

RFID 기반 u-4PL 시스템 개발에 관한 연구

Study on Development of u-4PL System based RFID

이 중 석 *

Li Zhong Shi

나 형 석 *

Na Hyeong Seok

이 창 호 **

Lee Chang Ho

Abstract

Logistics creates a boom in accordance with the recent new technique's development along with the recent RFID/USN of ubiquitous computing technique.

The wave of 4PL(Fourth Party Logistics) that added the strategic consulting based on new IT techniques to logistics outsourcing through existing 3PL service with is a great issue. Moreover, the customer enterprises which contained manufacturers and distributors need the one stop service, therefore a method for effectively dealing with global logistics' environment changes is needed. Above all, a development of the 4PL system with RFID is very urgent. We developed the RFID u-4PL system progressed more than the present system, in which we applied many international standards. Finally, we constructed the web service based on Web 2.0 because of important condition of 4PL.

Keywords : RFID, 4PL, u-4PL, Web 2.0

1. 서 론

21세기의 새로운 혁명이라 불리는 유비쿼터스 컴퓨팅은 홈 네트워크나 텔레매틱스, 산업 자동화와 같은 분야에서 다양한 형태의 기술들을 이용하여 개발되고 있으며, 그 중 RFID 기술이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 도래를 앞당기기 위한 차세대 기술로 각광받고 있다.

* 인하대학교 산업공학과

** 인하대학교 아태물류학부

근래의 이러한 국내·외 최신기술의 발전과 더불어 크게 떠오르는 것 중 하나로 물류를 들 수 있는데, 물류는 점차 그 중요성이 증대되어 가고 있고, 통상 물류비 10%의 절감은 매출액의 30% 증대와 대응되는 효과를 발생시킨다고 알려져 있다. 따라서 기술의 수준이 큰 차이가 없고, 새로운 기술의 접근 및 획득에 큰 어려움이 없을 때 기업에 있어 물류비 절감은 기업의 생존과도 관련된다고 할 수 있다.

국내의 제3자 물류 비중은 2002년 25.0%에서 2006년 38.8%로 증가했지만, 미국이나 유럽의 제3자 물류는 각 산업분야의 화주기업에게 전문화된 물류서비스를 제공하였기 때문에 화주기업의 65% 이상이 제3자 물류를 이용할 만큼 아웃소싱 시장은 상당히 활성화되었다. 그러나 각 산업분야별 공급사슬체제가 확대되고 정보시스템과 전략수립이 더욱 요구되면서 단순한 제3자 물류 서비스만으로는 한계가 있게 되었다. 그래서 제3자 물류의 발전적인 대안의 하나로 부상된 개념이 제3자 물류 서비스를 통한 물류 아웃소싱에 새로운 IT 기술을 기반으로 한 전략적 컨설팅을 가미한 제4자 물류(Fourth Party Logistics, 4PL)라는 것이다.

본 연구는 제4자 물류와 함께 유비쿼터스 기술과 RFID를 통하여 제4자 물류의 문제점과 해결방안을 제시함으로써 물류의 저비용 활성화를 기여하는데 그 목적이 있다.

이에 유비쿼터스 시대를 주도하고 있는 RFID 기술과 새롭게 ISO 18000-6 Type C 로 표준규격이 제정된 EPCglobal Class-1 Generation 2 UHF RFID Protocol을 접목 시킴으로 인해 향후 도래될 유비쿼터스 시대에서 물류 분야의 혁신 및 활용 방안을 생각해 보고, 4PL에 RFID를 적용하는 비즈니스 모델을 설계해서 RFID u-4PL 시스템을 개발하고자 한다[12]. 그리고 Web 2.0 기반의 웹 서비스를 통해서 제4자 물류의 가장 중요한 특징 중의 하나라고 할 수 있는 IT 컨설팅과 CRM 등을 제한적으로나마 가능하도록 하고자 한다[16]. 그래서 이러한 RFID의 실제 산업 적용 비즈니스 모델을 설계하고 실제로 RFID u-4PL 시스템을 구축해 봄으로써 실제 현장 적용에 대한 타당성을 모색해 보고자 한다.

