

AutoMod 를 이용한 우편집중국 물동량에 따른 컨베이어 시스템 성능분석

Performance Evaluation of Conveyor System at the Postal Distribution Center using AutoMod

조광현*, 이재준*, 김영주*
(주) 아이.이 시스템즈*

Kwang-Hyun Cho*, Jae-Joon Lee*, Young-Ju Kim
IE Systems Co., Ltd.*

요 약

컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 소프트웨어는 현재 많은 분야에서 이용되고 있으며, 본 논문에서는 제조 및 물류 전용 3차원 소프트웨어인 AutoMod 를 사용하여 우편집중국의 트레이 컨베이어(Tray Conveyor) 시스템을 모델링하고, 예상되는 각 물동량에 따른 시뮬레이션 결과 분석을 통하여 컨베이어 시스템의 성능 분석 과정에 대하여 기술한다.

1. 서 론

우편집중국은 현 지역 내에서 발생하는 모든 우편물을 이곳에 모았다가 전자동시스템에 의해 각 지역별 우편물을 분류하고 각 관할 우체국으로 발송하는 기능을 담당하는 곳이다.

이러한 우편집중국의 도입 배경으로는 인력에 의한 우편물 처리 능력이 한계에 도달 했고, 우편물량의 급증과 증량화·대형화 추세이며, 우편물 분류 작업의 중노동성·단순반복성 때문에 도입되게 되었다. 또한, 우편물 소통 구조의 복잡성을 들 수 있는데 즉 우편물의 구분단계가 복잡하고 우편물 중계과정이 집배국 - 집배모국 - 직체결국 - 중심국등의 다단계 운송체계로 인력 및 비용의 낭비가 많으며, 작업생산성의 저조 및 고 임금화 추세에 따라 인건비의 부담이 과중 되었고, 우편사업의 경쟁력 및 효율성 재고의 필요상 도입되게 되었다.

이러한 자동화된 우편집중국의 도입은 그 동안 수작업에 의존한 우편물 분류 시간을 크게 줄이고 배달시간 단축 및 인력낭비의 감소효과를 가져올 것이다.

우편집중국은 자동화된 라인, 즉 컨베이어 시스템과 각종 설비 등으로 구축된다. 이러한 컨베이어 시스템은 설치비용이 크고 설치 후 변경이 어렵기 때문에 사전에 시스템의 성능 분석이 필요하다. 구간별 병목 현상, 공간 활용도를 파악, 시스템 제어 및 운영 정책별 시스템 성능 파악 등

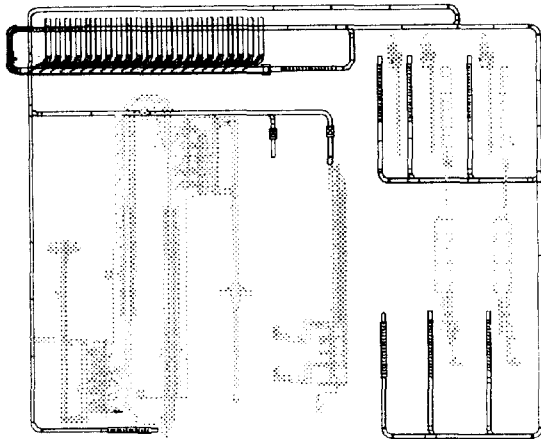
시스템에 대한 성능 분석은 시뮬레이션 기법을 적용하여 분석할 수 있다.

본 논문에서는 우편집중국 시뮬레이션 분석과정에 있어 트레이 컨베이어 시스템의 특징 및 구조를 설명하고 시뮬레이션 환경 및 조건을 살펴보고, AutoMod 를 통한 트레이 컨베이어 시스템 시뮬레이션 결과를 분석한다.

2. 우편집중국 컨베이어 시스템의 특징 및 구조

우편집중국의 컨베이어 시스템은 각 트레이의 투입부에서 컨베이어로 적재된 다음 컨베이어의 경로에 따라 이동하여 최종적으로 구분기에서 목적지 별로 구분된 후 작업자가 구분된 트레이를 컨베이어 시스템으로부터 내려놓는 형태로 구성되어 있다.

본 시뮬레이션 분석에 적용한 우편집중국의 컨베이어 시스템 및 설비배치(Layout)는 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 우편집중국에 대한 설비배치도

3. 시스템 시뮬레이션 환경 및 조건

3.1 시뮬레이션 환경 및 조건

컨베이어에 적재되는 트레이와 트레이 사이의 피치는 트레이의 폭을 고려하여 약 600mm 이상으로 하며, 트레이 구분기 다이버터의 피치 간격은 벨트 컨베이어 속도, 트레이 크기, 동작 소요시간을 고려하여 1200mm 이상으로 한다.

