업무지원 시스템 및 공간정보 기반의 제품 이동 작업 경로 최적화 기법 연구

박성일^{*}, 최익수⁰

*울산대학교 산업경영공학부,

⁰(주)엔소프트 기업부설연구소
e-mail: psi4516@gmail.com^{*}, ischoi@nsoft.co.kr⁰

A Study on Product Move Operation Optimal Path Based on Business Supporting System & Spatial Information

Sung-il Park*, Ik-Soo choi^o
*Dept. Industrial Engineering, University of Ulsan,
OCorp, R&D Center of N-Soft

• 요 약 •

본 논문에서는 제조/물류 기업 등 제품(물품) 이동 작업 시 효율적인 경로 제공을 위한 경로 최적화 기법을 제안한다. 이 기법은 업무지원 시스템(MES, ERP, WMS 등)이 구축되어있는 기업을 대상으로 공간정보와 업무지원 시스템에 저장되는 제품 데이터를 기준 정보로 하며, 다익스트라(Dijkstra), 개미 집단 알고리즘 (Ant Colony Algorithm, ACO)등 경로 탐색 알고리즘을 적용하여 문제를 해결하고자 한다. 공간정보는 공장(현장)의 레이아웃(Layout)과 제품이 적재/출하되는 렉(Rack) 등의 위치 정보가 포함되고, 업무지원 시스템에서 제품의 현재 위치, 공정 상태, 등록 시간, 제품 크기 등을 사용한다. 제안하는 기법은 상기 기준 정보를 경로 탐색 알고리즘에 적용하여 적재/출하, 공정 이동, 보관 장소 변경 등 제품의 위치가 변경되는 경우에 경로를 최적화할 수 있는 기법을 제안한다. 제품 이동 작업은 대부분 노동력에 의존하는 작업으로 경로 최적화 기법을 제안함으로써, 인력 비용 감소와 향후 로봇 기반의 제품 이동 작업에도 적용하여 자동화된 작업효과를 가져다 줄 것으로 기대한다.

키워드: 경로 최적화 알고리즘, 업무지원 시스템(Business Supporting System), 공간 정보

I. Introduction

전국의 약 1.7만개의 공장에 스마트공장 도입 완료 됐고, 계속해서 도입 중인 상황이다. (중소벤처기업부 디지털 라이브러리 제공, 2023 년 6월 기준) 제품 이동 작업은 대부분 노동력에 의존하는 작업이며, 특히 오더 파킹(Order Picking) 작업은 물류창고에서 고객으로부터 수주한 주문정보에 따라 보관 중인 품목을 꺼내어 출하하는 과정이며, 물류창고 작업 중에서 비중이 매우 높다. 오더 퍼킹은 모든 창고 기능 중에서 가장 노동 집약적이며 일반적으로 창고 운영비용의 55%를 차지할 만큼 중요하다[1].

본 논문에서는 제조/물류 기업의 공간정보 및 업무지원 시스템에서 발생하는 데이터를 기반으로 경로 탐색 알고리즘을 적용하여 경로 최적화를 위한 기법을 제안한다. 기업별 주력 제품, 설비, 보관 방법 등 환경은 다르지만, 기업별 맞춤형 시스템으로 되기 위한 기법으로 적용할 수 있다.

II. Preliminaries

1. Related works

효율적으로 제품 이동 작업을 수행하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구의 내용과 직접 관련이 있는 창고 레이아웃, 저장방법, 이동경로, 작업 정책에 대한 기존의 연구를 살펴본다. Caron et al.(2000)은 수작업 피킹시스템을 대상으로 레이아웃 설계를 위한 시뮬레이션 접근법을 연구하였다[2]. Kim(2009)은 보관, 분류, 대기, 출고 구역을 L형, I형, U형 레이아웃으로 나누고, 각 유형 별 효율성을 시뮬레이션을 통해 분석하였다[3].

기존의 경로 탐색 알고리즘으로는 Dijkstra 알고리즘, Moore 알고리즘 등 다양한 기법들이 개발되었으며, 특히 다중목적을 고려한 최적경로 탐색 알고리즘으로는 파레토 최적을 이용한 "A bicriterion shortest path algorithm"(Climaco, Martins, 1982)과 "On Finding dissimilar paths"(V.Akgun, E. Erkut, 2000), "On finding

한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제31권 제2호 (2023. 7)

dissimilar Pareto optimal paths"(Paolo Dell'Olmo, 2004) 등이 있다.

