

자동화 컨테이너 터미널의 복수 규칙 기반 AGV 배차 전략 최적화

김정민* · 최이** · 박태진*** · † 류광렬

* 부산대학교 대학원, † 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

Optimizing dispatching strategy based on multicriteria heuristics for AGVs in automated container terminal

Jeongmin Kim* · Ri Choe** · Taejin Park*** · † Kwang Ryul Ryu

*,**,*** Graduate school of Pusan National University, Busan 609-735, Korea

† Department of Computer Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

요약 : 본 논문은 컨테이너 운송을 위한 AGV(Automated Guided Vehicle) 배차 전략을 대상으로 한다. AGV 배차 문제는 안벽 크레인의 대기 시간과 AGV의 주행 거리를 최소화하도록 AGV에 작업을 할당하는 것이 목표이다. 터미널 환경의 동적인 특성으로 인해 계획 결과의 정확한 예측이 어렵고 수정이 빈번하기 때문에 실무에서는 의사결정 시간이 짧은 단순 규칙 기반 배차가 많이 쓰인다. 그러나 단순 규칙 기반 배차는 근시안적 특성으로 인해 배차의 다양한 성능 지표를 만족시키지 못하는 한계가 있으며 이를 극복하기 위해 본 논문에서는 복수 규칙 기반의 배차 전략을 제안한다. 복수 휴리스틱 기반 배차 전략은 여러 규칙의 가중합으로 구성되며 규칙 사이의 가중치를 최적화하기 위해 다목적 진화 알고리즘을 적용하였다. 시뮬레이션 실험을 통해 제안 방안이 기존 단일 규칙 기반 배차에 비해 더 좋은 성능을 보임을 확인하였다.

핵심용어 : 자동화 컨테이너 터미널, 무인 자동차 차량, 배차 전략, 다목적 진화 알고리즘, 복수 규칙

ABSTRACT : This paper focuses on dispatching strategy for AGVs(Automated Guided Vehicle). The goal of AGV dispatching problem is allocating jobs to AGVs to minimizing QC delay and AGV total travel distance. Due to the highly dynamic nature of container terminal environment, the effect of dispatching is hard to predict thus it leads to frequent modification of dispatching results. Given this situation, single rule-based approach is widely used due to its simplicity and small computational cost. However, single rule-based approach has a limitation that cannot guarantee a satisfactory performance for the various performance measures. In this paper, dispatching strategy based on multicriteria heuristics is proposed. Proposed strategy consists of multiple decision criteria. A multi-objective evolutionary algorithm is applied to optimize weights of those criteria. The result of simulation experiment shows that the proposed approach outperforms single rule-based dispatching approaches.

KEY WORDS : Automated container terminal, Automated Guided Vehicle, Dispatching strategy, Multi-objective evolutionary algorithm, Multicriteria heuristics

1. 서 론

자동화 컨테이너 터미널에서 AGV(Automated Guided Vehicle)는 컨테이너선에서 컨테이너를 싣거나 내리는 QC(Quay

Crane)와 터미널 내 컨테이너 임시 저장하는 장치장 사이를 이동하면서 컨테이너를 전달하는 역할을 한다. AGV가 제 시간에 필요할 위치에 컨테이너를 운반함으로써 QC가 대기하는 시간을 최소화할 수 있고 이는 터미널의 생산성 향상으로 이어진다. 따라서 AGV의 운영 문제는 터미널의 생산성에 큰 영향을 미치는 중요한 요소라 할 수 있다. 본 논문에서는 AGV 운영 문제 중 AGV에 작업하고자 하는 컨테이너를 할당하는 배차 문제를 해결하기 위한 복수 규칙 기반의 배차 전략을 제안한다.

* 대표저자 : 정희원, jeongminkim.islab@gmail.com 051)510-3645

** 정희원, choilee@pusan.ac.kr 051)510-3645

*** 정희원, parktj@pusan.ac.kr 051)510-3531

† 교신저자 : 종신희원, krryu@pusan.ac.kr 051)510-2453

2. 복수 규칙 기반 AGV 배차 알고리즘

AGV의 배차 방식은 차량 발주 방식과 작업 발주 방식으로 나뉜다. 차량 발주 방식은 작업을 마치고 대기 중인 AGV가 작업 가능한 목록 중 하나의 작업을 선택하는 방식이고, 작업 발주 방식은 배차가 필요한 작업이 발생했을 때 작업을 수행할 차량을 선택하는 방식이다. 본 논문에서는 작업 할당 시점이 비교적 명확한 차량 발주 방식을 사용하였다.

