

내륙 운송 체계 하에서 공 컨테이너의 최적 재고관리에 관한 연구

† 윤원영* · 이유미** · 정일한***

*부산대학교 산업공학과 교수, **부산대학교 대학원 산업공학과, ***현대 로템 주식회사

요약 : 본 논문은 내륙 운송 체계 하에서 공 컨테이너의 효율적인 재고관리 문제에 대하여 다루고자 한다. 그리고 실제 컨테이너 선사가 공 컨테이너 운영 관리에 있어서 예측하기 힘든 고객의 수요 및 공급 등의 불확실한 요소들을 고려하기 위하여 공 컨테이너의 수요와 공급을 확률변수로 가정하였다. 이러한 가정을 바탕으로 시뮬레이션을 통하여 재고유지비용, 임대비용 및 총 기대 비용을 추정하고 (R, s, S) 재고 정책을 기본 재고정책으로 한 가정 하에 GA (Genetic Algorithm)를 사용하여 총 기대 비용을 최소화 하는 주문, 발주 정책을 도출하고자 한다.

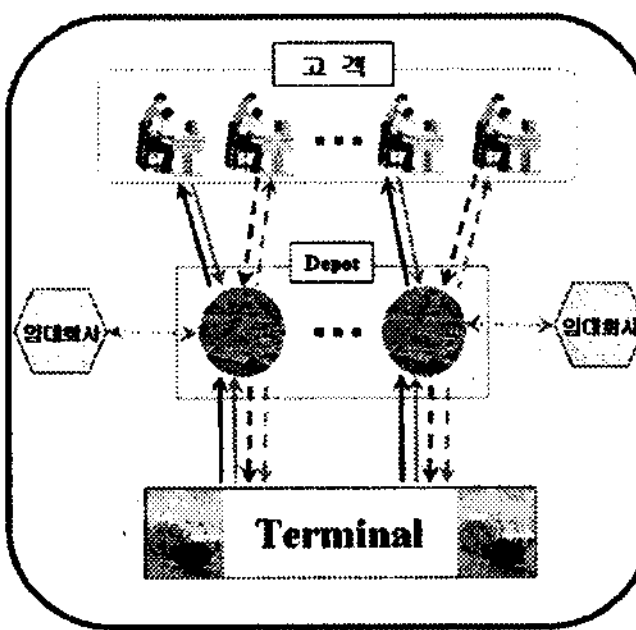
핵심용어 : 공 컨테이너, 재고정책, 데포, 확률적 수요, 선사, 시뮬레이션, 유전자 알고리즘

내륙 운송 체계 하에서 공 컨테이너의 최적 재고 관리에 관한 연구

부산대학교 산업공학과
2007.12.05
윤원영 · 이유미 · 정일한

서론

□ 내륙 공 컨테이너 관리 시스템



➢ 컨테이너 흐름

→	수입 Full Containers
→	수출 Full Containers
→	수입 Empty Containers
→	수출 Empty Containers

- 컨테이너 종류에 따라 수출-수입, 상태에 따라 Empty와 Full 컨테이너로 나뉨
- 고객의 수요 충족을 위해 컨테이너의 임대와 주문이 고려됨

