

# 섬유 및 의류산업의 RFID 기반 u-SCM 시스템의 설계 및 구현

정회원 문 일 환\*, 안 재 근\*, 김 삼 근\*<sup>o</sup>

## Design and Implementation of RFID Based u-SCM System for Fiber and Apparel Industry

Il-whan Moon\*, Jae-geun Ahn\*, Samkeun Kim\*<sup>o</sup> *Regular Members*

### 요 약

최근 섬유 및 의류산업의 시장변화가 공급자 중심에서 소비자 중심으로 빠르게 진행되고 있다. 이러한 경향은 소비자의 다양한 요구와 패턴의 다양성을 반영시켜서 시장의 변화에 빠르고 유연하게 대처할 수 있는 물류 공급망 관리(Supply Chain Management, SCM) 시스템의 필요성을 크게 부각시킨다. 그러나 전통적인 SCM에서는 바코드를 기반으로 생산에서 유통까지 공급망 관리가 이루어지고 있기 때문에 실시간으로 정보를 공유하고 시장의 환경변화와 소비자의 요구에 신속하게 대응하는데 한계가 있다. 이 논문은 새로운 섬유 및 의류산업에 최적화된 RFID 기반의 u-SCM 시스템을 제시한다. 제안 시스템의 특징으로는 RFID에 기반함으로써 SCM의 생산 및 유통 정보를 실시간으로 수집하고 효과적으로 활용할 수 있다는 것과, 웹 서비스 모듈을 이용하여 레거시 시스템과 유기적으로 연계시킬 수 있어 시장 및 고객요구의 변화에 빠르고 유연하게 대응할 수 있도록 하는 것이다. 제안한 시스템의 특징을 구현을 통하여 확인하였다.

**Key Words** : RFID, Web Service, u-SCM, Fiber and Apparel Industry

### ABSTRACT

Recently, the market of fiber and apparel industry is rapidly changing from producer to consumer oriented. This trend emphasizes the necessity of SCM systems being able to do flexible correspondences to the market changing through synthetically reflecting consumers' various needs and a variety of patterns. However, because traditional SCMs manage their supply chains being based on bar code systems from the production to the distribution, they are suffering from the needs of real time information sharing and have their essential restrictions in the response to the environmental changes of the market and consumers' needs. This paper suggests a new RFID based u-SCM system optimized into the fiber and apparel industry. The proposed system has the benefits that through basing on RFID can collect information of the production and the distribution real time and make better use of it and connect to the legacy systems organically via Web services and rapidly respond to the market changing and consumers' needs. Through implementation, it is demonstrated that the proposed system can effectively facilitate them.

### I. 서 론

최근 섬유 및 의류산업은 제조업체와 유통업체가

중심이 된 공급자 중심체계에서 소비자의 다양한 요구에 신속하고 유연하게 부응할 수 있는 소비자 중심 체계로 급속히 변화되었다. 특히 생산, 유통, 판매까지

\* 한경대학교 컴퓨터공학과 (mih80@naver.com, ahnjg@hknu.ac.kr, skim@hknu.ac.kr), (<sup>o</sup>: 교신저자)  
논문번호: KICS2011-03-151, 접수일자: 2011년 3월 18일, 최종논문접수일자: 2011년 7월 26일

의 전 과정의 공급체인 내부 정보 공유를 통한 재고 및 물류비용에 대한 낭비 요소를 제거하여 계절과 유행에 민감하게 반응하는 소비자의 변화에 유동적이고 능동적으로 대처할 수 있어야 한다<sup>1)</sup>. 하지만 섬유 및 의류산업은 제품의 종류가 다양하고, 기획부터 유통까지의 업종이 세분화되고 다단계적인 구조를 가지고 있어 수직/수평적 협업생산 방식이 아닌 단순 하청생산 중심으로 이루어져 생산부터 유통까지의 정보 공유가 어려운 현실이다. 특히 생산 시간보다 물류센터에 적재되어 있는 시간이 더 많은 섬유 및 의류산업의 고질적인 리드타임(lead time)<sup>2)</sup>을 줄이고, 실시간으로 정확한 물류 정보를 공유할 수 있어 소비자의 다양한 요구와 변화에 빠르게 대처할 수 있고 효율적인 생산 및 유통이 가능한 SCM(Supply Chain Management) 시스템이 요구된다.

그러나 전통적인 SCM은 바코드 기반으로<sup>3)</sup> 생산에서부터 유통까지 공급망이 이루어져 있어 수작업으로 입·출고 작업이 진행되어야 하며 이로 인해 많은 작업 시간이 소요되고, 부정확한 피킹(picking) 정보와 제품의 출고 오류가 발생할 수 있다. 또한 제품의 입·출고 작업은 비동기화 되어 있어 실시간으로 정확한 정보를 공유하고 파악할 수 없어 재고 관리에 많은 비용과 시간이 발생된다. 이러한 SCM 방식은 리드타임의 증가로 인해 빠르게 변화하는 소비자의 다양한 요구 및 환경변화에 쉽게 대처할 수 없으며, 물류 관리에 많은 인력과 비용이 발생하여 경쟁력을 갖추기 어렵다<sup>4)</sup>.

이러한 섬유 및 의류산업 환경 패러다임에 발맞추어 효과적으로 SCM 서비스를 제공할 수 있는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 각광받고 있다. RFID 기술은 주파수 또는 마이크로파를 이용하여 원격에서 물품을 감지 및 인식하여 정보 교환이 가능한 기술이다. RFID를 SCM에 적용함으로써 전체 SCM의 트레이서빌리티(traceability) 및 가시성(visibility) 확보가 가능하며<sup>5)</sup>, 제품의 입·출고 및 재고관리의 자동화가 가능하다. 또한 국내의 국방, 교통, 물류, 건설, 제조, 농·수·축산, 의료 등 다양한 응용분야의 서비스에 적용되어 주요 성과가 가시화 되었다<sup>6)</sup>.