2. 제4자 물류(4PL)와 RFID

제4자 물류는 Accenture(구 Anderson) 컨설팅에서 처음 사용한 용어로서 ‘하주 기업에게 포괄적인 공급사슬 솔루션을 제공하기 위해 물류 서비스 제공 기업이 자기 회사의 부족한 점을 보완할 수 있는 타사의 경영 자원, 능력 및 기술과 연계하여 보다 완전한 공급사슬 솔루션을 제공하는 공급사슬 통합자’라고 일컫는다. 말하자면 제4자 물류는 기존의 제3자 물류 서비스를 통한 물류 아웃소싱에 새로운 IT 기술을 기반으로 한 전략적 컨설팅을 가미한 개념이다. 보통 2개 이상의 기업과 합작투자 또는 장기적인 제휴관계를 구축하는 혼합조직의 형태로 이루어진다.

제4자 물류를 통한 생산성 향상 사례 중 GM (General Motors)은 CNF사와 합작으로 Vector SCM이라는 회사를 설립하여, 자사의 물류업무 전체를 아웃소싱하여 제4자 물류 서비스 도입을 통해 물류시스템 혁신 및 대고객 서비스 만족도 개선에 주력한 이후, 연간 830만 대의 자동차 생산에 따른 물류비 약 50억 달러의 상당부분(약 20%

로 추정) 및 물류 정보화 투자액을 절감하였으며, 800명의 물류인원을 감축하고, 완성차 인도기일을 12일에서 8일로 단축, 재고수준의 50%를 감소시키는 등 제4차 물류 도입 이후 물류 시스템이 크게 개선되었다.

EPCglobal에서 규격을 제정하고 있는 분야를 살펴보면, UHF 대역의 air interface, EPC 태그 데이터 규격, RFID 리더에서 수집된 이벤트의 처리, ONS 및 EPCIS 디렉토리 서비스와 정보 저장소, 그리고 보안과 API 등에 대한 규격 작업을 수행하고 있다. 한편, EPCglobal에서도 SBAC를 결성하여 전지 지원 및 센서 기능이 추가된 RFID 태그에 대한 비즈니스 전망과 표준화 항목 등에 대해서 작업 중이다[2].

하지만, 선진국에서 이미 시작된 이런 제4차 물류에 대한 물류 시스템과 RFID 기술의 접목에 대한 변화는 국내 정부 및 학술계의 조직과 협회 등의 공식적이고 체계적인 대응과 변화를 통해 이제 활발하게 움직이기 시작한 단계이다.

3. RFID u-4PL System

제3차 물류의 개념조차 아직 완전히 정착되어 있지 못한 국내 물류업체들의 상황과 국내·외의 물류 정책들을 판단한 결과 Dow N. Baunight가 제시한 제4차 물류 운영 모델 중 솔루션 통합자로서 본 연구에서 제4차 물류 모델을 제시하였다[10].

본 연구에서 설계한 프로세스에는 원자재 공장, 공장(반·완제품), 고객이라는 3개의 구성원이 있으며 이들 사이의 접점을 이어주는 매개체로서 제4차 물류업체는 다양한 제3차 물류업체와 함께 통합적인 물류서비스를 제공하도록 설계했다. 전체적인 업무 프로세스는 솔루션 통합자로서의 제4차 물류업체를 중심으로 모든 물류 프로세스가 통제·관리될 수 있도록 설계했다. 또한 일반적인 제조기업의 파렛트 단위의 입고, 생산출고, 생산입고, 출고의 프로세스에 맞추어 프로그램을 설계하였다. RFID 태그는 팔레트에 부착이 되어 있고, RFID 리더는 창고 입·출고 검수, 생산 입·출고 검수, 그리고 창고 내 각 로케이션별로 리더가 존재한다는 것을 전제로 설계하였다.

