

## 자동화 중심 우편집중국 운영 효율화 방안

엄인섭 · 이홍철\* · 강정운  
고려대학교 산업시스템정보공학과

### Operational Efficiency Scheme of Mailing Center for Automation

Insup Um · Hongchul Lee · Jungyun Kang  
Department of Industrial Systems and Information Engineering  
Korea University

This research presents efficient operation schemes that is emphasized on mailing center's automation parts. We utilized the automation indicator to analyzed the mailing center system. For automation of the mailing center, we proposed the sorting automation alternative of registered mail, automation of conveyance system between workshops and the Up-Grade scheme for process improvement in mailing center. The selection of the registered mailing's automation alternatives is composed of the AHP(Analytic Hierarchy Process) method. Through the analysis of the space and the quantity of materials, the simulation experiments are conducted to examine conveyance equipment possibility of the mailing center. By simplifying the mailing center conceptually, we proposed the upgrade of process for the mailing center system. The result of this research can give some ideas to people who are formulating a policy for the mailing center operation.

**Keyword** : Ovis, Lsm, Ahp, Stagy queue

#### 1. 서론

2002년 전국 22개 우편 집중국과 대전교환센터가 완공됨으로써 우편집중국의 기본 계획인 (a) 발송 및 배달 구분의 자동화, (b) 우편집중국 중심의 기간망 구축, (c) 작업요원의 고임금화에 따른 인건비 부담을 해소할 가능하게 하였다. (이종찬, 1999; Barent R, 2000) 또한 우편물 처리작업의 생산성을 향상시켜 지속적으로 증가한 우편물량에 대한 인력 증원 요인을 흡수하고 비정규직의 활용도를 높임으로 인력 조달의 융통성을 확립하였고, 우편 소통 구조의 단순화 및 처리비용의 절감을 통하여 우정사업의 경영 합리화에 큰 기여를 하고

있다. 하지만 우편집중국 및 그 수용국과의 자동화 및 기계화에 따른 업무가 체계적으로 확립되어 있지 못하고, 또한 기계화를 위한 수작업이 증가함으로써 기계화의 효율성이 많이 떨어지는 것을 알 수 있다. 따라서 우편집중국에서 수작업을 최소화 하고 기계화를 극대화 하는 방안이 요구되고 있는 실정이다. 또한 우편집중국에서 처리 과정이 모두 수작업으로 이루어지고 있는 동기 우편물은 물량의 지속적인 증가 및 수작업 처리의 한계로 인하여 기계화 및 자동화가 요구되는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우편집중국의 운영 효율 향상을 자동화 중심으로 검토하여, 자동화 미비 작업에 새로운 설비 대안 제시하고 현 자동화 시행 작업에 대한 프로세스 업그레이드 방안을 제시 할 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장은 현재 우편집중국의 시스템을 자동화 지표를 이용하여 현황을 파악하고, 제 3장에서는 전 과정이 수작업으로 이루어지고 있는 동기우편물의 자동화 방안을 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 통하여 대안을 제시 할 것이다. 또한 제 4장은 우편집중국 내 운반 시설 가능성을 검토하기 위하여 도착장에서의 Stagy Queue현상을 시뮬레이션 기법을 이용하여 검토하고, 제 5장에서는 프로세스 개선을 위한 우편집중국 업그레이드 방안을 제시 한다.

#### 2. 현 우편집중국 시스템 분석

집중국에서 처리되는 우편물을 5가지의 종류로 대구분을 해보면 동기 우편물, 소형통상 우편물(서장), 대형통상 우편물(플랫, 패킷), 소포로 구분할 수 있다. 이와 같은 우편물중에서 소형통상 우편물은 복합구분기(OVIS), 서장구분기(LSM), 대형통상우편물은 플랫폼구분기, 패킷구분기 소포는 소포구분기로 구분 작업을 수행하고, 동기우편물

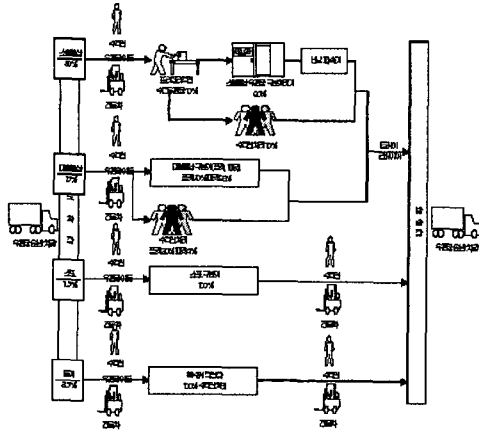


그림1. 우편집중국 통합 Process

은 전 과정이 수작업으로 처리하고 있다. 또한 트레이 컨베이어등 각종 시설이 우편집중국의 도착부터 발송까지 이용되고 있는 실정이다. 현재 운영중인 우편집중국의 우편물 처리 과정, 우편물량, 기계화율을 살펴보면 <그림1>과 같이 통합적으로 나타낼 수 있다.

