

# 신병 초도보급품 지급 자동화 방안 (The Operation Scheme of Automated Supplies Distribution System for New Military Recruits)

이 홍 철, 엄 인 섭, 한 재 호\*

## Abstract

Every year, about 250,000 new recruits enter the military under the R.O.K military draft system. When the fresh soldier groups arrived at the Recruit Training Center, their supplies are distributed before they get basic military training. The supplies are divided by season, summer and winter. There are 14 class of summer items and 20 class of winter items, and the each class has about a few kinds of items. Totally, there are the hundreds kinds of supplies and the supplies distribution system is manually operated. However, in the current system, many problems such as spending a lot of time, manpower and high change rate due to the inaccurate distribution have been raised. This paper suggests the automated supplies distribution system to solve the above problems. We choose the appropriate facilities in the system by using the AHP(Analytic Hierarchy Process) and analyse the operating efficiency of the new system by simulation. The new suggested system shows about 39.25% improvement in throughput and 3.75 times reduction of manpower compared to the current system.

(**Keywords** : Simulation, AHP, Distribution Center, Automation)

---

\* 고려대학교 산업시스템정보공학과

# 1. 서 론

현재 한국군에 입소하고 있는 인원은 연간 약 25만명 정도이며 주 단위로 약 5000명 정도가 입소하여 신병교육을 받고 있다. 최초 신병 입소시 군 보급품을 지급받는데 속옷부터 전투복에 이르기까지 품목이 다양하고 그 품목에 해당하는 종류가 매우 많다. 따라서 현재 신병훈련 입소시 문제점으로 대두되고 있는 요소 중의 하나가 보급품 지급에 관한 사항이다.

현재 시행하고 있는 피복류 지급 방법은 전 과정이 수작업으로 진행되고 있기 때문에 입소 인원 에 대한 피복류 지급시 많은 시간이 소요되고 있으며, 다양한 종류의 품목과 수량을 지급함에 따라 교체율도 높이 발생하고 피복류 지급에 많은 인원이 소요되고 있는 실정이다. 따라서 위와 같은 문제점을 해결하는 방법으로 본 논문에서는 신병 초도보급 자동화 방안을 제시하고자 한다.

현재 자동화 시스템은 제조 및 설비분야에서 많이 사용되고 있는데 컴퓨터 시스템을 시스템의 운용 및 제어에 적용한 기술로서 가공, 조립, 검사 혹은 자재관리 등의 공정을 단독 혹은 조합으로 수행하여 사람의 역할 수준을 감소시켜 노동력 부족의 해소, 작업의 안전을 향상, 인원감축, 시간 절약, 생산성 향상 등의 효과를 가져오고 있다[2].

이에 본 논문에서는 자동화 시스템을 피복류 지급 방법에 접목시켜 최적의 초도보급 시스템을 구성하려고 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재의 피복류 지급 현황과 문제점을 분석하며 3장에서는 피복지급 자동화 방안 에 대한 소개와 자동화 구축시 사용될 각 장비에 대한 대안을 AHP(Analytic

Hierarchy Process)분석의 기법을 활용, 상호 비교 분석을 통하여 최적의 대안을 제시하였다. 4장에서는 선택된 최적 대안을 설계하고 5장에서는 시물레이션을 활용하여 구축된 자동화 시스템에 대한 분석을 실시하고 마지막으로 6장에서는 결론부분으로 구성을 하였다.

## 2. 현 피복지급 시스템 분석

### 2.1 피복류 현황

최초 입소 후 보충대에서 대기하면서 받는 초도 보급품의 품목과 수량은 하절기(5월1일~9월1일)와 동절기(10월1일~익년 4월30일)로 구분하여 지급하는데 그 현황은 <표 1>과 같다.

<표 1> 피복류 현황

품목	하절기	동절기	품목	하절기	동절기
전투모	1	1	박클	1	1
전투복 상	1	1	인식표/줄	2/1	2/1
전투복 하	1	1	방한복 상	.	1
팬티	2	2	방상내피	.	1
런닝	2	2	동내의 상	.	1
손수건	1	1	동내의 하	.	1
면수건	1	1	전피장갑	.	1
모양말	2	2	모장갑	.	1
요대	1	1	고무줄	1	1
전투화	1	1	계	14품목	20품목

현재 지급되는 품목은 각 개인마다 신체치수(신장, 허리둘레, 가슴둘레, 발크기)를 고려하여 각 품목마다 세분화 되어 있다. 각 품목별 세부현황은 다음의 <표 2>와 같다.