3.1 기능별 모듈 구성

3.1.1 파렛트 관리 모듈

파렛트 등록 관리 모듈을 통해서 제4차 물류업체는 파렛트를 등록할 수 있다. 파렛트를 운영·관리하는 제3차 물류업체를 통해서 <그림 1>과 같이 모든 파렛트를 등록할 수 있도록 하였으며, 모든 파렛트에는 RFID Tag가 붙게 되어 파렛트에 원재료나 제품이 담겨져 이동할 경우, 그것에 대한 정보를 담게 되며 파렛트의 위치를 파악할 수 있도록 했다. 또한 파렛트의 분실 및 유출 등의 경우 이를 관리자가 알 수 있도록 하여 예기치 못한 자산 손실과 비용 부담을 줄일 수 있도록 하였다.



<그림 1> 파レット 등록



<그림 2> 발주량 예측 옵션 및 자동 발주 시스템

3.1.2 발주 관리 모듈

발주 관리 모듈에서는 그림 2와 같이 총 3가지의 예측 옵션이 있어서 각각의 수리 계산으로 인해 발주가 자동적으로 행해지게 되어 있다. 첫 번째 경우에는, 시장수요를 $N(1000, 1002)$ 인 정규분포로 랜덤으로 생성하였으며, 공급사슬 각 단계의 구성원들은 재고관리기법 (s, S)에 따라 주문을 내리고 상위 구성원은 주문에 따라 물품을 발송한다. 두 번째는 $N(1000, 1002) + \text{Random} * 100$, 세 번째는 $N(1000, 1002) + \text{Random} * 100 * (0.5 - \text{Random})$ 인 경우로 각각 첫 번째 경우와 마찬가지로의 프로세스로 주문을 발주하게 된다.

3.1.3 입·출고 관리 모듈

입·출고 관리 모듈은 3가지 요소인 입고관리, 출고관리, 입·출고 현황 요소로 나누어진다. 입·출고 관리에서는 입·출고될 물품의 정보를 자동 처리하므로 사용자의 오류를 사전에 방지할 수 있으며 정확한 데이터를 처리할 수 있고, 원하는 입·출고 현황을 확인할 수 있다. 특히, 물류창고로의 입·출고는 어떤 것이, 어디에서 온 것이 그리고 왜 입·출고되는지가 중요하므로, 이런 정보들 또한 입·출고 되는 즉시 알 수 있도록 했다. 그래서 물류창고 내에 적재가 될 경우 어디에 저장이 되는지 창고업을 대행하는 제3자 물류업체들과 긴밀하게 제4자 물류업체가 업무를 진행할 수 있도록 하였으며, 실시간 저장되어 있는 물품들의 위치와 수량 등의 정보를 알 수 있도록 입·출고 시 자동 업데이트되도록 하였다. 또한, 입·출고 시에 시스템 내에 정의되어 있지 않은 입·출고 정보가 등록되거나 인식되었을 경우에는 경고 메시지를 띄워서 입고나 출고되지 않도록 자동 알람 시스템을 구현했다.

3.1.4 재고 관리 모듈

재고 관리 모듈은 등록, 수정, 삭제의 3가지 이벤트로 구성되어 있다. 등록에서는 기존 물품정보나 새로운 물품이 등록 시킬 수 있는 기능으로 기존에 바코드로 관리 시에는 직접 수작업으로 등록하였으나, RFID의 특성을 이용하여 물품정보를 자동으로 입력이 가능해졌으며 수정과 삭제의 경우에도 등록과 동일한 기능을 수행한다. 물류창고 내에서의 재고 관리는 물품별 관리가 중요하다. 물류창고를 보유하고 있는 제3자 물류업체들을 제4자 물류업체가 통합하여 중앙 재고 관리를 할 수 있도록 구현했으며, 이를 통해서 재고 비용을 줄일 수 있도록 했다. 또한, Cross-docking 등의 수·배송 시스템과 연동되어 최대한 재고가 쌓이지 않도록 하여 전체적인 공급사슬 내에서 정지되어 있는 물품의 흐름이 생기지 않도록 통제할 수 있도록 했다.

