

RFID와 GIS기술을 활용한 개별화물 배송추적 및 일괄정산 시스템 개발에 관한 연구

심진범* · 한영근*

*명지대학교 산업경영공학과

Development of Tracking and Batch Payment Processing System for Parcel Delivery Based on RFID and GIS Technology

Jin-Bum Shim* · Young-Geun Han*

*Department of Industrial and Management Engineering, Myongji University

Abstract

Door to door service is a typical method for individual parcel deliveries. In the current delivery information system, a delivery person manually inputs the information of many delivery results, which causes inefficiency and difficulties of tracking deliveries.

This study suggests an enhanced delivery information system which has the following two characteristics. Firstly, a tagged RFID(Radio Frequency Identification) transmits the delivery result information to the main server by just collecting RFID at a place of destination. Secondly, with the characteristics of rewritable method, the collected RFID is to be input new information and tagged to other parcels.

Keywords : RFID, Delivery Service, Door to Door, GIS(Geographic Information System)

1. 서론

대표적인 개별화물 배송수단인 택배산업은 전자상거래와 홈쇼핑 등이 활성화되면서 2009년에 택배화물 10억5천여개, 매출 2조8000억원을 넘을 만큼 소비자들에게 없어서는 안 될 필수 생활서비스로 급성장하였다.

현재 택배업 종사자수가 3만여명을 넘어선 상태지만 택배업체들 간의 과당경쟁으로 택배 종사자들의 근무환경은 점점 열악해지고 있어, 배송자들은 보통 하루에 100건 이상의 화물을 배송하고 있고 명절, 연말 등 물량이 몰리는 시기에는 하루에 200건 이상을 처리하기도 한다. 또한 현재의 택배 배송 시스템 상 배송자는 배송 업무를 마친 후 수많은 개별화물의 배송결과를 일일이 수작업으로 입력하거나 바코드를 관독하여 낱장으로 입력하고 있다. 이로 인해 배송자의 업무량이 가중되고, 각 개별화물의 배송결과를 실시간으로 추적하기 어려운

상황이다. 또한 택배 영업소에서의 정산시에도 마찬가지로 배송자에게서 넘겨받은 전표들을 낱장으로 입력하여 배송물의 종류와 수량 확인 후 대금을 지급하고 있다. 따라서 다수의 배송자를 상대하는 영업소에서는 이로 인한 업무가 과중될 수 밖에 없는 구조이다. 이에 본 연구에서는 개별화물에 RFID를 부착하여 보다 효율적으로 배송완료정보를 관리할 수 있는 시스템을 구축하고 샘플자료 선정 후 시험을 실시하였다.

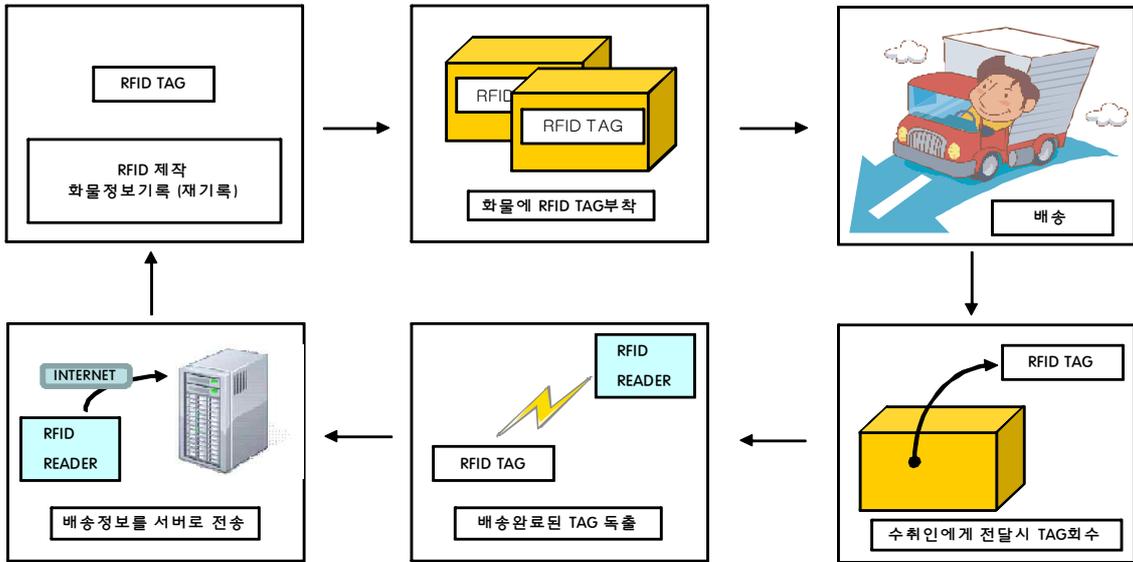
2. 시스템 개요

일반적으로는 개별화물 배송자가 배송을 마친 후 낱장으로 배송완료정보를 입력하였는데 반해, 본 시스템은 화물에 RFID를 부착하고 배송자가 수취인에게 화물을 전달하고 RFID를 수거하는 것만으로 해당 화물의 배송완료정보가 서버로 전송·관리되며, 재기록이 가