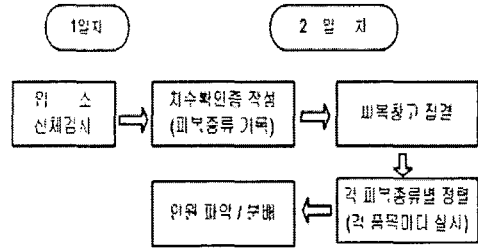
<표 2> 각 품목별 세부현황

구 분	종류(가지)	고려요소
전투모	9	머리크기
전투복 상	28	신장, 가슴둘레
전투복 하	31	신장, 허리둘레
전투화	17	발크기
모양말	3	발크기
방한복 상	19	신장, 가슴둘레
방한내피	8	가슴둘레
동내의 상	5	가슴둘레
동내의 하	5	허리둘레
팬티	5	허리둘레
런닝	5	가슴둘레
손수건	1	.
면수건	1	.
요대	1	.
박클	1	.
인식표/줄	1	개인지급
전피장갑	3	손크기
모장갑	3	손크기
고무줄	1	.

지급품목 중 단일화된 품목은 동계기준으로 손수건, 면수건, 요대, 박클, 인식표/줄, 전피장갑, 모장갑, 고무줄의 10개 품목으로 지급시 문제점이 없지만 나머지 10개 품목은 신체치수에 부합되게 제작되어 있고 그 종류가 매우 다양하여 지급시 많은 문제점을 가지고 있다.

## 2.2 현 피복지급 시스템

최초 군 입대시 거쳐야 되는 보충대는 군에 여러 부대가 있는데 그 중 1개 부대만 택하여 피복지급 시스템을 분석하였다. 선택된 부대에서의 입소 후 피복을 지급하는 방법은 전 과정이 수작업으로 이루어지고 있으며 일반적인 프로세스는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 현 피복지급 프로세스

입소 1일차에 2일차 피복지급을 위하여 신병에게 신체검사를 실시하고 있으며 이때에는 각 인원별 정확한 피복종류 선택을 위하여 신장, 가슴둘레, 허리둘레, 발크기, 머리크기, 손크기를 검사하고 있다.

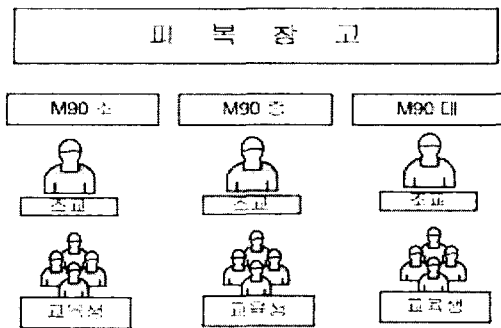
<표 3> 방한복 상의 피복지급 기준표

호칭	신체치수(cm)	
	허리둘레	키
M90 소	92.5 미만	167.5 미만
M90 중	92.5 미만	167.5~172.4
M90 대	92.5 미만	172.5~177.4
M95 중	92.5~97.4	167.5~172.4
M95 대	92.5~97.4	172.5~177.4
M95 특	92.5~97.4	177.5 이상
M100 중	97.5~102.4	167.5~172.4
M100 대	97.5~102.4	172.5~177.4
M100 특	97.5~102.4	177.5 이상
M105 중	102.5~107.4	167.5~172.4
M105 대	102.5~107.4	172.5~177.4
M105 특	102.5~107.4	177.5 이상
S110 중	107.5~112.4	167.5~172.4
S110 대	107.5~112.4	172.5~177.4
S110 특	107.5~112.4	177.5 이상
S115 중	112.5~117.4	167.5~172.4
S115 특	112.5~117.4	177.5 이상
S120 특	117.5~122.4	177.5 이상
S125 특	122.5 이상	177.5 이상

측정된 치수를 바탕으로 각 개인은 치수확인증을 작성하게 되는데 자신의 치수를 치수확인증에 적고 각 품목별 종류를 선택하여 적는다. 본 논문

에서는 치수확인증 작성시 기준이 되는 치수표에 대하여 방한복 상의만을 예로 설명하였고 피복분배 기준표는 위의 <표 3>과 같다.

입소 2일차에는 구대별로 집결후 피복창고 앞에서 각 품목마다 순서대로 불출하는데 개인이 작성한 치수확인증을 바탕으로 하여 각 종류에 맞는 곳에 집결을 하면 해당 종류별 조교에 의하여 인원이 파악되어 지고 인원수 만큼 피복창고에서 수령하여 각 개인에게 지급한다. 절차는 방한복 상의를 예로 들었으며 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 방한복 상의 피복 분배 예

## 2.3 문제점

### 2.3.1 시간과다 소요

앞장에서 예로든 부대의 2003년 통계에 의하면 보충대의 신병입소인원은 연간 00주에 걸쳐서 00,000명이 입소하며 평균 0,000명, 최대 0,000명, 최소 000명이 입소한다.

1개 구대(200명) 기준으로 분배시 순수하게 걸리는 시간은 50~55분 정도이고 이동시간을 고려하였을시는 60분 정도가 소요된다. 전체 평균 입소인원을 고려하였을시 약 8시간 정도가 소요된다. 최초 군 적응에 대한 시간계획을 고려하였을시 피복

지급에 1일 이상을 소비하므로 교육진행에 많은 영향을 주고 있다.