3.1.5 수·배송 관리 모듈

본 연구에서의 수·배송 흐름은 크게 4가지로 가정하였다. 즉, 원재료 공장 → 물류창고, 물류창고 → 공장(반/완제품), 공장(반/완제품) → 물류창고, 물류창고 → 고객이다. 수·배송할 수 있는 운송 수단을 보유하고 있는 제3자 물류업체들을 관리하기 위해서 제4자 물류업체는 각 제3자 물류업체들의 운송 수단의 수량 및 상태 또한 관리할 수 있도록 하여, 물품을 수·배송 할 시에 자동적으로 할당하도록 수·배송 관리 및 할당 시스템을 구현하여 이동 시간과 운임 비용 등을 최소화 할 수 있도록 설계했다.

3.1.6 검색 및 위치 관리 모듈

검색 관리 모듈을 통해서 관리자나 사용자의 검색 요구 시에 각 등급에 맞게 PDA나 Web에서 즉시 물품정보 및 물품 이동 현황 등을 확인 조회가 가능하도록 하였다.

검색을 할 수 있기 위해서는 각 공장에 EPCIS와 Local ONS가 구현되어 있어야 하고, 제4자 물류업체에서 이것들과 통신을 할 수 있어야 한다. 본 연구는 이러한 것들이 이미 구축되어 있다는 가정 위에서 진행하였다. 수·배송 과정에서 발생하는 RFID 미들웨어로부터 제공받는 정보를 저장, 관리 한다. RFID Tag가 붙어있는 파렛트에 담겨져 있는 어떤 물품이 어느 곳의 리더에서 읽혀지느냐에 따라, 이 정보는 미들웨어를 통해 전달되어 저장된다. 특정 EPC의 이동 경로 추적 요청 시에 EPCIS의 위치와 EPC 관련 정보를 검색하여 제공한다. EPC 관련 정보가 필요한 경우 EPCIS DS에 요청을 하면 EPCIS의 위치를 검색하여 알려준다.

3.2 시스템 구현

RFID를 적용한 u-4PL 시스템 개발은 주로 Microsoft사의 Visual Studio.NET 2005로 웹상의 프로세스를 구현하였고, Visual Basic 6.0으로 실시간 정보처리용 미들웨어와 RFID 관련 프로그램을 구현하였으며, DB는 Microsoft사의 MS-SQL Server 2000

을 사용하였다. RFID u-4PL 시스템은 수동형 900Mhz RFID 시스템을 사용하였다. 특별히 ISO 18000-6 Type C로 그 표준이 제정된 EPCglobal Class-1 Generation 2 Protocol과 ALE, EPCIS, 그리고 ONS 등을 포함하고 있는 EPCglobal 네트워크의 개념을 그대로 적용하여 국제 표준에도 부합될 수 있도록 구축하였다. Web 2.0 기반의 웹 서비스 시스템 화면들은 모두 RFID u-4PL 시스템을 근거로 하고 있다. 따라서 모든 RFID u-4PL 시스템 상의 프로세스들을 웹에서 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 모든 웹 페이지들은 실시간으로 조회할 수 있도록 하기 위해서 관리자가 설정한 시간 간격으로 자동적으로 정보가 업데이트 되도록 되어 있다.

파렛트를 관리하고 있는 제3자 물류업체의 EPCIS에 새로 구입하거나 갱신된 파렛트를 등록하여 제4자 물류업체의 서버에 전송하도록 되어 있다. 이러한 모든 기능은 파렛트에 부착하게 되는 RFID 태그에 의해서 식별되어 관리되게 된다. 또한 파렛트에 부착한 태그로 인해 파렛트 및 파렛트에 실려서 이동하게 될 모든 물품의 위치를 파악할 수 있도록 하였다.