## 2.1 우편집중국 자동화 지표

자동화 지표란 현재의 자동화 정도를 수치화 한 것이다. 자동화 지표가 설득력을가지기 위해서는 각 평가 대상의 특징을 충 분히 반영하여야 한다. 자동화 지표를 구하기 위해서 해당 공정을 특성별로 몇 개의 부분으로 나누어서 평가하고 각 부분의 평가 결과를 통합하여 지표로 계산한다. 전통적으로 제조 공정의 자동화 지표 평가에 포함되는 부문은 생산설비(Production Facility), 물류(Material Handling System), 검사(Inspection) 등이다. (DeGamo, 1999 ; 조현보외, 1997)

본 연구에서는 우편집중국의 특성을 살펴 구분정보 획득 유형, 구분처리 제어 레벨, 구분처리 자기 진단 기능, 운송 시스템 유형, 작업 인원으로 세분화하여 평가한 후, 각 부분의 평가 결과의 평균값을 통합 자동화 지표로 계산하였다. 또한 추후 우편집중국의 정보시스템 등 다 시스템 도입에도 현재의 자동화 지표에 통합을 하여 우편집중국의 자동화 지표의 산출이 가능할 것이다. 또한 자동화 지표 산출 시 낮은 자동화지표부터 자동화 우선순위를 부여한다.

### 2.1.1 구분정보 획득 유형

우편집중국 자동화 설비 고려 시 가장 큰 비중을 두는 부분이 구분정보 획득 유형이다. 구분정보를 획득하는 것이 구분처리기의 크기 및 용량 선정의 기준이 되기 때문이다. 현재의 구분정보 획득 유형이 속하는 분류의 번호를 3으로 나눈 값이 구분정보 획득 유형의 자동화 지표가 된다.

#### ① 수작업 또는 Key-In에 의한 획득

구분정보 획득을 작업자의 경험이나 판단에 의존하는 경우이다.

#### ② 바코드(1D)에 의한 획득

1차원 바코드로 구분정보 획득을 자동으로 하는 경우 또는 작업자가 스캐너를 이용하는 등 추가적인 작업이 요구되는 경우이다.

#### ③ 바코드(2D)에 의한 획득

2차원 바코드로 수취인의 상세주소까지 포함하므로 구분정보 획득을 완전 자동으로 하는 경우이다.

## 2.1.2 구분처리기 제어레벨

구분처리기는 우편집중국 설비의 핵심으로 제어레벨은 ANSI/ISA-S88.01-1995[1]표준 제어레벨을 사용하였다. 현재의 제어레벨이 속하는 분류의 번호를 3으로 나눈 값이 구분처리기 제어레벨의 자동화 지표가 된다.

### ① 기본제어

제어의 가장 낮은 단계로, 자동화 계층의 장치레벨에 해당하는 부분이다. 또한 기본제어 기능은 다른 상위 제어레벨, 또는 작업자 명령으로 활성화, 비활성화, 또는 수정할 수 있다.

### ② 절차제어

자동화 계층의 기계레벨에 해당하는 부분으로 정해진 순서에 따라 기계가 작업을 수행하도록 지시하는 역할 및 여러 감지 및 복구절차, 공정 중 발생하는 안전위험 사항에 대한 의사 결정을 지원하는 부분이다.

### ③ 연동제어

ANSI/ISA 표준에서 최상위 레벨로 자동화 계층의 셀 또는 시스템 레벨에 해당하는 부분이다. 장비 및 기계군의 동작들을 연계시키며, 시스템 또는 셀 내 기계들 간의 자재 취급을 지휘, 생산지시를 할당하며 여러 호환성 있는 작업 사이클 프로그램 중 하나를 선택하는 부분이다. (Groover, 1987)

## 2.1.3 구분처리기 자기 진단 능력

구분처리기의 상태를 얼마나 지적으로 나타낼 수 있는가를 나타낸다. 구분처리기의 자기 진단 능력이 속하는 분류의 번호를 3으로 나눈 값이 구분처리기 자기 진단 능력의 자동화 지표가 된다.

### ① 진단 기능이 없음

설비의 자기 진단 기능이 없으며 고장 발생의 예측이 불가능하다.

### ② 기본적인 진단

현재의 상태를 단순히 외부에 표현해 주는 기능이다.

### ③ 예측형 기능

설비 상태를 항상 감시하여 예방 차원의 설비나 운이나 공구 교체 시기 등을 예측한다. (조현보외, 1997)

## 2.1.4 운송 시스템 유형

운송 시스템은 우편집중국의 물류부분이 어떤 형태의 시스템을 이용하는지 단적으로 보여주는 부

분으로 운송 단위는 우편상자, 트롤리, 파렛, 행낭 등이다. 운송 장비 유형이 속하는 분류의 번호를 4로 나눈 값이 운송 장비 유형의 자동화 지표가 된다.

① 작업자에 의한 운송 시스템

파렛 또는 트롤리를 작업자가 직접 운송하는 시스템이다. 컨베이어 중 구동방식이 풀러, 휠동이 장착되어있는 동력 컨베이어도 해당된다.

② 동력운반차 이용 운송 시스템

전동차, 지게차 등 작업자가 파렛, 트롤리 등을 움직이는 부담을 덜어주기 위하여 자체 추진력을 가지는 운송 시스템이다.

③ 자동제어 운송 시스템

고정경로를 가지는 엘리베이터, 무동력 컨베이어, 모노레일, AGV(Automated Guide Vehicle)등 프로그램화 된 운송시스템이다.

