한국항해항만학회지 제30권 제3호, pp. 235~240, 2006 (ISSN-1598-5725)
Journal of Korean Navigation and Port Research

자동화터미널의 ATC 운영전략 개발

김우선* · 남기찬**

* 한국해양수산개발원 책임연구원, ** 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

A Development on the ATC Operation Strategy of the Automated Container Terminal

Woo-Sun Kim · Ki-Chan Nam***

* *Port Research Department, Korea Maritime Institute, Seoul 137-851, Korea*
** *Department of Logistics Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

요 약 : 본 연구에서는 국내에 개발예정인 자동화터미널에 적용가능한 효율적인 ATC 운영로직을 개발하기 위해서 ATC 장비 운영전략을 분석하였다. 그리고, ATC의 효율적인 운영에 있어서 가장 중요한 동적운영로직을 개발하고, 단순한 할당규칙을 수립하여 시뮬레이션 실험으로 로직검증을 하였다. 실험결과 ATC 생산성 저해요인인 간섭을 최소화하는 간섭최소화전략과 능동적인 간섭회피전략이 ATC의 대기시간 및 간섭시간을 감소시키는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과로 ATC의 운영효율성을 향상시켜서 자동화터미널의 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 자동화컨테이너터미널, 자동화 야드장비, 시뮬레이션, 동적운영로직, 간섭회피전략

Abstract : *This study analyzed equipment operation strategy of ATC(Automated Transfer Crane) in order to development efficiency ATC operation logic for apply to domestic ACT(Automated Container Terminal). Improving productivity of ACT developed dynamic operation logic and established dispatching rule. As a result of simulation experiment reduced waiting time and interference time of ATC. Thus, we can improve productivity of ACT using dynamic operation logic and interference avoidance strategy.*

Key words : *ACT(Automated Container Terminal), ATC(Automated Transfer Crane), Simulation, Dynamic operation logic, Interference avoidance strategy*

1. 서 론

전세계적으로 컨테이너 물동량이 증가하여 신속한 하역작업을 수행해야 할 필요성이 대두되었으며, 항만물류의 경쟁력을 높이기 위해서 인력위주의 작업을 탈피하여 저비용, 고효율의 경쟁력 있는 첨단 기능을 보유한 항만건설이 필요하게 되었다. 이에 따라 선진 외국항만에서는 항만하역장비의 자동화에 눈을 돌려 자동화 컨테이너터미널을 건설하였다.

자동화 컨테이너터미널은 반자동화터미널과 자동화터미널로 나눌 수 있다. 대표적인 반자동화터미널에는 HIT(Hongkong International Terminals), PPT(Pasir Panjang Terminal), 템즈항 등이 있으며, 자동화터미널에는 ECT(Europe Combined Terminal, CTA(Container Terminal Altenwerder) 등이 운영되고 있다. 현재 건설중인 터미널로는, OHBC(OverHead Bridge Crane)을 사용하는 H.N.N.(HesseNoord Natie)터미널이 있으며, 세 대의 ATC(Automated Transfer Crane)를 사용하는 CTB(Container Terminal Burchardkai)는 2015년 완전자동화터미널로의 개장을 위해 리엔지니어링을 시작하였다. 국내에서는 광양항 자동화 컨테이너터미널이 계획중에 있으며, 2005년 현재 신선대터미널의 자동화구간이 개장되어 운영되고 있다.

자동화 컨테이너터미널 생산성의 핵심은 자동화 장비인 ATC와 AGV(Automated Guided Vehicle)의 효율적인 운영이다. 장비의 효율적인 운영은 자동화 컨테이너터미널의 생산성을 결정짓는 가장 중요한 요소이다.(권, 2002)

이러한 자동화 장비중 ATC의 경우 전세계적으로 장비의 형태 또는 물류체계, 평면배치, 운영댓수 등이 서로 달라 통일된 운영로직을 가지고 있지 못한 형편이다.