제4자 물류업체는 이제 원재료 공장에게 이미 여러 과정들과 계산들을 통해 수립되어 있는 수요 예측 결과에 근거하여 발주를 내리게 된다. 이 때, 이 발주는 BOM 데이터를 가진 주문으로서 제품명과 수량을 전송하게 되면 자동으로 그 제품을 만들기 위한 부속품들의 수량까지 계산되어 원재료 공장에게 전달이 된다.



[그림 3] 원자재 출고되고 있는 화면

원재료 공장에서는 파렛트와 함께 원재료를 물류창고로 출고하게 된다. 이 때 파렛트에 붙어있는 RFID 태그에는 원재료 공장 정보, 원재료가 가야하는 공장, 그리고 물품정보 등과 같은 원재료 정보가 쓰여 지게 된다. 이동 경로도 조회할 수가 있는데, 예를 들어 이 시점에서의 위치는 '원자재 공장 #1 → 물류창고 a'라는 메시지와 같은 것을 확인할 수 있다.

물류창고를 가지고 있는 제3자 물류업체 중 한 곳을 지정하고, 원재료 공장에서 그 물류창고로 이동할 수·배송 업체를 선택, 배정하여 수·배송 계획을 수립하게 된다.

물류창고로 도착하게 되면, 도착하기로 한 원재료가 맞는지 확인한 후에, 원재료가 담겨져 있는 파렛트 단위로 창고에 보관하게 되고 물류창고관리 시스템과 연동된다.

창고 내 어느 위치에 보관할 것인지가 결정된 후에는 재고 관리 시스템과 연결되어 재고를 관리하게 된다. 물론, 이 때 파렛트와 원재료의 위치는 ‘물류창고a’와 같은 메시지로 나타나게 될 것이다.



[그림 4] 원자재가 입고되고 있는 화면



[그림 5] 원자재가 입고 완료된 화면

물류창고에서 공장으로 출고될 경우에는, 앞에서 말한 바와 같이 두 가지 시나리오로 나뉘어지게 된다. 반제품을 만드는 공장으로 출고될 것인지, 완제품을 출고될 것인지이다. 하지만 구축한 시스템 프로그램 상의 프로세스는 같기 때문에, 시스템 내에서 크게 고려할 것은 없다.

반제품을 만드는 공장으로 간다고 했을 경우, 물류창고에서 반제품을 만드는 공장으로 출고가 되면 창고 내에서는 해당되는 원재료의 재고 정보를 업데이트 시키고 이동하게 될 반제품 공장으로 원재료의 도착 시간 및 여러 가지 정보를 전송한다.

반제품 공장에서는 제4자 물류업체를 통해 주문한 원재료가 맞는지 검사를 한 후 입고 조치를 한다. 이 때, 파렛트에 부착되어 있는 RFID 태그의 정보는 삭제가 되며, 파렛트 내에 아무런 물품이 없다는 것을 파렛트 관리 화면상에서 관리자는 확인할 수 있고 이것은 이 파렛트를 사용할 수 있다는 것으로 간주되어 사용가능한 파렛트로 다시 분류가 된다.



<그림 6> 반제품 공장에서 반제품 출고하는 화면



<그림 7> 완제품 공장에서 완제품 출고하는 화면

<그림 6>은 반제품 공장에서 반제품이 다 만들어진 후에, 출고되고 있는 화면 중 일부를 보여주고 있다. 이처럼 파렛트에 새롭게 담겨져서 그 수량과 어느 반제품 공장에서 만들어졌는지 등의 정보들을 다시 RFID 태그에 기록하여 물류창고로 이동하게 된다.

원재료를 담고 갔던 파렛트가 다시 반제품을 실고 온다는 가정 하에, 반제품 공장에서 다시 제4자 물류업체가 지정한 물류창고로 이동될 때 파렛트에 부착된 RFID 태그는 업데이트 되어 이제는 반제품을 가지고 있는 파렛트로서, 위에서 설명했던 프로세스를 따르게 된다.