④ 자체유도 운송 시스템

AGV중 위치 측정 기법과 차량에 탑재된 센서로 여러 곳에 설치 되어있는 무선표지를 식별하는 유도방식을 사용하는 차량이다. (Self-Guide Vehicles)

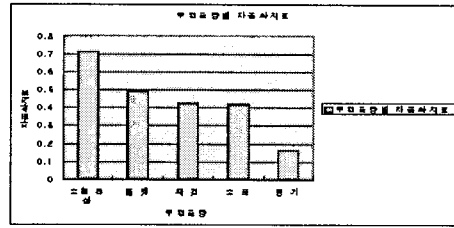
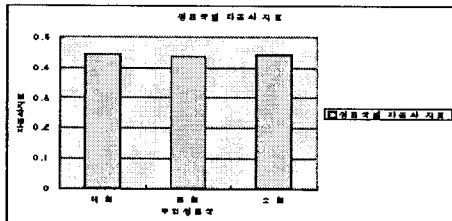
2.1.5 작업 인원

우편집중국의 작업 인원은 계별로 구성되어 있으며, 각 계별 작업을 수행하고 있다. 따라서 각 작업별 인원 구분이 어려우며 계별 최적 인원 산출을 이용하여 작업 인원 자동화 지표를 구하려고 한다. 하지만 인원은 소수에서 1명까지는 것과 다수에서 1명까지는 비중에 큰 차이를 보인다. 따라서 지수 분포를 사용하여 작업 인원의 자동화 지표를 산출 하려고 한다. 각 계별 최대 자동화 지표를 MAI(Maximum Automated Index)로 정의하고 적정인원(P)과 투입인원(I)의 비율을 사용하여 구한다.

• 작업인원 자동화 지표  $-(MAI)^{I/P}$

자동화 지표는 대형(부천)우편집중국, 중형(대전)우편집중국, 소형(수원)우편집중국을 대형, 중형, 소형 우편집중국의 표준으로 생각하여 집중국별 자동화 지표를 계산 하였고 또한 우편 물량별 자동화 지표도 계산하였다. 계산 결과는 아래의 <표 1>과 같다. 자동화 지표는 0에서 1의 값을 갖는다. 0은 전 과정이 수작업으로 이루어지는 것을 나타내고, 1은 운영 상 필요 인원을 제외하고 전 과정이 자동화된 상태를 나타낸다.

표1. 우편집중국 자동화 지표



우편집중국 별 자동화 지표는 대, 중, 소형의 자동화 지표가 큰 차이를 나타내지는 않았다. 우편물량별 분석에서는 소형통상이 가장 큰 자동화 지표를 나타내었고, 대형통상과 소포는 비슷한 수준의 자동화 지표를 나타내고 있다. 대형통상과 소포의 자동화 지표는 소형통상의 자동 인입과 달리 Key-in을 해야 하고, 수작업 비율이 소형통상에 비하여 더 높기 때문에 자동화 지표가 낮게 나타났다고 분석을 할 수가 있다. 또한 동기 우편물은 전 과정이 수작업으로 이루어져 있어서 자동화 지표가 낮은 것을 볼 수 있다. 따라서 동기 우편물의 자동화 방안이 가장 우선적으로 요구되는 것을 알 수 있다.

3. 동기 우편물 자동화 방안

동기 우편물은 비규격, 비정형화, 안전성으로 인하여 전 과정이 수작업으로 처리되고 있다. 현재 세계 선진 우정국에서는 동기우편물 구분처리 및 물류이동에 자동화를 도입하고 있지만, 아직까지도 많은 부분을 수작업에 의존하고 있는 현실이다. 하지만 지속적인 물량의 증가 및 특수계 작업장의 협소한 공간 문제가 현 우편 집중국의 큰 문제로 대두 되고 있다. 따라서 본 절에서는 우편집중국의 자동화 처리 방안을 정량적 요소뿐만 아니라 정성적 요소도 반영할 수 있고, 전문가의 경험과 지식을 반영할 수 있는 AHP기법을 적용하여 제시하였다. (이창원,1999)

3.1 동기 우편물 처리 현황

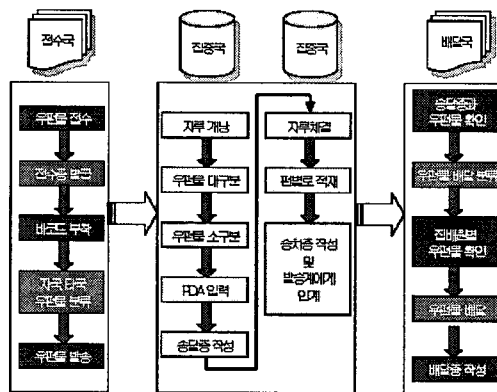


그림2. 현 동기 우편물 흐름도

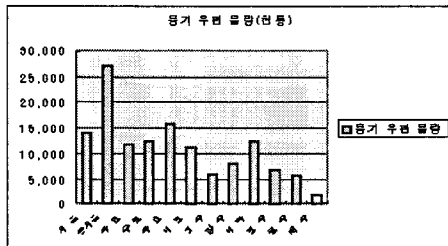
현재 우리나라 동기우편물의 처리 흐름을 살펴보면 아래와 같다. 우체국(접수국)에서 우편물에 바코드가 찍히고, 접수자는 우체국 담당직원으로부터 접수증을

받는다. 우편물이 우체국에 모이게 되면 각 우체국에서 송달증을 작성한다. 송달증을 현재의 우편물 총수와 비교하여 일치되는지를 확인하고 우편 집중국으로부터 받은 우편물을 대구분, 소구분하여 PDA입력을 하고 송달증을 다시 작성한다. 그리고 자루에 체결하여 편별로 적재가 이루어진다. 그 다음 송치증을 작성하여 발송계에게 전달하고 다른 우편집중국 또는 직체결국으로 우편물을 발송하게 된다. 배달국에서는 우편물을 받으면 송달증과 우편물의 개수와 정보가 맞는지 확인한다. 각각의 우편물을 배달하기 위하여 분류가 되어지고, 집배원은 다시 우편물의 개수를 확인하고, 송달증과 우편물의 정보를 확인하게 된다. 집배원은 각각의 우편물에 확인을 받아야 하기 때문에 받는 사람이 없는 경우 익일 다시 배달을 하고 그래도 없으면 우편물에 관한 정보를 알리고 받는 사람이 우체국에서 직접 찾아와야만 된다. 이것을 흐름도로 나타내면 <그림2>와 같다.