따라서, 본 연구에서는 국내에 개발예정인 자동화터미널에 적용가능한 효율적인 ATC 운영로직을 개발하기 위해서 ATC의 장비 운영전략을 분석한다, 그리고, ATC의 효율적인 운영에 있어서 가장 중요한 동적운영로직을 개발하고, 각 전략단

* 대표저자 : 김우선(정회원), firstkim@kmi.re.kr 02)2105-2889
** 종신회원, namchan@hhu.ac.kr 051)410-4336
1) 권해경, 「자동화 컨테이너터미널에서 운송장비의 효율적인 운영방안」, 동아대학교 석사학위논문, 2002
2) Thomas Koch, Case Study : Extension of Burchardkai, TOC 2005

계별 운영로직을 통합하고, 단순한 할당규칙을 이용하여 ATC 생산성 저해요인인 간섭을 최소화하는 간섭최소화전략과 능동적인 간섭회피전략을 개발하여 ATC의 대기시간 및 간섭시간을 최소화하여 자동화장비의 운영효율성과 생산성을 증대시키는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

Table 1 The Comparison of ACT Automated Equipments & Layout in ACT

구분	이송장비	야드하역장비	평면배치	장비할당방식
ECT	AGV	ASC	수직 (5단6열)	블록당 1대
CTA	AGV	ATC	수직 (4단10열)	블록당 2대 (ATC-1, ATC-2) 내부진입로 없음
H.N.N.	SHC	OHBC	수직 (5단10열)	블록당 2대
CTB[2)]	수동 SC	ATC	수직 (5단10열)	블록당 3대 (ATC-12대, ATC-2 1대)
광양항 자동화 터미널	AGV	ATC	수직 (5단10열)	블록당 2대 (ATC-1, ATC-2), 내부진입로 있음

주: 1. SHC(Shuttle Carrier), SC(Straddle Carrier), ASC (Automated Stacking Crane)

2. 기존연구의 한계

국내외에서 자동화 장비인 AGV와 ATC, ASC에 대한 여러 가지 연구가 있었다. 그러나 본 연구에서는 ATC장비의 운영에 초점을 맞추어 기존연구를 정리한다.

장과 용(1998)은 1척의 선박이 접안 할 수 있는 가상의 자동화컨테이너터미널에서 컨테이너 크레인 수, AGV 대수, 야드 크레인 수 등을 변화시켜가면서 터미널의 생산량을 추정할 수 있는 시뮬레이션 모델을 개발하여 제시하였다. 또한 향후 자동화컨테이너터미널의 최적 설계 및 운영을 위한 시뮬레이터를 개발하기 위한 구상을 제시하였다.

왕(2002)은 자동화 터미널에서의 성능이 다른 두 대의 ATC 운영전략 중 작업할당문제와 작업순서결정문제로 나누어서 접근하였다. 양/적하작업 ATC와 반/출입 작업 ATC를 구분하고, 각 작업당 무부하 이동이 최소인 작업을 적용하는 것이 우수하다는 것을 보였고, 작업순서 결정문제에서는 선입선출(FIFO)과 무부하 이동거리 최소화(METD)전략을 비교하여 무부하 이동거리 최소화전략의 우수함을 증명하였다. 장치장 운영 규칙에서는 스택단위 할당이 베이단위 할당보다 유휴공간(Broken Space)을 줄임으로 장치장 효율을 높인다는 것을 보여주었으며, 또한 양/적하 작업시 블록 집중화보다 무작위 블록 선택규칙이 ATC의 작업부하를 고르게 배분하는 효과가 있어서 더 우수하다는 것을 제시하였다.

이(2002)는 자동화 컨테이너터미널에서의 이적운영규칙에 관한 연구에서 ATC 이적작업의 운영방안과 컨테이너 장치위치 할당에 관한 운영방안을 제시하고, 시뮬레이션을 이용하여 실험을 비교분석하였다.