### 2.3.2 분배인원의 과다 소요

피복분배시 각 품목에 대한 종류별로 분배인원을 사전에 선발하여 분배를 실시하고 있으며 60명 정도가 순수한 분배인원으로 활용되고 있다. 분배인원의 과다 소요로 조교 및 교육생 중 일부가 분배인원에 편성되어 운용되고 있다. 그리고 분배시 전 인원이 피복창고로 내려와서 지급을 받기 때문에 효율성이 떨어진다.

### 2.3.3 피복교체율의 증대

현재의 시스템으로 피복 분배시 다양한 품목과 품목별 종류가 많기 때문에 개인별로 치수확인증 오작성 및 분배인원의 착오로 인하여 2003년 통계적으로 교체율이 약 30%에 이르며 퇴소까지 약 3~4회에 걸쳐 피복교체를 실시하고 있다.

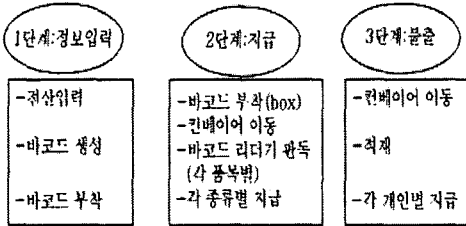
### 2.3.4 창고관리 제한

피복품목별 종류가 다양하고 입소인원이 많아서 창고에 품목/종류별로 저장/불출하기 위한 창고관리가 제한된다. 현재의 창고관리 시스템으로는 실시간대별로 재고 수량 파악 및 부족 품목 현황파악이 어렵다. 각 품목별 청구에 있어서도 현재는 전 품목에 대하여 청구를 하고 확보를 하고 있는 실정이며 지급된 품목별 종류의 통계적 파악과 차후 년도에 지급 될 품목별 종류의 예측이 제한된다.

## 3. 피복지급 자동화 방안

이 논문에서 제시하고자 하는 효율적인 피복지

급 자동화 방안에 대한 전반적인 프로세스는 다음의 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 효율적인 피복지급 프로세스

**-1단계 : 정보입력**

1일차 입소시 측정한 개인별 치수를 DB(Data Base)로 정보화하여 프로그램에 입력하면 각 품목별 종류가 선택되어지고 이것을 바코드로 생산하여 각 개인용 박스에 부착하게 된다.

**-2단계 : 지급**

바코드에 부착된 박스는 컨베이어 라인을 따라 이동하며 해당 품목별 앞의 바코드 리더기에 의해 바코드가 읽혀지면 피복분배자가 해당 종류를 찾아 박스에 담게된다. 이러한 과정은 전 지급품목에 대해 이루어지게 된다.

**-3단계 : 분출**

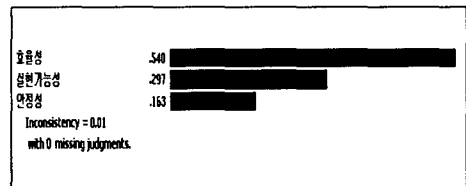
각 개인별 지급 품목은 컨베이어 라인을 따라 이동하여 최종 라인에서 적재되어지고 지급품이 담긴 박스는 각 개인에게 지급된다.

이러한 과정들을 자동화 시스템으로 구성하려면 장비를 사용하게 되는데 현재 각 장비에 대한 종류 및 형태가 매우 다양하다. 따라서 각 장비에 대한 여러 가지 대안을 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 통하여 상호비교 분석하여 현 시스템 설계에 가장 적합한 장비를 선택하여 설계하도록 하였다.

AHP 방법은 요소 간 상호 연관 관계가 복잡한 문제를 계층적 구조로 표현하고 각 요소간의 연관관계에 대하여 정성적으로 주관적인 비교를 행함으로써 요소의 상대적 비중, 문제 해결의 우선순위, 대안의 선정 등의 결정 지침을 제공해 주는 의사결정 방법이다[3]. AHP 분석은 Expert Choice 2nd Edition을 활용하였다.

본 시스템에서 이용되는 장비에는 바코드, 컨베이어, 보관시스템이 있다. 각 장비에 대하여 간략히 소개를 하고 대안을 마련한 다음 각각의 대안에 대해 AHP 분석을 실시하였으며 평가항목은 시스템의 효율적 운영을 위한 효율성, 시스템에 각 장비의 적용에 대한 실현가능성, 장비고장 및 오류를 낮출 수 있는 안정성의 3가지 평가항목으로 비교분석하였다. 분석을 위하여 실시한 설문은 병, 부사관, 장교 45명을 대상으로 실시하였다.

