

# 컨테이너와 팔레트 적재패턴에 대한 마이크로 컴퓨터 프로그램<sup>+</sup>

황 학\*·임준묵\*

## A Microcomputer Program for Loading Pattern of Pallet and Container

Hark Hwang\* · Joon-Mook Lim\*

### Abstract

A common problem for manufacturing industries, especially consumer goods industries, is how to establish standardized procedures for loading finished goods onto pallets or containers for subsequent storage and distribution.

Utilizing previous research results on the palletizing problem, this paper develops micro-computer based programs which generate an optimum loading pattern leading to the minimum amount of unused pallet or container space. Development of pallet layout chart is also included in the computer programs. The results are displayed by computer-graphic. For the users who are unfamiliar with pallet loading problem and computer system, pull-down menu and user-computer interactive data input procedures are adopted.

### 1. 서 론

팔레트는 화물이동에 있어서 다수의 소량화물을 개별로 이동시키지 않고 일정한 묶음으로 단위화하여 한꺼번에 화물을 이동하는 방법(Unit Load System)으로서 날개의 화물을 롯(Lot)으로 집합할 수 있게 목재, 강재, 플라스틱 또는 종이 등으

로 만들어진 하중을 받을 수 있는 받침대이다. 최근에는 팔레트 이용범위가 확대되고 있는 바, 이를 사용함으로써 기대되는 이점으로, 시간 및 비용의 절약이 크고, 보관업무에서도 보관기간을 단축시키고 보관방법의 개선으로 인해 보관비가 절약되며, 하역에서도 하역횟수의 감소 및 기계화로 하역비 절감효과는 물론 자원 및 노동의 절약 등이 실현되

<sup>+</sup> 이 논문은 1990년도 산학협동재단의 연구비 지원으로 이루어졌음.

\*韓國科學技術院 産業工學科

어서 기업의 물류비 절감노력에 기여함은 물론 사회적으로 불가안정에 크게 기여하고 있다.

또한 최근 상품수송에 있어 육상, 해상, 공중의 대부분 수송경로에서 광범위하게 이용되고 있는 컨테이너에 의한 새로운 수송방법을 컨테이너화(Containerization)라고 부르며 팔레트화(Palletization)와 함께 유니트로드 시스템의 주축을 이루고 있다. 컨테이너의 도입은 컨테이너 자체가 일종의 포장수단이기 때문에 포장관리면에서 효과가 크며 수송, 하역, 보관 등 물류면에서도 그 효과가 높고 평가되고 있다. 특히 수출상품의 해상수송과 항공수송에서는 완전한 컨테이너화 체계가 확립되어 컨테이너에 의한 내륙수송과의 합동일관수송이 실현되고 있다. 그러므로 컨테이너 단위로 화물을 이동시키면 화물단위의 하역이 불필요하므로 포장비가 크게 절감되고 줄로 묶거나 못으로 봉하는 작업이 필요없으므로 수송포장에 수반하는 노무비가 절약된다. 포장이 간단해짐으로써 화물자체의 중량이 가벼워지므로 그만큼 운임도 싸지게 되고 화물이 파손내지는 오손될 염려가 없으므로 보험료 및 부대비용이 낮아진다. 하역작업에 있어서 기계화에 의해 일괄하역이 이루어지고 화물반입이 신속하게 이루어져 하역비 절감이 기대되고 보관분야에서도 컨테이너로 보관이 가능하므로 보관비 절감이 가능한 이점이 있다.

위에서 언급된 팔레트 시스템과 컨테이너 관리 시스템을 보다 효과적으로 관리 운영하기 위해서 본 연구에서는 팔레트 및 컨테이너에 입의 크기의 물건을 적재하고자 할 때 빈공간을 최소화시키는 효율적인 "적재패턴"(Loading Pattern)방법의 분석은 물론 현장에서의 실용성에 역점을 두어 여러 가지 상황에 적용이 가능할 수 있도록 적재패턴에 대한 마이크로 컴퓨터용 프로그램을 구성하여 현장 어디에서 누구나 손쉽게 이용할 수 있는 시스템을 구성하고자 한다.

팔레트 및 컨테이너에 물건을 선적하는 문제에

대하여 그동안 여러사람들이 많은 연구를 진행하였다.

Golden[2]은 1-차원상의 막대자르기문제(Cutting Stock Problem)를 다루었고, Gilmore[1], Christofides[3], Haessler[7] 등은 잘라질 평면의 크기와 수에 제약을 가할 수 있는 2-차원상의 막대 자르기문제를 해결할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 또한 단일 물품을 일정한 크기의 팔레트에 효율적으로 적재시키기 위한 팔레트 적재 패턴을 구하는 문제도 막대자르기 문제와 비슷한 맥락에서 연구되었다. Steudel[4], Smith[5], George[6], Hodgson[9] 등은 2-차원상의 팔레트 적재문제(Pallet Loading Problem)를 동적계획법(Dynamic Programming)과 정수계획법(Integer Programming) 등에 기초를 둔 발견적기법(Heuristics)을 제시, 문제를 해결하고 있다. Tsai et.al[10]은 2-차원 팔레트 적재문제 있어서, 여러가지 물품을 적재하는 문제를 다루는 선형계획법(LP) 모형을 제시하고 있으나 모형에 가해진 제약때문에 그 결과를 실용화하기에는 문제가 있다. 또한 George[6], Hodgson[9], Ivancic et.al[12]등은 여러 가정 하에 3-차원상의 팔레트, 컨테이너 선적문제를 정수계획법(Integer Programming)으로 해결하고자 시도하였으나 이 역시 현실적인 문제를 해결하는데 큰 도움을 주지 못하고 있다.

지금까지 기술된 연구는 그 목적이 단순히 팔레트나 컨테이너 적재 패턴에 대한 부분적인 알고리즘만을 제시하고 있어서, 실용상의 어려움이 내재하고 있다. 따라서 현장에서 당면하는 2-차원상의 팔레트 뿐만 아니라 3-차원상의 컨테이너 적재문제를 손쉽게 해결하기 위해서는 기존 연구 결과를 검토하고 확장시켜 나가야 할 필요성이 대두된다.