권(2002)은 작업대기위치에서 다음 작업을 할당 시켜주는 AGV의 할당규칙과 ATC의 재취급 규칙을 제안하였으며, 이들 규칙이 각각 운영되는 운영방안을 제안하였다.

이(2003)은 자동화 컨테이너터미널에서의 자동화 야드크레인(ATC)의 운영 규칙연구 위하여 시간창(time window)을 이용하여 자동화 야드크레인의 운영에 관한 여러 가지 규칙과 전략을 제안하고, 제시된 운영규칙과 전략의 시뮬레이션 실험을 통해 자동화 야드크레인에 적합한 운영규칙을 제시하였다. 외국의 경우 Meermans과 Wagelmans(2001)는 자동화 컨테이너터미널에서 자동화 장비의 총작업소요시간(makespan)을 최소화하기 위한 통합 운영계획 방법으로 Branch & Bound 알고리즘과 Beam Search법을 제안하였다.

지금까지 연구된 장비운영계획문제들은 실제상황은 동적이고 확률적 환경인데도 불구하고, 정적이고 확정적인 상태라고 가정하거나, 각 단계별 전략을 개별적으로 연구하여 운영로직을 통합적으로 고찰하지 못하였다.

이러한 가정들은 현실적이고 동적인 문제들을 해결해 나가는 것을 어렵게 한다. 실제 자동화 컨테이너터미널의 환경은 매우 복잡한데 결정론적인 알고리즘 기반의 운영계획 방법들은 컨테이너발생과 처리시간의 변화와 같은 발생시점이 예측불가능한 상황과 간섭에 의한 대기와 같은 상호작용에 의해 발생하는 불확실한 상황에 대해서 동적으로 고려하지 않는다. 이로 인해, 계획된 작업 일정들과 실제 실행되는 작업의 내용과는 많은 차이가 생기게 되어, 결과적으로 전통적인 운영계획 기법으로 얻을 수 있는 해는 현실의 운영 시스템에서는 좋은 수행결과를 제공해 주지 못한다.

따라서, 자동화 장비운영은 한번에 정해진 계획대로 작업이 이루어지는 것 보다 각 장비가 작업을 끝내고 다음 작업을 할당받기 위한 의사결정이 이루어지는 경우 그 사건을 효율적으로 해결해 줄 수 있는 단순한 할당규칙(Dispatching Rule)에 의해 사건 중심으로 운영되는 것이 현실적이며, 동적로직의 구현을 위해서도 필수적이다.

3. 자동화 컨테이너터미널의 ATC 간섭 및 장비운영전략

자동화 컨테이너터미널 운영의 핵심은 자동화 장비의 운영이다. 이러한 장비의 운영은 작업 계획에 따른 작업 배정과 작업 순서에 따라 최적의 생산성을 도출할 수 있는 장비의 작업 스케줄링을 결정하는 것이다.

각 장비들이 최고의 생산성을 발휘하기 위해서는 효율적인 작업계획을 수립해야하며, 또한, 작업장비간의 간섭을 최소화

하여야 한다. 따라서 본 절에서는 자동화컨테이너터미널의 생산성저해요인인 간섭을 주행간섭과 작업간섭으로 나누어 각 전략개발 및 적용시 고려해야할 간섭을 명확화하고, 기존에 체계적으로 연구되지 못한 장비운영전략의 구성도를 정리, 분석한다.

3.1 자동화 컨테이너터미널의 ATC 간섭

장치장 운영시 2대 또는 그 이상의 장비가 동일블럭에서 작업을 수행함으로써 발생하는 간섭은 생산성을 저하시키는 큰 요인이다. 간섭이 발생하게 되면 작업중이거나 이동중인 크레인은 간섭상황이 해지될 때 까지 충돌을 방지하기 위해서 정지해야 하며, 이는 생산성의 저하를 초래한다. 따라서, 간섭을 줄일 수 있는 방안을 도출하는 것은 중요한 문제이다.

