for Beef or Cattle

프로그램 (시스템)	주요 내용	비고
RFID 이용 대관령 한우 이력관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> 강원도 평창군 대관령 지역 축산농가를 대상으로 RFID 전자태그를 적용, 한우의 생산, 도축, 가공, 유통/판매 단계를 체계적으로 관리함으로써 안심하고 소비할 수 있는 RFID 이력관리시스템을 구축 	시범
국내산 쇠고기 이력 추적 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 소의 출생에서부터 판매에 이르기까지 전 과정의 이력정보를 동물개체식별번호 기반으로 관리 인터넷 활용, 농가 또는 지역축협 등에서 입력하고, 소비자에게 유통단계정보를 추가하여 제공 인터넷에서 개체식별번호 자동인식 및 라벨출력 기능 개발 국내산은 『소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률』이 제정되어 2008. 12. 22 부터 생산단계, 2009. 6. 22부터 유통단계까지 실시하여 전면적인 실시 확대 중에 있음 	전면 실시
수입산 쇠고기이력 추적시스템	<ul style="list-style-type: none"> 소의 통관부터 소비까지 전 과정의 이력정보를 구축 수입화물번호(B/L) 기준으로 이력정보 관리 가공 및 유통단계에서 발생하는 묶음번호 등 유통단계 기능 보완한 이력정보 제공 	2010 실시

III. 축산물 이력추적 관리모델

3.1 이력추적 관리모델의 기능평가

T.Kelepouris[2][3], E.Golan[5] 및 W. Shirou[10] 등의 연구결과를 종합하면 축산물 이력추적 시스템의 효율적인 구축을 위해서는 축산물관리코드와 거래처 정보를 포함하는 이

력추적 데이터베이스의 구축이 핵심적인 과제로 분석되었다. 또한 이력추적 정보의 신뢰성 확보(이력의 변조/위조여부 확인)를 위해서는 M.Harrison[4]가 제시한 전자 족보(Electronic Pedigree) 기법의 도입이 가장 적합한 것으로 분석되었다.

제 2장 관련 연구에서 분석된 시스템 요구사항, 식품 이력추적 국제표준인 ISO 22005[17]의 목표 및 국내 축산물이공처리법 등의 요구사항 등을 종합하여 다음 <표 8>에서와 같이 4개 모듈로 구성되는 이력추적 관리모델을 제시하며, 각 모듈의 세부적인 기능과 기능평가 항목을 제안한다.

표 8. 이력추적 관리모델의 기능평가
Table 8. Function Check Sheet for Traceability Management Model

구분	소분류	제안 기능평가 항목	예시	ISO 22005	
추적 (Trace)	역방향 (Back ward)	생산기록 추적	정보범위 (Breadth)	출생일, 품종, 성별, 도축일, 도축장, 등급	이력이나 원산지 결정
			단계(Depth)	생산, 도축	
		정밀도 (Precision)	개체		
	유통이력 추적	정보범위 (Breadth)	출생일, 품종, 사육자, 도축장, 등급	소비자 에게 정보전달	
			단계(Depth)		생산, 도축
		정밀도 (Precision)	개체		
	순방향 (For ward)	거래명세 (Transaction) 추적	정보범위 (Breadth)	참고, 출고일, 판매장, 부위, 중량	제품정보 입증
			단계(Depth)	도축, 가공, 판매	
			정밀도 (Precision)	개체, 포장, 도체	
		회수대상상품 (Product) 추적	정보범위 (Breadth)	참고, 출고일, 파매장, 입고일, 판매일, 중량	폐기나 회수 추진
			단계(Depth)	도축, 가공, 유통	
			정밀도 (Precision)	개체, 포장, 도체	
조회 (Track)	위치 및 상태 조회 (Location & State)	판매상태 조회	개체, 품종, 부위	안전성 및 품질관리	
족보 증명 (Pe- digree)	제품(Product) 증명	개체인증	원산지, 품종, 부위	식품의 이동 증명	
		원산지(Origin) 증명	전자서명	수입자, 판매자	책임주 의 명확화
		거래처식별	사업자번호		

3.2 축산물 이력추적 시스템 구조

제 3.1절에서 분석된 이력추적 관리모델의 기능을 기반으로 축산물 이력추적 시스템의 구조를 제시하면 다음 <그림 1>과 같다. 축산물 이력추적 시스템은 농식품부, 국립수의과학검역원 등 공공기관의 정보시스템 및 생산농가, 도축장, 판매업자 등의 부가가치 네트워크(VAN: Value Added Network)와의 연동을 통하여 소비자는 간단한 축산물 이력정보의 검색이 가능하며, 국립수의과학검역원 및 농식품부에서는 제품의 회수 및 폐기 업무 등을 수행할 수 있어야 한다.