† 교신저자: 심진범, 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과

M · P: 011-316-4966, E-mail: shimjinbum@naver.com

2010년 4월 20일 접수; 2010년 5월 27일 수정본 접수; 2010년 5월 28일 게재확정



<그림 1> 시스템 흐름도

<표 1> 택배배송 정산절차 및 효율 비교

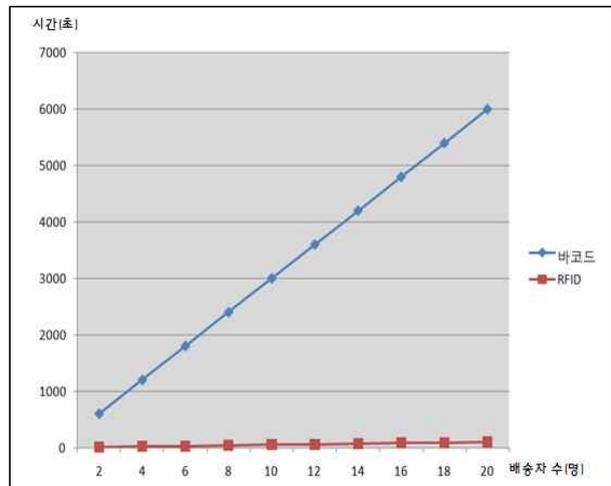
	현재	본 시스템
인식수단	바코드	RFID
처리방법	날장 처리	일괄 처리
처리시간	느림	매우 빠름
작업효율	떨어짐	매우 높음
작업건수	작업건수에 비례하여 처리시간이 증가	작업건수가 늘어나도 처리시간이 일정
배송자수	배송자 증가시 업무량 대폭 증가	배송자 증가시 업무량 증가폭 미미

능한 RFID의 특성을 활용하여 수거된 RFID에 새로운 화물정보를 재입력하여 새로운 개별화물에 부착하도록 하였다. 그 흐름을 간략히 나타내면 <그림 1>과 같다.

현재 택배사에서는 배송자에게 배송 대금을 지급하기 위하여 매일 각 영업소에서 배송자들이 전날 배송을 마치고 수거한 전표를 대조·확인하는데, 이 작업은 전표의 각 장에 새겨진 바코드를 한 장 씩 읽음으로써 처리된다. 서론에서 말한 것과 같이 매년 배송 물량이 늘어나고 있고, 한 영업소에서 다수의 배송자를 관리하기 때문에 이 업무에 많은 시간이 소요된다. 따라서 본 시스템에서는 이러한 비효율성을 개선하고자 배송자가 배송완료 후 수거해온 RFID 태그들을 모아 놓고 리더를 통해 정보를 한 번 수집하는 것만으로 배송 완료된 수량과 물품정보를 일괄적으로 처리할 수 있도록 하였다. 본 시스템이 도입된다면 아래의 <표 1>에서 나타난 특징에 따라 처리할 배송 물품이 많아지고 배송자가 많아질수록 그 효과는 기하급수적으로 증대될 것으로 예상된다.

다음은 한 배송자가 하루에 100건을 배송할 경우 바코드를 사용하여 전표 1장을 처리하는 시간을 3초, RFID를 사용하여 일괄적으로 처리하는 시간을 5초로 가정하였을 때의 예상 처리 시간이다. 아래 <그림 2>에서 보는 것과 같이 영업소당 배송자 수가 늘어날수록 두 시스템간 처리시간 격차가 심해짐을 볼 수 있다.