먼저, 간섭은 두 가지 상황에서 발생한다. 첫 번째, 주행간섭으로 ATC-2가 작업중 일 때, ATC-1이 ATC-2의 작업지점을 통과하는 경우 발생한다.

두 번째, 작업간섭으로 ATC-2가 작업중이고, ATC-1의 작업위치가 컨테이너 크기별 ATC가 차지하는 베이수 이내인 경우이거나, ATC-1이 작업중이고, ATC-2의 작업위치가 ATC-1 작업위치의 컨테이너 크기별 ATC가 차지하는 베이수 이내인 경우 발생한다.

주행간섭 및 작업간섭이 발생하는 경우 해당 ATC는 안전거리 밖에서 대기한다.

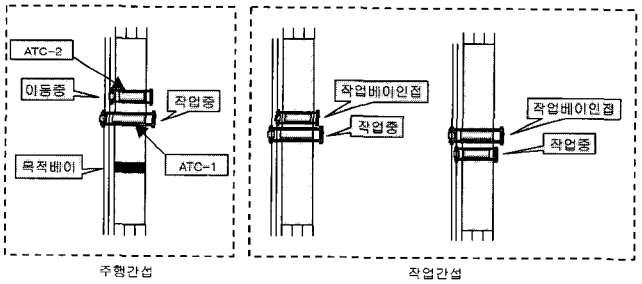

Fig. 1 A Kind of Interference

Table 2 The Safety Distance between ATC-1 & ATC-2

	ATC-1		ATC-2	
	20피트	40피트	20피트	40피트
베이수	2	3	3	4

자료 : 왕승진(2002), "자동화 컨테이너터미널에서 장치장 운영규칙에 관한 연구", 석사학위논문, 부산대학교.

3.2 장비운영전략

ATC의 운영전략에는 장비운영전략, 작업우선순위결정전략, 간섭회피전략의 세 가지가 있다. 장비운영전략은 ATC-1과 ATC-2(이, 2002)가 수출입화물, 반출입화물을 구분해서 전담을 하는 작업전담전략과 수입화물구역, 수출화물구역, 환적화물구역을 설정하여 전담하는 구역전담전략, 작업 및 구역을 구분하지 않고 작업을 수행하는 공동작업전략으로 나눌 수 있다. 작업우선순위결정전략은 작업대기중인 AGV의 작업중 어떤 작업을 수행할 것인지 결정하는 전략으로 일반적인 선입선출(FIFO : First In First Out), 간섭최소화(MIT : Minimum Interference Time), 무부하이동거리최소화(METD : Minimum Empty Travel Distance) 전략등 가장 많은 대안이 존재한다. 간섭회피전략은 수동적인 간섭회피전략(NIAS : Negative Interference Avoidance Strategy)과 능동적인 간섭회피전략(PIAS : Positive Interference Avoidance Strategy)으로 나눌 수 있는데, 그 동안 기존연구에서 다뤄지지 않았던 부분으로 수동적인 전략을 기본으로 하여 적용되었다. 수동적인 간섭회피전략은 ATC간의 간섭 및 충돌을 방지하기 위해서 ATC-1이 작업을 수행하고 있는 중에는 ATC-2는 이동을 하지 않고 이송점(TP : Transfer Point)(왕, 2002)에서 작업이 끝나기를 기다렸다가 작업을 수행하는 방식으로 동적인 작업상황을 일일이 파악할 수 없으므로 수동적인 방법으로 최대한의 안전을 확보하는 전략이다. 능동적인 간섭회피전략은 ATC간의 간섭 및 충돌을 방지하기 위해서 다른 ATC가 작업을 수행하고 있는 중에는 안전거리까지 이동하여 작업상태를 파악하여 이동하는 방식으로 동적인 작업상황을 파악하여 최고의 생산성을 얻을 수 있는 전략이다.