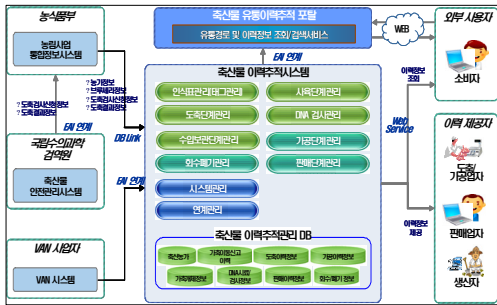


그림 1. 축산물 이력추적 시스템 구조
Picture 1. Structure of traceability system for livestock product

이력추적 시스템은 인산표/태그관리, 사육단계, 도축단계, 가공단계, 판매단계 및 DNA검사 관리모듈로 구성된다. 수입 제품을 위하여 수입관리, 냉동 창고 관리모듈이 추가되며, 그 외에도 제품의 회수/폐기, 유통 경로검색, 모니터링 모듈이 필요하다. 최종 소비자가 개체 식별번호를 시스템에 입력하면 생산자와 도축장의 이력을 조회할 수 있다. 각 모듈에서 생성된 정보는 축산물이력추적 관리DB에 축적이 된다.

3.3 이력추적 시스템 설계

본 논문에서 제안한 축산물 이력추적 시스템은 1. 현재 거래명세서 추적모듈, 2. 과거 생산유통이력 추적모듈, 3. 회수대상 축산물 추적모듈 및 4. 원산지 위조 색출모듈로 구성된다.

축산물 이력추적 시스템의 설계에는 객체지향 설계도구인 UML(Unified Modeling Language)를 이용하였다(18). 축산물 이력추적 시스템의 사용자인 소비자, 업체 담당자 및 담당공무원을 중심으로 시스템의 사용 사례(Use Case) 다이어그램을 도시하면 다음 <그림 2>와 같다.

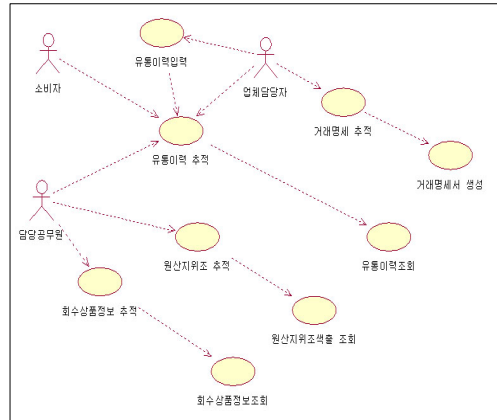


그림 2. 이력추적 시스템의 사용자례 다이어그램
Picture 2. Use case of traceability system

이력추적 시스템의 주요 기능인 거래명세서 작성, 유통이력조회, 회수상품 조회 및 원산지 위조색출 등의 클래스 다이어그램은 다음 <그림 3>과 같다.

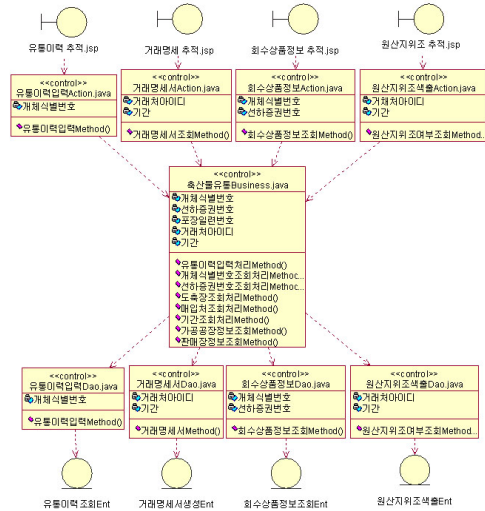


그림 3. 이력추적 시스템의 클래스 다이어그램
Picture 3. Class Diagram for traceability system

축산물 이력추적 프로세스를 구성하는 소비자의 유통이력조회 프로세스, 업체 담당자의 거래명세서조회 프로세스, 담당 공무원의 회수상품조회 프로세스 및 원산지 이력위조 색출 프로세스 각각에 대한 순차 다이어그램을 도시하면 다음 <그림 4>, <그림 5>, <그림6> 및 <그림 7>와 같다.

