

線型計劃을 위한 Matrix Generator/Report Writer 「PDS/MAGEN」 소프트웨어

한국과학기술원 경영과학과(工博)	안	병	훈
한국과학기술원 경영과학과	남	보	우

1. 개 요

최근 우리나라에서는 학문적 연구분야에서 뿐만 아니라 경제, 경영, 정책분석 등 사회전반에 걸쳐서 경영과학 기법(Operations Research)들이 적지않게 응용되기 시작하고 있음은 반가운 사실이다. 이들 O·R 기법들 중에서도 선형계획법(Linear Programming)은 그 응용분야가 광범위하며 실제 응용빈도가 기타 기법들에 비하여 매우 크다.

이에 따라 선형계획법을 위한 컴퓨터 소프트웨어가 다수 개발되어 있으며 널리 알려진 것으로 IBM 컴퓨터의 MPSX와 CDC 컴퓨터의 APEX가 있다. 이들 소프트웨어는 매우 큰 규모의 문제도 쉽게 빨리 풀 수 있는 훌륭한 것들이나 그 입력자료가 규정된 형식에 따라야 하며 정해진 형식에 의하여 그 결과가 출력된다.

선형계획법으로 분석하고자 하는 시스템이 비교적 규모가 적은 경우도 있지만 대부분 실제 사회현상을 선형계획법으로 정식화하면 규모가 큰 모형이 되며 이에 따른 방대한 데이터를 입력자료의 형식에 맞추어 준비하기란 용이한 것이 아니며 그 계산결과를 요약하여 본다는 것은 매우 어렵다. 그러므로 입력자료의 준비와 출력자료의 해석에는 상당한 훈련이 필요하며 사용상에 어려운 점이 있게 된다. 또한 선형계획기법을 이용하여 모형화한 시스템에서 자료의 변경 등 일부 시스템의 변경에도 입력자료를 매번

다시 준비하여야 하며 그 출력자료도 다르게 나타남으로써 비슷한 시스템에 선형계획법을 자주 적용하는데 많은 불편을 주고 있다.

선형계획법을 위한 소프트웨어인 APEX를 이용하는데 있어서 불편한 점을 해결하기 위하여 미국 Haveley System 회사에 의하여 1974년에 개발된 PDS/MAGEN(Problem Descriptor System/Matrix and Report Generator)은 Cyber 컴퓨터 등 다수의 선형계획 소프트웨어와 결합하여 사용할 수 있으며 현재 우리나라에서도 연구소 및 기업 일부에서 실제 문제에 사용되고 있어 점차 그 편리성이 인정되고 있다.

PDS/MAGEN의 장점으로서는 첫째 선형계획법의 전문가가 아닌 사람도 입력자료와 출력결과를 쉽게 알 수 있어서 사용할 수 있다는 것이다. PDS/MAGEN에서는 APEX에 직접 필요한 자료보다는 모형의 구성에 관한 자료를 표의 형식으로 사용하므로 APEX 입력자료 형식에 구애됨이 없이 실제 자료를 편집할 수 있으며 APEX의 결과는 원하는 보고서 형태로 출력되기 때문에 선형계획 모형의 결과를 쉽게 알 수가 있다. 처음 적용하고자 하는 문제에는 PDS/MAGEN언어를 사용하여 문제를 구성하고 보고서 양식을 정해야 하므로 이때는 어려움이 있지만 일단 문제가 구성되면 PDS/MAGEN이나 APEX의 전문가가 아닌 사람도 입력 데이터와 모형의 결과를 쉽게 알 수 있으므로 입력자료의 변경 등 문제를 조금씩 변경하면서 어려움없이 반복적으로 선형계획법을 이용할 수가 있어 매우

편리하다.