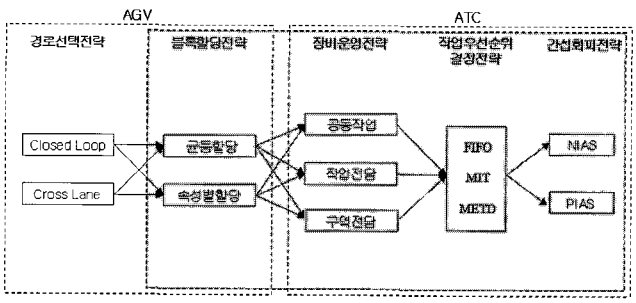

Fig. 2 ACT Operation Strategy Diagram

4. 시뮬레이션 실험 및 결과분석

4.1 시뮬레이션 실험조건

시뮬레이션은 비쥬얼베이직 6.0과 MS Access를 이용해서 개발하였다. 대상터미널의 배치의 특성상 ATC 작업시 리마샬링을 제외하고는 블록간 영향을 미치지 않으므로 1개 블록만을 대상으로 하며 초기 단계에서 야드는 모두 비어있는 것으로 한다. ATC-1과 ATC-2는 해측TP와 육측TP에서 시작하며, 작

3) 광양항 자동화터미널의 경우 한개 블록에 2대의 야드하역장비를 운영할 계획이며, 생산성 향상을 위해 교차가 가능하도록 작은 ATC(ATC-2)와 큰 ATC(ATC-1)를 운영한다.

4) 야드블럭에서 컨테이너의 전달을 위한 교차지점으로 육측TP과 해측TP가 있다.

업이 완료된 ATC는 작업완료시점에서 제자리에 정지한다. AGV 및 트럭의 도착은 무작위로 해측과 육측작업에서 발생한다.

적양하작업과 반출입작업의 비율을 50:50으로 하여 공동작업 및 역할구분 등에 있어서 특정 운영로직에 편향이 없도록 하였으며, 간섭의 현실적인 수치적표현을 위해서 재취급비율 0.9825(왕, 2004)을 사용하며, 서로 다른 100개의 적양하, 반출입 자료를 각각 20회 수행하여 ATC의 작업통계량을 산정한다.

4.2 대안구성

자동화터미널의 운영전략 구성도에서와 같이 장치장 ATC 운영을 위한 전략들의 결합은 장치장과 직접 연계된 AGV의 블록할당전략에서부터 ATC의 장비운영전략, 작업우선순위결정전략, 간섭회피전략 등 4가지 전략의 결합으로 36가지의 대안이 가능하다.

그러나 본 연구에서는 AGV는 정상적인 운영이 가능하다고 가정하고, 장치장 운영장비인 ATC를 위주로 하여 장치장운영전략인 장비운영전략, 작업우선순위결정전략, 간섭회피전략을 중심으로 12가지 대안에 대한 시뮬레이션을 수행한다.

12가지 대안은 동적로직과 본 연구에서 제안한 MIT와 PIAS의 유효성을 검증하기 위해서 이전의 연구에서 사용된 FIFO와 METD 전략을 포함하여 MIT와 비교분석한다.