### 3.2 자동화 가능 공정을 위한 물량 분석

동기 우편물의 가장 큰 특징은 비규격화이다. 그러므로 현재까지 다른 우편물과 달리 기계화 및 자동화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 현재 우편집중국에서 처리되고 있는 우편물량의 분석을 통하여 기계화 및 자동화의 추진을 검토하고자 한다. 우편물량 분석은 2002년 1월부터 6월까지의 물량을 12개 집중국에 설문 조사를 통하여 실시하였다. 결과는 <표2>과 같다.

표2. 동기우편물총처리량



12개 집중국의 총 처리량은 95,682(천통)으로 가장 많은 물량을 처리하고 있는 중서울 집중국을 실사를 통하여 물량 분석을 실시하였다. 우편물 종류별 구분을 하면 빠른 동기 우편물과 보통 동기 우편물의 비율이 1:2이고, 물량별 구분을 하면 소형, 대형, 부정형 패킷의 비율이 7:2:1인 것을 확인할 수 있었다. 또한 6개월간의 총 물량을 월간, 일간, 수집 2호(18:00~22:00) 사이에 처리되는 물량) 기준으로 구분하여 보면 아래의 <표3>과 같이 나타낼 수 있다.

표3. 동서울 우편집중국 평균 물량(천통)

월 간	일 간 (월 25일 작업 평균)	수집 2호 기준 (18:00~22:00)
3,362.5	134.5	80.7

### 3.3 실현가능 자동화 가능 공정 선정

동기우편물 처리 현황 분석 과정에서 자동화 가능공정을 우선적으로 생각할 수 있는 부분을 동기 우편물의 로딩과 언 로딩, 동기 우편물의 이동, 구분공정, PDA입력 및 송달증 작성의 4가지로 선정

하였다. 이중 로딩, 언 로딩 부분은 로봇에 의한 작업 수행과정으로 우편상자와, 행낭등 여러 가지 이동 도구를 사용하는 동기우편물에는 적합하지 않고 또한 비용의 문제로 자동화 가능 공정에 어려움이 있다(Göran Hillner, 2000). 특히 정형화 되어 있지 않은 동기 우편물의 로딩 언 로딩은 어려움이 있을 것으로 판단된다. 또한 현재의 수작업 및 기타 도구를 이용하는 것이 현실적으로 더 효과적일 것으로 판단이 된다. 또한 이동 공정은 도착장에서 특수계 작업장까지 컨베이어 또는 무인 운반차가 고려되어질 수 있지만 현 도착장에서 특수계 작업장까지의 거리가 평균적으로 짧고, 고정경로가 요구 되어지므로 현실적으로 적용에 어려움이 있다. 그러므로 구분공정과 PDA 입력 및 송달증 작성을 우선적으로 자동화 가능 공정으로 생각하고, 대안 선정을 위하여 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용, 평가 기준별 가중치를 높이고자 하였다. 평가 기준은 경제성, 실현성, 효율성, 안전성을 주 항목으로 설정하였다. 평가 기준의 쌍별 비교와 가중치의 도출은 12개 우편집중국의 기술과 직원들의 설문조사를 통하여 선정하였으며, 평가 결과 및 분석은 계층화 의사결정분석(AHP)도구로 활용하는 소프트웨어인 'Expert Choice 2000 2nd Edition'을 활용하였다. 일관성 비율(C.R: Consistency Ratio)이 나쁜 (C.R>0.1)결과를 제외하고 쌍별 비교(Pairwise Comparison)함과 동시에 평가 기준별 가중치를 적용하여 대안결정에 개한 객관성을 높이고자 하였다. (satty,1983 ; 남윤석, 2000)

#### 대안 1 : Open Loop형 구분기

동기 우편물의 가장 큰 특징인 우편물의 유실/손상을 방지하기 위하여, 자동 고속 인입부와 수동 인입부가 장착된 Open-Loop형 구분기의 도입을 우선적으로 검토 한다. Open Loop형 구분기는 Tilted방식(Tray가 해당구분구에 가면 우편물을 기울여 중력에 의하여 구분구에 떨어지게 하는 방식)으로 서장 및 대형 편물, 부정형 우편물 분류가 가능하고, 분류 폭을 각각의 우편집중국의 상황에 맞게 조절이 가능하며, 무한 계도용과 단방향 직선형 등 Flexible한 레이-아웃이 가능한 구분기이다. 시간당 처리량은 자동 인입과 광학 및 영상 판독을 병행 하였을 경우 7,700통/h이고, 수동 인입인 경우 1,000통/h를 처리할 수 있다. 대안 1에 대한 세부 사항은 <표4>과 같다.