소비자가 유통이력을 조회하기 위해서는 다음 <그림 4>와 같이 조회조건인 개체 식별코드를 입력 한다.

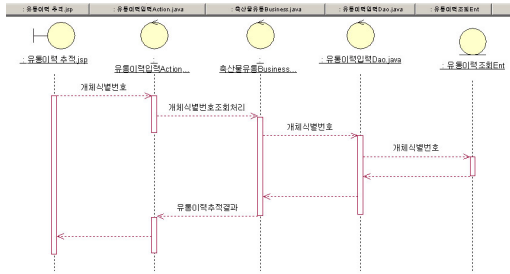


그림 4. 생산유통 이력조회 순차 다이어그램
Picture 4. Sequence Diagram for trace of supply chain

업체 담당자는 유통이력 입력 및 조회, 거래명세 추출을 통한 거래명세서 발행 등의 작업을 수행한다. 거래명세서를 발행하기 위하여 다음 <그림 5>와 같이 거래처 ID와 기간을 입력한다.

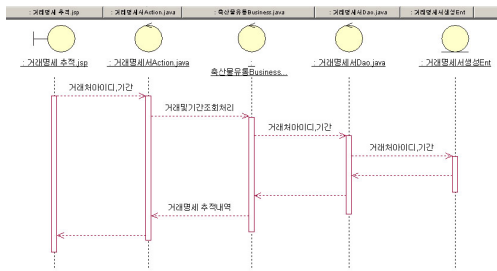


그림 5. 거래명세서 조회 순차 다이어그램
Picture 5. Sequence Diagram for trace of transaction data

담당 공무원은 위해관정이 내려진 축산물을 회수 또는 폐기 처분하기 위하여 다음 <그림 6>과 같이 회수대상 상품 추적정보를 조회 한다.

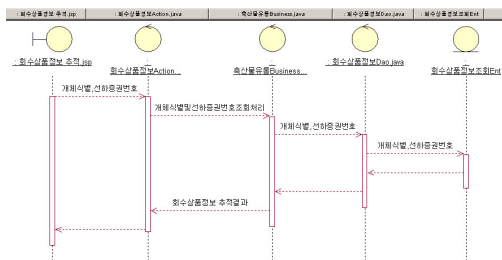


그림 6 회수상품 조회 순차 다이어그램
Picture 6. Sequence Diagram for trace of recall product

담당 공무원은 제품의 원산지 위조여부를 단속하기 위하여 다음 <그림 7>와 같이 원산지 위조여부 색출 정보를 조회한다.

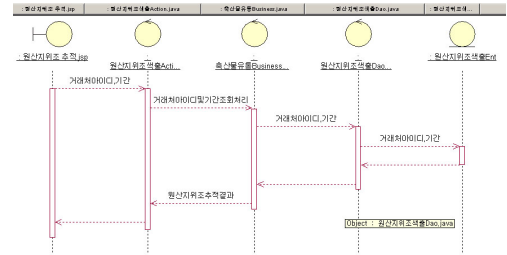


그림 7. 원산지 위조색출 순차 다이어그램
Picture 7. Sequence Diagram for track of pedigree record forgery

IV. 실험 및 기능평가

4.1 실험 환경

본 논문에서 제안한 이력추적 관리모델의 기능평가 항목을 검증하기 위하여 제안한 이력추적 관리모델을 기존 이력추적 시스템에 통합시키는 테스트 시스템을 구현, 실험을 수행하였다.

실험에 사용한 컴퓨터 하드웨어는 인텔사의 Core2Quad 켄즈필드 Q6600(2.4 GHz) CPU, 메인메모리는 2GB, 하드디스크는 500GB를 사용하였다.