한편 터미널 환경은 상황의 변화가 심해 계획 결과의 정확함 예측이 어렵고 수정이 빈번하므로 실무에서는 단순 규칙 기반 배차가 많이 쓰인다. 그러나 단순 규칙 기반 배차는 근시안적 특성으로 인해 배차의 다양한 성능 지표를 만족시키지 못하는 한계가 있으며 이를 극복하기 위해 본 논문에서는 복수 규칙 기반의 배차전략을 제안한다.

제안 알고리즘은 QC 작업 계획상에 있는 후보 작업에 대해 배차전략을 가지고 평가 값을 매긴 후 가장 평가 값이 좋은 작업을 선택하여 작업을 수행한다. 배차전략은 식(1)과 같이 6가지 배차규칙의 평가 값의 가중합 형태로 구성되어 있으며 각 규칙의 의미는 Table 1과 같다. 규칙 1은 QC의 작업계획을 존중하고, 규칙 2와 4는 차량 주행의 효율성을 고려하며, 규칙 3은 크레인별 작업 부하의 분산을 고려하고, 규칙 5와 6은 QC의 대기 시간 최소화에 중점을 두었다. 각 규칙별 가중치 할당은 탐색을 통하여 최적화하였고, 탐색의 목적이 여러 가지이기 때문에 탐색 방법으로 다목적 진화 알고리즘을 이용하였다.

$$f = w_1R_1 + w_2R_2 + w_3R_3 + w_4R_4 + w_5R_5 + w_6R_6 \quad (1)$$

Table 1 Dispatching rules

규칙	규칙 설명
R_1	작업 우선순위가 높은 작업 선호
R_2	다른 차량에 비해 목적지에 도착 가능한 시간의 차이가 큰 작업 선호
R_3	컨테이너를 빨리 받을 수 있는 작업 선호
R_4	무부하 주행 거리가 짧은 작업 선호
R_5	부하 주행 거리가 긴 작업 선호
R_6	QC의 평균 대기시간이 긴 작업 선호

3. 실험 및 결과

안벽 크레인 3대, 장치장 7개인 터미널을 대상으로 총 3000개의 작업(양하작업 1500개, 적하작업 1500개)을 AGV 9대로 작업하는 상황에 대하여 제안 방안과 단일 규칙 기반의 배차 전략을 가지고 실험을 수행하였다. 실험 결과는 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 제안 방안의 안벽 크레인 평균 대기시간이 규칙1(우

선순위대로 처리)에 비해 약 1%정도 더 걸리지만 총 주행거리가 6%정도 단축됨을 확인하였다.

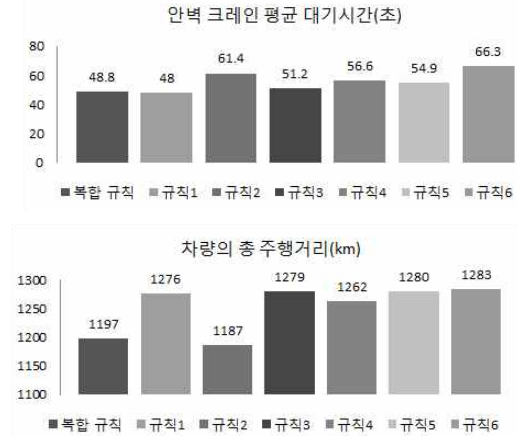


Fig. 1 Quay crane average delay and AGV total travel distance for each dispatching strategies

4. 결 론

본 논문에서는 복수 규칙 기반으로 자동화 컨테이너 터미널에서 AGV의 배차전략을 수립하였다. 배차 전략은 차량 발주 방식 기반으로 여러 배차 규칙 가중합을 취하여 작업의 선택 기준으로 삼았다. 각 규칙 사이의 가중치의 최적값을 찾기 위하여 다목적 진화 알고리즘을 사용하였다. 시뮬레이션 실험을 통해 기존의 단일 규칙 기반 배차전략과 비슷한 안벽 크레인 대기 시간을 보이면서도 AGV의 주행거리가 단축됨을 확인하였다.

후 기

“이 논문 또는 저서는 2011년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임” (지역거점연구단육성사업/차세대물류IT기술연구사업단)

참 고 문 헌

- [1] 최이, 박대진, 류광렬(2007), “크레인 작업의 불확실성을 고려한 AGV 배차,” 한국지능정보시스템학회 2007 추계학술대회 논문집, pp.564-578
- [2] Naso, D., Turchiano, B.(2005), “Multicriteria meta-heuristics for AGV dispatching control based on computational intelligence,” IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics-Part B : Cybernetics, Vol. 35, No. 2, pp. 208-226

원고접수일 : 200 년 월 일

원고채택일 : 200 년 월 일