#### 대안2: 고속자동구분기

소형 및 대형/비정형 패킷 우편물 비율이 9:1로 소형 및 대형 전용 고속 구분기(30,000통/h)적용 Corss belt방식(Tray가 벨트 장착으로 해당 구분구에 오면 벨트 작동으로 정확하게 구분구에 인입)으로 처리하고 비정형 패킷우편물은 수작업으로 처리 하는 방안이다. 그러나 고속 자동 구분기 도입 시 가장 영향을 받는 것이 구분정보 획득이므로 최종구분기(LSM)와 같은 광학/영상 판독 방법을 이용하여 자동으로 구분 정보를 획득하게 하는 방안이 요구된다. 대안2에 대한 세부사항은 <표4>와 같다.

#### 대안3 : 플랫폼구분기를 이용한 자동 구분기

현재 이탈리아 우정청은 플랫폼 구분기를 이용하여 시간 당 10,000통의 서장 및 대형 통상 우편물

표4. 대안별 세부 사항

대안	구분기 형태	바코드 형태	인입 형태	만족도			비고
				고객	집중국	설치공간	
대안 1	Open Loop 형 구분기	기존바코드+전산정보 or 2D바코드	자동인입 수동인입	하	상	하	동기우편 상자이용
대안 2	고속 자동구분기	기존바코드+전산정보 or 2D바코드	자동인입 수동인입	상	중	하	
대안 3	플랫구분기 형태	기존바코드+전산정보 or 2D바코드	자동인입	상	중	하	
대안 4	현행 수작업	기존 바코드	•	상	하	•	

을 구분처리 하고 있다. 따라서 우리나라의 플랫 구분기와 같은 방안을 적용 Cross belt방식으로 동기 우편물의 처리를 하게 하는 방안이다. 구분 방법은 주소부 광학 및 영상 판독을 사용하고 있다. 대안3에 대한 세부사항은 <표4>와 같다.

**대안4 : 현행 작업 과정**

현 처리 과정과 같은 수작업 구분 및 송달증 작성하는 방안이다. 자동화 장비의 도입은 현재의 시스템에서 투자대비 효과를 얻을 수 있는가에 달려있다. 따라서 현재의 동기 우편물 처리과정을 하나의 대안으로 선정하였다. 대안4에 대한 세부 사항은 <표4>과 같다.

**3.4 동기 자동화 대한 결정**

그림3은 대안들을 각 평가 기준에 대하여 AHP 기법을 사용하여 우열을 분석 비교한 값이다. 동기 자동화 대한 선정하기 위한 4가지 주 평가기준에 대한 상대적인 중요도의 우선순위는 경제성(34.1%), 안전성(32.5%), 실현성(18.9%), 효율성(14.4%)의 순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 현 수작업체계를 자동화 하기위하여서는 현재보다 확실히 경제적이어야 하며, 동기 우편물의 특성상 우편물의 훼손이 없어야 하기 때문에 경제성과 안전성이 높은 수치를 나타냈다고 할 수 있다. 따라서 대안 선정에 있어서 경제성 및 실현성은 대안 4가, 효율성 및 안전성에는 대안1이 가장 높았다. 결론적으로 우편집중국 동기 우편물 자동화 대안으로 대안1 Open Loop형 구분기가 최적 대안임을 보여준다.

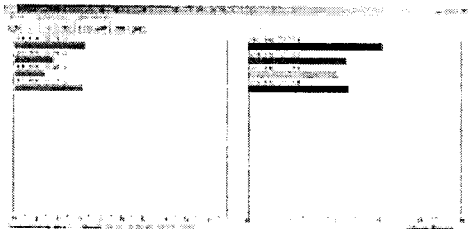


그림3. 대안 선정 결과

**3.5 동기 우편물 자동화 구축 방안**

우편집중국에 도착된 동기 우편물은 특수계 작업장으로 이동되어 지고 기본 표리, 정리 후구분기에 인입하며, 구분기에 인입 후에는 작업자가 만재된 우편상자교환 및 송달증 발행 버튼을 누르는 것의 별도의 추가 작업 없이 구분 상자에 적재되

어 송달증 발행까지 일괄 자동화 처리가 가능하게 된다. 또한 동기 우편물의 종적 조회 정보까지 자동으로 관리가 가능 하게 된다. 이 과정을 세부으로 나타내면 <그림7>와 같다. 동기 자동화 구축시 가장 중요하게 생각되는 부분이 구분 정보의 획득이 될 것이다. 중•추적 조회 시스템은 현재 구축이 된 상태이지만, 동기 자동화 기계의 도입 시 현재의 바코드(1D)를 사용할지, 아니면 새로운 시스템의 바코드(2D)를 사용할지 결정하여야만 한다. 하지만 현재의 바코드는 구분 정보의 획득을 할 수 없고, 2D 바코드 적용시 고객의 입장에서는 새로운 바코드 생성기 구입 하여야 하거나 고객의 신상정보를 구분정보로 획득하기 때문에 소비자의 입장에서는 불편한 사항이 많을 것을 예측 할 수 있다. 특히 DM(다량 우편물) 고객에게는 적용하기에 큰 어려움이 있을 것이다. 따라서 자동화 구축 시 기존 바코드와 새로운 바코드의 혼용이 불가피 할 것으로 생각되어진다. 따라서 구분기 인입 형태는 자동 인입과 수동 인입의 병행하여야 할 것이다.