본 연구에서는, 현장에서 개념적으로 활용은 하고 있으나 사용하기 편리하고 효과적인 계산방법이 없어서 수작업에 의존하고 있는 단일물품의 팔레트와 컨테이너에의 적재방안을 다룬다. 이를 위해 기

존의 연구결과를 분석하고 수정하여, 개인용 컴퓨터를 가지고서도 아주 짧은 시간안에 실행이 가능하고, 알고리즘에 대한 전반적인 지식이 없이도 실행 메뉴만 보고 누구나 쉽게 사용할 수 있는 마이크로 컴퓨터용 프로그램을 작성한다. 또한 실제 사용예를 통하여 본 연구결과가 현실적인 문제에 매우 유용하게 사용될 수 있음을 보이고자 한다.

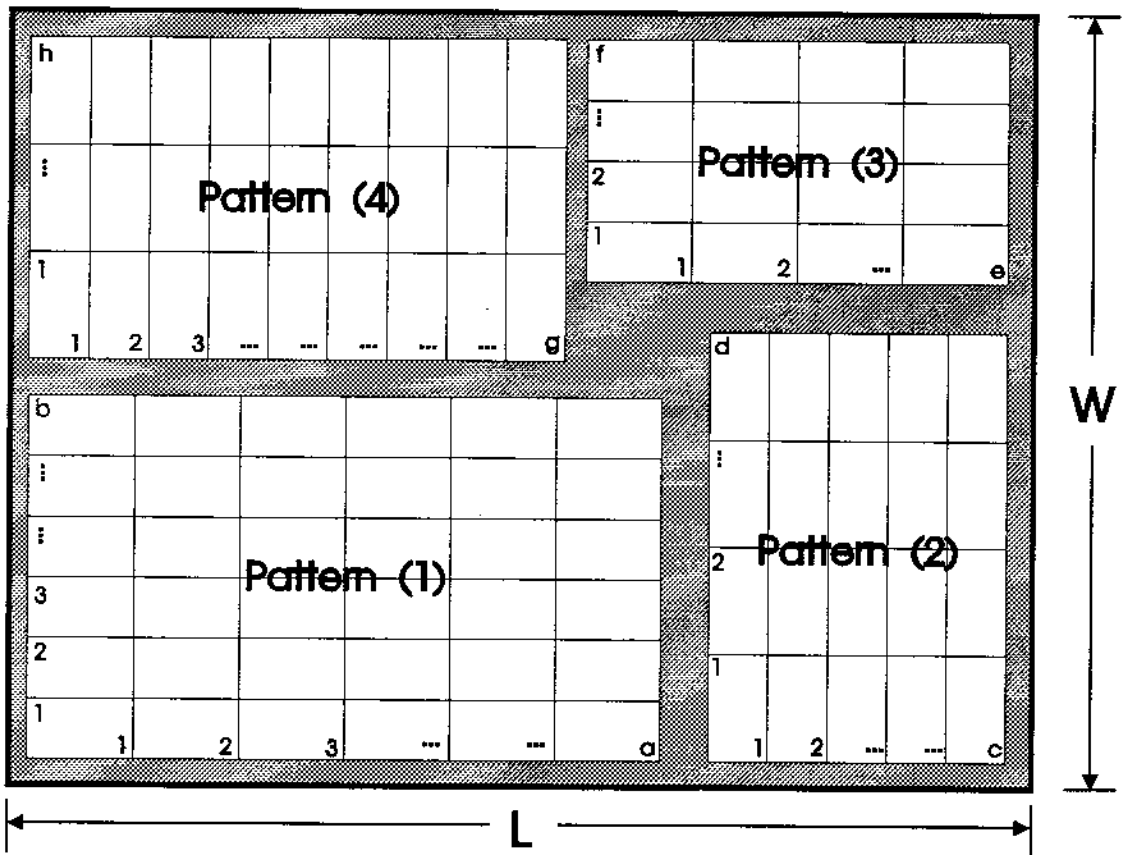
## 2. 적재 패턴

### 2.1 단일 품목의 팔레트 적재 패턴

앞에서도 언급된 바와 같이 단일물품의 적재문제에 대해서는 많은 연구가 이루어 왔다. 그 중에서 Smith and De Cani[5]와 Steudel[4]가 제시한

알고리즘이 실용면에서 가치가 있어 보인다. Steudel이 제시한 알고리즘은 동적계획법(Dynamic Programming)에 기초를 둔 2-단계 발전적 기법으로 이루어져 있고 Smith and De Cani가 제시한 알고리즘은 순환패턴(cyclic pattern)을 형성하는 시뮬레이션 결과를 통해서 가능한 모든 배치안들 중에서 팔레트에 가장 많은 개수를 쌓을 수 있는 적재 패턴을 찾아내도록 구성되어 있다. 두 알고리즘에 의한 해는 거의가 최적인 것으로 알려져 있다. Steudel이 제시한 알고리즘은 동적계획법에 바탕을 두고 있기 때문에 계산절차가 복잡하고 많은 컴퓨터 기억용량이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 Smith and De Cani가 제시한 알고리즘을 기본 해법으로 채택하였으며 이를 좀더 상세히 설

Pallet



[그림 1] 단일물품의 팔레트 적재패턴

명하면 다음과 같다.

$L$ 과  $W$ 를 팔레트의 길이와 폭이라 하고  $\ell$ 과  $w$ 를 상자의 길이와 폭이라 하자. 아래의 [그림 1]과 같은 순환패턴으로 상자를 팔레트상에 쌓는다고 가정하자.

여기서  $a, b$ 는 팔레트의 왼쪽하단 구석에서 시작하여 Pattern(1) 모양으로 상자를 쌓는다고 할 때 가로 또는 세로 방향으로 쌓는 상자의 수를 나타내며,  $c, d$ 는 Pattern(1)에 이어서 Pattern(2)의 방법으로 상자를 쌓는다고 할 때 세로 또는 가로 방향으로 쌓는 상자의 수를 의미한다.  $e, f$ 는 Pattern(1)과 Pattern(2) 모양으로 상자가 쌓여 있다는 제약(즉,  $a, b, c, d$ 가 결정된 상태)하에서 Pattern(3)의 모양으로 상자를 쌓을 때의 상자의 수를 나타낸다. 마지막으로  $g, h$ 는 Pattern(1), Pattern(2) 그리고 Pattern(3)가 결정되어졌다는 가정하에서 Pattern(4) 모양으로 상자를 쌓을 때의 세로 또는 가로형태의 상자의 수이다.

