

자동물류센터의 최적운송예약 운영계획모델 A Vehicle Route Scheduling with Advance Delivery Requests in a Distribution Center Based on Robot Palletizing Vehicle

황 홍 석*

동의대학교 산업공학과

614-714 부산시 부산진구 가야동 산24

동의대학교 산업공학과

Tel : 051)890-1657, Fax :051)890-1619

E-Mail : hshwang@hyomin.dongueui.ac.kr

요 약

본 연구는 자동물류센터에서 수요자들에게 운송하기 위한 재공품의 Order-Picking을 위한 로봇장착 적하장비를 이용할 경우의 최적 운송예약계획 수립을 위한 시물레이션 모델의 연구이다. 로봇장착 적하장비 Order-Picking을 할 경우의 물류흐름의 효율성을 분석하고 시스템의 성능산정을 위한 시물레이션 모델을 개발하고 이를 이용한 최적 운송예약시스템의 운영계획을 수립하였다. 운송예약으로부터 운송량, 운반-도착지점 및 요구시간 등의 정보를 On-Line System으로 예약 받고 운송회사의 운송능력 등을 고려하여 최적운송계획을 수립하였다. 이를 위한 전산 프로그램을 개발하고 Sample 예제의 결과를 보였다.

Keyword : Order-Picking, Vehicle Routing Scheduling, Distribution Simulator

1. 개요

본 연구는 로봇을 장착한 적하장비를 사용할 경우의 물류흐름의 효율성을 분석하고 시스템의 성능산정을 위한 시물레이션 모델을 개발하였으며 이를 이용한 운송예약 시스템을 개발하였다. 예약 운송시스템의 최적운송계획 모델은 On-line System으로 예약을 받고, 회사자체의 운용차량, 시간(매일 운영 시간) 및 운송능력 등을 고려하여 운송예약의 서비스가능여부를 실시간(real time)으로 응답해 주는 운송시스템의 운송계획 모델의 연구이다. 우선 사용자를 위하여 전화 및 E-Mail시스템으로 예약을 접수하고 자체의 시스템운영 조건 등을 고려하며 운송 차량을 할당하는 배치 알고리즘(assignment algorithm)을 개발하여 사용하였으며, 이를 위한 전산 프로그램을 개발하고 실제 문제에 적용한 결과를 보였다. 본 연구의

연구단계를 그림 1과 같이 요약하였다.

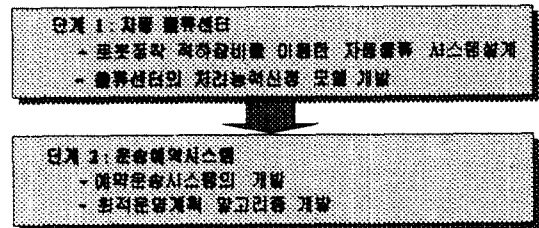


그림 1. 2 단계 연구 흐름도

2. 로봇을 장착한 자동물류센터

2.1 자동물류센터의 개념설계

본 연구에서는 산업용 로봇을 이용한 자동 물류시스템의 설계개념과 성능산정방법 등을 제안하였다. 이러한 자동물류센터의 가장 큰 이점은 Order-Picking이 자동으로 이루어지는 점이다. 자동화물류센터의 제품/정보의 흐름도를 표시하면 그림 2와 같다.

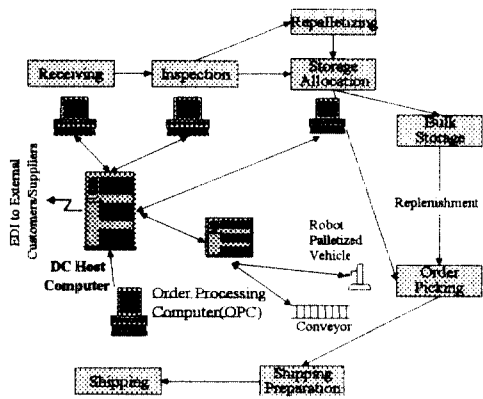


그림 2. 자동화 물류센터의 제품/정보 흐름도

자동화 물류센터에서는 이러한 Order-Picking의 자동화·경로계획과 차량할당 및 이를 통제하는 다음 Logic에 의하여 시스템이 최적화 되도록 운영된다.