각 컨베이어 라인에는 저장(Accumulation) 컨베이어를 설치하므로써 비상시 부분별로 컨베이어가 정지시에도 최대한 컨베이어에 적재되어 처리될 수 있도록 한다.

컨베이어 합류 부분에 대한 운영방법은 라인별 우선순위를 부여한 일괄(Batch)방식으로 한다.

각 컨베이어 라인의 합류지점에서 트레이 정체시의 우선 순위는 아래와 같으며 부분적으로 적체시에는 운영방안을 제시하여야 한다.

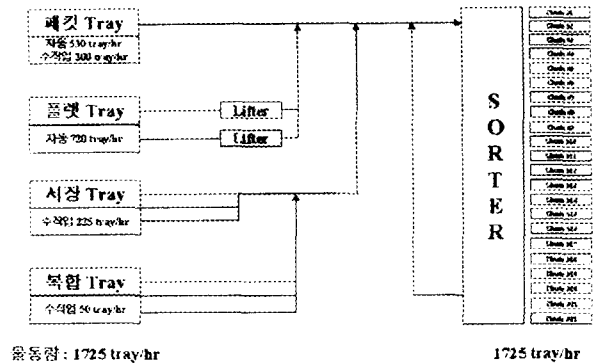
- 패킷, 플랫 구분기에서 컨베이어에 장착되는 트레이
- 최종구분기에서 수동 장착 트레이
- 복합구분기에서 수동 장착 트레이
- 기타 (선구분 수작업 및 비규격 수작업 수동 장착 트레이)

우편집중국의 운영은 24Hr/day 로 하며, 기계의 가동시간은 10 hr/day - 15 hr/day 으로 하며, 시뮬레이션의 물동량 처리 및 운영은 포화년도(2013년)를 기준으로 한다.

복합구분기와 저장 라인의 인입방법은 1시간에 1회에 연속작업에 의하여 각 라인에 5초 간격으로 적재한다.

수작업 라인(복합, 저장)의 적재방법은 1시간 동안 1회 일괄(Batch)작업으로 컨베이어 라인별 5초간격으로 적재한다. 자동 라인(패킷, 플랫)의 적

재방법은 일정간격으로 연속하여 컨베이어에 적재한다. 단, 패킷 라인은 수작업 물량 및 자동 처리 물량이 동시에 인입되며, 각 트레이별 흐름 및 물동량은 [그림 3-1]과 같다.



[그림 3-1] Tray 흐름 및 물동량

3.2 트레이 및 컨베이어 사양

각 우편물을 적재하고 운반할 트레이 및 컨베이어에 대한 사양은 다음과 같다.

- 트레이(Tray)의 크기
 - 대형 : 540L x 467W x 267 H
 - 중형 : 540L x 300W x 267 H
 - 소형 : 540L x 300W x 133 H
- 컨베이어 속도 및 트레이 구분기의 처리 용량
 - 소형 통상 우편물 이송 컨베이어
 - 인입부 경사 컨베이어 : 20 m/min
 - 중형, 대형 통상 우편물 컨베이어
 - 인입부 경사 컨베이어 : 20 m/min
 - 트레이 구분 컨베이어 : 50 m/min
 - 플랫 인입용 Lifter : 500 Tray/시간
 - 트레이 구분기 처리용량 : 2000 Tray/시간

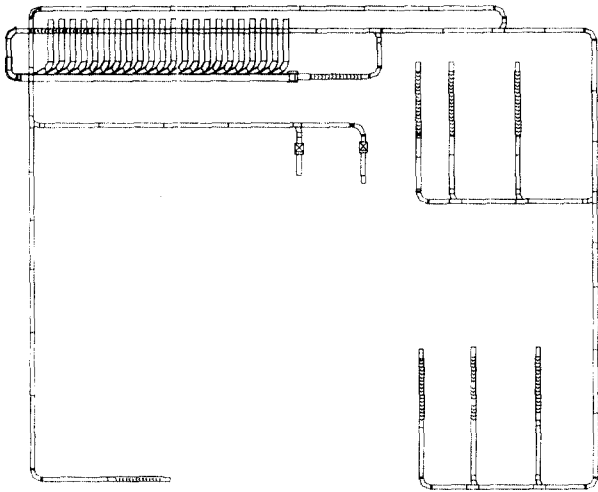
4. AutoMod 를 이용한 컨베이어 시스템 모델링 과정

AutoMod 에서 모형을 구축하는 과정은 다음과 같은 과정으로 구축되었다.