배송자 수(명)	바코드 처리시간(초)	RFID 처리시간(초)
2	600	10
4	1200	20
6	1800	30
8	2400	40
10	3000	50
12	3600	60
14	4200	70
16	4800	80
18	5400	90
20	6000	100



<그림 2> 두 시스템간 처리시간 비교 예시

3. 시스템 시험

3.1 시험절차

RFID를 활용하여 배송완료정보를 관리하고 정산하는 본 시스템의 특성상 적합한 RFID를 선정하는 실험을 우선적으로 실시하였다. RFID를 선정한 후 각 RFID에 개별화물의 ID를 기록하고, 배송완료된 태그를 RFID 리더를 통해 태그정보를 독취함으로써 개별화물의 배송완료 정보를 기록하도록 하고, 그 후 배송이 완료된 태그들을 모아 RFID 리더를 통해 단 한 번의 독취만으로 모든 태그의 ID를 취득하여 배송료 정산의 자료로서 활용하도록 하였다.

3.2 도입 RFID 태그 선정

RFID 태그(tag)란 반도체 칩과 안테나를 내장한 초소형 장치를 말하며 사물에 대한 식별 정보를 저장할 수 있는 기능을 가진다. RFID 태그는 용도에 따라 다양한 특징을 가지는 여러 Class로 구분되며, 각 Class별 특징을 요약하면 아래의 <표 2>와 같다.

이 중 본 시스템에 적용하기에 최적의 특성을 가진 태그를 선정하기 위해 아래의 <그림 3>와 같은 수동형 태그 1종과 능동형 태그 1종을 적용하여 실험하였다.

구축 시스템 특성상 읽기만이 가능한 태그는 배제하고, 두 종류 모두 읽기와 쓰기가 가능한 태그로 실험을 진행하였다.

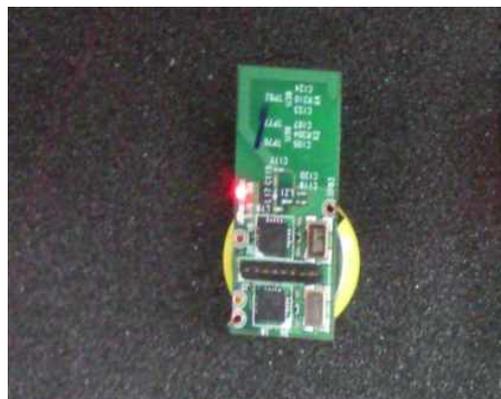
실험결과 수동형 태그는 RFID 리더와의 거리와 리더와 이루는 각도에 따라서 수신율에 급격한 변화를 보였다. 또한 부착대상물(개별화물 또는 포장상자)의 재질에 따라라도 급격한 변화를 보였으며 특히 부착대상물이 철재일 경우에 수신율이 급감하는 결과를 보였다. 반면 능동형 태그는 부착위치나 거리에 관계없이 높은 수신율을 보였으며, 부착대상물의 재질에도 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타나 본 시스템에 활용할 태그로 능동형 태그를 선정하였다. 수동형에 비해 능동형 태그가 다소 고가라는 문제점이 있으나 배송이 완료된 태그를 수거하여 재활용하는 본 시스템의 특성을 고려하면 큰 제약사항이 되지는 않을 것으로 판단되었다.

3.3 시험데이터 준비

시스템 시험을 위해 <그림 4>과 같이 가상의 개별화물 정보를 작성하였다. [DELL_TIME] 컬럼은 배송이 완료된 시각이며, 본 시스템에서 각 RFID를 회수하였을 때의 시각으로 채워질 것이다. 또한 <그림 5>와 같은 능동형 태그 및 리더를 준비하고 시험 전 작동에 이상이 없는지 확인하였다.

<표 2> Class별 RFID 태그 특성(EPC global)

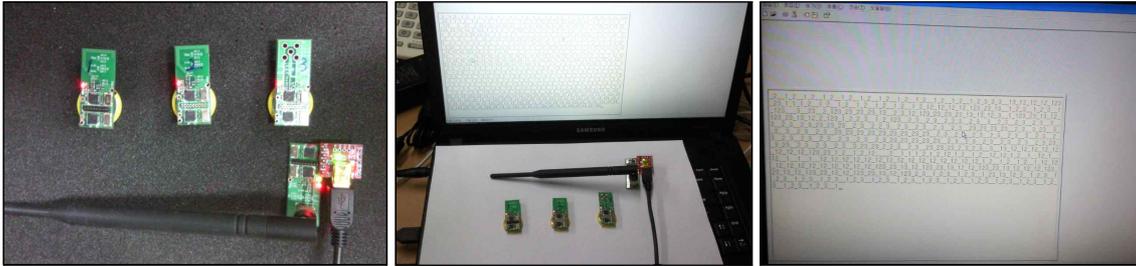
	Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
수동/능동	수동형	수동형	수동형	반수동형	능동형	능동형
읽기/쓰기	읽기	읽기	읽기/쓰기	읽기/쓰기	읽기/쓰기	읽기/쓰기
배터리	없음	없음	없음	있음	있음	있음
전송성공률	낮음	낮음	낮음	높음	높음	높음
수신거리	짧음	짧음	길다	중간	길다	길다
무선네트워크	없음	없음	없음	없음	없음	있음