두번째로, 입력자료의 준비를 구조적인 방법으로 하기 때문에 큰 규모의 문제에서 입력자료를 준비하는데 용이하며 이때 실수를 줄여준다. 대규모의 선형계획 문제는 방대한 양의 데이터를 요구하기 때문에 데이터의 순서, 조합, 배치 등에 큰 어려움이 있다. 그러나 대부분의 선형계획 모형은 활동분석(Activity Analysis) 방법에 의하여 구성될 수 있으며 활동분석에서는 각 활동이 자원의 투입과 산출이라는 구조를 공통적으로 가지고 있기 때문에 이러한 특성을 용이하게 적용할 수 있도록 PDS/MAGEN 언어가 준비되어 있다. 이러한 언어를 사용하면 활동 및 자원의 이름을 체계적으로 사용할 수 있으며 각 이름에 해당하는 데이터를 정확히 사용하기 때문에 오류를 줄이게 된다. PDS/MAGEN에서는 각 부분이 옳다면 모두가 옳다는 원리를 이용하여 일관성 있는 언어를 준비하고 있기 때문에 사용자는 전체적인 연결 관계에 큰 주의를 하지 않고도 각 부분의 데이터 및 언어만 잘 구성함으로써 올바른 APEX 입력자료를 구성할수가 있다.

세번째로, 선형계획 결과를 편집하거나 보고서 양식으로 나타낼수가 있다. APEX는 그 결과를 단순 나열식으로 출력하기 때문에 APEX 사용자는 많은 출력 자료 중 자신이 원하는 자료를 찾아 보아야 하며 어떤 결과를 분석하기 위하여는 종이 위에 다시 계산을 하여야 하고 보고서를 작성하기 위해서 많은 시간을 필요로 한다. 그러나 PDS/MAGEN을 사용하면 요약된 결과를 그대로 볼수가 있어서 결과의 이해에 도움이 되며 반복적인 보고서 작성을 피할 수 있다.

네번째로, APEX 이외의 목적으로도 이용이 가능하다. PDS/MAGEN은 데이터의 구성 및 보고서작성 등에 필요한 데이터 베이스 시스템 및 언어를 갖추고 있기 때문에 자체적인 계산기능 및 보고서작성 등을 할수가 있어서 데이터 관리 시스템으로 이용할 수 있으며 특히 O·R기법들 중에서 행열을 필요로 하는 소프트웨어와는 연결하여 사용할 수 있다. 그 예로 비선형계

획 소프트웨어인 MINOS와 연결하여 사용할 수 있다.

이러한 PDS/MAGEN의 장점을 감안하면 다음과 같은 경우에 이용하면 많은 효과를 볼 수 있을 것으로 예상된다. 첫째, 매년 또는 매월 정기적으로 선형계획법을 적용하는 경우. 둘째, 업무의 실무자나 선형계획법의 비전문가가 직접 선형계획 모형을 사용하고자 하는 경우. 셋째, 비교적 큰 규모의 선형계획 문제인 경우. 넷째, 선형계획 결과를 보고서 형식으로 나타내고자 하는 경우에 PDS/MAGEN은 이용하면 많은 효과를 볼 것으로 기대된다.

2. PDS/MAGEN의 특성

PDS/MAGEN의 중요한 특성중의 하나는 데이터 베이스 시스템을 이용하고 있다는 것이다. 데이터 베이스를 이용하고 있는 중요한 이유는 모형의 데이터가 일시적인 것이 아니고 반복적으로 사용될 경우 데이터 수정, 보완 등 관리를 용이하게 하여 주며 때면 일부분의 데이터를 수정하여 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 데이터 베이스에서는 분석하고자 하는 모형을 PDS/MAGEN 언어에 의하여 기억시킬 수 있기 때문에 모형이 변화될 때에도 언어의 일부만 수정하여 사용할 수 있게 하므로 반복사용하는 모형의 데이터 및 모형의 관리에 편리하도록 한 것이다.