➢ 연구 방향

- 수요와 공급을 확률 변수로 가정하고 변화하는 수요와 공급에 적절히 대응하기 위한 Depot의 적정 재고 수준을 결정하고자 함

목차

- 서론
- 연구내용
- 시뮬레이션 모형
- Genetic Algorithm
- 수치 실험
- 결론

연구 내용

□ 연구의 목적

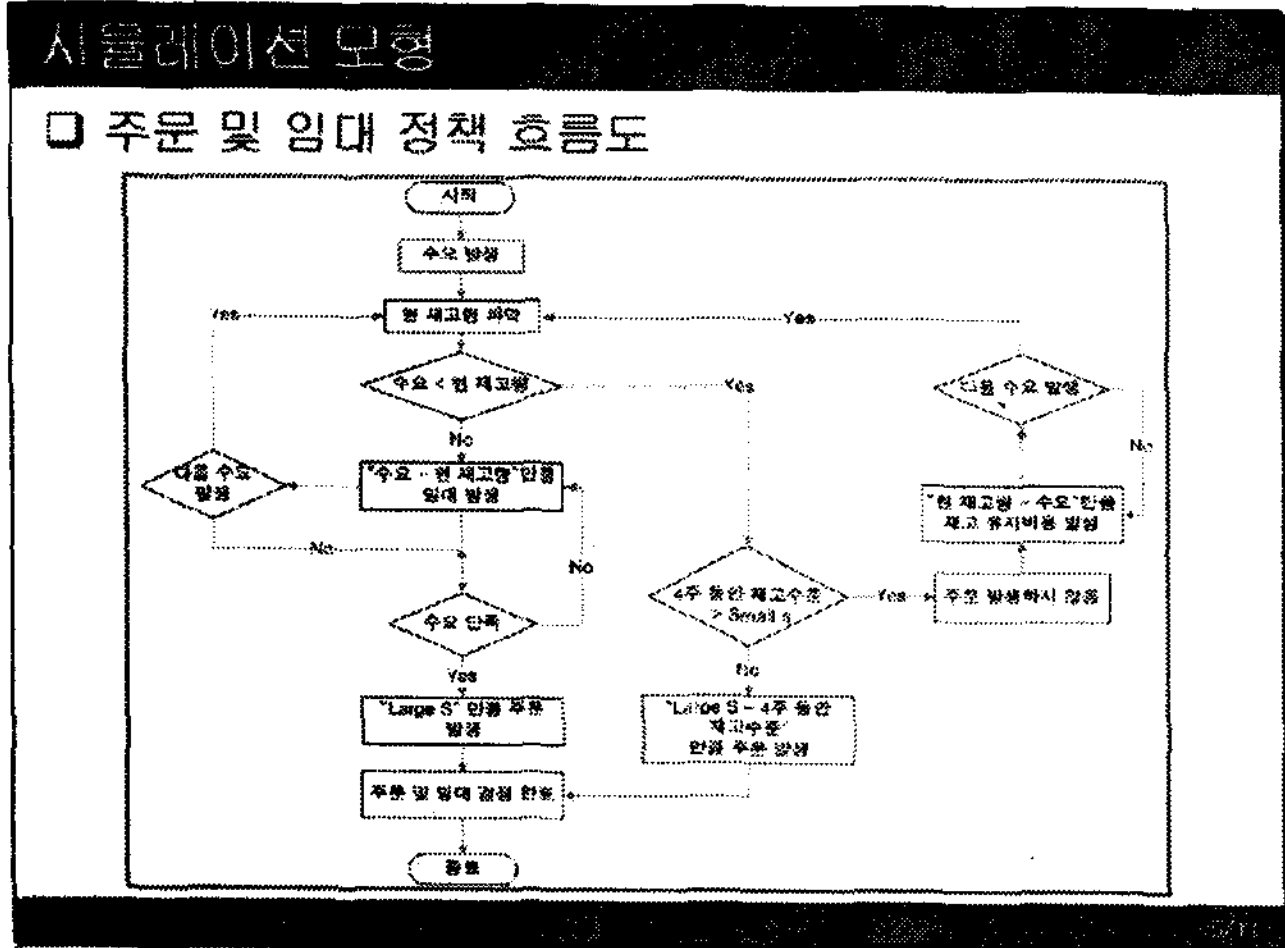
- (s, S) 재고정책을 고려한 시뮬레이션 모델을 통해 Long-term 동안의 각 비용요소들의 평균값을 추정하고 이 값들을 이용하여 GA를 통해 Depot의 공 컨테이너 적정 재고 수준(s)와 주문량(S)을 결정하고자 함

□ 연구의 가정

- 컨테이너 Type 은 40ft Dry container만 고려함
- (s, S) 재고 주문정책을 이용함
- 공 컨테이너의 수요와 공급은 확률 변수로 가정함
- 수입 Full containers는 고객에게 전달 후 임의의 기간 뒤에 Empty containers로 반납됨
- 임대 기간이 1개월인 단기 임대 컨테이너만 고려함
- Lead time은 매번 4주로 일정함

† 교신저자 : 윤원영(정회원) wonyun@pusan.ac.kr

* 정회원 wonyun@pusan.ac.kr



Genetic Algorithm

□ GA의 적용

- > Large S와 Small s에 대한 초기 Population 생성
 - 처음 Large S와 Small s의 값은 랜덤 하게 발생, 총 10개 생성
 - Gene은 Large S와 Small s값으로 조합됨
- > Elite Selection 적용
 - Crossover rate = 0.4 (Arithmetical crossover method)
 - Large S와 Small s의 크기는 개체를 교차 연산에 사용함
 - Large S < Small s이면, 두 값을 변경하는 특징이 있음
 - Mutation rate = 0.1
 - 이와 같은 교배와 돌연변이를 통해 Offspring을 15개 생성

Crossover rate	Mutation rate	결과값		
		Large S	Small S	Total cost
0.4	0.1	73	16	23,054,802
0.3	0.1	45	33	25,839,130
0.4	0.2	37	14	26,294,237

시뮬레이션 모형

□ 시뮬레이션 검증에 위한 예제 실험

- > 실험을 위한 입력 값
 - 시뮬레이션 Run time은 500주 그리고 Warm-up period는 20주
 - Lead time과 컨테이너 임대 기간은 4주
 - 수입 되어 반납될 컨테이너는 평균이 200, 분산이 60인 정규분포
 - 고객의 공 컨테이너 수요는 평균이 200, 분산이 30인 정규분포
 - 재고유지비용, 임대비용, 주문비용은 각각 2,000원, 9,000원, 100원 (개당 비용)
- > Small s량과 Large S량에 따른 비용요소들의 변화 결과

