

자동화 컨테이너 터미널의 AGV 배차 스케줄링 모형 개발

신재영* · 권지용** · † 이수빈

*한국해양대학교 물류시스템학과 교수, **한국해양대학교 KMI-KMOU 학연협동과정 † 한국해양대학교 KMI-KMOU 학연협동과정

Development a scheduling model for AGV dispatching of automated container terminals

Jae-Yeong Shin* · Ji-Yong Kwon** · † Su-Bin Lee

*Professor, Department of Logistics Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**KMI-KMOU Cooperation Course, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

† KMI-KMOU Cooperation Course, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 컨테이너 터미널의 자동화는 항만 경쟁력을 좌우하는 중요한 요소로 글로벌 선진항만은 컨테이너 터미널 자동화를 통해 경쟁력을 강화하는 추세이다. 자동화 터미널의 필수 이송 장비인 AGV의 운영 효율화는 자동화 터미널의 생산성을 제고할 수 있다. 자동화 컨테이너 터미널에서의 AGV 운영은 기존 컨테이너 터미널의 이송 장비 운영과는 다르게, 지정된 경로에 따라 주행하는 등 자동화 시스템을 기반으로 운영되어 작업부하 및 교착, 충돌 등과 같은 문제들을 고려하여야 한다. 이러한 요소들을 방지하고 AGV 운영 효율화를 지향하기 위해서는 보다 정교한 모델이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 터미널 내 AGV 주행경로 및 작업 배정 상황을 고려한 AGV 스케줄링 모형을 제안한다. 해당 모형은 교착 상황에 대한 문제를 예방하고 AGV 대수 및 작업 개수 변경으로 다양한 Case를 생성해 AGV 주행상황을 만들어 알고리즘과 최적해 분석을 통해 제안한 알고리즘을 평가한다.

핵심용어 : 자동화 컨테이너 터미널, AGV, 스케줄링, 경로설정, 휴리스틱 알고리즘

Abstract : The automation of container terminals is an important factor that determines port competitiveness, and global advanced ports tend to strengthen their competitiveness through container terminal automation. The operational efficiency of the AGV, which is an essential transport equipment of the automated terminal, can improve the productivity of the automated terminal. The operation of AGVs in automated container terminals differs from that of conventional container terminals, as it is based on an automated system in which AGVs travel along designated paths and operate according to assigned tasks, requiring consideration of factors such as workload, congestion, and collisions. To prevent such problems and improve the efficiency of AGV operations, a more sophisticated model is necessary. Thus, this paper proposes an AGV scheduling model that takes into account the AGV travel path and task assignment within the terminal. The model prevent the problem of deadlock and various cases are generated by changing AGV algebra and number of tasks to create AGV driving situations and evaluate the proposed algorithm through algorithm and optimization analysis.

Key words : Automated Container Terminal, AGV, Scheduling, Path Plannin, Heuristic

1. 서 론

컨테이너 터미널의 무인 자동화는 항만 경쟁력을 좌우하는 중요한 요소이며 더불어 항만의 생산성 향상, 서비스 품질향상, Green Port, 안전사고 문제 등 경제적, 사회적, 환경적으로 지속 가능한 발전을 고려할 수 있다.

네덜란드를 선두로 미국, 중국 등 전 세계 선진항만들은 컨테이너 터미널 무인 자동화를 통해 항만의 경쟁력을 강화하고 있는 추세이다. 그러나, 국내는 아직 터미널 무인 자동화 기술력 부진으로 인해 완전 무인 자동화 컨테이너 터미널이 부재하며, 항만 경쟁력 약화 위기에 직면한 실정이다. 따라서 글로벌 항만 경쟁력 향상을 위해 부산 신항, 진해 신항, 광양항 등

여러 항만에서 무인 자동화 컨테이너 터미널의 도입이 예정되어 있으며 이를 뒷받침할 완전 무인 자동화 원천 기술에 대한 연구개발도 다수 진행 중에 있다.

또한, 국내에 도입될 무인 자동화 터미널의 생산성 향상을 위해 안벽 크레인(Q/C)의 대기시간과 AGV 작업시간을 단축해야하며, 무인 자동화 터미널의 필수 이송 장비인 AGV의 효율적인 운영을 통해 터미널의 생산성을 제고할 수 있다.