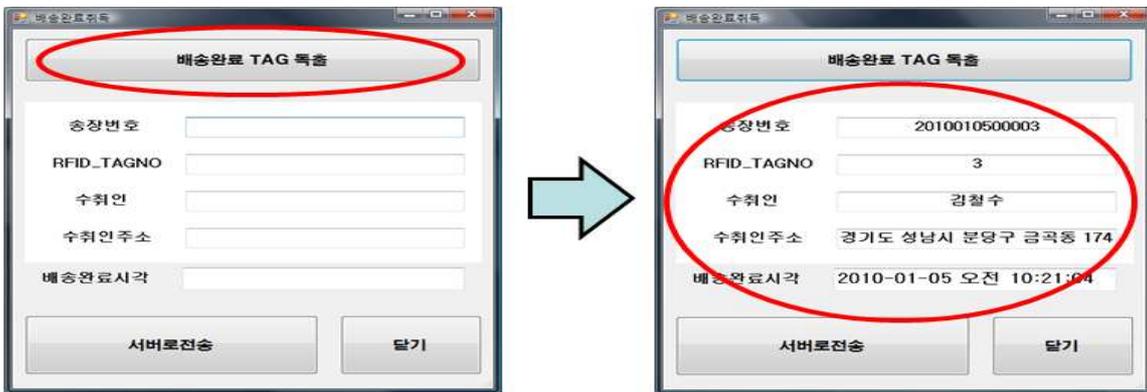
<그림 3> 실험에 사용된 수동형 태그(좌)와 능동형 태그(우)

INVOICE	RFID_ID	RECEIVER	RECEIVER_TEL	RECEIVER_ADDR	RECEIVER_MOBILE	DELL_TIME
2010010500001	1	홍길동	031-729-7950	경기도 성남시 분당구 구미동	:010-2100-0001	
2010010500002	2	김보경	031-780-4114	경기도 성남시 분당구 분당동	:010-3323-7452	
2010010500003	3	김철수	031-729-7910	경기도 성남시 분당구 금곡동	:010-5500-2233	
2010010500004	4	박민철	031-729-7650	경기도 성남시 분당구 수내동	:010-5435-9981	
2010010500005	5	윤지원	031-729-7770	경기도 성남시 분당구 서현동	:010-2285-5425	
2010010500006	6	박영철	031-729-7730	경기도 성남시 분당구 정자동	:010-5500-2233	

<그림 4> 시험을 위한 개별화물 가상 정보



<그림 5> 시험을 위한 RFID 태그 및 리더



<그림 6> 배송완료정보 취득 확인

3.4 배송완료정보 취득

배송이 완료되었음을 가정하여 RFID 태그를 회수하여 리더를 통해 ID를 독출하였다. 독출된 ID를 위에서 구축된 개별화물 정보와 매칭시킨 후 독출될 때의 시간을 [DELL_TIME] 컬럼에 삽입하였다. <그림 6>은 ID가 "3"인 태그를 독출하였을 때의 결과를 나타낸 것으로, 위에서 구축된 데이터베이스에서 송장번호와 수취인 정보 등을 매칭시키고 완료시각을 정상적으로 삽입하였음을 보여준다. [서버로 전송] 버튼을 클릭하면 배송완료정보를 서버로 전송하게 된다.

3.5 배송상황 추적

서버에서는 위에서 서버로 전송된 배송완료정보들을 취합하여 현재의 배송상황을 추적하게 하였다. 기존에는 배송자의 위치를 추적하기 위해 차량 등에 GPS수신

기를 부착하고 별도의 통신모듈을 사용해 배송차량의 위치를 확인하였으며, 배송완료정보는 별도의 데이터로 관리하고 있어 차량의 이동경로와 배송물품을 연계하여 파악하기 어려웠다.

본 시스템에서는 배송자로부터 배송완료된 RFID 태그의 ID만을 수신받아 배송물의 주소를 파악하고 이를 실세계 좌표와 맵핑하여 배송상황을 추적하도록 하였다. 배송상황 추적은 아래의 <그림 7>과 같이 좌측의 전자지도에 배송완료 지점을 표시하고, 우측에 배송물의 상세정보를 표시하도록 구성하여 배송자의 위치와 배송물의 정보를 연계하여 파악할 수 있도록 하였다.