평가항목에 대한 AHP 결과는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 평가항목에 대한 AHP 분석결과

### 3.1 바코드(Bar-Code)

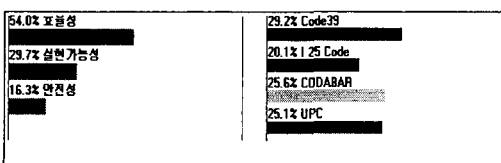
바코드는 다양한 폭을 가진 바(검은 막대)와 스페이스(흰 막대)의 배열 패턴으로 정보를 표현하는 부호(Code) 또는 부호체계이다. 이는 모르스 부호(Mores Code)가 도트(·)와 대시(-)의 배열로 정보를 표시하는 것과 유사하다. 바코드로 정보를 표현하는 일과 표현된 정보를 해독하는 일은 바코드 장비를 통하여 가능하므로 바코드는 기계어

(Machine Language)라고 할 수 있다. 바와 스페이스는 그 폭에 따라 1개 또는 복수개의 2진수 비트(0 또는 1)로 바뀌게 되고, 이들의 조합으로 ASCII 문자가 형성되어 컴퓨터에 유용한 정보가 되는 것이다. 바코드 심볼로지는 크게 흔히 볼 수 있는 1차원 심볼로지와 2차원 심볼로지로 구분할 수 있다. 2차원 심볼로지는 표현할 수 있는 정보의 양이 1차원 심볼로지보다 훨씬 더 많지만 개인별 치수에 관한 정보의 양이 많지 않기 때문에 본 논문에서는 1차원만 고려하기로 한다. 1차원 심볼로지의 종류 중 가장 보편적으로 사용하는 바코드 종류에 대해서 상호비교를 하면 <표 4>와 같다[6].

<표 4> 바코드 상호비교

종류	Code39	I 25 Code	CCDABAR	UPC
최대길이	제한없음	제한없음	제한없음	12
오독률	1/300,000	Unknown	1/1,500,000	Unknown
표준밀도	9.4	17.4	10	13.7
응용범위	재고관리 대리점 등	산업용	혈액원 도서관	산업표준 주류 등
장점	코드의 단순성	최소 크기유지	특수문자 사용가능	보편적 사 용
단점	라벨크기 제 약		에러체크 기능없음	용도제한

본 논문에 가장 효율적으로 적용될 수 있는 바코드를 선택하기 위하여 AHP 분석을 실시한 결과는 다음의 <그림 5>와 같으며 Code39가 가장 좋은 점수를 나타냈다.



<그림 5> 바코드 AHP 분석 결과

## 3.2 컨베이어(Conveyor) 및 보관시스템

컨베이어와 보관시스템은 각각에 대하여 설명 및 대안을 제시하고 AHP 분석은 서로 통합을 하여 최적의 대안을 찾아냈다.

### 3.2.1 컨베이어(Conveyor)

컨베이어 시스템 설계시 가장 중요한 것은 전방적인 창고의 형태를 구성하고 가장 효율적인 라인을 구성하는 것이다. 라인의 형태에 따라 일의 능률이나 재고량 입/출고에 따른 창고관리가 용이해진다[2].

컨베이어 라인의 형태는 창고의 형태와 크기에 따라 여러 가지 형태가 있지만 본 논문에서는 가장 보편적이고 일반적으로 쓰이는 형태인 일자형, U형, 셀(cell) 형을 상호간에 서로 비교분석하여 가장 적합한 형태를 채택하도록 하였다.

- 일자형: 가장 일반적인 컨베이어 설계방식으로 입고부터 출고까지가 일렬로 배열되어 있는 것을 말한다.
- U형: 간단한 장비와 함께 대부분 수작업에 의존하는 분야에서 주로 쓰이는 것으로 서로 마주 보면서 작업하므로 생산라인의 균형을 맞출수 있게 배열이 U자의 형태를 갖추고 있는 것을 말한다[4].
- 셀형: 생산하고자 하는 부품을 몇 개의 유사한 그룹으로 나누고 각 그룹에 인원 및 장비를 할당한다.

각각의 컨베이어 유형을 상호 비교하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 컨베이어 유형 비교

구분	일자형	U형	셀형
장점	설치용이	생산라인의 균형 협업이 가능	통제용이 자동화 용이
단점	일부라인 고장시 전체공정에 영향 설비변경이 어려움		투자비용 증가 셀간 비균형

### 3.2.2 보관시스템

일정수준의 재고량을 적절히 확보하면서 출납이 용이하게 하기 위해서는 보관방법과 입출고 시스템이 중요하며 각 방법을 선택하기 위해서는 저장할 품목, 운영자의 운영방침, 예산에 영향을 받게된다. 일반적인 보관 방법과 장비에는 다음의 몇 가지가 있다.

-산적보관(Bulk Storage): 개방된 바닥에 보관하는 것으로 팔렛(Pallet)이나 용기에 의해 단위화물로 되어 있고, 저장밀도와 접근성을 높이기 위해 행과 블록으로 설치한다.

-랙시스템(Rack System): 물자 자체의 지지력이 없어도 단위화물을 위로 쌓을 수 있도록 해준

다. 구성은 지지빔과 프레임으로 되어 있고, 팔렛 화물을 수평빔 위에 보관한다.

- 선반과 빈: 선반은 프레임으로 지지되는 수평 바닥으로 위에 물자를 보관한다. 철제 선반은 표준화된 크기로 생산되는데 길이(복도 방향)는 0.9m~1.2m, 너비는 0.3m~0.6m, 높이는 3m까지 있다. 흠여지는 쉬운 품목을 선반에 보관할 때는 보통 상자와 용기 형태의 빈(Bin)을 사용한다.