소프트웨어 개발도구로는 eclipse[19] 및 Java jdk 1.5 [20]을 이용하였으며, 데이터베이스 시스템은 오라클 10g를 사용하였다. SQL 질의실험에는 TOAD(Tool for Application Developers)[21]와 Web 환경으로는 Apache-tomcat[22]을 이용하였다. 데이터베이스 설계에는 UML 패키지 Rational Rose Data Modeler[23]를 사용하였다.

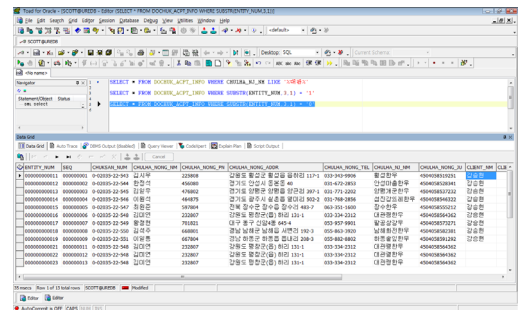


그림 8. TOAD를 이용한 이력조회 화면
Picture 8. Screen for trace of transaction by TOAD tool

<그림 8>은 TOAD를 이용한 오라클 데이터베이스의 축산물 유통 이력조회 화면의 예를 나타낸다.

4.2 실험 시나리오

첫 번째 실험에서는 현재 거래명세서 추적모듈을 이용한 “거래명세서 발행” 기능을 테스트한다. 이 기능은 이력추적 기능들 중에서 “거래명세서 추적(Forward Transaction Trace)” 기능에 해당된다. 거래명세서는 관련 도축장과 판매점을 선택하고, 년도 및 월을 선택하면 해당 기간의 내역이 화면에 출력된다.

거래명세서 조회화면에는 축산물가공처리법에서 규정한 거래명세서 양식에 포함된 항목들로 거래일자, 품종, 중량, 원산지, 부위, 등급, 도축장명 및 개체 식별번호 등이 포함된다.

두 번째 실험에서는 과거 생산유통이력 추적모듈로서 T. Kelepouris(2)[3] 등이 정의한 조회와 추적기능 중에서 역방향 추적인 “생산유통 이력추적(Backward Record Trace)” 기능을 테스트한다.

실험에 사용한 시나리오로 소비자가 “비마트”에서 국거리용 한우를 구매했다고 가정한다. 소비자는 쇠고기 이력추적 시스템 사이트에서 구입한 한우의 개체 식별번호를 입력하거나 RFID 태그를 읽어서 조회를 할 수도 있다. 다음 <그림 9>은 생산유통 이력추적을 위한 SQL 질의문 작성 형식을 나타낸다. 유통이력의 조회결과 화면에 “강원도 횡성”에서 사육되어 “몇 년 몇 월 며칠”에 “어느 도축장”에서 도축되어 “1등급”을 받아, “몇 년 몇 월 며칠”에 입고된 부위가 “양지머리”이다 등의 항목이 출력된다.

세 번째 실험에서는 회수대상 축산물 추적모듈의 순방향 추적기능 테스트로 오염된 축산물의 회수를 위한 “회수대상 상품 추적 (Forward Recall Product Trace)” 기능을 테스트한다. 우선 수입국가 중 G지역에 위치하는 도축장이 살모렐라 식중독균에 오염되어 오염된 기간 중에 도축한 축산물의 회수가 필요하다고 보건당국의 조치요구가 접수 되었다고 가정한다.

축산물안전 담당 공무원인 H씨는 즉시 G지역에서 식중독균이 발견된 날자 이후에 수입된 축산물의 신고서를 검색하여 G 지역 도축장에서 수입한 축산물이 있는 지를 검색한다. 만일 있다면 수입한 회사의 이력을 추적하여 수입제품 선하증권번호 및 유통 물량을 파악하여 제품의 회수명령을 발령한다. 회수 대상 제품의 물량 현재 위치를 각 유통단계별로 파악하여 전체 물량이 회수 또는 폐기될 때까지 지속적으로 조치이력을 관리한다.

마지막 네 번째 실험은 원산지 위조 색출모듈에 대한 테스트이다. 이력추적 정보의 신뢰성 확보(이력의 위변조 여부 확인)를 위해 전자착복 기법의 “원산지 검증” 실험으로 원산지 위조업체의 색출을 위하여 무작위 샘플링을 통해 유통업체를 선택하고, 선택된 업체의 제품 입고량과 출고량을 비교한다.