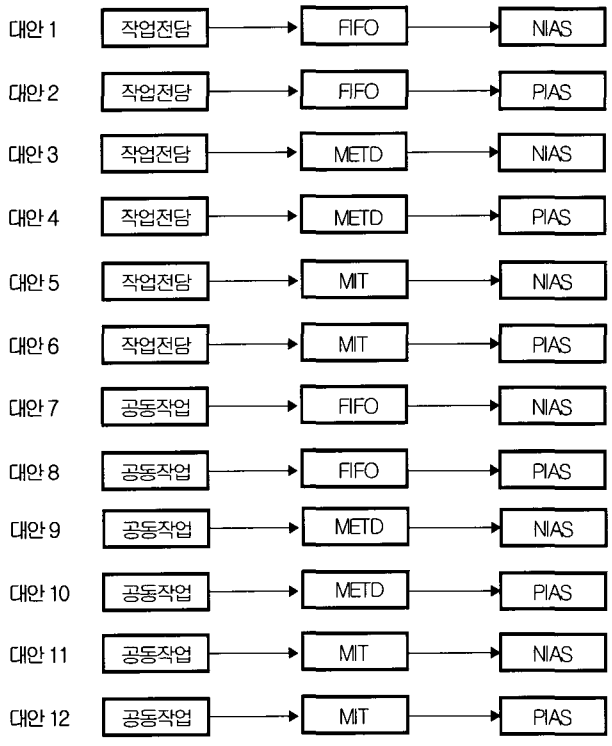

Fig. 3 Alternative Diagram

4.3 시뮬레이션 결과

1) 전략별 결과분석

작업 전략들을 구분하여 각 단계별로 장비운영전략인 작업전담 vs 공동작업으로 구분하고, 작업우선순위결정전략인 FIFO vs METD vs MIT로 구분하고, 간섭회피전략인 NIAS vs PIAS로 구분하며, 각 전략별 특성을 분석한다.

① 작업전담 vs 공동작업.

작업전담의 경우 고정된 작업을 수행해야 하므로 다시 되돌아가는 거리가 길어져서 이동시간이 공동작업보다 600초 크게 나타났다. 이러한 이동시간의 증가는 주행간섭에도 영향을 미쳐서 공동작업의 주행간섭보다 평균 127초 높은 주행간섭시간을 나타낸다. 작업간섭의 경우는 장비운영전략의 영향을 받지 않고 69초로 같은 수치로 나타났다.

Table 3 Complete Charge vs Cooperation

구 분	이동시간	주행간섭	작업간섭	합계
작업전담(초)	9,821	1,075	69	10,965
공동작업(초)	9,221	948	69	10,238

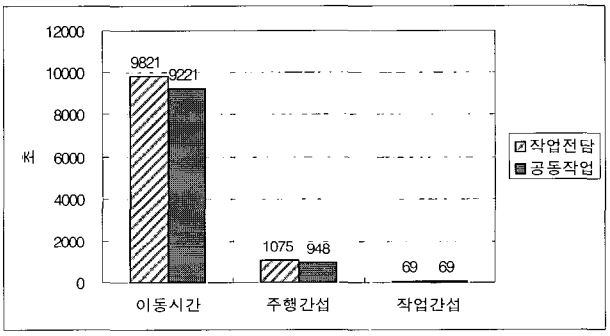

Fig. 4 Complete Charge vs Cooperation

이와같이 장비운영전략은 작업전담의 경우 전담TP로의 고정적인 이동으로 인한 작업손실이 발생하며, 이에 따라 작업전담의 경우 주행간섭 13% 높게 나타났다. 작업간섭의 경우는 어떤 전략을 사용하던 핸들링작업시간이 동일하여 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

② FIFO vs METD vs MIT

FIFO전략은 블록내부의 진입레인의 활용도를 떨어뜨려서 전체 이동시간의 평균이 10,271초로 높게 나타났으며, 이에 따라 전체주행간섭의 평균도 1,213초로 높게 나타났다. 또한 작업간섭도 107초로 상대적으로 높게 나타났다.

METD전략의 경우는 블록내부의 진입레인의 활용도를 높여서 전체 이동시간의 평균이 9,145초로 낮게 나타났으며, 이

1) 상게서.

에 따라 전체주행간섭의 평균도 941초로 낮게 나타났으며, 작업간섭 또한 59초로 상대적으로 낮게 나타났다.
MIT전략의 경우는 METD와 마찬가지로 블록내부의 진입레인을 적극적으로 활용하여 전체 이동시간의 평균이 9,145초로 METD와 동일하게 나타났으며, 전체 주행간섭의 평균은 880초로 METD전략보다 61초 낮게 나타났으며, 작업간섭 또한 43초로 METD전략보다 16초 낮게 나타났다.