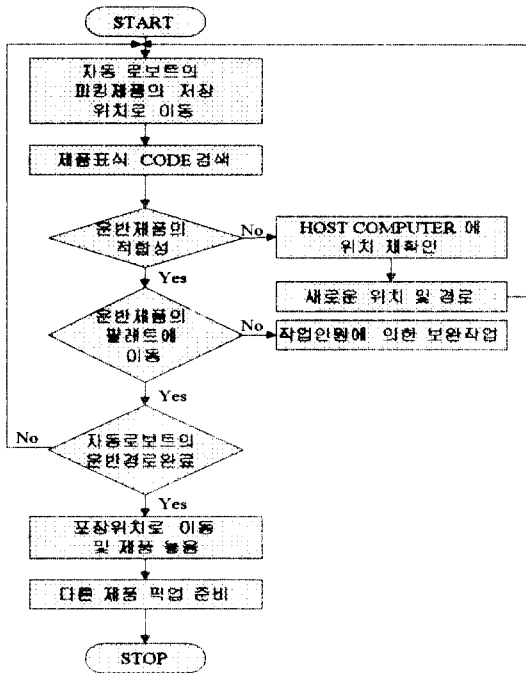


그림 3. 자동로봇의 Picking Logic 흐름도

본 연구에서는 다음 두 가지의 로봇장착 자동 물류시스템의 로봇장착개념을 도입하였다.

1) 복합 팔레트 로봇 장착 시스템

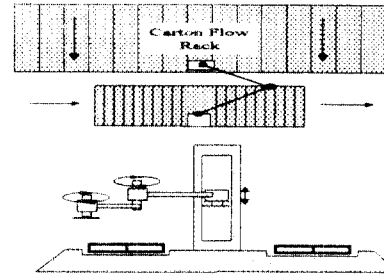


그림 4. 복합 팔레트 로봇 장착 시스템

2) 복합팔레트 로봇 장착 시스템 (원통형 로봇)

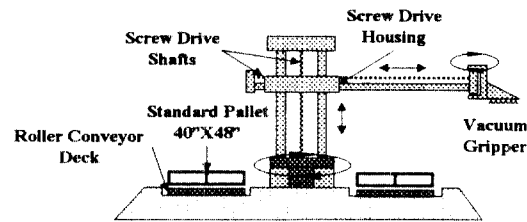
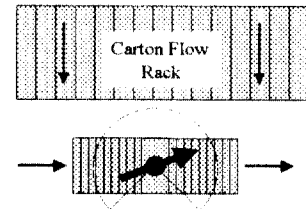


그림 5. 복합 팔레트 원통형 로봇 장착 시스템

위의 로봇 장착개념들을 고려하여 적절한 로봇의 장착방법, 동작속도 및 로봇 장착 장비의 속도를 선정하여야 한다. 또한 장착되는 로봇의 동력원과 로봇 자체의 컨트롤 개념을 정한다. 자동 로봇을 장착한 물류센터는 그 규모 및 물량처리 능력을 다음과 같은 최적화 하는 조건에서 운영되어야 한다.

- 물류센터의 배치 기준 및 목적
 - 확장의 용이성
 - 작업인원의 작업량을 최소화
 - 최대의 물류처리 (종합 물류 단위)
 - 동력의 최소화
 - 로봇 탑재 물류 장비의 통제의 용이성
- 자동로봇을 장착한 물류센터의 배치
 - 일반적인 배치 안을 표시하면 그림 6과 같다.
 - 위의 배치 안에서 각 통합화물단위(SKU)의 Rack에의 배치 전략은 Order-Picking 방법과 자동 로봇의 숫자 및 시스템의 물류처리능력 등을 고려하여 배치하여야 한다.