또한 <그림 8>과 같이 보다 가독성을 높이기 위하여 배송완료 지점에는 배송물의 송장번호를 표시하고, 사용자가 상세정보를 보려고 선택한 지점에는 십자마크(+)를 표시하였다. 그리고 배송이 완료된 시간 순서대로 각 배송완료 지점들을 화살표로 연결함으로써 배송자의 이동궤적을 추적할 수 있도록 하였다.



<그림 7> 배송상황 추적 화면



<그림 8> 배송물 정보와 이동궤적 표시



<그림 9> 배송대금 정산 화면

3.6 배송비용 정산

모든 배송이 완료되고 영업소에서 정산할 때를 가정한 시험으로, 수거된 모든 RFID 태그를 모아놓은 후, 리더를 통해 한번에 모든 태그의 ID를 독출하였다. 독

출된 ID를 사용하여 개별화물 정보와 매칭시키고, 배송 완료된 화물의 수와 배송비 단가를 곱하여 총 지급금액을 구하도록 하였다. 화면은 <그림 9>에서 보이는 것과 같이 (1)완료된 개별화물의 리스트, (2)선택된 개별화물의 상세정보, (3)지급금액 계산으로 구성하였다.

4. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 개별화물에 RFID 태그를 부착함으로써 배송이 완료된 화물에 대한 정보를 배송자가 수작업 입력할 필요가 없도록 하였고, 택배사 영업소에서의 정산작업 시에 일괄적인 작업처리가 가능하도록 하여 업무효율을 극대화시키고자 하였다. 또한 실험을 통해 여러 종류의 RFID 태그 중 본 시스템에 적합한 특성을 가진 태그를 찾아내었고, 현재는 능동형 RFID 태그가 바코드나 수동형 RFID 태그에 비해 다소 고가라는 점을 고려하여 사용된 태그를 수거하여 재활용하도록 하였다. 수거된 태그는 배송대금 계산의 근거로 활용되기 때문에 태그의 수거율도 매우 높을 것으로 추정된다.

또한 배송추적시 배송자 위치와 배송물품을 연계하여 파악할 수 있도록 하였으며, 본 시스템에서는 별도의 GPS수신기가 필요치 않으므로 이에 대한 설비비용과 유지보수비용을 절감할 수 있을 것이다.

다만 배송비용 정산시 능동형태그의 특성상 신호의 수신거리가 길어 영업소내에 수거된 타 배송자의 태그가 독출될 수 있다고 예상되어, 신호의 강도를 조절하고 처리중이 아닌 태그는 별도의 차폐시설에 보관하는 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

추후에는 개별화물의 크기와 형태 및 재질을 다양화시키고 화물의 개수를 늘리는 등 실제의 배송환경과 유사하도록 시험환경을 구성하고 기존의 배송시스템과 본 시스템과의 비교시험을 실시하여 실제 배송 환경에서 본 시스템이 어느 정도 효율적인지 검증하고자 하며, 특히 실제 정산 시 절감되는 시간을 측정하여 업무 효율 향상 정도와 인건비 절감액을 산출해보고자 한다.

5. 참고 문헌

[1] 심진범·한영근, RFID를 활용한 개별화물 배송정보 관리 시스템 개발에 관한 연구, 대한안전경영과학회 춘계학술대회, (2010)

[2] 이계경, RFID를 활용한 자산관리 시스템 개발, 박사학위논문, (2009)
 [3] EPC Global Homepage (<http://www.epcglobalinc.org/home>)
 [4] Forester Research Homepage (<http://www.forester.com/it/research>)
 [5] 이코노미세계 Homepage (<http://economysegye.segye.com/>)
 [6] (주)한국공간정보통신, IntraMap/Objects Reference Guide (2009)
 [7] (주)한국공간정보통신, IntraMap/Objects Programmers Guide (2009)

저 자 소 개

심진범



명지대학교 정보통신공학과 학사, 명지대학교 산업공학과 석사 졸업, 현 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 재학 중. 현재 (주)아이엠씨정보통신 차장. 주요 연구 관심분야는 RFID와 GPS를 활용한 물류시스템 개발. 관심분야: RFID, GIS, 물류시스템

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과

한영근



서울대학교 기계설계학과 학사, 석사. 미국 펜실베이니아주립대학교 산업공학과 박사. 현 명지대학교 산업경영공학과 교수.

주소: 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과