본 논문에서는 RFID 기술을 이용하여 제품의 생산 및 유통정보를 실시간으로 공유할 수 있고 시장의 환경 변화와 고객요구의 변화에 신속하게 대응할 수 있는 u-SCM 시스템을 위한 섬유 및 의류산업 관리 시스템(Innovative Apparel Management System, IAMS)을 설계 및 구현하였다. 제안한 시스템의 특징은 수작업으로 이루어지는 입·출고 및 재고파악을 RFID 기

술을 이용하여 자동화하는 것이며, 이를 통해 트레이서빌리티와 가시성을 확보하고 SCM에 연계하여 효과적으로 리드타임을 줄이는 것이다. 또한 다단계적인 구조를 가지고 있는 섬유 및 의류산업의 공급망구조에서 유동적으로 협업생산 방식으로 변환이 가능하도록 하기 위해 이질적인 레거시 시스템과 연계 및 통합이 가능한 웹 서비스 모듈을 제공한다. 이는 시스템의 확장성(extensibility)과 범위성(scalability)을 제공하여 시장 환경 및 고객 요구 변화에 빠르게 대처할 수 있는 장점이 있다.

본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대해 알아보고, 3장에서는 제안한 섬유 및 의류산업의 RFID 기반 u-SCM 시스템을 설계하며, 4장에서는 제안한 시스템을 구현 및 평가한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 기술한다.

## II. 관련 연구

섬유 및 의류산업은 제품의 기획단계에서부터 생산, 유통 및 판매에 이르기까지 세부산업이 업종별로 상호 연관되어 있는 스트림(stream)구조를 이루고 있다. 국내의 섬유 및 의류산업 구조를 살펴보면 원사, 직물 및 편직물을 생산하는 업 스트림(Up stream), 원자재를 제조, 가공하여 의류 제품을 생산하는 염색·봉제가공업계의 미들 스트림(Middle stream), 의류 제품의 생산을 위한 기획과 유통, 물류를 담당하는 의류업과 유통업계의 다운 스트림(Down stream)의 계열별 구조로 이루어져 있다<sup>1)</sup>. 이러한 국내 섬유 및 의류산업의 구조적인 특징은 밀접하게 연관된 가공 산업이지만 관련 업체들 사이의 폐쇄성으로 인해 정보 교류가 원활하지 못하고 생산과 경영 효율성의 제한을 초래하여 제품 생산에 소요되는 시간보다 중간 물류센터에 적재되어 있는 시간이 길어지는 리드타임의 문제를 가지고 있다<sup>2)</sup>. 또한 원자재의 수입존도가 높은 산업이기 때문에 내·외적인 환경변화에 민감하고, 유행성 및 계절성이 강하여 제품수명주기가 짧아 재고에 대한 위험 부담이 높은 특징을 가진다<sup>3)</sup>.

위와 같은 국내 섬유 및 의류산업의 구조로 인한 경쟁력 약화로 중국으로부터 값싼 의류가 폭발적으로 국내에 유입되고 소비자 중심체제로 급속하게 시장이 변하면서 국내 섬유 및 의류산업의 기반이 크게 위축되어 왔다. 이러한 위기 상황을 극복하기 위해 국내 섬유 및 의류산업 업계에서는 소비자 위주의 시장 환경에 신속히 대응할 수 있는 QR(Quick Response) 시

스텝<sup>8)</sup>을 도입하여 원사에서 판매까지의 소요시간을 단축하고 운영비를 크게 절감하고 SCM 영역으로 확장하여 시장의 변화에 빠르게 대응하고 있다<sup>9)</sup>. 최근에는 제품의 흐름을 이력 추적 관리하고 관리체계, 재고연한 분석과 같은 가시성을 극대화할 수 있는 RFID 기술이 주목 받으면서 섬유 및 의류산업에 RFID를 도입하여 국내·외의 환경요인 및 소비자의 다양한 요구 변화에 신속하게 대응할 수 있는 u-SCM 시스템으로 진화하고 있다. 이와 관련된 선행된 연구 사례들을 살펴보면 다음과 같다.

섬유 및 의류산업에 있어서의 RFID 응용에 대해 고찰한 연구<sup>1,2,9)</sup>에서는 국·내외의 RFID 적용 사례를 중심으로 RFID 도입 효과분석과 활용방안 및 핵심성공요인을 제시하고 있다.

SCM에 RFID 도입에 따른 초기의 높은 투자비용과 도입효과의 불확실성과 같은 장애 요인을 극복하기 위한 연구<sup>3,10)</sup>에서는 투자 대비회수에 대한 타당성 검토를 지원하고, 이를 바탕으로 정량적인 요소를 측정하여 ROI(Return on Investment) 분석 모형을 제시하고 있다.

Intelligent Collaborative 유통물류 정보시스템 구축 사례를 통해 유통물류 분야의 RFID 기술 기반 비즈니스 모델을 제시한 연구<sup>11)</sup>에서는 RFID 도입에 따른 유통물류 산업계의 생산성 향상을 확인하였다.

자동차부품산업 u-SCM 시스템<sup>12)</sup>은 1차 협력업체를 중심으로 생산된 제품을 입고하여 제품재고를 관리하고, 완제품을 납품하는 업무과정에서 바코드 대신 RFID 기술을 이용하여 자동화된 정보 수집과 재고관리 비용을 줄일 수 있는 시스템을 개발하였다. 시스템 개발을 통해 입고 및 재고관리의 정확도를 향상시키고 프로세스별 정확한 리드타임 산출을 통해 생산성을 향상시켰다.

항공물류 SCM 시스템<sup>13)</sup>은 RFID 시스템을 항공물류에 도입하여 업무의 중복과 그로 인해 발생하는 불필요한 시간소모, 항공물류산업의 관련 주체간 정보 공유 및 공동 활용 등의 문제점을 해결하였다.

u-창고관리시스템<sup>14)</sup>은 SCM 환경에서 유비쿼터스 컴포넌트인 RFID 기술의 활용 전후의 프로세스 변화에 대한 분석을 통하여 RFID를 활용한 실시간 창고관리 시스템을 구축하였다. u-창고관리시스템을 통하여 재고관리의 효율화, 작업부하 감소, 재고감소, 오출하 방지 등 창고관리의 운영효율을 높일 수 있었다.