Table 4 FIFO vs METD vs MIT

구 분	이동시간	주행간섭	작업간섭	합계
FIFO(초)	10,271	1,213	107	11,591
METD(초)	9,145	941	59	10,145
MIT(초)	9,145	880	43	10,068

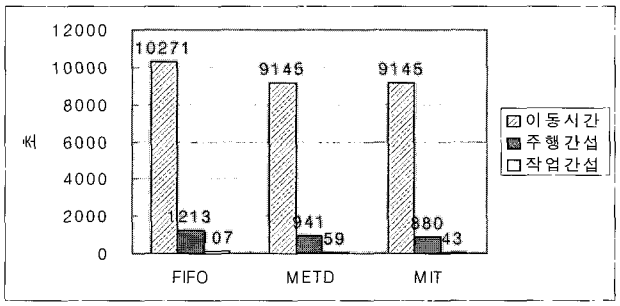

Fig. 5 FIFO vs METD vs MIT

MIT와 METD의 경우 전체적으로 1%밖에 차이를 보이지 않지만 METD의 경우 작업간섭이 주행간섭후의 ATC-1과 ATC-2의 작업선택시 먼저 작업중이던 ATC가 인근에 또 다른 작업이 있는 경우 먼저 작업을 선택하여 시작하게 되므로 주행간섭 후에 작업간섭이 다시 발생하는 경우가 존재하여 작업간섭이 비교적 높게 발생하는 것으로 나타났다.

③ NIAS vs PIAS

NIAS의 경우 동적로직을 적용하지 못하여 ATC-1이 TP를 출발하고자 하는 시점에서 ATC-2가 작업중이면 TP에서 ATC-2가 작업이 종료하기를 기다리는 방식이므로 전체 이동시간의 평균은 PIAS와 동일하나 전체 주행간섭의 평균에서 PIAS보다 653초나 주행간섭이 많이 발생하여 51%의 주행간섭을 감소시켰다. 그러나, 작업간섭은 NIAS 70초, PIAS 69초로 관계가 미미한 것으로 나타났다.
이와같이, 간섭회피전략의 경우 주행간섭에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 5 NIAS vs PIAS

	이동시간	주행간섭	작업간섭	합계
NIAS	9,521	1,338	70	10,929
PIAS	9,521	685	69	10,275

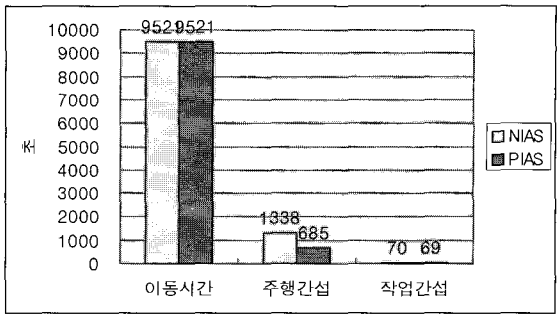

Fig. 6 NIAS vs PIAS

NIAS의 경우 주행간섭의 증가로 전체적인 작업시간이 6% 높게 나타났다.

④ MIT&PIAS vs METD&PIAS vs Others

MIT&PIAS 전략의 경우 이동시간 평균 9,145초, 주행간섭 617초, 작업간섭 40초로 다른 어떤 전략들의 결합보다 주행간섭 및 작업간섭을 감소시킬 수 있는 우수한 전략임을 알 수 있다. 이와 같이, 간섭을 최소화하기 위해서는 작업의 선택 단계에서부터 간섭을 최소화할 수 있는 작업을 선택하는 것이 중요하다.