**4. 우편집중국 내 운반 시설 자동화 검토를 위한 시뮬레이션 분석**

현재 우편집중국 내 운반 시설 자동화는 구분처리 후 발송장까지 이동시키는 트레이컨베이어, 우편자루 운반 컨베이어 등이 있다. 즉, 구분처리 후 이동 자동화에 초점이 맞추어져 있는 현실이다. 그러나 도착장에서 구분처리 장까지의 구간은 전 과정이 수작업 또는 전동차에 의하여 이동이 되고 있기 때문에 이로 인하여 안전사고 및 작업자의 무리한 작업량을 요구하고 있는 현실이다. 이에 본 연구에서는 도착장에서 구분처리장까지의 운반 자동화를 중심으로 우편 집중국내 운반 자동화 설비를 검토하였다.

**4.1 시뮬레이션 분석**

도착된 우편 운반구의 국사 내 공간 점유 현상(Staging Queueing)은 운반 자동화설비의 계획에 있어서 가장 중요한 요소(Critical Factor)로 작용하고 있다. 구분 작업을 제외한 국사내의 공간을 도착 저장 공간, 빈 트롤리 저장 공간, 수작업 공간으로 구분하고 시간대별 도착 우편 물량을 반영하여 국사 내에서의 공간 점유율을 확인하는 정확한 분석이 수행되어야 한다. 이 현상에 대하여 시뮬레이션과 대기행렬 모델의 수행을 통하여 공간 혼잡 문제의 진위를 규명하고 아울러 자동 운반 시스템의 배치문제를 검토하여 우편집중국 내

의 운반 시설 자동화 가능성을 검토 하였다.

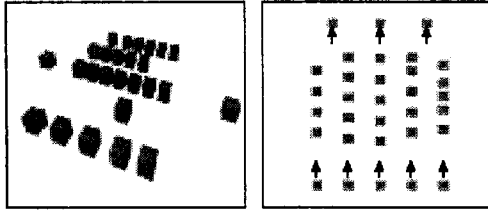


그림4. stagy queue simulation model

도착장에서 각 우편물의 구분 처리장까지의 적정 운반 시스템은 컨베이어, 무인 운반차(AGV, LGV, RGV)를 위주로 운반 자동화 설비를 고려하였다.

#### 4.2 시뮬레이션 조건 및 방법

본 연구에서의 시뮬레이션은 수작업 인원의 수를 모수 인자로 선택하여 도착장, 구분처리 전 후 대기장, 발송장을 각각 대기 단계로 모델링을 수행하였다. 목적함수는 도착장과 구분 처리 전 후 대기장의 누적 물량과 수작업 인원의 수를 최소화하도록 구성하여 최적화 실험(Optmizing DOE)을 수행하고 발생 대기 행렬과 가용 대기 행렬을 이용하여 각 우편집중국의 혼잡도를 계산하였다. 실험 입력 데이터로는 기계별 처리 능력, 도착 물동량, 가용 대기 용량, 수작업자 처리 능력을 고려하여 Automode II를 이용하여 수집2호(18:00~22:00시) 발생 시간으로 3회 반복 실험을 실시하였고 최적화 방법으로 진화전략을 이용하였다. 기계별 처리 능력은 서장 구분기, 플랫폼 구분기, 패킷 구분기, 소포 구분기의 처리능력을 우편 운반차를 기준으로 산출 하였고, 도착 물동량은 2002년 1월부터 6월까지의 데이터의 수집2호 평균을 사용하였다. 또한 가용 대기 용량은 도착장, 처리 전 후 대기장, 발송장을 설계도 및 실사를 통하여 산출하였고, 수작업자(공정간 이동) 처리 능력은 각 우편집중국의 발착계 직원의 표준 작업 시간을 산출하였다. 참고로 작업 준비 시간은 고려하지 않았다.

#### 4.3 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과 대, 중, 소형 우편집중국의 발착계 최적 인원과 공간 혼잡도를 산출 할 수 있었다. 시뮬레이션 실험 결과는 <그림5> 와 같다.

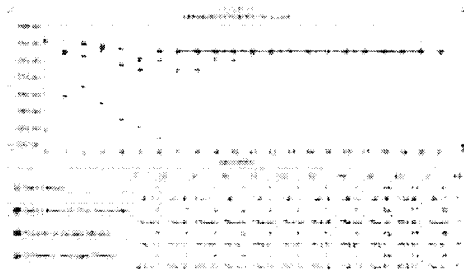


그림5. 부산 우편집중국 시뮬레이션 결과

그림9는 시뮬레이션 진화 전략을 사용한 결과를 보여준다. 분석 결과는 <표5>와 같다.

#### 표5. 우편집중국 혼잡도

	발생 대기 행렬(unit)	가용 대기 행렬(unit)	혼잡도(%)
부 천	740	1,207.2	61.3%
대 전	536.6	664.4	80.76%
수 원	399	231.7	172.21%

※ 혼잡도=발생대기행렬/가용대기행렬

<표5>를 분석하면 혼잡도 80%가 집중국의 최대 발생 대기 행렬이라고 분석하면 대전 우편집중국은 가용대기 행렬과 발생 대기 행렬이 거의 같다고 할 수 있다. 부천 우편집중국의 경우는 조금 낮은 수치임을 알 수 있다. 하지만 수원 집중국의 경우 병목 프로세스인 자동 구분처리기 공정에서의 처리 전 대기 행렬로 인하여 작업장에 혼잡도가 과도하게 발생하고 있다. 또한 우편집중국의 동선분석 시 동선에는 우편물이 일렬로 정렬되어 있다고 분석하게 되면 혼잡도 수치는 매우 높게 나타 날 것으로 분석되어 진다. 따라서 우편집중국에 운반자동화 기계를 도입하게 되면 집중국 내 원활한 흐름에 더 큰 방해가 될 뿐만 아니라, 혼잡도를 더 증가 시킬 것이다. 따라서 가용대기용량의 확대를 통한 혼잡도를 줄인 후 도착장에서 구분처리 전까지의 운반 자동화의 도입이 요구된다.