섬유 및 의류산업에 관련된 선행 연구들을 살펴보면 RFID 기술 도입에 대한 기대효과가 정량적으로 검증되었으며, 성공적인 RFID 도입 사례 분석을 통해

RFID 기술 적용방안 및 가이드라인을 제시하고 있다. 하지만 섬유 및 의류산업에 최적화되고, 효과적으로 입·출고 및 재고관리에 대한 정보를 공유할 수 있는 구체적인 방안을 제시하지 못하고 있으며, u-SCM을 위한 레거시 시스템과의 연동을 통하여 다단계적인 구조를 가지고 있는 섬유 및 의류산업의 공급망구조에서 유동적으로 협업생산 방식으로 변환이 가능하고 실시간으로 공급망 관리 정보를 효과적으로 공유할 수 있는 시스템 개발과 연구가 필요하다.

### III. 섬유 및 의류산업의 RFID 기반 u-SCM 시스템 설계

본 논문에서 제안한 시스템은 섬유 및 의류산업의 물류 및 유통에 관련된 리드타임을 줄이고, 시장 및 소비자의 다양한 요구와 변화에 신속하게 대응하기 위해 RFID 기술을 적용하여 수작업으로 이루어지는 입·출고 관리 및 재고관리를 자동화하고, 제품의 흐름 및 모든 자원에 대한 실시간 모니터링 체계 구축을 통한 정보교환을 통해 운영통합에 의한 리드타임을 단축할 수 있도록 한다. 또한, 제품의 트레이서빌리티와 가시성을 위한 웹 서비스 모듈을 제공하여 레거시 시스템과의 연동이 가능하도록 지원한다.

#### 3.1 시스템 업무 프로세스

제안한 IAMS는 대부분 중소기업이나 영세한 업체들로 구성된 섬유 및 의류산업 프로세스<sup>7, 15)</sup>의 미들 스트림과 업 스트림 간의 효과적인 정보공유와 리드타임을 줄이기 위해 RFID를 이용하여 그림 1과 같은 업무 프로세스를 제안한다.

봉제공장에서 생산한 개별 상품에는 상품정보에 해당되는 RFID 태그를 발급하고 부착하게 된다. 봉제공장은 IAMS를 통해 의류매장이나 물류창고로부터 받은 상품 발주정보에 따른 상품을 FLAT이나 행거 형태로 포장하여 발주정보에 대한 RFID 태그를 부착하게 된다. 봉제공장에서 물류창고로 상품배송은 포장된 RFID 태그정보가 출고 게이트를 통해 읽혀져 출고 정보가 자동으로 IAMS에 입력된다. 물류창고에서는 입고 게이트를 통해 들어온 배송된 상품의 발주정보에 대한 RFID 태그 정보를 읽어 입고정보 및 재고정보를 자동으로 IAMS에 등록한다. 또한, IAMS에서 제공하는 RFID 핸드헬드(handheld) 리더기를 통해 수동으로 상품의 검수 및 재고조사 파악이 가능하다. 물류창고는 봉제공장과 동일하게 의류매장으로부터 받은 발주 정보에 해당되는 상품을 포장하여 주문정보에 대

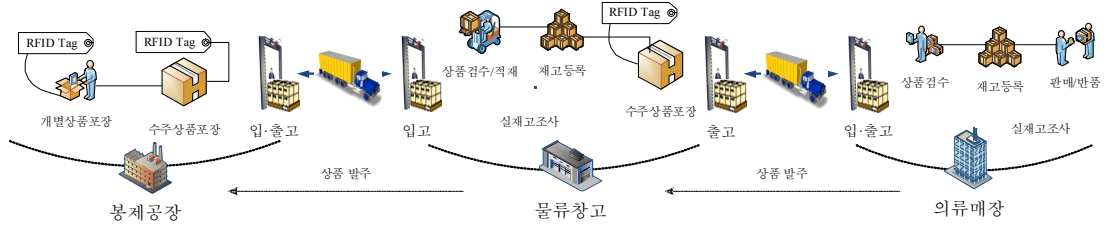


그림 1. IAMS 물류·유통 프로세스  
Fig. 1. Logistics distribution Process of IAMS

한 RFID 태그를 부착하여 의류매장에 배송하게 되며, 출고 게이트를 통해 배송정보가 IAMS에 자동으로 등록된다. 의류매장에서는 입고 게이트를 통해 들어온 상품에 대한 검수를 통해 의류매장에 대한 재고정보가 IAMS에 등록된다. IAMS에서 제공하는 RFID 핸드헬드 리더기를 통해 RFID 태그에 대한 상품정보 조회 및 재고조사가 가능하다. 상품의 반품 처리는 물류창고 방식과 유사하게 반품 항목들을 포장하여 반품 정보 RFID 태그를 발급하여 부착하고, 출고 게이트를 통해 물류창고로 반품 처리하게 된다. 제한한 IAMS는 봉제공장, 물류창고, 의류매장 순의 업무프로세스 외에 물류창고와 물류창고, 봉제공장과 의류매장, 의류매장과 의류매장으로 양방향 연결이 가능한 구조를 가지고 있어 유동적으로 물류·유통 구조의 변경 및 확장이 가능하다. 즉 IAMS를 통한 실시간 공급망 관리 정보공유를 통해 섬유 및 의류산업의 다단계 구조에서 협업 시스템의 구조로 변경이 가능한 장점이 있다.

### 3.2 시스템 구성

본 논문에서 제안한 IAMS의 구성은 다음과 같다.

- IAMS 웹 애플리케이션  
전체적인 공급망 관리 업무 프로세스 지원
- IAMS 웹 서비스  
RFID 장비와 레거시 시스템과 연동
- RFID 태그 발급기  
상품 및 주문정보에 대한 태그 발급
- RFID 리더기  
상품 입·출고 관리
- 핸드헬드 리더기  
상품 정보조회, 상품검수 및 재고조사
- WAS(Web Application Server)  
웹 애플리케이션과 웹 서비스를 지원
- ODS(Object Directory Server)<sup>(16)</sup>  
상품 및 주문정보에 대한 RFID 태그 코드에 대한 IS(Information Server)의 URI 획득

### • 공급망 데이터 관리를 위한 DBMS

RFID 관련 장비들은 IAMS 웹 서비스를 통하여 데이터 통신을 하며, 수집된 데이터는 IAMS 웹 애플리케이션이나 RFID 관리 프로그램에 의해 실시간으로 모니터링 된다. 또한, IAMS 웹 서비스는 실시간으로 공급망 관리 정보 서비스를 제공하여 레거시 시스템에서 활용이 가능하다. 그림 2는 IAMS의 전체적인 시스템 구성을 개략적으로 도식화 한 것이다.