아래의 관계식에 의하여  $a, b, c, d, e, f, g, h$ 가 각각 취할 수 있는 범위를 결정할 수 있다.

$$a_{\max} = \lfloor L/\ell \rfloor \Rightarrow a = 0, 1, 2, \dots, a_{\max}$$

$$b_{\max} = \lfloor W/w \rfloor \Rightarrow b = 0, 1, 2, \dots, b_{\max}$$

$$c = \lfloor (L - a\ell)/w \rfloor$$

$$\left. \begin{aligned} d_{\min} &= \lfloor bw/\ell \rfloor \\ d_{\max} &= \lfloor W/\ell \rfloor \end{aligned} \right\} d = d_{\min}, d_{\min} + 1, \dots, d_{\max}$$

$$f = \lfloor (W - d\ell)/w \rfloor$$

$$\left. \begin{aligned} e_{\min} &= \lfloor cw/\ell \rfloor \\ e_{\max} &= \lfloor L/\ell \rfloor \end{aligned} \right\} e = e_{\min}, e_{\min} + 1, \dots, e_{\max}$$

$$g = \lfloor (L - e\ell)/w \rfloor$$

$$h = \lfloor (W - bw)/\ell \rfloor$$

여기서  $\lfloor a \rfloor = a$ 를 넘지않는 최대의 정수

이 결과를 토대로 ( $a, b, c, d, e, f, g, h$ )의 모든 가능한 조합들 중에서, 상자의 갯수( $= a \cdot b + c \cdot d + e \cdot f + g \cdot h$ )를 최대로 하는 조합, ( $a^0, b^0, c^0, d^0, e^0, f^0, g^0, h^0$ )을 찾아낸다.

팔레트의 크기  $L$ 과  $W$ 를 서로 바꾸어서 다시한 번 앞 절차를 수행한 후, 두가지의 조합중에서 최적의 적재패턴( $a^*, b^*, c^*, d^*, e^*, f^*, g^*, h^*$ )를 구하게 된다.

이때의 적재효율은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{적재효율}(\%) = \frac{S(a^*, b^*, c^*, d^*, e^*, f^*, g^*, h^*)}{L \times W} \times 100$$

여기서  $S(a^*, b^*, c^*, d^*, e^*, f^*, g^*, h^*)$ : 최적

의 적재패턴 하에서의 상자의 갯수

위의 적재패턴과 계산절차에 의하면 적재효율이 같은 적재패턴이 여러개 나올 수 있다. 이러한 대안은 현장에서 팔레트 적재문제를 다룰 때 유용하게 사용될 수 있다. 다시말해서 적재효율이 동일하다 하더라도 자동 적재기(Automatic Palletizer) 혹은 수작업 하의 작업자 입장에서 볼 때, 보다 편리한 적재 패턴이 있을 수 있기 때문에 여러 대안들 중에서 작업의 특성에 알맞는 패턴을 골라서 사용하면 작업의 효율 향상은 물론, 물류시스템의 생산성향상에 기여할 수 있는 것이다. 본 연구에서 작성한 컴퓨터 프로그램은 이러한 대안이 존재할 경우 4-5개의 대안과 각 대안에 따른 적재효율을 나타낼 수 있도록 프로그램되어 있다.

## 2.2 단일 품목의 컨테이너 적재

서론에서 언급된 바와 같이 단일품목의 컨테이너 적재문제에 대한 알고리즘을 현장에서 마이크로 컴퓨터로 활용하는 것은 계산이 복잡하고 많은 계산 시간과 기억용량이 요구되므로 용이하지를 않다. 본 연구에서는 다음과 같은 가정을 두어서 문제를 쉽게 해결하고자 한다.

가정 1) 컨테이너의 높이 방향으로 커(Layer)를 이루면서 상자를 쌓는 것으로 한다.

가정 2) 한 커(Layer)를 이루는 상자는 같은 적재형태를 지닌다.

위의 가정은 매우 현실적이라고 생각된다. 예를 들어서 자동적재기로 컨테이너에 상자를 적재한다

고 한다면 한꺼씩 차례로 상자를 쌓는것이 합리적이고 프로그램하기도 편리할 것이다. 또한 보통은 컨테이너에 상자 자체를 쌓기보다는 팔레트에 상자를 미리 적재시킨 후 팔레트 전체를 컨테이너에 적재 시키기 때문에 커별로 적재를 시키는 것이 운반 및 보관에 오히려 유용하다. 그리고 적재물품의 특성상 물건의 아래위가 이미 정해져서 상자를 놓거나 세워서 쌓을 수 없는 경우가 많으므로 위의 가정은 현실적인 문제와도 부합된다. 위와 같은 가정이 주어진 상황 하에서, 컨테이너의 크기가 길이×폭×높이(L×W×H)로 주어지고 적재할 물품의 크기가 길이×폭×높이(ℓ×w×h)로 주어지는 경우 아래와 같은 절차로 단일물품의 컨테이너 적재의 최적의 적재 패턴을 찾아낼 수 있다.

단계 1

1) 팔레트크기(L×W), 상자크기(ℓ×w)로 표시되는 2차원상의 팔레트적재문제로부터 최적의 적재 패턴을 구하고 쌓을 수 있는 상자의 갯수를 NofBox[1]에 저장하고 커(Layer)의 높이로서 h를 Layer[1]에 기록한다.

2) 팔레트크기(L×W), 상자크기(ℓ×h)의 2차원 팔레트 적재문제에서 최적의 적재 패턴을 구하고 쌓을 수 있는 상자의 갯수를 NofBox[2]에 저장하고 커(Layer)의 높이로서 w를 Layer[2]에 기록한다.

3) 팔레트크기(L×W), 상자크기(w×h)의 2차원 팔레트 적재문제에서 최적의 적재패턴을 구하고 쌓을 수 있는 상자의 갯수를 NofBox[3]에 저장하고 커(Layer)의 높이로서 ℓ을 Layer[3]에 기록한다.