예를 들면, 정육점이 많은 서울의 마장동 이나 독산동 등을 대상으로 거래지역, 유통점 유형, 거래규모, 최근 색출일 및 취급 품명 등 5가지 항목을 이력추적 시스템에 입력하면

검증후보 업체들을 추출할 수 있다. 실험 사례로, 삼겹살의 판매가격에 심한 변동이 발생했을 경우 삼겹살 매입이 갑자기 증가한 업체 100개를 샘플링하여 조사한다고 가정한다. 선택된 업체에서 1개월 동안 구입한 제품의 양과 매출 양을 비교하여 특정 육종의 매출양이 매입양보다 많다면 원산지를 위조하여 판매한 업체로 의심할 수 있다.

동일한 방법으로 수입 쇠고기를 한우로 둔갑하여 판매하는 업체도 색출할 수 있다. 음식점의 경우 메뉴에 표시된 국산 쇠고기의 판매량과 구입한 쇠고기의 양 간에 많은 차이가 발생한다면 의심업체로 지정하여 현장 확인을 실시할 수 있다. 즉 현재 판매되고 있는 축산물의 거래내역서와 판매육의 DNA를 검사하여 제품의 둔갑 진위여부를 판단할 수 있다.

```

SELECT DISTINCT
SUBSTR(A.개체식별번호,1,3)||'|'||SUBSTR(A.개체식별번호,4,3)
||'|'||SUBSTR(A.개체식별번호,7,3)||'|'
||SUBSTR(A.개체식별번호,10,3)
AS 개체식별번호,
SUBSTR(A.출생년월일,1,4)||'|'||SUBSTR(A.출생년월일,5,2)||'|'
||SUBSTR(A.출생년월일,7,2) AS 출생년월일,
A.종류 AS 종류,
A.성별,
C.도축장 AS 도축장,
SUBSTR(B.도축일자,1,4)||'|'||SUBSTR(B.도축일자,5,2)||'|'
||SUBSTR(B.도축일자,7,2) AS ACPT_DATE,
F.도축검사결과 AS 도축검사결과,
E.육질등급 AS 육질등급,
G.개체식별번호 AS 개체식별번호,
G.일련번호 AS 일련번호
FROM
ENTITY_INFO A
LEFT outer join 도축감사신청정보 B on
A.개체식별번호=B.개체식별번호
LEFT outer join 사업장 C on B.도축장코드 = C.등록번호
LEFT outer join 도체정보 D on B.개체식별번호 = D.개체식별번호
LEFT outer join 등급판정정보 E on D.개체식별번호 =
E.개체식별번호
LEFT outer join 위생검사결과정보 F on D.일련번호 = F.일련번호
LEFT outer join 도체판출정보 G on D.개체식별번호 =
G.개체식별번호
AND D.도체일련번호 = G.도체일련번호 AND D.일련번호 =
G.일련번호
WHERE
A.개체식별번호 = '개체식별번호'
SELECT
B.소유주 AS 소유주,
(SELECT 코드명 FROM 공통코드 WHERE 코드 = B.이동상태코드)
AS 이동상태코드,
SUBSTR(B.데이터발생일자,1,4)||'|'||SUBSTR(B.데이터발생일자,5,2)||'|'
||SUBSTR(B.데이터발생일자,7,2) AS 데이터발생일자,
B.주소 AS 주소
FROM
이동출하내역정보 A,
이동신고양수능가 B
WHERE
A.개체식별번호 = B.개체식별번호
AND A.이동일자 = B.이동일자
AND A.개체식별번호 = '개체식별번호'
SELECT
B.구입처 AS 구입처,
SUBSTR(A.판매일,1,4)||'|'||SUBSTR(A.판매일,5,2)||'|'
||SUBSTR(A.판매일,7,2) AS 판매일,
A.부위 AS 부위,
A.무게 AS 무게,
A.판매처 AS 판매처
FROM
정육 A
LEFT outer join 사업장 B on A.판매처코드 = B.등록번호
WHERE
A.일련번호 = '일련번호'
AND A.개체식별번호 = '개체식별번호'
    
```

그림 9. 유통이력 추적용 SQL 질의문
Picture 9. SQL statement for trace of product transaction

4.3 실험 결과

유통이력 추적정보의 순방향 조회로 거래명세서를 생성, 출력한다. 다음 <그림 10>에서 도축장 이름, 구입처, 거래명세서 작성기간 등을 입력하거나 <그림 11>와 같이 거래 상대방체를 선택하면 조회결과 화면이 출력된다.