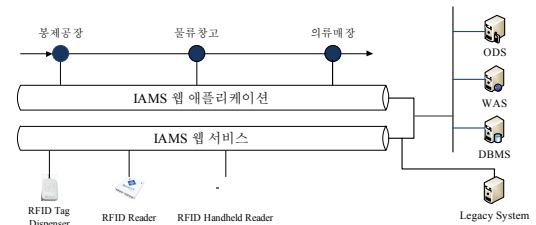


그림 2. 시스템 구성도  
Fig. 2. System Configurations

### 3.3 웹 애플리케이션

본 논문에서는 IAMS를 위한 통합 데이터베이스를 구축하고, 공급망 관리와 데이터 통신을 위한 웹 서비스 기능을 제공하는 웹 애플리케이션과 RFID 태그를 이용하는 태그 발급 애플리케이션, 입·출고 관리 애플리케이션, 제품 조회 및 재고확인을 위한 핸드헬드 리더 애플리케이션을 개발하였다. 각 소프트웨어 간 관계 및 주요 구성요소는 다음 절에서 자세히 기술한다.

IAMS 웹 애플리케이션의 시스템 구조는 그림 3과 같으며 IAMS 매니저를 이용하여 제안 시스템의 전체적인 공급망 관리 기능을 컨트롤 하고, 기준정보관리, 물류관리, 수발주관리, 판매관리, 반품관리와 같은 SCM 모듈을 제공한다.

OIS(Object Information Service)<sup>(17)</sup> 웹 서비스는 상품정보 및 주문정보에 대한 RFID 태그 관리를 위하여 태그의 발급일자, 만료일자, 발급자명, 발급기기 고유번호 등의 메타데이터(meta-data)와 UPI(Unique

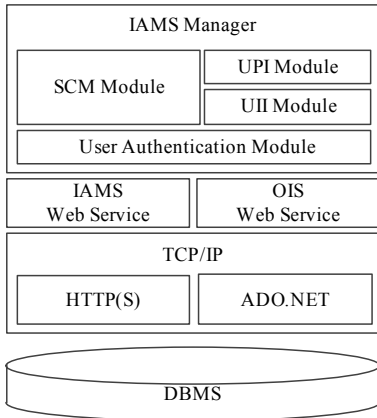


그림 3. IAMS 웹 애플리케이션  
Fig. 3. IAMS Web Application

Product Identifier), UII(Unique Item Identifier)의 관리 및 서비스를 제공한다. IAMS 매니저의 UPI 모듈과 UII 모듈은 UPI를 등록, 수정, 삭제, 조회하는 UPI 관리기능과 UII를 발급, 수정, 삭제, 조회하는 UII 관리기능을 OIS 웹 서비스에 제공한다.

IAMS 웹 서비스(Web Service, WS)는 RFID 리더기, 태그 발급기, 핸드헬드 리더기와 같은 RFID 장비로부터 입력되는 데이터를 실시간으로 수집하고 필터링하여 제안 시스템의 DBMS에 반영하도록 RFID 미들웨어 역할을 제공한다. 또한 레거시 시스템 및 기능 확장을 위해 IAMS의 공급망 관리 정보를 제공하는 역할을 한다.

사용자 인증 모듈(User Authentication Module)은 IAMS의 데이터 접근 권한을 부여 받은 사용자에게만 접근이 가능하도록 인증과 로깅 기능을 제공한다.

SCM 모듈은 ADO.NET을 이용하여 물류유통과 관련된 기준정보관리, 입·출고관리, 수발주관리, 판매관리, 반품관리 기능을 제공한다.

IAMS 웹 애플리케이션에서 의류매장은 회사별 브랜드에 따른 가맹점 단위로 관리할 수 있도록 나누었으며, 물류거점 연결을 통해 상품주문이 가능하도록 시스템을 설계하였다. 물류거점은 의류매장, 물류창고, 봉제공장 모두 양방향으로 연결이 가능하며, 부족한 재고상품이 발생할 경우 거점별 실시간 재고정보 공유를 통해 업무협력이 가능하다. 이러한 제안 시스템의 양방향 물류거점 연결구조는 다단계적 구조를 가지고 있는 섬유 및 의류산업에서 유동적으로 협업 시스템 구조로 변경할 수 있어 시장 및 소비자의 요구 및 변화에 빠르게 대처할 수 있다.

### 3.4 태그 발급 애플리케이션

IAMS 태그 발급 애플리케이션은 제안 시스템의 RFID 태그 발급기를 이용하여 다량의 상품 정보 및 주문 정보 태그를 발급하거나 수정, 폐기하는 기능을 제공하며, 확장성과 범위성을 고려하여 웹 애플리케이션의 OIS 웹 서비스와 IAMS 웹 서비스를 통해 RFID 태그 발급정보가 기록되고 관리된다. 그림 4는 태그 발급 애플리케이션 내부 구조이다.

태그 매니저(Tag Manager)는 RFID 리더로부터 USB 2.0 통신을 통한 디바이스 제어 모듈(Device Control Module)을 이용하여 RFID 태그의 발급, 수정, 삭제기능과 리더기의 주파수 대역폭 및 읽기, 쓰기 속도 등의 값을 설정할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, IAMS 웹 서비스 클라이언트 모듈(IAMS Web Service Client Module)과 OIS 웹 서비스 클라이언트 모듈(OIS Web Service Client Module)을 통해 태그 발급, 수정, 폐기 정보를 디바이스 제어 모듈에 제공하며, 변경된 내용은 IAMS 웹 서비스 클라이언트 모듈을 통해 IAMS의 DBMS에 반영된다. 태그 뷰어(Tag Viewer)는 태그 컨트롤러 및 태그 매니저로부터 입력 받은 태그 발급결과 정보를 모니터링 할 수 있는 기능을 제공한다.