단계 2

컨테이너의 높이가 H로서 주어진 제약하에서, 단계1로 부터 얻어진 적재패턴과 상자의 갯수, NofBox[i](i=1, 2, 3) 그리고 각커(Layer)의 높이, Layer[i](i=1, 2, 3)을 조합하여 쌓을 수 있는 최대의 상자 갯수와 적재 패턴을 찾아낸다.

위 단계1과 단계2의 결과로부터 단일물품의 최적의 컨테이너 적재패턴과 적재물품의 갯수가 얻어질 수 있다. 그리고 그것으로부터 각커의 적재효율은 2-1.절에서와 같이 계산될 수 있으며 컨테이너 전체에 대한 적재효율은 다음과 같이 구해진다.

적재효율(%)

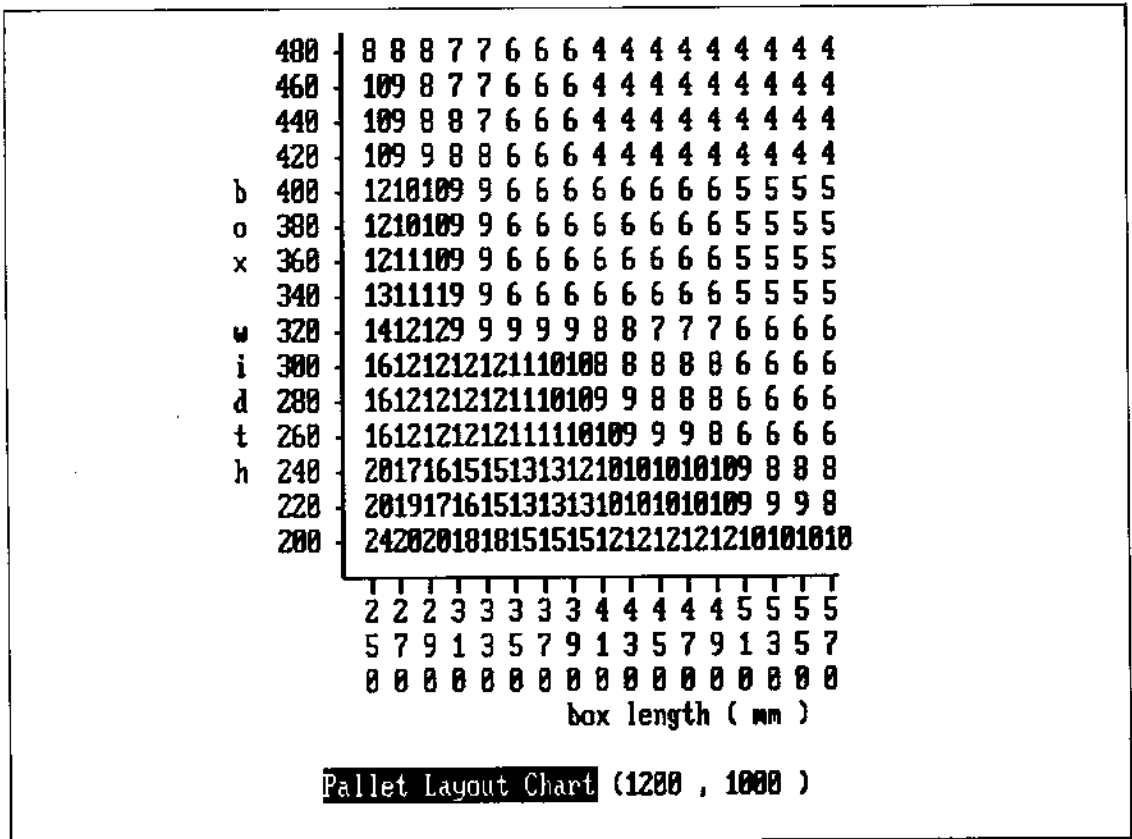
$$= \frac{S(\text{NofBox}^*[\cdot], \text{Layer}^*[\cdot], H) \times (\ell \cdot w \cdot h)}{L \times W \times H} \times 100$$

여기서 S(NofBox\*[, Layer\*[, H) : 최적의 적재패턴으로부터 얻어진 컨테이너에 적재가능한 상자의 수

2.3 팔레트 배치 차트(Pallet Layout Chart)

팔레트의 크기가 주어진 상황하에서 적재 물품의 치수에 따라서 최대로 몇개의 물품을 쌓을 수 있으며 어떤 적재 패턴을 사용하는 것이 바람직한 것인가를 표로서 나타낸 것이 팔레트 배치 차트(Pallet Layout Chart)이다. 산업계 현장에서 사용되는 팔레트의 크기는 운송차량(일반화물차, 컨테이너차량 등), 운반설비(지게차, 컨베이어, AGV 등) 그리고 보관설비(일반창고, Rack형 자동창고 등)등에 따라서 미리 정해지거나 일반적으로 많이 이용되는 표준 팔레트의 치수를 사용하게되므로[14], 물품의 디자인 단계에서 상자의 크기를 얼마로 정해야 운반 및 보관업무를 처리하는데 효율을 최대로 높일 수 있는가를 알아내는 일은 매우 중요한 문제가 된다. 결국 팔레트 배치차트는 이러한 의사결정을 신속하게 처리하는데 도움을 주는 중요한 자료가 된다. 그러나 팔레트의 크기가 주어지고 물품의 크기가 주어진 상황하에서 최적의 적재 패턴은 앞에서 연구된 2차원 팔레트 적재문제를 풀면 해결할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 주어진 팔레트 크기 하에서 적재물품의 길이×폭이 여러가지 조합으로 변할 때 최적으로 적재할 수 있는 물품의 갯수를 표로서 나타내는 데 국한한다.

산업체에서 가장 많이 사용되고 있는 1200× 1000mm의 팔레트[14]를 대상으로 하여 배치 차트를 구성해보면 [그림2]와 같다.