-자동창고(Automated Storage / Retrieval System, AS/RS)는 설정된 자동화 수준에서 저장과 불출입무를 빠르고 정확하게 수행하는 보관시스템으로 정의된다. 앞에서 설명한 장비는 정적인 것인데 반하여 자동화 시스템은 시스템 운영에 필요한 사람의 관여를 감소시키거나 제거해 주는 기계화되고 자동화된 시스템이 있는데 낮은 수준의 시스템에서는 저장과 불출 주문 처리에 작업자가 필요하나 고도로 자동화된 시스템에서는 컴퓨터가 제어하며 컴퓨터에 자료를 입력하는 일 외에는 사람의 작업이 필요없다[2].

앞에서 분석한 보관시스템의 종류를 상호 비교 분석하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 보관시스템 종류

보관장비	장 단 점	일반적인 적용대상
산적보관	높은 저장밀도가 가능 접근성이 낮음 면적당 비용이 가장 낮음	회전율이 낮거나 큰 물품 혹은 큰 단위화물
랙 시스템	비용이 낮음 저장밀도가 좋음 접근성이 좋음	창고에서 팔렛화된 하물
선반과 빈	일부 품목은 볼 수가 없음	개별적 물품은 선반에 보관 일용품은 통에 보관
자동창고	처리량이 높음 컴퓨터화된 재고 관리가 가능 장비의 가격이 가장 높음 자동화된 자재취급시스템과 연계가 쉬움	재공품 조판 최종제품 창고와 물류센터 오더피킹(Order Picking) 전자제품 조립을 위한 키트모음

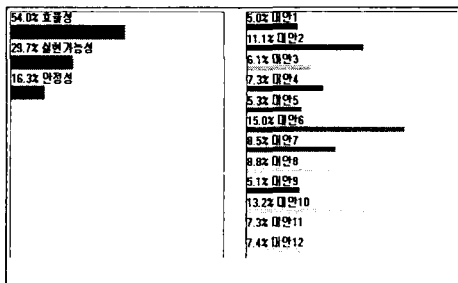
### 3.2.3 AHP 분석결과

앞서 언급한 컨베이어와 보관시스템을 가지고 만들 수 있는 대안은 다음의 <표 7>과 같이 12가지이다.

구분	컨베이어	보관시스템
대안 1	일자형	산적보관
대안 2	일자형	랙 시스템
대안 3	일장형	선반과 빈
대안 4	일자형	자동창고
대안 5	U형	산적보관
대안 6	U형	랙 시스템
대안 7	U형	선반과 빈
대안 8	U형	자동창고
대안 9	셀형	산적보관
대안 10	셀형	랙 시스템
대안 11	셀형	선반과 빈
대안 12	셀형	자동창고

<표 7> 컨베이어와 보관시스템의 대안

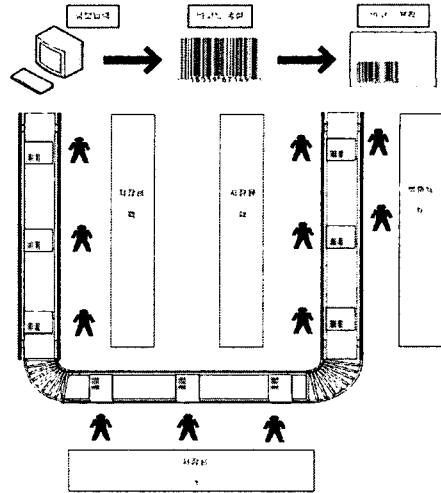
선택된 각각에 대안에 대한 AHP 분석 결과는 다음의 <그림 6>과 같으며 대안 6인 컨베이어는 U형, 보관시스템은 랙 시스템이 가장 좋은 점수를 나타냈다.



<그림 6> AHP 분석결과

## 4. 모델구성

AHP를 통하여 결정된 장비를 가지고 모델을 구성하면 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 모델 구성

### 4.1 정보입력

입소 1일차에 측정된 치수를 바탕으로 하여 각 개인별 DB(Data Base)를 입력하면 프로그램에 의해서 각 품목별 종류가 결정되어지고 이것을 바코드로 각 개인의 정보를 저장한다. 최종단계에서 분배를 용이하게 하기 위하여 소속과 이름이 출력되게 기록되도록 한다.

바코드는 컴퓨터와 연결되어 있어 개인별 지급 품목이 자동적으로 기록되고 이것은 재고시스템과 연관되어 실시간대로 재고파악을 용이하게 한다.

### 4.2 지급

랙은 불출과 지급이 용이하게끔 해당 품목 및 종류별로 분류하여 저장하고 랙 하단부에 롤러와 경사각을 주어 FIFO(First In First Out)에 입각하여 저장 및 불출을 한다. 랙은 수작업으로 출납이 용이하도록 분배인원의 키 높이를 고려하여 3단으로 구성한다. 랙은 종류별로 1칸씩을 배정하여 저장 및 불출을 실시한다. 지급품목별 종류를 고려하



였을시 아래의 <표 8>과 같이 148개 종류이므로  
랙을 148개로 구성한다.