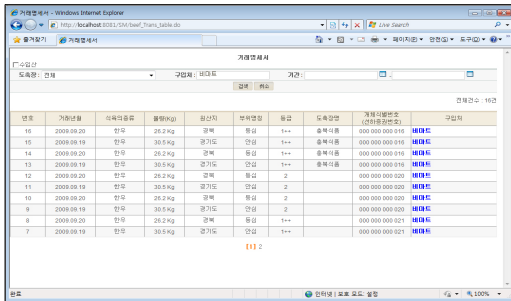


그림 10. 거래명세서 조회화면
Picture 10. Screen for trace of product transaction

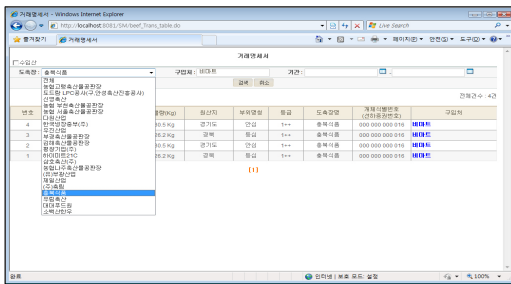


그림 11. 거래명세서 발행 대상업체 선택 화면
Picture 11. Screen of selection a list of supplier or farm

소비자가 인터넷이나 휴대폰을 이용하여 화면에 구입한 축산물의 개체 식별번호를 입력하면 출생지, 소유주 이력, 도축장, 가공공장 및 판매장 등에 대한 이력추적 정보가 순서적으로 출력된다.

만약 도축장이나 특정 지역에서 전염병에 걸린 가축이나 개체가 발견되었을 경우 담당 공무원이 지역 또는 도축장 이름을 입력하면 회수대상 축산물의 전 체량과 축산물의 현재 위치를 검색할 수 있다. <그림 12>과 같이 회수결과 화면에 회수대상 축산물의 있다면 회수명령의 통보 등 사후 관리업무를 수행 할 수 있다.

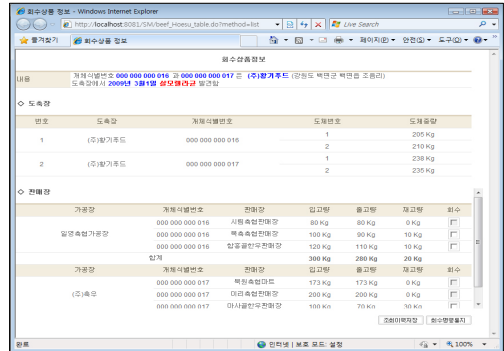


그림 12. 회수대상 제품의 조회화면
Picture 12. Screen for trace of recall product transaction

수입육을 국내산으로 위조하여 판매하는 행위를 적발하기 위하여 제품의 입고 양보다 출고 양이 많은 업체를 제품의 위조 의심 업체로 지목할 수 있다. 다음 <그림 13>과 같이 국내산의 입고 양이 100kg인데 반하여 출고 양이 150kg라면 50kg에 해당하는 제품의 원산지 위조가 발생되었다고 볼 수 있다. 이 경우 담당 공무원이 업체를 원산지 위조 의심업체로 지정 한 후 관련 거래명세서로 확보 등 준비를 한 후 현장 점검을 통해 위조 여부를 최종 확인할 수 있다.

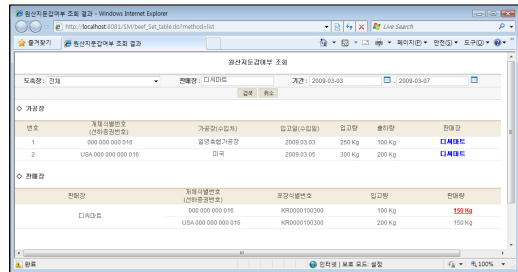


그림 13. 원산지의 변조/위조 의심업체 검색화면
Picture 13. Screen for track of pedigree record forgery

4.4 기능 평가

이력추적 관리모델을 기반으로 설계한 테스트용 시스템은 기존 시스템에 비하여 기능적으로 국내외산 제품의 통합 이력추적이 가능하도록 구현하였다. 또한 개체 식별코드 또는 RFID를 기반으로 하는 단일 식별코드 체계를 사용하여 추가적인 거래정보를 포함하는 이력추적 데이터베이스를 이용하였다.