Small s	Holding cost	Leasing cost	Ordering cost	Total cost
1	273,300	435,400	8,400	717,100
2	278,500	404,700	8,500	691,700
3	277,000	388,100	8,500	673,600
4	281,400	387,600	8,500	677,500
5	286,100	387,400	8,500	682,000
6	288,200	385,200	8,500	682,000
7	296,700	348,700	8,500	654,000
8	300,100	314,300	8,500	622,900
9	302,800	316,800	8,500	628,100

Large S	Holding cost	Leasing cost	Ordering cost	Total cost
1	121,300	462,800	2,800	586,900
2	141,400	526,800	3,400	671,600
3	152,000	445,400	4,000	601,400
4	164,200	435,900	4,700	604,800
5	181,100	438,500	5,400	625,000
6	200,200	438,700	6,200	645,100
7	224,100	420,600	6,900	651,600
8	245,600	406,600	7,500	659,700
9	272,200	410,900	8,400	691,500

Genetic Algorithm

□ GA의 적용

- > Offspring 15개에 대한 적합도를 평가
 - 15개의 Offspring들에 대한 Total Cost를 평가
 - 다음 세대를 위한 10개의 Population 생성
- > 이와 같은 방법을 100회 반복
 - GA 결과 100번째 세대 중 첫 번째가 최적 값

□ GA 검증 실험

- > 비용 요소 값의 변화
 - 재고유지 비용, 임대 비용, 주문 비용을 변경
 - 변경된 값에 대한 Small s와 Large S에 대한 GA 패턴을 분석

시뮬레이션 모형

□ 시뮬레이션 검증에 위한 예제 실험

- > 실험을 위한 입력 값
 - 시뮬레이션 Run time은 500주 그리고 Warm-up period는 20주
 - Lead time과 컨테이너 임대 기간은 4주
 - 수입 되어 반납될 컨테이너는 평균이 200, 분산이 60인 정규분포
 - 고객의 공 컨테이너 수요는 평균이 200, 분산이 30인 정규분포
 - 재고유지비용, 임대비용, 주문비용은 각각 2,000원, 9,000원, 100원 (개당 비용)
- > Small s량과 Large S량에 따른 비용요소들의 변화 결과

수치 실험

□ 수치 실험을 위한 입력 값

- > 비용 요소 값의 변화에 따른 결과

수요	N(200, 20)
수입	N(150, 30)
재고유지비용 (개)	2,000원
임대 비용(개)	12,000원
주문 비용	200원

Kind	Num	BigS	SmallS	TotalCost		
100	1	49	36	12806704		
100	2	57	23	11885406		
100	3	73	36	11235251		
100	4	61	28	16011834		
100	5	47	33	13538451		
100	6	62	53	16022631		
100	7	50	39	14504427		
100	8	34	11	11535072		
100	9	72	67	15243533		
100	10	46	30	14196989		
100	11	100	1	73	36	11235251
100	12	130	2	34	11	11835072
100	13	100	3	67	29	11885406
100	14	100	4	49	36	12806704
100	15	100	5	47	33	13538451
100	16	100	6	46	30	14196989
100	17	100	7	50	39	14504427
100	18	100	8	71	39	14620532
100	19	100	9	65	35	14798442
100	20	100	10	73	67	15243533

• 100번째 세대에서 Offspring 15개 중 Total Cost에 대한 적합도 검증에 의해 최적 값이 구해짐

수치 실험

□ 수치 실험을 위한 입력 값

> 비용 요소 값의 변화에 따른 결과

<실험 2>

수요	N(200, 20)
수입 Full Containers	N(150, 30)
재고유지비용 (개)	6,000원
임대 비용(개)	24,000원
주문 비용	600원

Kind	Num	BigS	SmallS	TotalCost
100	1	69	42	26236267
100	2	94	41	24474381
100	3	43	26	23238501
100	4	50	30	32860917
100	5	68	41	27963998
100	6	82	64	32948632
100	7	76	41	30036096
100	8	69	42	23954666
100	9	68	41	27963998
100	10	68	41	27963998
100	1	43	26	23238501
100	2	69	42	23954666
100	3	94	41	24474381
100	4	68	42	26236267
100	5	68	41	27963998
100	6	68	41	27963998
100	7	76	41	30036096
100	8	91	43	30436057
100	9	61	37	30487428
100	10	51	31	3424553

- 100번째 세대에서 Offspring 15 개 중 Total Cost에 대한 적합도 검증을 통해 최적 값이 구해짐
- 비용요소들이 커지므로 결과 값의 Total Cost도 증가함

결론

□ 연구 요약

- > 시뮬레이션을 통해 Long-term 동안의 각 비용요소들의 평균값을 추정하였고, 이 값을 사용하여 GA를 통해 Depot의 공 컨테이너 적정 재고 수준(s)와 주문량(S)를 결정 하였음
 - 불확실한 수요를 충족시키기 위해 (s, S)재고정책을 사용함
 - 확률적인 수요와 공급 하에서 주문 및 임대정책을 고려함

□ 향후 연구

- > Multi Depot에 대한 확장연구가 고려됨
- > 내륙 공 컨테이너 관리 시스템에 있어서 계절적으로 변화하는 수요에 대하여 추가 고려됨