데이터 베이스 시스템은 수직적구조(Hierarchical Structure)를 사용하고 있으며 파일기록 유형(File Record Type)을 다섯가지로 분류하여 작업파일(Workspace File)을 이용하여 처리하고 있다. 이렇게 처리하는 중요한 이유는 사용자의 모든 데이터가 이름, 숫자, 명령문, 과거 데이터자료, 기타 데이터 등으로 구분될 수 있어서 기억장소(Main Memory) 대신에 작업 파일에 저장할 수 있게 함으로써 프로그램의 진행과 데이터와의 상호 독립성을 유지시켜 주므로 프로그램의 변경없이 데이터만을 바꿀 수 있게 하여 같은 모형의 반복적인 사용에 편리하게 한 것이다. 이렇게 작업 파일을 이용하는 잇점때문

에 APEX 입력자료에 필요하지 않은 자료까지 모두 작업파일에 갖고 있다가 APEX의 출력자료와 연결하여 보고서 등을 볼 수도 있으며 APEX 입력자료들을 계산에 의하여 만들어 낼 수 있다.

PDS/MAGEN 이 이용하고 있는 데이터 베이스 시스템에서 가장 중요한 특성은 문제정의 언어(Problem Descriptor Language)를 가능하게 하고 있다는 것이다. 데이터 베이스 내에 기억되어 있는 문제정의 언어(PDL)에 의하여 자료들을 가지고 문제를 구성할 수 있게 한다. 예를 들어 벡터 A를 구성하라는 언어로 "FORM VECTOR A"라고 쓸 수 있다.

PDS/MAGEN 의 문법은 4가지로 나뉘게 되는데 그에 따른 사용가능한 언어가 <표-1>에 나타나 있다.

<표-1> PDS/MAGEN 언어

종 류	언 어
Declaration Statements	DICTIONARY DATA EXTERNAL
Description Statements	FORM TABLE FORM ROW ID FORM VECTOR FORM LINE FORM VALUE FORM BOUNDS FORM SECTION COPY START SPACE LOSE TABLE
Utility Statements	DELETE WPACK WLIST
Control Statements	END CONTROL COMPILER LIST EXECUTE

<표-1>에서 선언문(Declaration Statements)는 데이터나 이름을 만들거나 고치는데 사용되

며 작업파일을 지정하여 주는 것이다. 설명문(Description Statements)는 실행 가능한 코드(Code)로 번역이 되며 이 코드는 작업파일에 저장되어 있다가 제어문(Control Statements)의 EXECUTE에 의하여 실행하게 된다. 관리언어(Utility Statements)는 작업파일을 조작하거나 유지하고 제어문은 PDS/MAGEN 시스템의 전체 기능을 명령하는 것이다.

설명문에 해당하는 언어를 문제정의 언어(Problem Descriptor Language)라고 하는데 이것을 몇가지 나타내면 <표-2>와 같다. PDL 언어에서 Function은 여러가지를 사용할 수가 있어서 최대, 최소, 합계 등을 쉽게 구할 수 있게 되어 있으며, 수식, Form, Reference, Indexing을 통하여 문제를 체계적으로 구성할 수 있는 것이 특징이다. 실제로 PDL이 어떻게 쓰이는지는 4절의 예를 통하여 살펴 보고자 한다.

PDS/MAGEN의 다른 특성은 APEX의 출력결과를 직접 참조하여 보고서를 작성할 수 있다. 이때에도 PDS/MAGEN의 문법을 사용하여 보고서를 구성하게 되어 있으며 문법의 오류 등을 발견할 수 있도록 자체적인 진단방법(Diagnostic Checking)이 내장되어 있다.

<표-2> PDL의 요소

PDL의 요소	실 명
Name	특정한 데이터나 집합의 이름을 나타낸다.
Class	집합을 나타낸다.
Class Reference	특정한 집합을 지정한다.
Number	데이터의 값
Table	행렬의 집합을 나타낸다.
Table Reference	특정한 Table을 지정한다.
Arithmetic Operations	수식의 계산
Form Statements	특정한 집합을 만든다.
Indexing	첨자에 의하여 지정할 수 있게 한다.
Functions	기억되어 있는 기능을 이용한다.