[그림 2] 팔레트 배치 차트

[그림2] 로 부터 팔레트의 크기는 1200× 1000mm이고 이 팔레트상에 길이 390mm 폭 320mm의 상자의 경우에는 최대로 9개, 길이 310mm 폭 280mm의 상자의 경우에는 12개까지 쌓을 수 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 위와 같은 팔레트 배치 차트를 손쉽게 구성할 수 있도록 전산 프로그램화 하였으며 그 사용법은 다음절에서 자세히 설명하기로 한다.

### 3. 적재 패턴에 대한 전산 프로그램

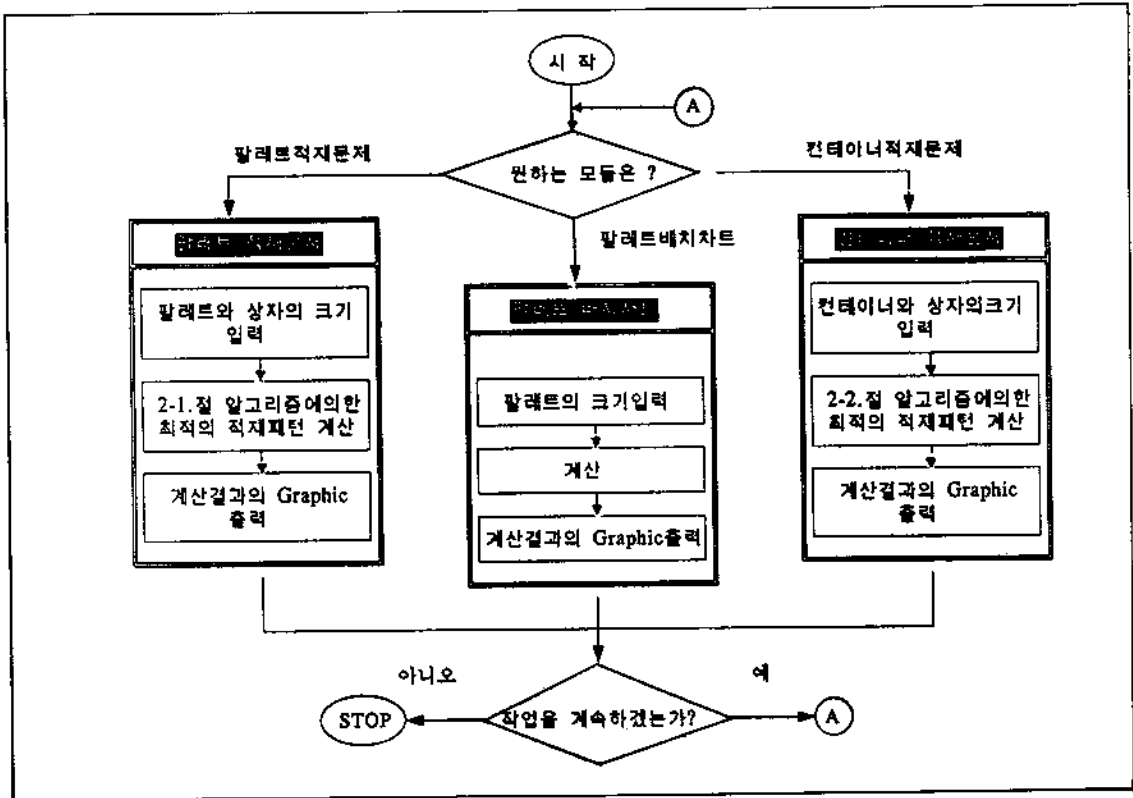
앞에서 연구한 팔레트와 컨테이너의 적재패턴을

Micro Computer에서 실행이 가능하도록 프로그래밍 하므로써 자세한 계산 절차나 이론을 모르더라도 누구나 손쉽게 이용할 수 있게 하였다.

프로그래밍 언어는 PASCAL을 사용하였으며, 프로그램의 수행은 Personal Computer(16bit IBM XT/AT 또는 그 이상급)에서 이용이 손쉬운 Turbo Pascal 5.0 패키지를 이용하였으며, 프로그램에 대한 자세한 내용을 모르더라도 일반사용자가 사용하기 쉽도록 Pull-Down 메뉴 방식을 채택하였고, 데이터의 입력은 사용자와 컴퓨터간에 Interactive하게 입력할 수 있도록 프로그래밍 하였다.

프로그램은 크게 3개의 모듈-(1) 팔레트 적재 문제, (2) 컨테이너 적재문제, (3) 팔레트 배치차트-로 구성되어 있다. 팔레트 적재문제 모듈은 이차원상의 팔레트에 상자를 쌓는 문제를 다루고 있으며 2-1. 절에서 주어진 알고리즘을 배경으로 프로그램되었고 최적의 적재 패턴에 대한 결과를 컴퓨터 Graphic을 통하여 출력할 수 있도록 구성하였다. 또한 최적의 적재패턴에 대한 대안이 존재하는 경우에 대해서는 여러 대안들 중에서 유용한 4-5개의 적재패턴 대안들(Alt.1, Alt.2, ..., Alt.5)을 한화면에 출력할 수 있도록 하고 각 대안별로 적재효율도 함께 나타내 주므로써 사용자의 취향에 따라서 평가, 선택하는데 도움을 줄 수 있도록 처리했다. 컨테이너 적재문제의 모듈은 컨테이너 적재문제를 팔레트 적재 문제로 환하여 최적의 적재 패턴을 구하는 모듈이며, 2-2.절에서 제시된 알고리

즘에 따라서 각 단계마다 팔레트적재문제 모듈을 불러 각각의 경우에 대한 최적의 적재패턴을 구하게 되고 이를 조합하여 컨테이너에 쌓을 수 있는 최적의 적재 패턴을 찾아낸다. 팔레트적재모듈에서와 마찬가지로 컴퓨터 Graphic으로 처리하여 결과를 쉽게 알아볼 수 있도록 했으며, 입력정보와 출력결과 그리고 적재효율도 역시 화면에 출력될 수 있도록 처리 했다. 팔레트 배치 차트 모듈은 주어진 크기의 팔레트에 대해서 여러가지 크기의 상자에 대한 최적의 적재 패턴을 제공해주는 역할을 한다. 팔레트의 크기가 입력으로 주어지면 상자의 가로 X 세로의 크기를 변화시켜가면서 팔레트 적재문제 모듈을 불러서 최적의 적재패턴을 구성한 후 각 경우 최적의 적재에 관한 결과를 화면으로 출력하게 된다. 이 3가지 모듈의 전체적인 구성형태와 흐름을 나타내면 [그림 3]과 같다.