### 5. 집중국 프로세스 업그레이드 방안

우편집중국의 운영 효율화 방안은 각 처리 단계의 최적 프로세스를 찾는 방안이 아닌, 우편물의 익일 배달을 수행하는 방안을 찾아 실행 하는 것에 목적이 있다고 할 수 있다. 기존의 연구의 대부분은 구분처리에 국한되어 시행함으로써 익일 배달의 실현 가능성을 검토하였다. 하지만 구분처리만을 향상 시키는 것은 우편집중국의 전체 프로세스 중 일부만을 향상 시키는 것으로 분석 할 수 있다. 따라서 본 절에서는 우편집중국의 시스템 전체의 최적화를 위하여 소행동상의 처리과정을 통합하여 하나의 시스템으로 분석, 문제점이 있는 부분을 업그레이드 시키는 방안을 연구 하였다.

#### 5.1 프로세스 설계 및 가계

우편집중국은 수용국에서 접수된 우편물을 도착장에 하역을 한 후, 우편물별 표리·정리장으로 보내게 된다. 그러면 각 계 직원들이 표리 정리를 하고, 구분기 투입 물량과 투입불가 물량을 구분하여 구분기와 수작업으로 구분을 한다. 그림 각 구분기로 투입하여 발송되어 지면 트레이 컨베이어를 이용하여 발송장으로 보내게 되고, 발송장에서는 차량에 적재하게 된다. 따라서 우편집중국의 각 작업장을 크게 4개의 stage로 구분하여 시스템을 <그림6>과 같이 설계하였다.



그림6. 우편집중국 설계

시스템의 단순화를 위하여 다음과 같은 가정을 세웠다.

[가정]

- ① 구분기의 개수는 일정하다.
- ② 모든 구분기는 고정위치에서 구분을하고, 연속 비율로 구분한다.
- ③ 각 stage사이와 stage안에서의 통행시간 및 처리시간은 무시한다.
- ④ 우편물의 수는 시스템 성능에 영향을 미치지 못한다.

### 5.2 프로세스 분석

기호 정의는 다음과 같다.

[기호]

$n$  : stage의 수 ( $n=1,2,3,4$ )

$d_k$  :  $k$ 번째 stage에서의 지연시간 (delay time)

$D$  : 우편집중국에서 우편물이 처리되어 나간 총 우편물 수

$C_k$  :  $k$ 번째 stage에 도착된 우편물의 누적 개수

$S_k$  :  $k$ 번째 stage에서 처리되어 나간 우편물의 누적 개수

$\mu$  : 각 stage에서의 시간당 우편물 처리 총합

$\mu_k$  :  $k$ 번째 stage에서의 시간당 우편물 처리용량

기호 정의로부터 다음과 같은 식(1)을 얻어 낼 수 있다.

$$\sum_{k=1}^4 \mu_k = \mu \quad \text{and} \quad S_4(t) = D \quad (1)$$

또한 우편집중국의 운영 효율화를 증진 시키는 방안은 시간당 처리율을 최대화 시키는 것 또는 각 stage에서의 지연 시간을 최소화 시키는 문제로 생각되어 질 수 있다. 이와 같은 사실로 우리는 다음과 같은 선형 방정식을 세울 수 있을 것이다.

$$\text{Maximize } Z = D(t) \quad \text{or}$$

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^4 d_k(t)$$

subject to

$$S_k(t) - S_{k-1}(t) \leq 0 \quad \text{for } k=2,3,4$$

$$S_1(t) - C_1(t) \leq 0$$

위의 식으로부터 우리는 다음과 같은 식(2)을 얻어 낼 수 있다.

$$S_4(t) \leq S_3(t) \leq S_2(t) \leq S_1(t) \leq C_1(t) \quad (2)$$

그러면 우리는  $S_4(t)$ 를 최대화하는 것이 목적이

고,  $\sum_{k=1}^4 d_k(t)$ 을 최소화 하는 것이 목적이기 때문에 식(2)는 아래와 같이 식(3)으로 바뀔 수 있다.

$$S_4(t) = S_3(t) = S_2(t) = S_1(t) = C_1(t) \quad (3)$$

따라서 각 stage의 우편물 처리용량은 모두 동일하여야 한다. 즉, 다음 식(4)과 같다.

$$\mu_k = \frac{\mu}{n} \quad \text{for } k=1,2,3,4, n=4 \quad (4)$$

따라서 식(4)로부터 가장 높은  $D(t)$ 의 계산이 가능하다.

대형(부천) 우편집중국2002년도 1월부터 6월까지의 소형통상 우편물량 분석을 통하여 <표6>과 같이 각 stage에서의 시간당 우편물 처리용량을 계산하였다.