<표 8> 품목별 종류

구 분	종류	구 분	종류
전투모	9	런닝	5
전투복 상	28	손수건	1
전투복 하	31	면수건	1
전투화	17	요대	1
모양말	3	박클	1
방한복 상	19	인식표/줄	1
방상내피	8	전피장갑	3
동내의 상	5	모장갑	3
동내의 하	5	고무줄	1
팬티	5	계	148

U형 컨베이어 라인 구성시 <그림 7>과 같이

랙은 3면을 이용하여 배치를 실시하고 1면당 랙을 50개로 할당한다. 그리고 소요가 많은 종류의 저장  
을 용이하게 하고 여유분을 확보하기 위한 안전재  
고(Safety Stock)를 고려하여 1면당 추가적으로 랙  
을 10개씩 더 할당하여 1면당 60개씩 총 180개의  
랙을 구성한다.

저장랙의 구성은 품목별 종류를 기준으로 1면당  
약 50개씩의 종류를 할당하였다.

분배인원은 종류가 많은 품목은 1~2개 품목만  
을 할당하였으며 종류가 1~9개 이하의 품목은 1명  
이 여러 가지 품목(2~3개)을 분배하도록 지정하였  
다. 동계 및 하계에 지급되는 품목이 상이하므로  
각각의 시기에 따른 각 저장랙별 품목과 분배인원  
의 할당은 다음의 <표 9>와 같다.

<표 9> 피복지급 할당 기준표

구 분		동 계		하 계	
		품 목	종 류	품 목	종 류
저장랙 1	인원 1	전투복 상 요대	29 1	전투복 상 요대	29 1
	인원 2	동내의 상 모양말 박클	5 3 1	모양말 박클 인식표	3 1 1
	인원 3	인식표 동내의 하 전피장갑	1 5 3		
	소계	8품목	48종류	5품목	35종류
저장랙 2	인원 1	전투복 하 손수건	31 1	전투복 하 손수건	31 1
	인원 2	전투모 면수건	9 1	전투모 면수건	9 1
	인원 3	방상내피 모장갑	8 3		
	소계	6품목	53종류	4품목	42품목
저장랙 3	인원 1	전투화 고무줄	17 1	전투화 고무줄	17 1
	인원 2	팬티 런닝	5 5	팬티 런닝	5 5
	인원 3	방한복 상	19		
	소계	5품목	47종류	4품목	28품목

<표 9>와 같이 동계에는 저장랙별 분배 인원이 3명씩 소요되며 하계에는 저장랙별 분배인원이 2명씩 소요된다. 각 인원별 분배 품목은 2~3개이다.

정보입력후 바코드를 부착한 박스가 컨베이어 라인을 따라 이동하게 되고 지급품목별 장소(Station)에 도착하여 바코드 리더기를 통해 정보가 인식되어지면 작업자 앞의 모니터 또는 센서에 지급되어야 할 종류가 표시된다. 그러면 작업자가 해당 종류의 랙에서 물품을 박스에 담아주게 되고 이러한 과정이 전 품목별로 진행된다. 최종적으로 담긴 지급용 박스는 마지막 장소 (End Station)에 도착하게 된다.

### 4.3 불출

최종 장소에 도착한 박스는 바코드 리더기에 의해 해당 구대 및 내무반 별로 구분되어지고 불출인원에 의하여 불출용 랙에 저장된다. 개인별 불출은 구대별로 불출랙에 집결후 개인별로 박스에 부착된 소속과 성명을 확인하여 수령해 가면 불출이 완료된다.

## 5. 시물레이션(Simulation)

본 논문에서의 시물레이션은 동계를 기준으로 일 8시간 작업 기준의 처리 용량과 작업자별 활용율(Utilization)를 중요요소(Critical Factor)로 선정하였고 시물레이션 툴(Tool)은 AutoMod V.10의 시물레이션 소프트웨어를 사용하였다.

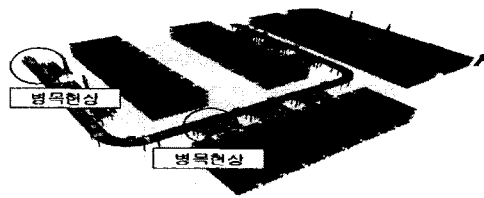
### 5.1 시물레이션 조건 및 방법

시물레이션을 수행하기 위한 가정은 다음과 같다.

[가정]

- ① 시물레이션 수행시간은 8시간으로 한다.
- ② 컨베이어의 고장 상태는 고려하지 않으며 언제나 가동이 가능하다.
- ③ 작업자별 처리능력은 동일하다.

<표 9> 품목/분배인원 할당표를 기준으로 시물레이션 수행시 각 작업자 마다의 처리 시간이 상이하기 때문에 아래 <그림 8>과 같은 병목현상이 생기는 것을 알 수 있다.