3. PDS/MAGEN 과 APEX 의 작업흐름 관계

PDS/MAGEN 에서는 8개의 파일을 사용하고 있는데 각 파일 및 그 내용은 <표-3>과 같다.

PDS/MAGEN 의 제어 카드(Control Card)는 다음과 같다.

PDS, I=INPUT, O=OUTPUT, W=WKSP, M=MATRIX, R=REPORT, S=SOLVE, B=BCDOUT, X=XXXXPDS

위의 제어 카드에서 각 파라미터(Parameter)는 선택으로 될 수 있으며 파라미터를 지정하지 않는 경우는 <표-3>의 파일 이름이 자동으로 지정되고 파일 이름을 다르게 하여 지정할 수도 있다.

<그림-1>은 PDS/MAGEN 과 APEX 의 작업흐름 관계를 나타내고 있다.

<그림-2>에서 MOD, STD, DEL, PROCS, GRIND, POLSH, INFO, CAP, PROFIT, BI 은 임의로 부여된 이름이다. DICTIONARY Statements 를 보면 CLASS 라는 언어가 있다. 이것은 MOD 라는 이름의 집합에 STD 와 DEL 이 속하며 PROCS 라는 집합에 GRIND 와 POLSH 가

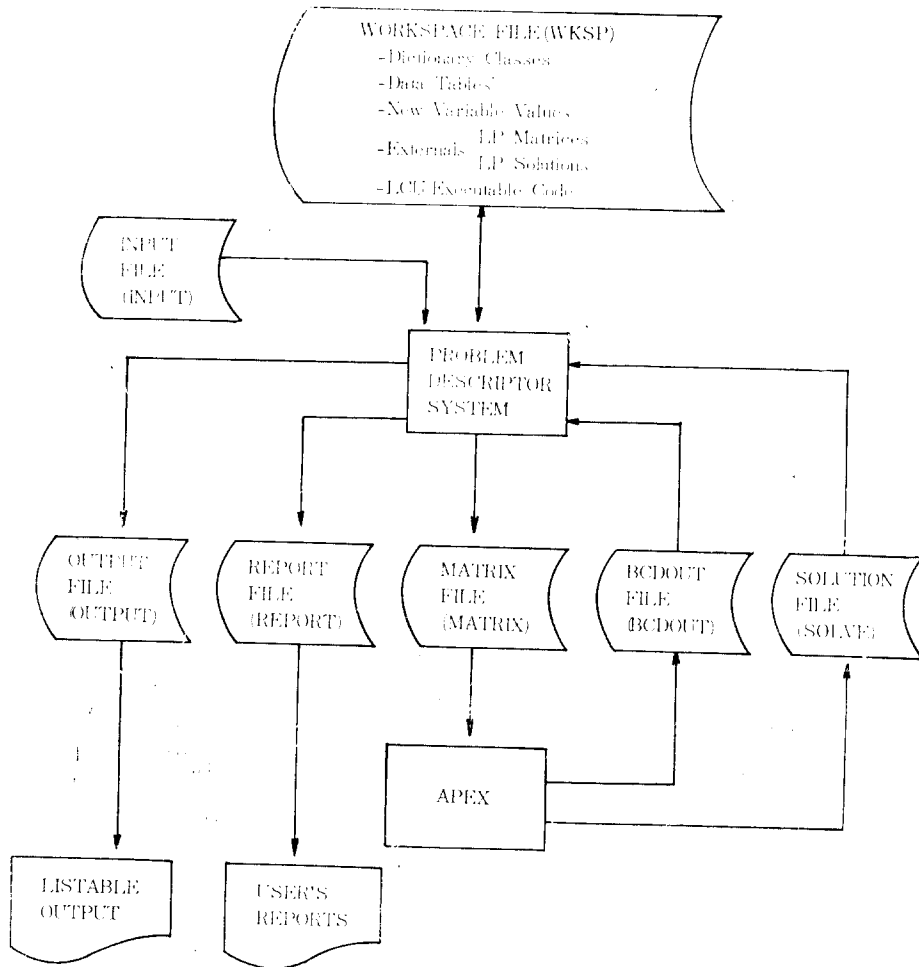
속한다는 것을 의미한다. DATA Statements 에서는 TABLE 을 INFO 라는 이름으로 정의하였고 공정의 가용시간을 CAP 이라는 이름으로 정의하였으며 이익금을 PROFIT 으로 정의하였다. 그리고 실제 데이터를 행렬의 형식에 맞추어 만들었다. DICTIONARY 에서 CLASS 를 만든 것과 마찬가지로 DATA 에서 TABLE 도 여러개를 만들수가 있다. COPY 라는 명령문은 위에서 정의한 모든 내용을 작업 파일로 넣으라는 명령문이다. NAME, ROWS, COLUMNS, RHS, ENDATA 는 APEX 입력 자료에 필요한 것으로써 <그림-3>과 비교하면 쉽게 알수가 있다.