III. The Proposed Scheme

1. 기준 정보 수집 및 가공

기업별 업무지원 시스템(MES, ERP, WMS 등)에서 발생하는 데이터 중 제품의 입고/발주 정보(입고/발주 번호, 품번, 입고 시간)와 제품의 위치정보(현재위치, 이동할 위치)가 필수적이다.

Fig. 1.에 표기된 데이터는 작업 계획에 따라 제품(품번)이 보관 장소에서 공정명이 명시된 설비로 이동하는 경우에 사용하는 데이터이 다.

발주번호	SEQ	품번	등록 시간	업데이트 시간	공정명
1 RV201912090001	1	1020-T.P-T.P-저점T.P -130RED_A-3T PE	2019-12-17 06:42:30.083	2020-01-16 17:27:59.130	UV Sheet 1호 기
2 RV201912090001	2	1025-G-LG-1N37-100한남청무	2019-12-17 06:42:30.083	2020-01-16 17:27:59.130	UV Sheet 3호 기
3 RV201912090001	3	1030-W-AFT-5N37-100한남청무-3T PE	2019-12-17 06:42:30.083	2020-01-16 17:27:59.130	코팅 1호기
4 RV201912090001	4	1040-B-AFT-5N37-100한남정무-3T PE	2019-12-17 06:42:30.083	2020-01-16 17:27:59.130	코팅 1호기
5 RV201912120001	1	1080-B-S/C-3-130RED_A-3T PE	2019-12-17 06:45:56.400	2020-01-16 17:28:36.123	통슨A-1호기

Fig. 1. Sample Data of Business Supporting System

추가로, 제품이 이동하는 장소에 대한 공간정보가 필요하며 Fig. 2.와 같은 공간정보를 격자 단위로 가공한다. 이때, 격자 단위는 공장 크기에 적합한 단위(1m, 2m, 5m 등)로 구성해야 한다.

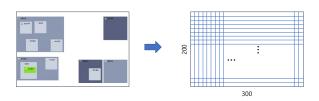


Fig. 2. Convert Layout Information to Grid Data

2. 경로 탐색 알고리즘 적용

경로 탐색 알고리즘 적용을 위해 격자 단위로 구성된 레이어를 설비, 장비, 구조물 등 물리적으로 접근 불가능한 영역인 Block Layer 를 설정하고, 이에 따라 이동이 가능한 경로, 폭에 대한 property, 사람이 아닌 장비(지게차, 이동형 렉 등)를 위한 제약 조건을 담은 Route Layer를 Fig.3.과 같이 구성한다.

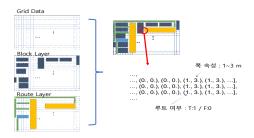


Fig. 3. Background Data for Path Optimization

경로 탐색 알고리즘은 기본적으로 그래프 내의 하나의 vertex에서 다른 vertex로 이동할 때 가중치의 합이 최소값이 되는 경로를 탐색한 다. 각 가중치는 최소비용, 최소거리, 휴리스틱 순서, 음의 가중치 등 경로 목적에 적합한 가중치를 사용한다.

본 논문의 데이터에 사용되는 경로 탐색 알고리즘은 노드 간 이동에 있어서 거리뿐만 아니라 Route Layer를 통한 제약조건, 창고에서 발생하는 상황(여러 물품을 이동하는 경우, 부피가 큰 물품을 이동하는 경우 등)에 현장 상황에 적합한 알고리즘을 사용해야한다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 업무지원 시스템의 데이터와 공간정보를 기반으로 경로 탐색 알고리즘을 적용하여 제품 이동의 최적 경로를 산출하는 기법을 제안함으로써, 인력 비용 감소와 향후 로봇 기반의 제품 이동 작업에도 적용하여 자동화된 작업을 기대한다. 향후 연구방향은 상기기법을 구현 및 시뮬레이션을 통해 검증할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Ulsan Metropolitan City-ETRI joint cooperation project.

[23AS1600, Develoment of intelligent technology for key industries and autonomous human-mobile-space autonomous collaboration intelligence technology]

REFERENCES

- [1] Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., Frazelle, E. H. & Tanchoco, J. M. A. (2003) Facilities Planning, NJ: John Wiley & Sons.
- [2] Caron, F., Marchet, G. and Perego, A. (2000) "Layout design in manual picking systems: a simulation approach", *Integrated Manufacturing Systems*, 11, 94-104.
- [3] Kim, K. H. (2009) "A Study on the Simulation for Optimal Layout Type in the Logistics Center", Myongji University Doctoral Thesis.