<그림 8> 병목현상 전경

따라서 병목현상의 문제를 수리적 모델링으로 분석하려고 한다.

[기호 정의]

$n$  : 작업자의 수

$d_k$  : k번째 작업자에서의 지연시간 (Delay Time)

$D$  : 처리되어 나간 박스의 수

$C_k$  : k번째 작업자에 도착한 박스의 수

$S_k$  : k번째 작업자에 의해 처리되어 나간 박스의 수

$\mu$  : 각 작업자에서의 시간당 박스 처리 총합

$\mu_k$  : k번째 작업자에서의 시간당 박스 처리 용량

기호 정의로부터 다음과 같은 식(1)을 얻어 낼 수 있다.

$$\sum_{k=1}^n \mu_k = \mu \text{ and } S_k(t) = D \quad (1)$$

또한 병목현상을 없애는 방법은 각 작업자의 지연시간을 최소화 시키면 된다. 이와 같은 사실로 우리는 다음과 같은 선형 방정식을 세울 수 있을 것이다.

$$\text{Maximize } Z = D(t) \quad (2)$$

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^k d_k(t)$$

subject to

$$S_k(t) - S_{k-1}(t) \leq 0$$

for  $k = 2, 3, 4, \dots, k$

$$S_1(t) - C_1(t) \leq 0$$

위의 식(2)으로부터 우리는 다음과 같은 식(3)을 얻어 낼 수 있다.

$$S_k(t) \leq \dots \leq S_2(t) \leq S_1(t) \leq C_1(t) \quad (3)$$

본 논문에서는  $S_k(t)$ 는 최대화하는 것이 목적

이고,  $\sum_{k=1}^k d_k(t)$ 는 최소화 하는 것이 목적이기

때문에 식(3)은 아래와 같이 식(4)으로 바꿔 쓸 수 있다.

$$S_k(t) = \dots = S_2(t) = S_1(t) = C_1(t) \quad (4)$$

따라서 각 작업자의 처리시간은 모두 동일하여야 한다. 즉 각 작업자의 처리시간을 같게 만들어 주어야 하는데 시간이 많이 걸리는 곳은 작업자를 추가적으로 할당하여 시간을 같게 만들어 주어야 한다[5].

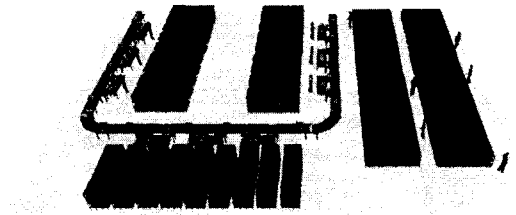
개정된 작업자의 수는 다음의 <표 10>과 같다.

<표 10> 개정된 작업자의 수

구 분		동 계	하 계
		인원수	인원수
저장랙 1	작업자1	2	2
	작업자2	1	1
	작업자3	1	·
저장랙 2	작업자1	2	2
	작업자2	1	1
	작업자3	1	·
저장랙 3	작업자1	2	2
	작업자2	1	1
	작업자3	2	·
불출랙	작업자1	3	3

## 5.2 시뮬레이션 결과

AutoMod V.10 으로 시뮬레이션을 한 전경은 다음의 <그림 9>와 같다.



<그림 9>시뮬레이션 전경

시뮬레이션 결과를 분석하기 위한 독립변수와 종속변수는 다음의 <표 11>와 같다.

<표 11> 종속변수 와 독립변수

독립변수	컨베이어 속도: 0.5~3 ㎞
	컨베이어 가속도: 0.3 ㎞
종속변수	load의 입력분포: Normal (5,1)~(15,1)sec
	총처리량, 작업자 활용율

컨베이어 시스템의 운영에 있어서 실질적인 성과 측정의 가장 큰 영향을 주는 것이 컨베이어의 속도와 가속도이다. 따라서 컨베이어의 속도와 가속도를 독립변수로 선정하였다. 또한 Load의 입력분포를 정규 분포(Normal Distribution)로 정한 것은 신병별 지급 품목 및 신체 치수를 사전에 알고 있다는 가정 하에 신병에게 지급되기 전, 일괄작업을 한다고 판단하여 정규분포로 선정하고 최적화 실험을 실시하였다.

시뮬레이션 분석은 총처리량을 최대화 하도록 최적화 실험을 수행하였고, 작업자 활용율은 Multi-Factorial 분석을 실시하였다.

시뮬레이션 최적화를 위한 진화 전략 프로세스는 아래와 같은 절차로 수행된다.