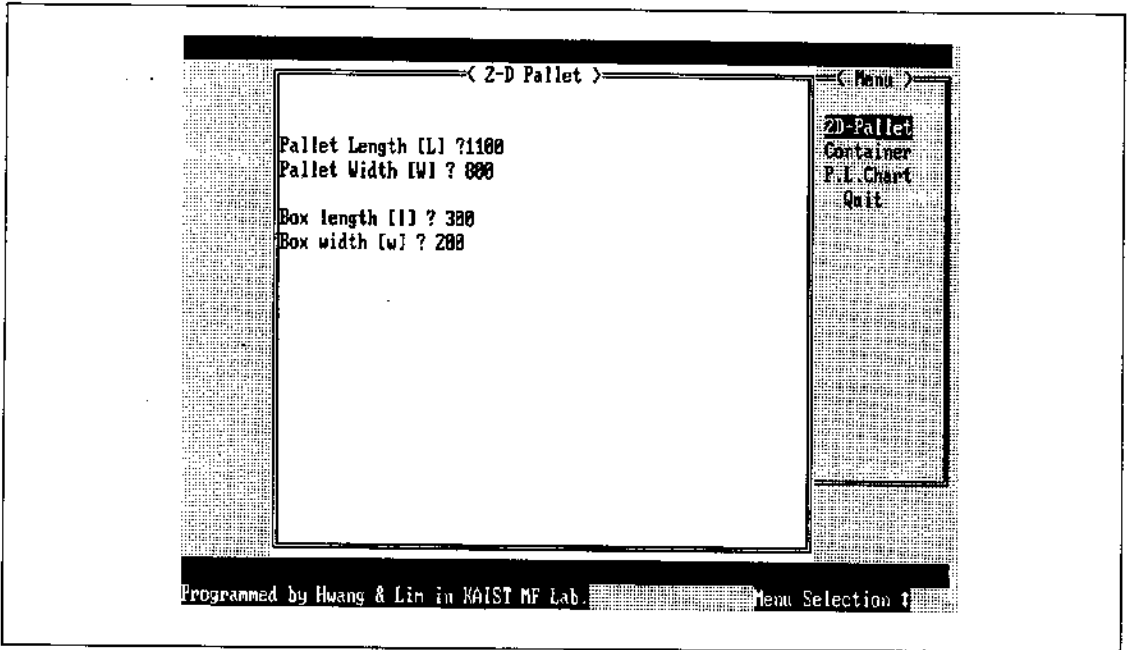
[그림 3] 프로그램의 구성과 흐름

### 4. 예제

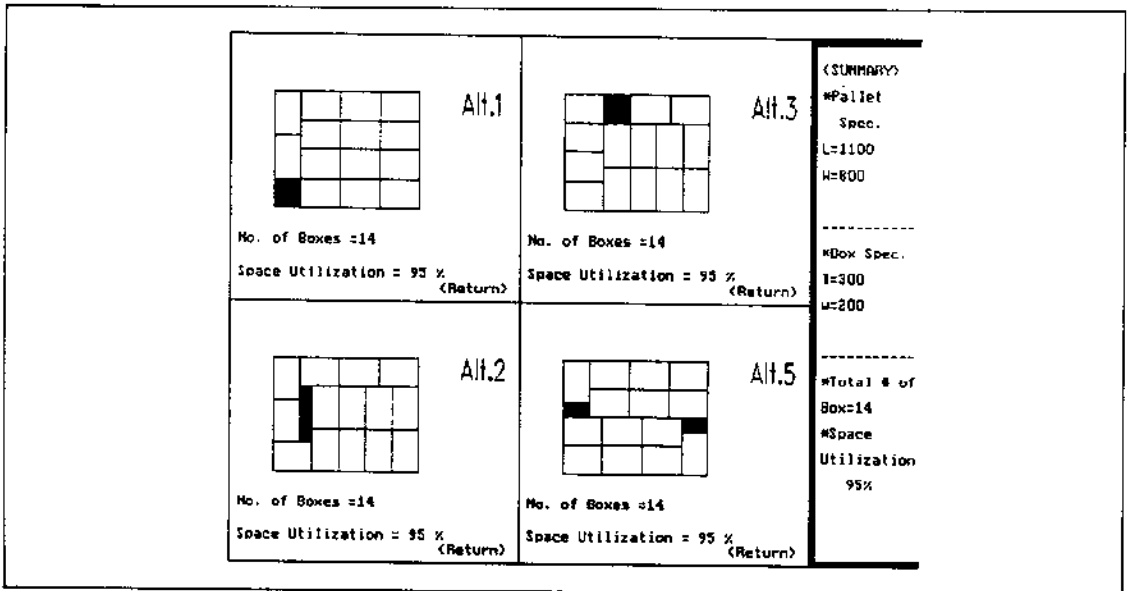
#### 4.1 팔레트 적재문제

단일물품의 팔레트 적재문제에 대한 입력과 출력 화면이 [그림 4(a)]와 [그림 4(b)]에 나타나 있다.

[그림 4(b)]로부터 1100×800 크기의 팔레트에 300×200 크기의 상자를 평면으로 쌓는다고 가정할 때 최대 14개까지 쌓을 수 있으며 적재효율은 95%에 이르고 적재패턴으로서는 여러가지 대안이 존재함을 보여준다.



[그림 4(a).]