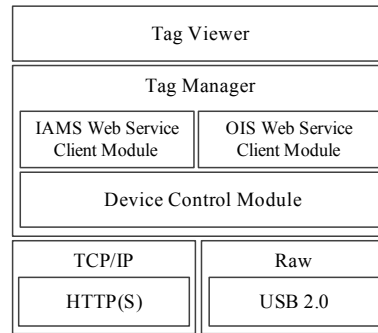


그림 4. 태그 발급 애플리케이션  
Fig. 4. Tag Issue Application

### 3.5 입·출고 관리 애플리케이션

IAMS 입·출고관리 애플리케이션은 고정형 RFID 리더기를 통해 입·출고되는 상품의 주문 태그 정보를 자동으로 읽어 들여 실시간으로 입·출고 현황 및 재고정보를 IAMS에게 제공한다. 그림 5는 입·출고관리 애플리케이션 내부 구조이다.

RFID 통신 모듈(Communication Module)은 고정형 리더기를 통해 입력된 태그 정보를 TCP/IP 통신을 통해 리더 매니저(Reader Manager)의 디바이스 제어

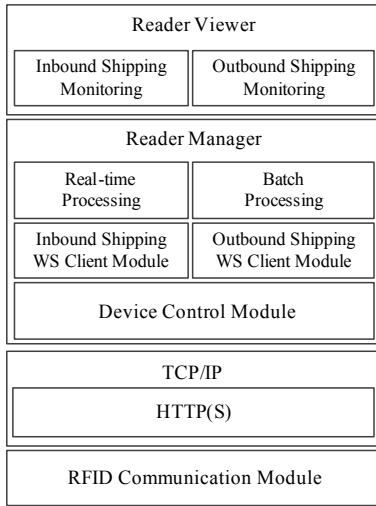


그림 5. 입·출고관리 애플리케이션  
Fig. 5. I/O bound Managing Application

모듈(Device Control Module)에게 전달한다. 디바이스 제어 모듈은 고정형 리더기의 환경설정 값을 변경할 수 있는 기능을 제공하고, 입력된 태그 정보를 리더 매니저의 입고 관리 웹 서비스 클라이언트 모듈(Inbound Shipping WS Client Module)과 출고 관리 웹 서비스 클라이언트 모듈(Outbound Shipping WS Client Module)을 통해 입·출고 정보를 IAMS에게 전달한다. 리더 매니저는 웹 서비스 기반으로 입·출고 정보를 전송하기 때문에 레저시 시스템과의 연동 및 범용성이 뛰어난 장점이 있지만 인터넷 통신 환경이 단절되었을 경우 입·출고 정보를 반영할 수 없어 입·출고의 오류가 발생할 수 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 태그 매니저는 인터넷 사용 가능 시 실시간으로 입·출고 정보를 처리하며, 불가능 시 배치 처리하여 인터넷 통신환경이 복구되었을 경우 자동으로 입·출고 정보를 반영하도록 구성하였다. 태그 뷰어(Tag Viewer)는 입·출고 현황 모니터링을 제공하는 기능을 제공한다.

### 3.6 핸드헬드 리더 애플리케이션

IAMS 핸드헬드 리더 애플리케이션은 휴대형 RFID 리더 모듈을 제어함으로써 물류현장에서 상품 및 박스에 부착된 RFID 태그를 인식하고, 이동통신 모듈을 통해 ODS 및 웹 애플리케이션과 상호작용하여 상품조회, 상품검수, 재고조사 관리기능을 제공한다. 그림 6은 핸드헬드 리더 애플리케이션의 내부 모듈 구조이다.

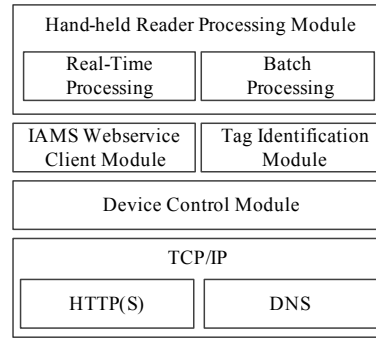


그림 6. 핸드헬드 리더 애플리케이션  
Fig. 6. Hand-held Reader Application

디바이스 제어 모듈(Device Control Module)은 RFID 태그 인식과 데이터 조회 및 등록을 위해 RFID 리더 모듈과 이동통신 모듈을 제어하는 모듈이다. 태그 식별 모듈(Tag Identification Module)은 상품 및 박스의 RFID 태그의 코드에 대한 식별기능을 제공한다. IAMS 웹 서비스 클라이언트 모듈(Web Service Client Module)은 상품조회, 상품검수, 재고조사를 위한 IAMS 웹 서비스의 인터페이스 모듈이다. 인터넷 통신환경이 단절되었을 경우 RFID 리더 내의 자체 저장소에 태그 정보를 기록하여 핸드헬드 리더 처리 모듈(Hand held Reader Processing Module)을 이용하여 이동통신망의 가용 시 실시간으로 데이터를 처리하며, 가용불가 시 파일 형태로 저장한 후 이동통신망의 가용 시 또는 호스트와 동기화하는 과정에서 자동적 또는 반자동적으로 배치 처리하여 데이터베이스에 반영되도록 한다.

핸드헬드 리더는 PDA에 RFID 모듈을 탑재한 장치로 원격 데이터베이스와 직접 연동하기 위해서는 단말기에서 지원하는 데이터 어댑터(adapter)에 맞게 구성되어야 한다. 본 논문에서는 데이터 어댑터를 사용하지 않고 IAMS 웹 서비스를 이용하여 데이터베이스와 연동하도록 구성하여 하드웨어 및 플랫폼에 상관없이 휴대용 단말기에서 데이터 연동이 가능하도록 구성하였다. 이러한 구성은 시스템의 범용성을 제공하여 레저시 시스템을 사용하는 장비에서도 별도의 데이터 어댑터를 구성하지 않고 제안 시스템의 핸드헬드 리더 애플리케이션을 구축할 수 있는 장점이 있다.