4. PDS/MAGEN 사용

A 회사에서는 보통과 고급의 두종류의 장난감을 생산하고 있다. 보통의 것은 한개당 3달러의 가격에 판매되며 고급의 것은 개당 4달러에 판매된다. 또한 각 제품은 Grinding 과 Polishing 의 두 공정을 거치게 되는데 Grinding 공정에서는 보통의 것을 4시간에 고급의것을 2시간에 한개씩 만들고 Polishing 공정에서는 보통의 것을 2시간에 고급의 것을 5시간에 한개씩 만든다. Grinding 공정의 가용시간은 80 시간이며 Polis-

<표-3> PDS/MAGEN 에서 사용되는 파일

파일 이름	내 용
INPUT	PDS/MAGEN 의 문법 및 언어가 담긴 파일로써 데이터, 모형, 제어문들이 준비된 파일을 말한다. 사용자는 PDS/MAGEN 문법 및 언어를 사용하여 이 파일은 미리 준비하여야 하고 반복적으로 사용할 때는 다시 편집하여야 한다.
OUTPUT	PDS/MAGEN 의 실행 결과가 담기는 파일로써 오류, 실행 메시지 등이 나타나게 된다.
WKSP	작업 파일로써 데이터 베이스에 나타나는 모든 정보를 갖고 있을 뿐만아니라 실행가능 코드도 이 파일에 담긴다.
MATRIX	PDS/MAGEN 의 실행결과 발생하는 데이터로써 이것은 APEX 의 입력자료로 그대로 쓰일 수가 있으므로 APEX 를 실행시킬 때는 이 파일을 이용하면 된다.
SOLVE	APEX 의 출력 결과 파일로써 이것은 다시 PDS/MAGEN 에서 사용될 수 있다. 이 파일은 APEX 사용자가 받아 볼 수 있는 파일이다.
BCDOUT	APEX 의 출력결과 중 수치 등만을 형식에 맞추지 않고 담긴 파일로써 PDS/MAGEN 과의 연결이 용이한 파일이다.
XXXXPDS	작업파일 팩(Work Space Pack)에 입력되는 파일이다.



〈그림-1〉 PDS/MAGEN 과 APEX 의 작업흐름 관계

hing의 가용시간은 120시간이다.

A 회사의 예는 선형계획법으로 이익을 최대화하는 생산 방법을 찾을수가 있는데 이것을 APEX로 해를 구하려면 〈그림-3〉과 같은 입력자료를 준비해야 한다.

〈그림-2〉는 PDS/MAGEN의 언어를 사용하여 문제구성을 한 것이고 〈그림-3〉은 PDS/MAGEN의 실행결과 〈표-3〉의 MATRIX 파일에 선형계획 모형을 준비하는 언어가 만들어진 것이며 실행방법의 자세한 것은 〈표-4〉에 나타나 있다.

이상에서 우리는 PDS/MAGEN 언어를 사용하는 예를 살펴보았다. 그러나 예에서 나타난

것보다도 유용한 많은 기능들을 가지고 있으므로 실제 사용을 위해서는 PDS/MAGEN 이용서를 참고하면 문제 구성을 용이하게 할 것이다.