1. 컨베이어시스템 모델링
2. 각 작업 공정 모델링
3. 컨베이어 합류부분에 대한 운영방법 검증

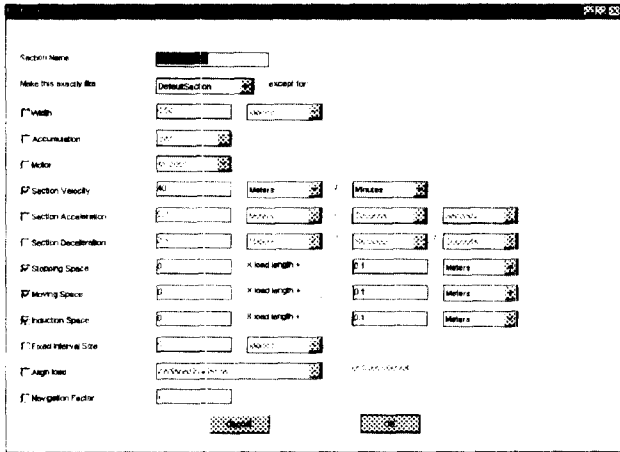
AutoMod 는 실제 시스템 규모를 그대로 반영하여 모델링하기 때문에 컨베이어 시스템을 실제 치수 그대로 구현하기 위해 앞선 [그림 2-1]에서의 우편집중국 설비배치도(CAD 도면)을 이용하여 AutoMod 로

가져온(Import) 다음 ([그림 4-1]) 컨베이어시스템 모델링에 사용하였다.



[그림 4-1] 설비배치도로부터 가져온 컨베이어시스템 도면

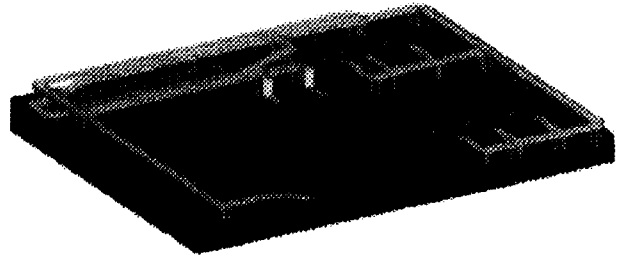
AutoMod에서는 모델링하는 과정에 있어 각 컨베이어의 구간별 속성값을 입력할 수 있다 ([그림 4-2]). 이러한 속성값들은 시뮬레이션 분석을 하는데 있어 중요한 영향을 미치므로 정확한 값을 입력해야 한다.



[그림 4-2] 각 컨베이어 구간별 속성값 입력화면

완성된 컨베이어 시스템 모형을 토대로 각 작업 공정에 대한 세부 운영사항을 지정하고, 수동 및 자동 적재 라인별 각 트레이의 투입시간을 입력한다. 끝으로 화면상에서 각 트레이별 적체여부를 파악하고 결과 분석에 필요한 통계량 획득을 지정하므로써 모델링 과정을 종료한다.

최종적으로 완성된 컨베이어 시스템의 모형도는 [그림 4-3]에서 보는 바와 같다.



[그림 4-3] AutoMod로 모델링한 컨베이어시스템

5. 시뮬레이션 결과 분석

최초에 설계된 컨베이어 시스템은 설계 물동량을 처리할 수 없어서, 수차례에 걸친 물동량 흐름에 대한 여러 가지 안을 시험하여 가장 최적안을 도출하였으며, 결과적으로 컨베이어 속도와 물동량이 흐름을 제어하는 방법으로 해결할 수 있었다.

5.1 결과분석

- 처리 물동량은 1725 Tray/hr 을 기준하여 최초 레이아웃으로 분석하였다.
- 컨베이어 합류부분에서 라인별 일괄(Batch) 처리에 의하여 요구 물동량을 처리하였다.
- 이론적 처리 가능 물동량을 살펴보면 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$\begin{aligned} & \mathbf{30m/min \times 60min/hr} \rightarrow \text{시간당 컨베이어 이동거리} \\ & \mathbf{1 m/tray} \rightarrow \text{Tray 이동시 피치(Pitch)} \\ & \mathbf{= 1800 tray/hr} \end{aligned}$$

- 상기 물동량은 최초의 컨베이어 시스템에서, 이론적으로 처리가 가능하도록 설계되었지만, 컨베이어 제어 방법의 차이로 인하여 처리할 수 없었다.

5.2 시뮬레이션 처리량

[표 5-1] 각 트레이별 처리량 및 기준 물동량, 처리율

구분	처리량		기준 물동량	처리율
	Tray/8hr	Tray/1hr		
패킷	5840	730	730	100.0%
플랫	5760	720	720	100.0%
복합	440	55	50	110.0%
서장	1800	225	225	100.0%
합계	13840	1730	1725	100.3%

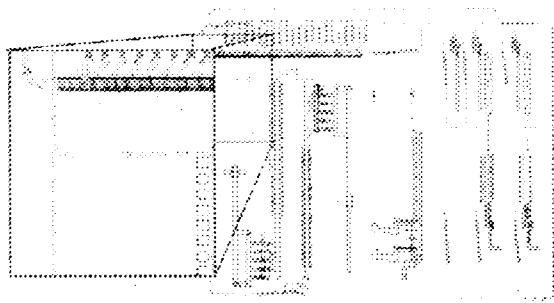
[표 5-1]는 시뮬레이션 시작 2시간 후부터 8시간동안 시뮬레이션 결과 Report를 분석한 것

이며, 시물레이션 시 자동 적재되는 플랫폼과 패킷 물량이 정상적으로 처리되고 있음을 보여준다.