제 3.1절에서 제안한 이력추적 관리모델의 기능평가 요소를 기준으로 현재 운영중인 국내 최고기 유통 이력추적 시스템과의 기능을 비교하면 다음 <표 9>과 같다.

표 9 이력추적 시스템의 기능평가
Table 9. A result of traceability system check sheet

구분	소분류	프로세스	평가지표	기존 시스템	제안 시스템
추적 (Trace)	역방향 (Backward Record Trace)	생산 기록 추적	기록범위	국내산	국내산, 수입산 일부
			깊이	국내산 생산	수입산 통관, 보관 추가
			정밀도	개체	개체, 포장(수입)
		유통 경로 추적	기록범위	국내산	국내산, 수입산
			깊이	생산, 도축	생산, 통관, 보관, 도축, 가공, 유통
			정밀도	개체, 도체, 포장	개체, 도체, 포장
	순방향 (Forward)	거래명세 (Transaction) 추적	기록범위	국내산 일부	국내외산 전체가능
			깊이	생산, 도축, 유통	생산, 보관, 도축, 가공, 유통
			정밀도	도체, 포장	도체, 포장
		회수상품 (Product) 추적	기록범위	없음	국내외산 전체 가능
			깊이		생산, 보관, 도축, 가공, 유통
			정밀도		도체, 포장
조회 (Track)	위치, 상태 조회 (Location & State)	판매 상태 조회	기록범위	없음	식육표시사항
			깊이		도축장, 보관창고, 가공장, 판매장
			정밀도		도체, 포장
족보 인증 (Pedigree)	원산지 인증 (Origin Pedigree)	원산지 위조방지	기록범위	없음	국내외산 전체 가능
			깊이		생산, 통관, 보관, 도축, 가공, 유통
			정밀도		개체, 도체, 포장

생산유통기록 및 판매명세 이력추적의 기록범위는 국내의 산 모두의 유통정보가 포함되며, 특히, 기존 이력추적 시스템에 없는 재조조회(회수) 기능과 원산지 위조검증 기능도 포함된다.

V. 결론

본 논문에서는 축산물 거래의 안전성 보장할 수 있는 이력추적 관리모델을 제안하였으며, 제안한 이력추적 관리모델을 기존 이력추적 시스템에서 구현하여 이력추적 관리기능을 비교, 평가하였다. 전 세계적으로 자국산 축산물의 유통체계 구축에 관한 연구가 이루어지고 있지만 자국산과 수입산 축산물을 통합, 관리하는 종합적인 유통체계 구축에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 국내산과 수입산 축산물의 이력추적을 통합적으로 관리할 수 있는 관리모델의 제시와 관리기능의 평가지표를 제시하였다. 축산물 이력추적의 통합관리를 위하여 다음과 같은 4개의 모듈을 설계하였으며, 각각에 대한 기능평가 지표를 제시하였다. 제안한 기능의 실험을 위하여 시스템의 설계 및 구현에는 UML을 사용하였다.

- 1) 현재 거래명세서 추적모델
(Forward Transaction Trace)
- 2) 과거 생산유통이력 추적모델
(Backward Record Trace)
- 3) 회수대상 축산물 추적모델
(Forward Product Trace)
- 4) 원산지 위조색출 모델
(Track for Origin Pedigree Forgery)

본 연구결과의 기대 효과로는 2010년부터 국내외산을 통합한 유통이력 조회 서비스의 제공 예정인 쇠고기 유통이력추적 시스템 구축에 활용이 가능하며, 축산물 수출입 업무를 위한 표준 시스템, 식품안전 관리시스템 및 관세청 통관업무 처리시스템 등과 연동하여 시스템의 안정성과 편리성을 제고할 수 있다. 또한 이력추적 관리모델의 기능평가 지표는 다른 식품 관련 제품의 이력추적에도 확대 적용할 수 있다.