[진화전략의 수행 절차]

- step1 : Generate first run
- step2 : Randomly create the first generation of children
- step3 : Make the runs for each child
- step4 : Select the parents
- step5 : Randomly pick two of the parents
- step6 : Combine them
- step7 : Mutate the factor value
- step8 : Repeat step 3-7 until the termination criteria are met [1]

첫 번째 런을 생성하여(초기화), 최초로 자식 세대를 생성한 후 각각의 자식을 수행하고, 이 중에서 각 객체의 적합도(fitness)에 근거하여 다음 세대에 이용 될 부모를 선택하게 된다. 선택된 부모로부터 돌연변이를 생성하여 새로운 자식 개체들을 생성하면서 조건을 만족 시키거나 수행의 횟수가 다하게 되면 종료하고 그렇지 않으면 step3부터

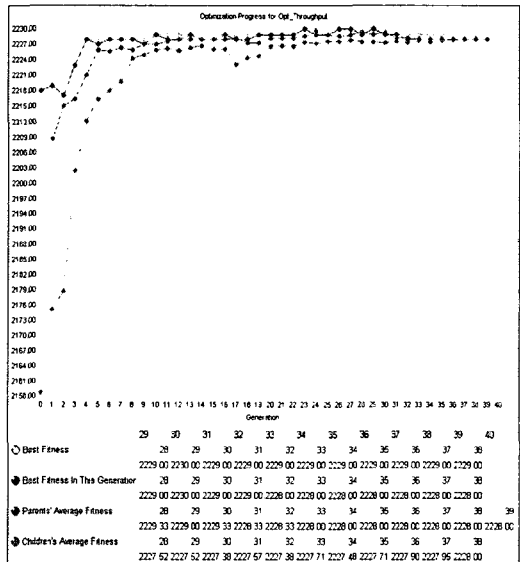
step7까지의 과정을 반복을 하게 된다.

총 처리량 최적화의 실험조건은 다음과 같다.

- 적합도 함수 : MAX 총 처리량
- 각 세대 당 최대 반복 횟수 : 5회
- 각 세대 당 부모 개체의 수 : 3
- 종료 조건 : 1. 50 세대 동안 5%미만으로 향상 되었을 때  
2. 각 세대의 최대 실험 횟수가 100이 되었을 때

각 작업자의 활용율은 Multi-Factorial 분석결과 모든 작업이 60.5%~62.1%의 활용율을 나타내었으며 이것은 <그림 8>과 같은 병목현상 문제를 해결하기 위한 수리적 모델 구성시 각 작업자의 처리시간을 같게 만들어 주었기 때문에 각 작업자의 활용율이 비슷한 결과를 보였다고 판단된다.

따라서 최적화 실험은 활용율은 고려하지 않고 Throughput을 최대로 할 수 있도록 실험을 실시하였으며 그 결과는 다음의 <그림 10>과 같다.



<그림 10> 최적화 실험결과

위의 <그림 10>과 같이 최적화된 독립변수의 값은 컨베이어의 속도가 0.527% 이고 load의 입력 분포는 Normal (14.934, 1)sec인 것을 알 수 있으며 이때의 Throughput은 2228개인 것을 알 수 있다.

동계 피복지급을 기준으로 기존 수작업으로 분배를 했을때와 자동화 시스템으로 분배를 했을때를 상호 비교하면 다음의 <표 12>과 같다.

<표 12> 기존시스템과의 상호비교

구 분	1일 처리량 (8시간 기준)	투입인원
기존 수작업	1600명	60명
자동화 구축	2228명	16명

위의 <표>과 같이 1일 처리량은 기존 수작업과 비교했을 경우 39.25% 향상이 되었으며 투입인원은 3.75배 감축이 되는 것을 알 수 있었다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 신병 초도 보급품을 효율적으로 지급하기 위한 자동화 시스템 운영 방안을 제시하였다. 자동화 시스템 도입시 현재의 수작업으로 진행되는 것보다 시간/인원 감축면에서 더 효율적인 결과를 가져올 수 있다는 것을 보여주었다. 그리고 창고관리 분야에서도 재고 파악이 용이하고 재고량을 실시간대로 파악 할 수 있어 청구 및 보급이 완벽히 이루어 질 수 있다.

향후 입소 후 신체검사를 통하여 개인의 치수를 측정하는 것이 아니라 병무청에서 실시한 신체검사 데이터가 보충대로 통보가 되면 입소 전 피복분배가 이루어 질 수 있기 때문에 입소와 동시에 초도

보급품을 개인이 지급받을 수 있을 것이다. 또한 본 논문에서 제시한 자동화 시스템은 군수지원사령부에서 예하부대 보급품 분배에 적용한다면 더 효율적인 방법이 될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. E. Moriarty, A. C. Schultz and J. J. Grefenstette, "Evolutionary Algorithms for Reinforcement Learning", Journal of Artificial Intelligence Research 11, 241-276, 1999
- [2] Mikell P. Groover. "Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing", Prentice Hall, 2000.
- [3] T. L. Satty, "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, 1980
- [4] 박승현, "컨베이어 라인 변경시 U-라인 설계의 효율적 방안:K전자 사례를 중심으로", 대한산업공학회지, 16권, 2호, pp.240-247, 2003
- [5] 엄인섭, "자동화 중심 우편집중국 운용 효율화 방안", 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, pp.999-1006, 2003
- [6] 황재각, "우편물 처리원가 절감을 위한 고객 바코드 지원 시스템", 한국정보처리학회지, 6권, 10호, pp.2563-2573, 1999