## IV. 구현 및 평가

### 4.1 구현 환경

본 논문에서 제안한 IAMS는 RFID 태그 관리를

위하여 의류 업종에 보급되어 있는 EAN(European Article Number) 코드와 호환이 가능하고, 국제표준 ISO/IEC 18000 6C 및 산업표준 EPC Class 1 Gen 2를 만족하는 UHF 수동형 태그를 사용하였다. 태그 종류는 상품에 부착하는 내장형 부착 태그와 상품의 박스와 행거랙(hanger-rack)에 부착하는 라벨형 태그와 행거형 태그로 구분하였다. 태그 발급 애플리케이션은 NESSLEB's NL RF 300 장비를 사용하여 Visual C# .NET으로 구현하였으며, 입·출고관리 애플리케이션은 고정형 태그 리더기 Thing Magic's Mercury4 Tagreader 장비를 사용하여 Visual C++로 개발하였다. 핸드헬드 리더기는 삼성테크윈의 UHF Handheld Reader VLAC G1 이며 탑재된 핸드헬드 리더 애플리케이션은 Visual C++로 구현하였다.

서버는 ODS, WAS, DBMS를 포함하도록 구성하였다. ODS는 상위 계층의 Root ODS, National ODS 등과 연계하지 않고 폐쇄적으로 운영하는 Local ODS 환경으로 구축했으며, BIND v9.4.2 소프트웨어를 사용하여 구현하였다. WAS는 RFID 서비스와 공급망 관리를 위한 IS(Information Server) 및 웹 애플리케이션을 구동하며, IIS v7.0 소프트웨어와 ASP.NET 기술을 사용하여 구현하였다. DBMS는 Microsoft사의 SQL Server 2008을 사용하여 구현하였다.

4.2 구현 결과

이 절에서는 제안한 IAMS의 태그발급, 고정형 리더를 통한 입출고 관리, 핸드헬드 리더기를 통한 상품 관리 및 상품 주문관리를 위한 웹 애플리케이션에 대한 구현결과를 나타내었다.

그림 7은 주문 받은 상품에 대한 박스 및 행거에 부착할 태그를 발급하는 화면으로 IAMS 웹 서비스 모듈을 이용하여 태그 발급을 사용하는 봉제공장, 물

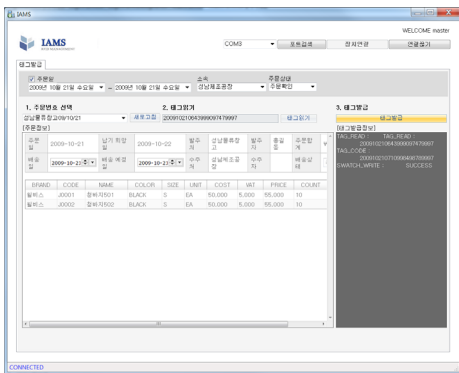


그림 7. 태그 발급 화면  
Fig. 7. Tag Issue Screen

류창고, 의류매장에 해당되는 주문정보를 가져와서 태그의 UPI와 UII를 OIS 웹 서비스를 이용하여 등록하고, 태그 매니저의 디바이스 제어 모듈을 사용하여 태그를 발급하게 된다. 발급된 태그는 박스나 행거랙에 부착되어 출고 게이트에 장착된 고정형 리더기를 통해 제품을 배송하게 된다.

그림 8은 입·출고 관리 애플리케이션의 입고화면으로 고정형 리더를 통해 입력된 주문 태그 정보를 읽어 입고된 상품정보를 보여주고 있다. 입·출고 애플리케이션은 고정형 리더가 설치된 봉제공장, 물류창고, 의류매장에서 사용자 설정을 통해 사용이 가능하다. 그림 8의 사용자 설정화면은 성남물류창고에서 10.108.11.253 주소를 가지는 고정형 리더기를 통하여 태그 정보를 받아오며, 220.68.240.165 주소를 가지는 IAMS 웹 서비스를 이용하여 태그 정보에 대한 상품 목록을 출력하고 입·출고 정보를 등록한다. 입·출고된 상품은 IAMS 웹 서비스를 통해 자동으로 재고정보가 반영되며, 실시간으로 IAMS의 공급망 관리 정보를 제공한다

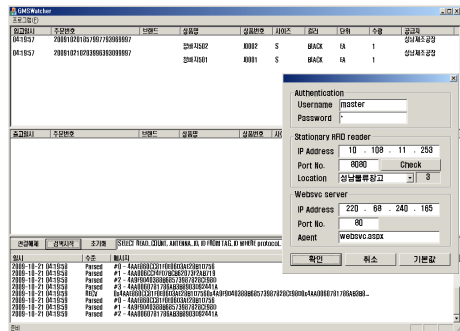


그림 8. 입·출고 관리 화면  
Fig. 8. Inbound/Outbound Managing Screen

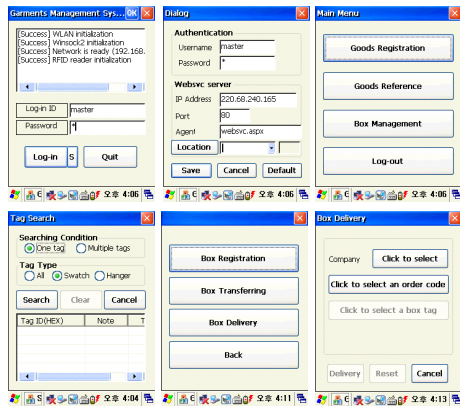


그림 9. 핸드헬드 리더 관리화면  
Fig. 9. Hand-held Reader Screen

게 된다.

그림 9는 핸드헬드 리더 관리화면으로 물류현장에서 RFID 리더 모듈을 이용하여 태그 정보에 대한 상품정보의 확인이 가능하며, 다수의 태그를 읽어 들여 실시간 재고조사 기능을 제공한다. 또한 주문 정보에 대한 태그 발급기능을 제공하여 현장에서 사용자가 수동으로 주문 태그 정보를 발급하고 검수할 수 있다.

그림 10은 IAMS 웹 애플리케이션 화면으로 봉제 공장, 물류창고, 의류매장 사용자로 구분할 수 있으며 입고현황, 출고현황, 상품주문관리, 판매관리, 상품관리, 재고관리, 반품관리 기능을 제공한다. 판매정보는 물류창고에서 상품에 배송되거나 소비자에게 판매되는 것을 기준하여 판매 및 매출정보를 제공하며, 상품주문은 물류거점 설정 통해 주문이 가능하도록 구성되어 있다. 입·출고 현황은 고정형 RFID 리더기를 통해 입력된 물류현황을 실시간으로 IAMS 웹 서비스를 통해 제공되며, 시스템 관리자는 정확한 거점별 재고 현황 파악이 가능하여 재고물량이 부족할 경우 다른 물류거점의 연결을 통해 부족한 물량을 공급받을 수 있다. 물류거점은 봉제공장, 물류창고, 의류매장에 상관없이 양방향 연결이 가능하여 협업 시스템의 구성이 가능하다. 또한 쉽게 새로운 봉제공장, 물류창고, 의류매장을 회사별 브랜드에 맞게 신규 등록 및 변경이 가능하여 물류관련 업무 프로세스 변경이 용이하다.