향후 연구과제로는 축산물외에 다른 식품들에 대한 유통이력 추적을 위하여 이력추적 데이터베이스의 확장방법, 데이터베이스 접근속도의 향상방법 및 원산지 위조방지를 위한 족보이력 검색 속도의 향상방법 등에 대한 연구를 들 수 있다. 추가적으로 유통정보의 이력추적 대상이며, 소비자가 가장 많이 이용하는 정육점과 요식업체에서 이력정보의 입력 편의성을 위하여 B2B(Business to Business) 구매카드 또는 신용카드의 도입과 RFID를 결합한 새로운 유통이력 추적시스템의 구성방안에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 주문배, "식품이력추적제 국제표준규격(ISO22005:2007)의 주요 내용과 시사점", 해양수산동향 Vol. 1259, 2-10쪽
- [2] Thomas Kelepouris, Lila Theodorou, Duncan McFarlane, Alan Thorne, and Mark Harrison, "Track and Trace Requirements Scoping", <http://aero-id.org/>
- [3] Thomas Kelepouris, Samuel Bloch Da Silva, Duncan McFarlane, "Automatic ID Systems: Enablers for Track and Trace Performance", <http://www.autoidlabs.org/>
- [4] Mark Harrison, Andy Shaw, "Electronic Pedigree and Authentication Issues for Aerospace Part Tracking", <http://www.aero-id.org/>
- [5] Elise Golan, Barry Krissoff, Fred Kuchler, Linda Calvin, Kenneth Nelson, and Gregory Price, "Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies", <http://www.ers.usda.gov/>
- [6] J. K. Augsburg, "The benefits of animal identification for food safety", J Anim Sci Vol. 68:880-883.
- [7] John Evans and Victor Velez, "Electronic Identification and National Animal Identification System Updates", <http://ucce.ucdavis.edu/>
- [8] National Animal Identification System (NAIS), <http://animalid.aphis.usda.gov/nais/>
- [9] Mehmet Mus, "Traceability System Approaches and Cost Analysis For The Beef Industry", Washington State University, MASTER OF ARTS IN ECONOMICS, Aug 2006
- [10] Wakayama Shirou, Doi Yusuke and Ozaki Satoshi and Inoue Atsushi, "Cost-effective Product Traceability System based on Widely Distributed Databases", Corporate Research & Development Center, Journal Of Communications, Vol.2, No. 2
- [11] EPCglobal, <http://www.epcglobalinc.org/>
- [12] ISO/TC23, "ISO 11784:1196 Radio-frequency identification of animals - Code structure", ISO
- [13] ISO/TC23, "ISO 11785:1996 Radio frequency identification of animals - Technical concept", ISO
- [14] 삼성SDS 컨소시엄, "최고기 유통경로추적 효율화 정보 화전략계획 수립 보고서", 농림수산물식품부, 2009년 03월
- [15] 한국농촌경제연구원, 축산연구소, "축산물 생산유통의 Traceability System 구축방안 연구", <http://imd.krei.re.kr:8888/pdf/pdfsources/90849p.pdf>
- [16] 최고기이력추적시스템, <http://www.mtrace.go.kr/>
- [17] ISO/TC34, "ISO22005:2007 Traceability in the feed and food chain - General principles and basic requirements for system design and implementation", ISO http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=36297
- [18] UML(Unified Modeling Language), <http://www.uml.org/>
- [19] eclipse, <http://www.eclipse.org/>
- [20] Java, <http://java.sun.com/>
- [21] TOAD(Tool for Application Developers), <http://www.toadsoft.com/>
- [22] Apache-tomcat, <http://tomcat.apache.org/>
- [23] Rational Rose Data Modeler, <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/dev eloper/rose/>

저자 소개



최 인 영

1984 : 연세대학교 공학사.
1993 : 단국대학교 경영학석사.
2009 : 충북대학교 공학박사
현재 : (주)유리스 대표이사
관심분야 : 유비쿼터스, RFID, 컨버전스 시스템, 전자정부



정 순 기

1982 : 도르트문트대(독) 공학석사.
1994 : 그로닌겐대(독) 공학박사.
1994 : 충북대학교 전산소장
2009 - 현재 : 충북대학교 명예교수
관심분야 : 데이터베이스시스템, 소프트웨어공학, 소프트웨어 실시간 시스템