Table 6 MIT & PIAS vs METD&PIAS vs Others

	이동시간	주행간섭	작업간섭	전체
MIT&PIAS	9,145	617	40	9,802
METD&PIAS	9,145	663	59	9,867
Others	9,708	1,197	79	10,984

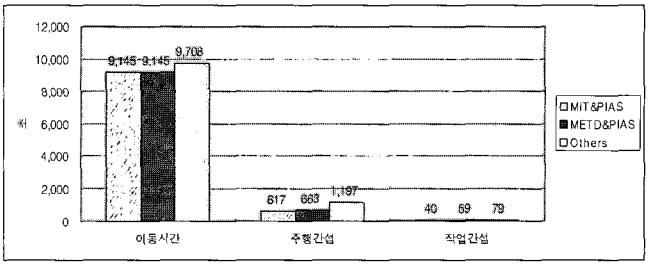

Fig. 7 MIT & PIAS vs METD & PIAS vs Others

5. 결 론

ATC의 운영을 위한 장비할당전략, 작업우선순위결정전략, 간섭회피전략을 개발하기 위해서는 동적인 상황에서의 통제가 이루어지지 않는다면 아무런 의미가 없다.
본 연구에서는 국내에 개발예정인 자동화터미널에 적용가능한 효율적인 ATC 운영로직을 개발하기 위해서 ATC 장비 운영전략을 분석하였다. 그리고, ATC의 효율적인 운영에 있어서 가장 중요한 동적운영로직을 개발하고, 단순한 할당규칙을 수립하여 시뮬레이션 실험으로 로직검증을 하였다.

12개의 대안별로 시뮬레이션 수행결과 개별전략에 따른 이동시간, 주행간섭, 작업간섭을 도출하여 전략별 동적로직의 유효성을 증명하였으며, 각 전략의 결합을 통한 간섭 최소화 및 최소 처리시간을 갖는 대안으로 공동작업-MIT-PIAS 전략의 결합이 선정되어 본 연구에서 제안한 간섭최소화전략(MIT)과 간섭회피전략(PIAS) 전략 개발이 ATC의 대기시간 및 간섭시간을 감소시키는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 자동화장비의 생산성향상과 간섭최소화를 위한 장비운영로직에 대해서 연구를 하였다. 그러나, 실제로 자동화장비가 운영되기 위해서는 장치장에 적재되거나, 적재할 컨테이너의 크기, 종류와 컨테이너 장치계획, 리마샬링, 재고계획등 장치장자체의 운영과 연계가 되어야 실제 운영상황에서의 각 ATC의 작업에 따른 현실적인 작업통계량의 도출이 가능하다. 따라서, 추후의 연구에서는 컨테이너와 장치장자체의 운영계획이 고려된 통합운영계획의 수립연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 권해경(2002), "자동화 컨테이너터미널에서 운송장비의 효율적인 운영방안", 석사학위논문, 동아대학교.

[2] 이석준(2003), "자동화 컨테이너터미널에서의 자동화 야드 크레인의 작업순서 결정법", 석사학위논문, 부산대학교.

[3] 이주호(2002), "자동화 컨테이너터미널에서의 이적 운영규칙에 관한 연구", 석사학위논문, 부산대학교.

[4] 왕승진(2002), "자동화 컨테이너터미널에서 장치장 운영규칙에 관한 연구", 석사학위논문, 부산대학교.

[5] 장성용, 용운중(1998), "자동화 컨테이너터미널의 설계 및 운용 최적화를 위한 시뮬레이션 기법의 적용", 「한국시뮬레이션학회 논문집」, pp. 25-35.

[6] 한국컨테이너부두공단(2001), 광양항 3단계 자동화컨테이너터미널 개발기본계획

[7] Mark, B. D., Joseph, J. M. and Evers, T.J.A..(2001), "A simulation Model for Integrating Quay Transport and stacking Policies on Automated Container Terminals", Proceeding of the 15th European Simulation Multiconference.

[8] Meermans, J. M. and Albert, P. M. Wagelmans(2001), "Dynamic scheduling of handling equipment at automated container terminals", Technical Report, EI 2001-33, Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam.

[9] _____(2001), "Effective algorithm for integrated scheduling of handling equipment at automated container terminals", Technical Report, EI 2001-19, Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam.

[10] TOC 2005 EUROPE(2005), Case Study of Extension of Burchardkai.

원고접수일 : 2006년 1월 10일
원고채택일 : 2006년 2월 27일