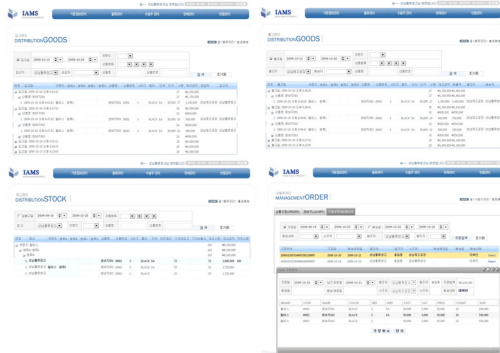


그림 10. 웹 애플리케이션 화면  
Fig. 10. Web Application Screen

### 4.3 평가 및 분석

본 연구에서 제안한 섬유 및 의류산업에 최적화된 u-SCM 시스템 구축을 통해 상품의 입·출고 관리를 RFID를 이용한 자동화를 통해 물류 공급망의 모든 활동에 대한 실시간 추적이 가능하도록 개선하였다. 또한, 제품의 흐름 및 모든 자원에 대한 실시간 정보교환을 통한 비즈니스 통합운영에 의해 생산에서 출하

에 이르는 리드타임을 단축할 수 있었으며, 보다 지능적인 물류 네트워크 형성을 통해 다양한 소비자의 요구와 변화에 빠르게 대응할 수 있었다. 그 기대 효과는 표 1과 같다.

표 2는 시스템의 서비스 구조 변경 및 확장에 필요한 시간 및 비용에 따라 높고 낮음을 나누어 본 논문에서 제안한 시스템과 SCM에 RFID를 적용한 유사 시스템의 특징을 비교하였다. 유통물류 정보시스템<sup>[11]</sup>은 정보관리를 위한 IDLogis Explorer 2.0, 레거시 시스템과의 연동을 위한 ELI, 모니터링을 위한 MTS를 이용하여 매우 높은 트레이사빌리티와 가시성을 제공하고 이력관리 및 실시간 재고관리를 통해 물류비용을 절감할 수 있었다. 하지만 이 시스템에서는 정해진 유통물류 구조에서 업무 프로세스가 이루어져야 하며, 거점별 업무 프로세스의 유동적인 연결이 제한적이다. 자동차부품산업 u-SCM 시스템<sup>[12]</sup>과 항공물류 SCM 시스템<sup>[13]</sup> 및 u-창고관리시스템<sup>[14]</sup>은 RFID를 이용하여 SCM 업무 프로세스의 자동화를 통해 작업시간을 단축하고 실시간 정보 공유를 통한 혁신적인 SCM 업

표 1. IAMS 기대효과  
Table 1. Expectations of IAMS

| 항 목                               | 도입 전                                    | 도입 후                                     | 효 과  |
|-----------------------------------|---|--|--|
| 물류센터 출고                           | 수작업 검수<br>총량 기준<br>검수                   | 자동검수<br>상품 단위 검수                         | 검수시간 감소                                      |
| 매장창고 입고                           | 입고 시<br>총량만 확인<br>창고에 적재<br>후 수작업<br>실사 | 입고 시<br>자동검수                             | 전산입고<br>데이터와 실<br>입고와의 차이<br>즉시 파악<br>가능     |
| 매장창고와<br>매장 간<br>입출고              | 별도 관리<br>없음                             | 자동으로<br>재고 이동 기록                         | 상품을 찾기<br>위해 창고까지<br>가지 않고<br>필요 상품<br>즉시 검색 |
| 백 롬<br>재고                         | 별도 관리<br>없음                             | 백 롬과 매장<br>재고의 별도<br>관리 가능               | 즉시 보충을<br>통한 백 롬<br>활용 극대화                   |
| 재고 조사                             | 수작업<br>수량만 확인                           | 1인 작업 Size<br>및 색상까지<br>조사 수시조사          | 재고조사 시간<br>감소 및<br>정확도 향상                    |
| 상품이동<br>경로 조회                     | 서비스 없음                                  | EPC<br>Network를<br>이용해<br>상품이력<br>서비스 제공 | 개별상품별<br>이력관리 가능                             |
| Quick<br>Response<br>시스템<br>기반 제공 | 서비스 없음                                  | 상품 정보 및<br>변동 사항에<br>대한 실시간<br>정보 관리     | 글로벌 공급망<br>파트너사들과<br>협업을 위한<br>기반 마련         |



표 2. 유사시스템과 제안한 시스템 비교  
Table 2. Comparison IAMS with Existing Systems

|                | 유통물류 정보시스템 <sup>[11]</sup> | 자동차부품 산업 u-SCM 시스템 <sup>[12]</sup> | 항공물류 SCM 시스템 <sup>[13]</sup> | u-창고 관리시스템 <sup>[14]</sup> | IAMS |
|----------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------|------|
| SCM 프로세스 자동화   | 높음                         | 높음                                 | 높음                           | 높음                         | 높음   |
| SCM 프로세스 가변성   | 보통                         | 낮음                                 | 낮음                           | 낮음                         | 높음   |
| 실시간 정보 공유      | 높음                         | 보통                                 | 보통                           | 보통                         | 높음   |
| 트레이서 빌리티 및 가시성 | 매우 높음                      | 높음                                 | 높음                           | 높음                         | 높음   |
| 서비스 확장성        | 보통                         | 제한적                                | 제한적                          | 보통                         | 다양함  |
| 서비스 플랫폼        | 제한적                        | 제한적                                | 제한적                          | 제한적                        | 독립적  |

무 개선을 가져왔다. 그러나 [12, 13, 14]는 해당 업무 프로세스에 정적인 구조를 가지고 있으며, 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼 제한적인 구조를 가지고 있어 서비스 확장성이 떨어진다. 제안 시스템인 IAMS는 웹 서비스 기반의 RFID 미들웨어를 제공하여 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼에 독립적으로 공급망 관리 정보를 실시간으로 공유할 수 있으며, 레거시 시스템과의 연동 및 확장이 용이하다. 또한, 양방향 물류 거점연결을 통해 가변적으로 업무 프로세스를 변경할 수 있어 다단계적인 구조를 가지는 섬유 및 의류산업 구조에서 협업생산 방식의 변화가 가능하다.