컨베이어의 합류(버퍼)구간 운영방법에 따라서 즉, 트레이의 이동 피치(1200 mm)와 정지 피치(600mm)의 크기에 따라 처리 물량이 달라질 수 있다.

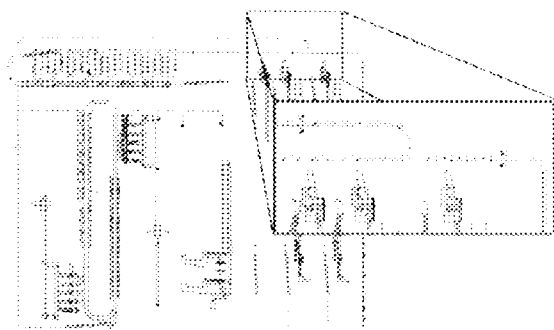
5.3 컨베이어 합류 부분 운영방법

플랫폼 인입부에서 온 트레이를 제1우선 순위로 먼저 통과하게 하고 패킷 인입부에서 온 트레이는 일정량(12개) 만큼씩 모이게 되면 플랫폼 라인의 트레이의 수량이 46개 미만일 때 플랫폼 트레이 라인을 세우고 패킷 트레이를 통과시킨다([그림 5-1]).



[그림 5-1] 패킷, 플랫폼 트레이가 합류되는 컨베이어 부분에 대한 시물레이션 화면

패킷 및 플랫폼 라인의 버퍼구간은 일정량 (12개)의 트레이가 될 때까지 대기하게 하고 수량이 차게 되면 즉시 저장 및 복합 트레이 라인을 대기하게 하고 패킷 및 플랫폼 트레이를 통과시킨다([그림 5-2]).



[그림 5-2] 패킷, 플랫폼 트레이와 저장, 복합 트레이가 합류되는 컨베이어 부분에 대한 시물레이션 화면

5.4 출하 Chute 운영

아래 [표 5-2]는 트레이 구분기에서 분류된 트레이가 Chute 에 적재되면서 Chute 를 가득채울 때 (트레이 8 개)까지 걸린 시간을 분석한 결과로서, 작업자가 트레이를 이체하는 시간 간격을 의미한다.

[표 5-2] 출하 Chute 분석결과

Chute 만재 횟수	217 회/hr
만재 평균시간	6.0769 min/Chute
만재 최대시간	14.6989 min/Chute
만재 최소시간	1.7588 min/Chute
표준편차	2.0093

위에서 언급된 우편집중국 트레이 컨베이어 시스템은 시물레이션 분석과정을 통해 처음 설계된 레이아웃(Layout)과 사양서(Specification)를 기준으로 하여, 예상되는 물동량을 처리할 수 있었다.

다만, 컨베이어의 흐름제어를 일반적인 방법이 아닌 일괄(Batch) 처리에 의한 방법과, 컨베이어 구간별 속도를 달리하는 가속형 시스템으로 변경하여야 요구 물동량을 처리 할 수 있음을 알 수 있었다.

6. 결 론

본 논문에서는 실제 시스템에 대해서 시물레이션 소프트웨어를 사용하여 이루어지는 분석과정과 그 결과에 대해 살펴보았다. 이러한 시물레이션 기법의 적용은 실제 시스템이 구축되기 전에 반드시 거쳐야 할 과정이며 시스템에 대한 이해를 보다 쉽게 할 수 있을 것이다.

컴퓨터 시물레이션을 통해 얻어진 결과(e.g. 적용된 라인별 우선 순위 및 운영방법 등)를 실제 시스템에 충분히 반영한다면, 시스템의 합리적인 운영, 설비 변경에 따른 과투자, 적정 작업 인원의 산정으로 인한 인건비 감소 등의 효과를 가져올 것이다.

참고문헌

- [1] 정보통신부, 「우편 집중국 트레이 컨베이어 시스템」
- [2] 부산제신청, 「우체국 설치 현황」,
http://www.mic.go.kr/~pusanic/intro/po_machi.htm
- [3] 이영해, 백두권, 「시스템시물레이션」, 경문사, 1991
- [4] 김재련, 「컴퓨터 시물레이션」, 박영사, 1997