완제품의 특성상 물품별로 RFID 태그를 붙이기 때문에, 물류창고로 이동한 후에는 파렛트 단위로 이동하거나 관리하지 않게 된다. 또한 완제품을 판매 유통을 담당하는 제3자 물류업체에게 제4자 물류업체가 인수인계하는 과정에서 일단 생산 및 제조에 관한 모든 물류 프로세스는 끝이 난다고 본다. <그림 7>은 완제품 공장에서 완제품이 출고되고 있는 상황에서의 화면 중 일부분을 보여주고 있다. 이후의 프로세스는 유통 및 판매 물류 프로세스로 간주되어 프로그램 상에서 보다는 웹 서비스 상에서 관리되어 계속해서 제4자 물류업체가 시스템을 통해서 모니터링 할 수 있다.

번호	품명	수량	입고일	입고처	입고상태	입고비고
1	원자재	1000	2007-10-10	ABC	완료	
2	원자재	2000	2007-10-11	DEF	완료	
3	원자재	3000	2007-10-12	GHI	완료	
4	원자재	4000	2007-10-13	JKL	완료	
5	원자재	5000	2007-10-14	MNO	완료	
6	원자재	6000	2007-10-15	PQR	완료	
7	원자재	7000	2007-10-16	STU	완료	
8	원자재	8000	2007-10-17	VWX	완료	
9	원자재	9000	2007-10-18	YZA	완료	
10	원자재	10000	2007-10-19	BCD	완료	

<그림 8> 원자재 입고관리 페이지 화면

번호	품명	수량	입고일	입고처	입고상태	입고비고
1	물류창고	1000	2007-10-10	ABC	완료	
2	물류창고	2000	2007-10-11	DEF	완료	
3	물류창고	3000	2007-10-12	GHI	완료	
4	물류창고	4000	2007-10-13	JKL	완료	
5	물류창고	5000	2007-10-14	MNO	완료	
6	물류창고	6000	2007-10-15	PQR	완료	
7	물류창고	7000	2007-10-16	STU	완료	
8	물류창고	8000	2007-10-17	VWX	완료	
9	물류창고	9000	2007-10-18	YZA	완료	
10	물류창고	10000	2007-10-19	BCD	완료	

<그림 9> 물류창고의 재고관리 페이지 화면

사람들은 궁극적으로 웹 2.0 서비스가 데스크톱 컴퓨터의 응용 프로그램마저 대체할 것으로까지 전망하고 있다[16]. 이러한 웹 2.0 서비스와 RFID u-4PL 시스템을 연동하여 향후 도래될 유비쿼터스 시대에서의 웹 서비스로 확장할 수 있도록 웹 2.0 기반의 웹 서비스 시스템을 또한 RFID u-4PL 시스템과 함께 구축해 보았다. <그림 8>은 원자재가 입고된 리스트, 그림 9는 현재 물류창고 내에 있는 재고를 확인할 수 있도록 구현해 놓은 웹 화면 중 일부를 보여주고 있다.

4. 결 론

제4물류는 제3물류서비스 보다 광범위하고 전문적인 물류서비스를 제공한다는 점에서 그 차별성이 강조되고 있다. 많은 해외 연구 논문 저자들은 각각 제4자 물류의 도입을 주장하고 있고, 이 밖에도 국내 여러 문헌에서도 제4자 물류의 도입 필요성을 피력하고 있으나, 구체적인 대안과 도입에 따른 문제제기가 없고 국내의 물류시장과 IT 기술을 고려하지 않은 것이 대부분이다. 또한 실제적으로 이러한 시스템을 구축해 봄으로써 제4자 물류 시스템의 현업 적용의 가능성을 검토해 보는 연구는 없었다 [10][11][15].

본 연구는 물류센터의 오출고로 배송에서 발생할 수 있는 오류를 제거하여 반품으로 인해 발생하는 비용을 최소화할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한 RFID가 부착된 물품들의 실시간 추적이 가능하고 물류처리의 정확성을 높이고 작업시간을 단축시

키며 물품의 보관 및 입고와 관련된 사항을 지속적으로 파악하여 제품의 재고상태를 최소화할 수 있을 것으로 기대한다.