### V. 결 론

본 논문은 섬유 및 의류산업의 공급사슬관리에 RFID를 이용하여 입·출고 및 재고파악의 업무 프로세스를 자동화하고 실시간 정보공유를 통해 트레이서 빌리티와 가시성을 제공하는 u-SCM 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안 시스템인 IAMS를 통해 수작업 중심의 입·출고 및 재고파악을 자동화할 수 있었으며, 공급사슬관리 정보를 실시간으로 공유하고 통합적으로 운영할 수 있어 효과적으로 리드타임을 줄일 수 있었다. 또한, 고객 중심적이고 계절과 환경적인 변화에 민감한 섬유 및 의류산업에 신속하고 유연하게 대응할 수 있는 u-SCM 시스템의 기반을 조성하였다.

향후 연구과제로는 섬유 및 의류산업의 미들 스트림과 업 스트림간의 공급사슬관리 중심으로 구현된 제안 시스템에서 다운 스트림과의 확장이 가능하고

각 스트림의 업무 프로세스를 세분화하여 리드타임을 줄일 수 있는 방법이 모색되어야 하며, 의류매장의 판매정보와 상품이력정보를 효과적으로 공유할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한, 섬유 및 의류산업에 최적화된 RFID 태그 개발과 국제 표준화와 연계한 RFID 미들웨어에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 양효석, 김병찬, 양대용, “섬유산업의 RFID기술 적용에 관한 연구”, 컴퓨터정보학회지, Vol.12 No.4, 2008.
- [2] 김현수, 양효석, “섬유산업의 RFID 활용방안 및 핵심성공요인에 관한 연구, 로지스틱스연구, Vol.17 No.2, 2009.
- [3] 김대기, 김정영, “SCM 차원에서 본 RFID 기술 도입에 따른 ROI 분석 모형에 관한 연구”, 한국항만경제학회지, Vol.22, pp.43-57, 2006.
- [4] Scholz-Reiter, Teucke, Özsohahin, Sowade, “Smart Label-supported Autonomous Supply Chain Control in the Apparel Industry”, Proceedings of the 5th international Congress on Logistics and SCM Systems, Program Committee the 5th International Congress on Logistics and SCM Systems, pp.44-52, 2009.
- [5] Wong, K.H.M.; Chan, A.C.K.; Hui, P.C.L.; Patel, C.A. “A Framework for Data Flow in Apparel Supply Chain Using RFID Technology”, Industrial Informatics, 2006 IEEE International Conference, pp.61-66, 2006.
- [6] 김삼근, 문일환, 박재표, “RFID 기반 문화재 복원용 임목 이력 정보 시스템의 설계 및 구현”, 한국통신학회논문지, Vol.35 No.9, 2010.
- [7] 한국전자거래협회, “업종별 RFID 도입 가이드라인”, 지식경제부, 2008.
- [8] 신상무, “섬유-의류산업에서 QR(Quick Response) 시스템 구현을 위한 웹서비스 기반 ASP e-비즈니스 모델 개발에 대한 연구, 한국전자거래학회지, Vol.11 No.1, pp.127-144, 2006.
- [9] 최영재, “의류 산업에 있어서의 RFID 응용에 관한 고찰”, 한국정보통신설비학회 하계학술대회, pp.280-284, 2005.
- [10] 정해준, 한대희, 장태우, 김현수, “제조업중심의 RFID 시스템 ROI 분석 프레임워크”, 로지스틱 연구, Vol.18 No.1, 2010.

- [11] 김형도, 강경식, “RFID를 활용한 유통물류 분야 Real-Time SCM Visibility 정보시스템구축사례에 관한연구”, 대한안전경영과학회 춘계학술대회, pp.199-210, 2010
- [12] 문태수, 최상민, 강성배, “자동차부품산업의 RFID기반 U-SCM 시스템 설계 및 구현”, 한국전자거래학회지, Vol.14 No.4, pp.267-286, 2009
- [13] 현대진, 김승구, 이재운, 조현준, 박경환, “RFID를 적용한 항공물류 SCM 시스템의 설계 및 구현”, 情報技術研究所論文誌, Vol. 13 No. 1, 2005
- [14] 이광수, 이종석, 이창호 “RFID를 활용한 SCM 환경의 u-창고관리시스템 개발에 대한 연구”, 대한안전경영과학학회지, Vol.10 No.3, pp.137-143, 2008
- [15] 정보통신산업진흥원, “RFID를 이용한 의류 유통 및 매장 관리 가이드 라인”, 2010
- [16] RFID포럼, “RFID 검색서비스(ODS) 구조”, 네트워크 분과, MRFS-2-01-R1, 2005.
- [17] RFID포럼, “객체정보서비스(OIS)”, 네트워크 분과, MRFS-2-12-v1.0, 2006.

**문 일 환 (Il-whan Moon)**

정회원



2006년 2월 환경대학교 컴퓨터공학과 졸업  
 2008년 2월 환경대학교 컴퓨터공학과 석사  
 2008년~현재 환경대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야> GIS, Data Mining,

Web Service, Mobile Computing, BI

**안 재 근 (Jae-geun Ahn)**

정회원



1991년 8월 서울대학교 산업공학과 졸업  
 1994년 2월 서울대학교 산업공학과 석사  
 1997년 8월 서울대학교 산업공학과 박사  
 1997년 9월~현재 환경대학교 컴퓨터공학과 부교수

<관심분야> 최적화, MIS, SaaS, ASP, Mobile Computing, BI

**김 삼 근 (Samkeun Kim)**

정회원



1985년 2월 부산대학교 계산통계학과 졸업  
 1988년 2월 숭실대학교 전자계산학과 석사  
 1998년 2월 숭실대학교 전자계산학과 박사  
 1992년~현재 환경대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> GIS, SOA, Data Mining, Web Service, Mobile Computing, BI