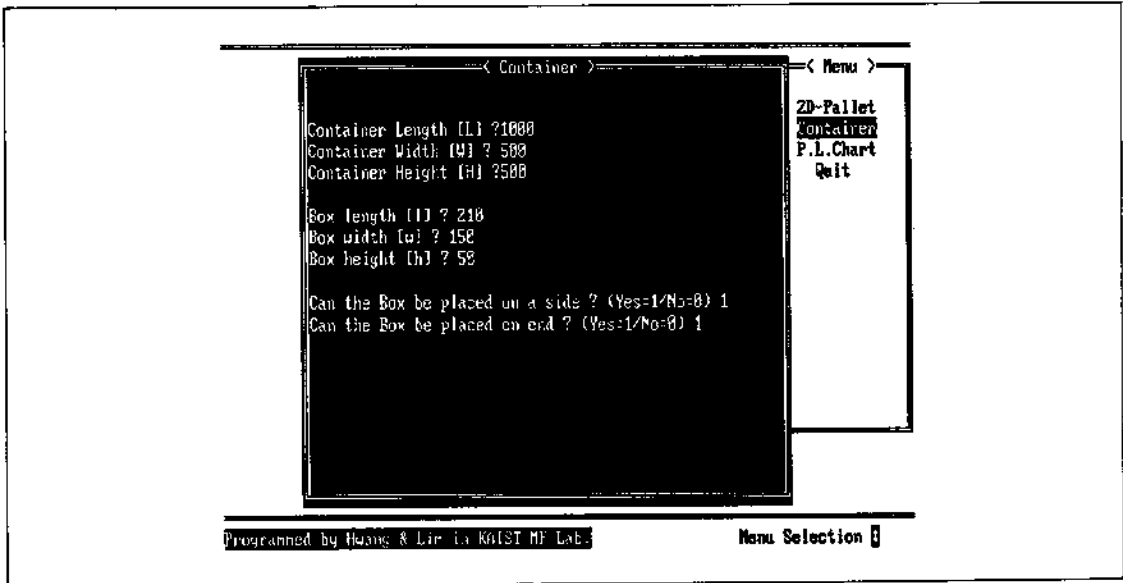
[그림 4(b).]



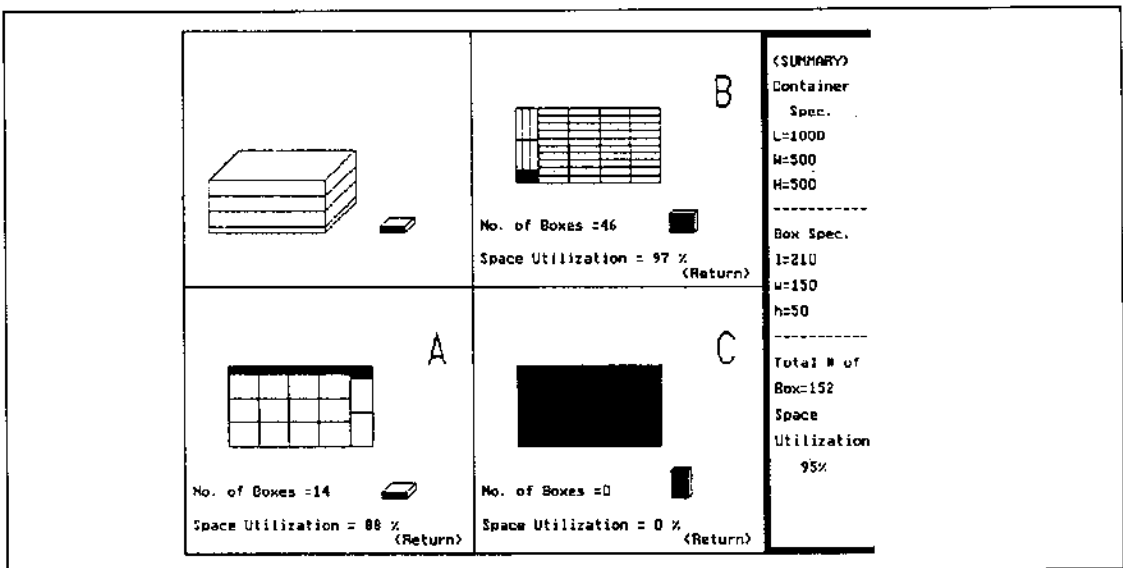
### 4.2 컨테이너 적재문제

단일물품의 컨테이너적재문제에 대한 입력과 출력결과가 [그림 5(a)]와 [그림 5(b)]에 나타나 있다. [그림 5(a)]로부터 컨테이너의 크기와 상자의 크기는 각각 1000×500×500, 210×150×50으로 입력됨을 알 수 있고 컨테이너에 상자를 놓거나 옆으로 세워서 쌓을 수 있는지의 여부에 대한 사용자의 의견이 입력된다. [그림 5(b)]의 왼쪽 상

단의 전체적인 그림과 A, B, C의 그림으로 부터 주어진 크기의 컨테이너에 상자의 밑면을 바닥으로 해서 1켜(Layer)를 쌓고 옆으로 눕혀서 3켜를 쌓으며 상자를 세워서 쌓지는 않는것이 컨테이너의 전체적인 적재효율면에서 최적임을 나타내며, 컨테이너에 주어진 크기의 상자를 최대 152개를 쌓을 수 있고 전체적인 적재효율은 95%임을 알 수 있다.



[그림 5(a).]