또한, 본 연구에서 구축된 RFID u-4PL system으로 다양한 다른 산업 분야에도 적용이 되어, 향후 국내 물류 기업 중 제4자 물류를 도입할 경우, RFID 시스템 구축에 높은 활용도가 있을 것으로 사료된다. 또한 국제 표준에 입각한 시스템 구축으로 인해 국제 표준을 적용한 시스템 사례로서 그 활용 가치가 클 것으로 예상된다. 물류 분야에도 본 연구가 활용되어, IT 기술과의 접목에 대한 실질적인 사례로서 가이드라인을 제공해 줄 것이다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 김원 외, “RFID 검색시스템 구축 및 운영 지침서 V1.2”, NIDA, 2006. 12.
- [2] 이경복 외, “RFID 표준화 로드맵 2007”, 한국표준협회, 2007. 5.
- [3] 김현지, “물류 유통부문의 RFID 활용방안에 관한 연구”, 유통정보학회지, 2004.
- [4] 전진호, “전자무역(e-Trade)에서의 제4자 물류 활성화 방안”, 숭실대학교 석사학위논문, 2006.
- [5] 이창호, RFID를 활용한 협업 지원 창고관리시스템 구축, 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업, 2004.
- [6] 이창호, RFID를 활용한 u-창고관리시스템 개발에 대한 연구, 대한안전경영과학회지, 제8권 제3호 2006.
- [7] 이창호, RFID 시스템 도입을 위한 실시간 정보처리용 미들웨어의 개발에 관한 연구, 대한안전경영과학회지, 제8권 제4호 2006.
- [8] 이창호, 900 MHz대역의 RFID를 활용한 자동출결관리 시스템 개발, 대한안전경영과학회지, 제8권 제4호 2006.
- [9] 이창호, SCM에서의 RFID 활용을 위한 프로세스 설계에 관한 연구, 대한안전경영과학회지, 추계학술대회, 2006.
- [10] D. N. Bauknight and D. Bade, “Fourth Party Logistics-Breakthrough Performance in Supply Chain Outsourcing”, Anderson Consulting, 2000. 2.
- [11] Douglas J. Bade and James K. Mueller, “New For the Millenium : 4PL”, Transportation & Distribution, 1999. 2.
- [12] EPCglobal, “EPCglobal Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol V109”, EPCglobal, 2005. 2.
- [13] EPCglobal, “EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0 Specification”, EPCglobal, 2007. 4.
- [14] IDTechEx, “Item Level RFID - Forecasts 2006-2016, Technology, Standards”, 2007.
- [15] John Bumstead and Kempton Cannons, “From 4PL to Managed Supply Chain Operations”, 2002.
- [16] Tim O’ Reilly, “What Is Web 2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software”, 2005. 9.

저 자 소 개

이 종 석 : 인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 인하대학교 산업공학과 박사과정 중.
관심분야는 RFID, SCM, ERP 등.

나 형 석 : 인하대학교 산업공학과 학사 취득. 현재 인하대학교 산업공학과 석사과정 중.
관심분야는 물류, RFID, SCM 등.

이 창 호 : 인하대학교 산업공학과 학사 취득. 한국과학기술원 산업공학과 석사, 한국과학기술원 경영과학과 공학박사 취득. 현재 인하대학교 교수로 재직 중.
관심분야는 물류, RFID, SCM 등.

저 자 주 소

이 종 석 : 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과
HP : 010-6353-5458 Fax : 032)867-1605
E-mail : leezs0423@hotmail.com

나 형 석 : 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과
HP : 011-9722-7967 Fax : 032)867-1605
E-mail : joshua8016@gmail.com

이 창 호 : 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 아태물류학부
HP : 011-761-2995 Fax : 032)867-1605
E-mail : lch5601@inha.ac.kr