기존 컨테이너 터미널의 야드 트랙터(Y/T)는 작업자가 항만 내 도로의 주행 방향만 고려하여 임의로 주행한다면, 자동화 컨테이너 터미널의 경우 작업 배차 시 작업시간, 터미널 내 타 AGV와 작업 부하, 교착 및 충돌 등의 문제를 고려하여 주행해야 한다. 자동화 컨테이너 터미널의 이송 효율화를 위해

* 중신회원, shinjy@kmou.ac.kr 051)410-4335

† 교신저자 : 정희원, leesb9977@gmail.com

작업 부하, 교착 및 충돌과 같은 문제들을 예방할 수 있는 AGV 배차 스케줄링 모형이 필요하다. 이에 본 연구에서는 자동화 컨테이너 터미널 내 AGV의 주행 경로, 작업 배정상황 및 교착 상황을 고려한 배차 스케줄링 모형을 제안하고자 한다. 다양한 Case를 생성해 AGV 배차 스케줄링 모형으로 여러 상황에 대한 작업 할당 및 경로 설정을 하여 최적해와 비교를 통해 휴리스틱 알고리즘의 효과를 평가한다.
(중략).....

2. 선행연구 고찰

기존 연구들은 AGV의 최적경로 도출을 위해 그리드나 이와 유사한 형태의 네트워크를 사용하여 노드와 링크 간 정지, 등속 및 가감속 주행방식으로 가장 적은 비용의 경로를 도출하고 충돌 및 교착 문제를 다양한 방식으로 해결했다.
 (중략)

3. AGV 배차 프로세스

작업 완료 후 AGV는 유휴상태가 되어 다음 작업을 배정받게 된다. 유휴시간이 길거나 배차 시 다음 작업이 가장 가까운 AGV와 같이 효율적인 동선을 고려하여 선택한다.
(중략).....

4. AGV 배차 스케줄링 모형

4.1 문제설정

본 연구에서 제안하는 AGV 배차 알고리즘은 Q/C 또는 T/C에서 컨테이너 하역작업을 위한 AGV 배차 요청에 대해 이동시 혼잡 및 교착 등으로 인한 AGV 이송시간 지체를 최소화 할 수 있는 AGV 작업 배정과 경로 설정을 목적으로 한다.

AGV 배차 스케줄링 알고리즘 개발을 위한 기본 가정으로 첫째, AGV 운행 경로 네트워크에서 동일한 링크를 지나가는 두 AGV 간에는 최소 시간 간격 이상을 유지해야 한다. 둘째, 작업을 위한 AGV 요청 지점은 Q/C 또는 장치장 T/P에서만 발생한다.
(중략).....

4.2 수리적 모형

정의한 모형을 바탕으로 혼합 정수계획법 모형을 수립하였다. 차량의 각 지점 도착 시각의 합을 최소화하는 것을 목적으로 하며, 동일한 시각에 동일한 링크를 통과하는 두 AGV 간에는 최소시간 간격 이상을 유지해야 한다.
(중략).....

4.3 배차 알고리즘

최적해 모형의 경우 문제 크기가 증가할수록 계산 부담이 급증하여 실제 현장에서 사용하기에는 무리가 많다. 따라서, 최적해에 근접한 결과값 도출을 목적으로 빠른 계산이 가능한 휴리스틱 알고리즘을 제안한다.
 (중략)

5. 모형의 실험 및 분석

AGV 대수, 작업 위치, 네트워크 등에 따라 다양한 실험 Case를 생성하고 각 모형의 실험 데이터로 적용한다. AGV 배차 스케줄링 알고리즘과 최적해와의 비교를 통해 제안한 알고리즘의 타당성을 검증한다.
 (중략)

6. 결 론

본 연구에서는 자동화 컨테이너 터미널 내 AGV 주행 경로, 작업 배정 및 교착 예방 등을 고려한 AGV 배차 스케줄링 모형을 제안하였다. 본 모형은 교착 상황에 대한 문제를 예방하고 AGV 대수 및 작업 개수 변경으로 다양한 Case를 생성해 AGV 주행상황을 만들어 알고리즘과 최적해 분석을 통해 제안한 알고리즘을 평가하였다.
(중략).....

참 고 문 헌

- [1] Gang Soo Ryu.(2018), "Collision Avoidance Algorithms of Multiple AGV Running on the Fixed Runway Considering Running and Working Time", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 21, No. 11, pp. 1327-1332
- [2] Naso, D., Turchiano, B.(2005), "Multicriteria metaheuristics for AGV dispatching control based on computational intelligence," IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics-Part B : Cybernetics, Vol. 35, No. 2, pp. 208-226
(중략).....