<표6> 각 stage별 우편물 처리용량(천통/h)

	도착장	표리정리	구분기	발송장
부천	132	91	135.7	132

※ 산출 기준

- 도착장- 2002년 1월부터 6월까지의 물량분석을 통하여 처리용량 산출
- 표리정리- 수집우편물×우체통수집×비규격제외(수도권 기본계획 참조)
- 구분- 서장 구분기 처리량 + 수작업 처리량
- 발송장- 2002년 1월부터 6월까지의 물량분석을 통하여 처리용량 산출

### 5.3 프로세스 업그레이드 방안

<표6>에서 보는 것과 같이 우편집중국의 소형통상 처리에 있어서 표리 정리 부분이 병목 구간인 것을 확인 할 수가 있었다. 따라서 비 병목구간의 우편물 처리용량은 각각의 작업장의 우편물 처리량에 의하여 결정되는 것이 아니라 시스템의 병목구간 작업장의 우편물 처리량에 의하여 결정된다. (Sanjay Paliwal, 2000) 구체적으로 표리 정리 단계에서 약 시간당 4만 통 정도가 잔량으로 남음으로써 우편집중국 시스템의 총 처리량을 감소시키고, 지연시간(delay time)을 증가 시키는 것을 확인 할 수가 있었다. 따라서 표리 정리 단계에 더 많은 수작업 인원이 투입되거나, 또는 자동화 시키는 방안을 고려하여야 할 것이다. 대부분의 우정 선진국에서는 표리 정리 단계에서 CFC (Culling, Facing, Cancellation) 기계 또는 FC (Facing, Cancellation) 기계를 사용하여 병목 구간 문제를 해결하고 있다. 우편집중국으로 우편물이 유입되기 전에 집배모국에서 우편물을 종별로 구분, 기계처리가 가능한 물량을 선별하여 발송하므로 두 기계 및 폭 분리기(Culling)의 기능은 크게 요구되지 않을 것 같고, 기계 설치 시 현재의 수작업장에 설치를 하여야 하고 트롤리 또는 파렛의 동선을 확보하여야 하기 때문에 CFC보다는 FCM도입이 타당 할 것으로 여겨진다. 따라서 FCM(표리정리

기계)의 도입은 우편집중국의 표리정리 단계의 병목 구간 문제를 해결하고 현 집배모국의 작업 부하를 감소시킬 수 있는 방안이다.

## 6. 결론

본 연구는 우편집중국의 자동화 부분에 중점을 둔 운영효율화 방안을 제시 하였다. 우편집중국의 자동화 지표를 제시함으로써 집중국 내 우편물량 처리 실태를 객관적으로 분석 할 수 있었다. 현재의 우편집중국을 국사별, 우편 물량별 자동화 지표를 계산함으로써 자동화율이 낮은 부분의 업그레이드 및 공정 개선을 할 수 있게 되었다. 또한 기계화 및 자동화가 되어있지 않은 동기 우편물의 자동화 방안을 제시함으로써 동기 우편물 처리의 생산성을 향상시켜 처리 물량의 증가 시에도 운영상의 어려움을 제거하고 특수계 작업의 부하를 감소시키는 방안을 제시하였다. 또한 우편집중국의 공간 분석 및 물동량을 조사하여 시뮬레이션을 실시하므로 집중국의 운반시설 자동화 가능성을 검토 하였다. 현재 우편집중국의 가용대기행렬과 발생대기행렬을 혼잡도로 계산을 함으로써 우편집중국 운반시설의 가능성을 검토 하였다. 각 작업장간의 검토 가능한 컨베이어, 무인 운반차는 고정 경로를 요구하므로 우선 집중국 내 혼잡도를 줄인 후 설치하는 방안을 제시하였다. 프로세스 개선은 집중국을 4개의 작업장으로 단순화 시켜 시스템 전체의 우편물 처리량을 향상 시키는 이론적 근거를 제시하였다. 병목구간의 해결은 현재 우정 선진국에서 사용하고 있는 FCM등의 도입 방안과 수작업 인원의 추가를 제시 하였지만 현실적으로 작업공간의 한정성과 경제성에 의해서 FCM의 도입이 효과적인 것을 알 수 있었다. 따라서 이와 같은 효율화 방안은 전국적으로 22개 우편집중국과 대전우편집중국의 시스템 성능을 업그레이드 시키고, 수작업 비율을 감소시키므로 집중국의 궁극적인 목표인 익일 배달의 향상을 가져 올 수 있고, 작업 부하를 감소시킨다는 결론을 내릴 수 있다.

## 참고문헌

- 남윤석, 이흥철(2000), "Simulation기반 우편집중국 최적운영 방안", IE Interfaces, Vol. 13, No. 4, pp. 680-687
- 이종찬(2000),"우편집중국 건축물의 기본계획", 건축설비, 제2권, 제3호, pp.43-50
- 이창원 외(1999),"AHP방법론을 이용한 우편집중국 입지선정에 관한 연구", 정책분석평가학회보, 제 9권, 제2호, pp.171-183
- 조현보, 정기용, 이인범, 주재규, 이주장, 전종학(1997), "자동화 지표 계산 및 공장 자동화 순서 결정을 위한 방법", 산업공학회지, 제 10 권, 제 1호
- Barent Raney(2000), " The United States Postal Service Integrated Processing Facility", 13th International Conference on Postal

- Automation, NASHVILLE, TN, c2-p2-f
- Degamo.E.Paul, J.T.Black, and Ronald A. Kohser(1999), " Material and Process in Manufacturing", Wiley
- Göran Hillner(2000), " Material Handling Technology, Robot", 13th International Conference on Postal Automation, NASHVILLE, TN, b3-p1-f
- Groover, M. P.(1987), " Automation, Production, Systems, and Computer-Integrated Manufacturing", Prentice Hall Inc.
- Sanjay Paliwal(2000), " Lean Production", 13th International Conference on Postal Automation, NASHVILLE, TN, c3-p1-f
- Satty, T.L.(1983), "Priority Setting in Complex Problem", IEEE Transition on Engineering Management", 30(3), 140-155