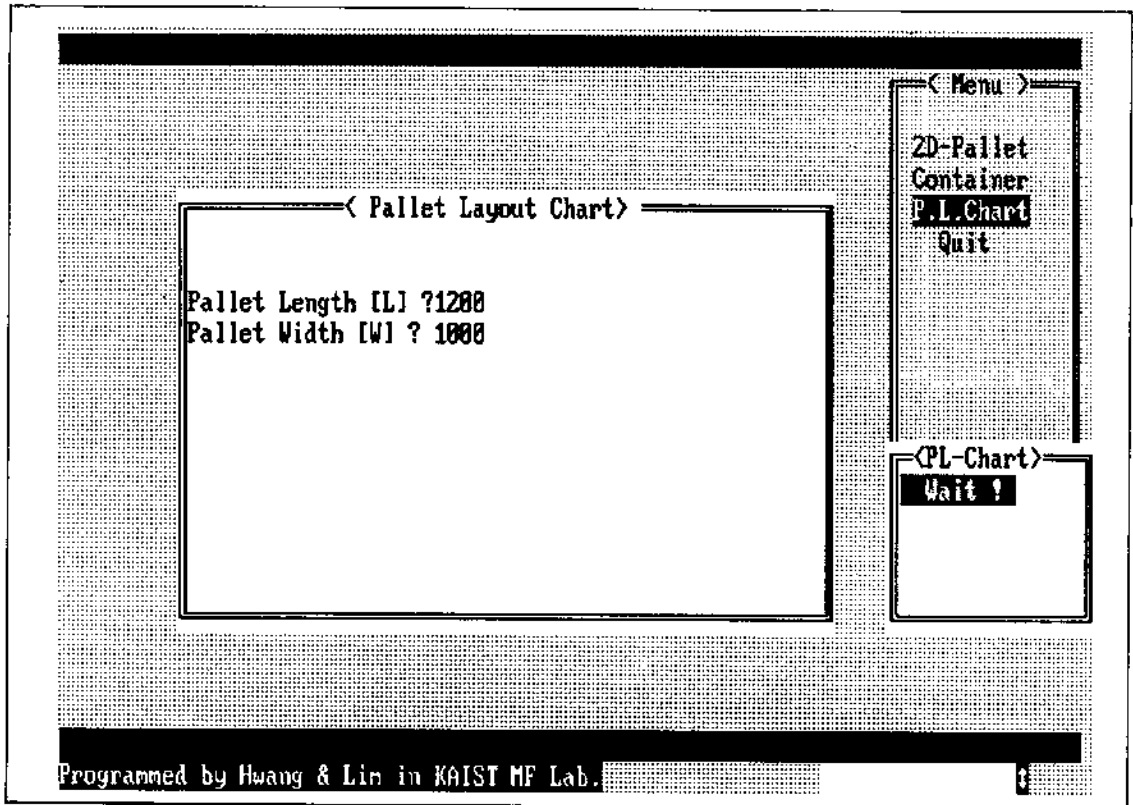


[그림 5(b).]

### 4.3 팔레트 배치차트

주어진 크기의 팔레트에 대한 팔레트 배치차트가 [그림 6]과 앞에서 언급된 [그림 2]에 주어져 있

다. [그림 2]로부터  $1200 \times 1000$  크기의 팔레트에 각종크기의 상자를 쌓을 수 있는 최대의 갯수가 표시되어 있다.



[그림 6]

## 5. 결 론

팔레트에 물품을 적재하는 문제를 2차원 평면상의 문제로 바꾸어서 2차원 팔레트문제화 하여 최적의 적재 패턴을 구하는 알고리즘을 연구하였고 그것을 실용화 할 수 있도록 PC에서도 수행이 가능한 전산 프로그램을 구성하였다. 또한 이해를 돕기위해서 수행결과를 Graphic으로 처리함으로써 시각효과를 돕는데 중점을 두었다.

컨테이너의 적재문제도 단일 물품의 적재인 경우는 현실적인 가정 하에서 팔레트 적재문제의 확장으로서 해결할 수 있음을 보였고 팔레트 적재문제

에서의 마찬가지로 컴퓨터 프로그래밍하여 결과를 Graphic으로 처리함으로써 사용자의 이해를 돕는데 주력했다.

그리고 주어진 팔레트에 여러가지 치수의 물품이 어떻게 배치될 수 있는가를 표로서 나타내주므로써 팔레트 배치차트를 구성하였다. 이는 물품의 적재 문제 이전에 팔레트와 적재물품의 디자인 단계에서 최적의 적재 패턴을 줄 수 있는 물품의 크기를 선정하는데 매우 도움이 되리라 생각된다.

제조업체나 서서비스업을 막론하고 효율적인 물류 시스템의 관리는 생산성의 향상에 크게 기여한다. 특히 오늘날과 같이 소비자들의 구매욕구의 빠

른 변화에 신속히 대처해야하고 교통난이 심각한 현실에서 수송 효율의 합리적인 관리는 무엇보다도 절실히 요구된다. 따라서 본 연구의 결과에 대한 산업계의 많은 활용이 있기를 기대한다.

### 참고 문헌

- [1] Gilmore, P.C. and Gomory, R.E., "Multi-stage Cutting Stock Problems for Two and More Dimensions," *Operations Research*, Vol.13, No.1, 1965.
- [2] Golden, Bruce L., "Approaches to the Cutting Stock Problem," *AIIE Transactions*, pp.265-272 1976.
- [3] Christofides, N. and Whitlock, C., "An Algorithm for Two-Dimensional cutting Problem," *Operations Research*, Vol.13, pp.30-44, 1977.
- [4] Steudel, H.J., "Generating Pallet Loading Patterns: A Special Case of the two-Dimensional cutting Stock Problem," *Management Science*, Vol.25, No.10, 1979.
- [5] Smith A. and De Cani, P., "An Algorithm to Optimize the Layout of Boxes in Pallets," *J. of Operational Research Society*, Vol.31, pp.573-578, 1980.
- [6] George, J.A. and Robinson, D.F., "A Heuristic for Packing Boxes into a Container," *Computer and Operations Research*, Vol.7, No.3, 1980.
- [7] Haessler, R.W., "A Note on Computational Modifications to the Gilmore-Gomory Cutting stock Algorithm," *Operations Research*, Vol.28, No.4, 1980,
- [8] Kulick, A., "Interlocking Pallet Pattern Simulation Program," *Industrial Engineering*, Vol.14, No.9, Sep., 1982.
- [9] Hodgson, T.J. "A Combined Approach to the Pallet Loading Problem," *IIE Transactions*, Vol.14, No.3, 1982.
- [10] Tsai, R.D., Malstrom E.M. and Meeks, H. D., "A Two-Dimensional Palletizing Procedure for Warehouse Loading Operation," *IIE Transaction*, Vol.20, No. 4, 1988.
- [11] Horowitz E. and Sahni, S., *Fundamental of Data Structure in Pascal*, Computer Science Press Inc., 1984.
- [12] Ivancic, N., Mathur, K. and Mohanty, B. B., "An Integer Programming Based Heuristic Approach to the Three-dimensional Packing Problem," *Journal of Manufacturing and Operations Management*, Vol.2, pp.268-298, 1989,
- [13] Richards, J.L., *PASCAL*, 1981.
- [14] THE MONTHLY LOGISTICS AGE 物流時代, 1990.5.