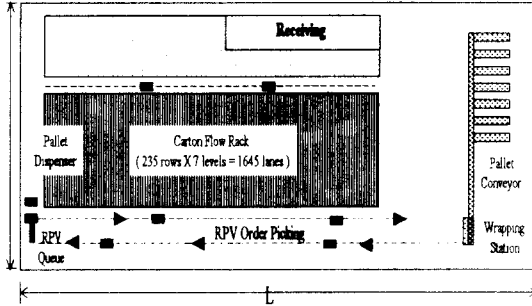


그림 6. 자동 로봇 장착 물류센터 배치(안)

2.2 자동물류센터의 능력평가

자동 물류센터의 능력을 평가를 위해서 다음 내용을 고려한 시스템 능력평가를 위해서 SIMAN Simulation 방법을 사용하였다.

- 고려된 자동화 물류센터의 운영 가능성
- 자동로봇장착 장비의 소요량
- 고려된 시스템의 물류처리 능력

본 연구에서 고려된 자동물류센터의 일일 목표 물류처리량(Pallets/day)을 처리 가능한 로봇장착 장비의 소요량을 산출하고, 다음으로 여러 물류센터의 대안 중 최적 물류센터를 구하는 방법으로 사용하였다. 자동물류센터의 성능평가를 위하여 시물레이션 모델을 개발하고 그림 6의 자동물류 배치도를 이용하여 총 237개의 작업장(W/S)을 가정하고 W/S 237은 포장W/S으로 사용하고 W/S 236은 Pallet의 배치 장소로, 나머지작업장은 모두 저장지역(Picking Area)으로 가정하였으며, 각 작업장간의 거리는 별도의 자료로 주어질 경우 본 Sample Test 문제의 Output를 보면 표 1과 같다 :

표 1. Sample Output

```

SIMAN IV - License #9210524
Dong EUI University

Summary for Replication 1 of 10

Project: Sample Test Prob.
Analyst: Hwang H.H.
Run execution date : 12/ 10/1998
Model revision date: 12/ 10/1998
Replication ended at time      : 1440.0

      TALLY VARIABLES

Identifier  Av.  Var.  Min.  Max.  Obser.
-----
Time       25.187 .06904 22.025 31.582 172
to Pick

      DISCRETE-CHANGE VARIABLES
    
```

Identifier	Ave.	Var.	Min.	Max.	Final Val.
------------	------	------	------	------	------------

Robot					
Pallet Veh.	3.9979	.01742	.00000	4.0000	4.0000

Utilization
COUNTERS

Identifier	Count	Limit
Numero of Cases	26277	Infinite

3. 예약 운송계획 시스템

3.1 예약 배치 알고리즘

예약 배치 알고리즘은 다음과 같은 고객 예약 정보와 시스템 운영정보로부터 각 운송 차량의 경로(Route), 각 차량의 출발 및 도착지점(Pick up, Destination Nodes)과 각 시간자료(Time Loops)들이 포함되고 최선의 운송계획을 수립하기 위하여 다음과 같은 배치알고리즘(Assignment Algorithm) 개발하여 사용하였다. 본 연구에서 개발된 예약 운송시스템의 배치를 위한 알고리즘은 고객의 예약정보 및 시스템

단계 1: 고객 예약 및 시스템 운영정보 입력

- 고객 예약 정보의
 - . 운송지점 (출발지, 도착지)
 - . 운송시간
 - . 운송량 (물량, 인원)
- 시스템 운영정보
 - . 운송지점 (출발지, 도착지)
 - . 운송시간
 - . 운송량 (물량, 인원)

단계 2: 최선의 대안 선정

- 차량 배치
 - . 배치 알고리즘 (Assignment Algorithm)
 - . 운송 Node
 - . 시간 Data
- 고객에의 응신
 - . 예약운송의 수용여부
 - . 시간 Data
 - . 가능해가 없는 경우
 - . 차선의 대안

단계 3: 전산 프로그램 개발 및 응용

- 전산프로그램 개발
- Sample Run

그림 7. 예약 운송시스템의 주요 단계

운영 정보로부터 다음 과정을 통하여 최선의

ASSIGNMENT OF NODES TO RIDER REQUESTS.
 REQ. NO PICK UP NODE NO. DEST. NODE NO.
 2 4 5

TIME CONSTRAINTS
 NODE NO OF BOARDING REQ. EARLIEST LATEST
 NO. RIDER TIME TIME TIME TIME
 4 2 2.00 200.00 195.00 205.00
 5 -2 2.00 .00 210.00 226.00

RIDER REQUEST 2 CANNOT BE PICKUP ON TIME,
 PLEASE TRY WITH TRANSFERING
 ALTERNATIVE NO. 1 PICKUP AT 8.05 BY BUS NO., 2
 NO MORE ALTERNATIVE FOR BUS NO. 2
 NO MORE ALTERNATIVE FOR BUS NO. 3

- 예약 운송계획의 결과(예);

FINAL ASSIGNMENTS

ASSIGNMENTS FOR VEHICLE 1 :

 START STOP
 TIME LEAVING NO. RI . TIME ARRIVING NO. RI NO.RI NO.RI
 NODE NODE PICKUP DROP NOW
 9:22 1 0 9:30 2 3 0 3
 9:32 2 3 9:44 3 0 3 0
 9:46 3 0 9:48 6 1 0 1
 10:32 6 1 10:34 14 3 0 4
 10:37 14 4 10:46 15 0 3 1
 10:48 15 1 10:49 7 0 1 0
 10:51 7 0 10:54 8 1 0 1
 11:12 8 1 11:13 4 2 0 3
 11:15 4 3 11:24 9 0 1 2
 11:26 9 2 11:27 5 0 2 0
 11:30 5 0 11:30 14 3 0 3
 13:12 16 3 13:22 17 0 3 0
 13:24 17 0 13:29 12 0 0 0

ASSIGNMENTS FOR VEHICLE 2 :

 START STOP
 TIME LEAVING NO. RI . TIME ARRIVING NO. RI NO.RI NO.RI
 NODE NODE PICKUP DROP NOW
 11:06 1 0 11:10 12 3 0 3
 11:12 12 3 11:15 10 3 0 6
 11:17 10 6 11:24 13 0 3 3
 11:25 13 3 11:26 11 0 3 0
 11:28 11 0 11:29 122 0 0 0

4. 결론

본 연구는 제한된 운송 차량으로 운송 예약 시스템을 운영하는 경우, 운송 요구에 대한 적정 운송 계획을 위한 모델의 개발이다. 본 연구에서는 먼저 로봇을 장착한 자동물류시스템을 개발하여 Order Picking의 자동화로 물류 효율과 서비스 수준을 향상하였고, 이 경우의 물류시스템 능력을 산정하기 위한 시물레이션 모델을 개발하여 응용하였다. 수요자의 정보(운송 차량, 출발점, 도착점, 및 소요 시간)와 시스템 운영 정보(운영 지역, 운송 차량의 능력, 속도 및 시스템 운영 시간)로부터 최소 비용 또

는 최소 운송 시간이 소요되는 예약 운송계획을 구하기 위하여 배치알고리즘을 개발하였다. 또한 본 모델의 사용자를 위하여 전산 프로그램을 개발하고 Sample Run의 결과를 보였다, 본 모델을 실무에 응용하고 도시 지역의 교통과 관련된 실제 Data를 획득하고 보완 연구될 경우 실용 모델로 활용될 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

1. Ashayeri, J., Gelders, L.F., "Warehouse Design Optimization", European Journal of Operational Research, 21, pp. 285-294, 1985.
2. Cluff, C. K., "Minimization of Tardiness in Many-to many Pickup and Delivery Systems", Case Western Reserve University, 1987.
3. Laporte, G., "The Vehicle Routing Problem : An Review of Exact and Approximate Algorithms", European J. Oper. Res. 59, pp.345-358, 1992.
4. Laporte, G. and Nobert, Y. and Desrochers, M., "Optimal Routing under Capacity and Distance Restrictions", Oper. Res. pp.1050-1073, 1988.
5. Mazouz, Abdel-Kader, "Expert System for Control of Flexible Palletizing Cell for Mixed Size and Weight Parcels", PhD Dissertation, University of Cincinnati, OH, 1987.
6. Weber, R., "Automated Handling of Palletized Piece Goods in Warehouses Has Reached Financial Justification", Proceedings of the 6th International Conference on Automation in Warehousing, IFS Conferences LTD, pp. 9, 1985.
8. 이영해, "생산자동화개론", Sigma Press, 1995.
9. 김 태운, 김 홍복, "산업용 로봇", 생능 출판사, 1991.