5. 결 론

우리는 이제까지 PDS/MAGEN이란 무엇이며 그 사용방법은 어떻게 하고 어떤 면에서 장점을 가지고 있는가를 살펴보았다. PDS/MAGEN도 컴퓨터의 다른 소프트웨어와 마찬가지로 사용법을 새로 알아야 하지만 APEX 등 선형계획 문제를 위한 소프트웨어를 사용할 때 매우 편리하

```

DICTIONARY
  CLASS MOD      PRODUCTS BEING MADE
          STD      STANDARD MODEL
          DEL      DELUXE MODEL
  CLASS PROCS    PROCESSES USED TO MAKE PRODUCTS
          GRIND    GRINDING
          POLSH    POLISHING

DATA
  TABLE INFO
          STD      DEL      CAP
  PROFIT  3.00    4.00
  GRIND   4.      2.      2
  POLSH   2       5       3

COPY
NAME      EXAMPLE
ROWS
  FORM ROW ID
          PROFIT=OBJ
          (PROCS)CAP=MAX

COPY
COLUMNS
  FORM VECTOR MAKE(MOD)
          PROFIT=TABLE INFO ((MOD), PROFIT)
          (PROCS)CAP=TABLE INFO ((MOD), (PROCS))

COPY
RHS
  FORM VECTOR BI
          (PROCS)CAP=TABLE INFO(CAP, (PROCS))*40

COPY
ENDATA
EXECUTE, ALL
END

```

그림 2. PDS/MAGEN 사용 예

```

NAME      EXAMPLE
ROWS
  N PROFIT
  L GRINDCAP
  L POLSHCAP

COLUMNS
  MAKESTD  PROFIT      3.00000
  MAKESTD  GRINDCAP    4.00000
  MAKESTD  POLSHCAP    2.00000
  MAKEDEL  PROFIT      4.00000
  MAKEDEL  GRINDCAP    2.00000
  MAKEDEL  POLSHCAP    5.00000

RHS
  BI      GRINDCAP      80.00000
  BI      POLSHCAP      120.00000

ENDATA

```

그림 3. APEX 입력자료

〈표-4〉 PDL 에의 설명표

PDL	내 용
FORM ROW ID PROFIT=OBJ (PROCS)CAP=MAX	다음의 언어에 의하여 열(ROW)를 구성하라 PROFIT이라는 이름으로 열이 되게하고 그것은 목적함수이다. 집합 PROCS에 있는 모든 요소에 CAP을 붙여서 열의 이름이 되게 하고 그 열은 모두 크다(즉 ≤ 부호이다).
FORM VECTOR MAKE(MOD) PROFIT=TABLE INFO((MOD), PROFIT) (PROCS)CAP=TABLE INFO((MOD), (PROCS))	집합 MOD에 있는 모든 요소를 MAKE 뒤에 붙여서 벡터를 구성하라. PROFIT이라는 열에는 INFO라는 Table의 PROFIT이라는 이름과 MOD의 요소들이 교차하는 위치에 있는 데이터를 사용한다. 집합 PROCS에 있는 모든 요소에 CAP을 붙여서 만든 모든 열에는 PROCS의 모든 요소와 MOD의 모든 요소가 교차하는 위치에 있는 데이터를 사용한다.
FORM VECTOR BI (PROCS)CAP=TABLE INFO(CAP, (PROCS)*40)	벡터 BI을 구성하라. 집합 PROCS에 있는 모든 요소에 CAP을 붙여서 만든 모든 열에는 INFO라는 TABLE의 CAP이라는 이름과 PROCS의 요소들이 교차하는 위치에 있는 데이터를 40을 곱하여 사용한다.

다. 일단 문제가 구성되면 선형계획법이나 PDS/MAGEN의 전문가가 아니더라도 선형계획법을 쉽게 사용할 수 있으므로 실제 업무에서는 매우 필요한 소프트웨어라 하겠다.

PDS/MAGEN은 현재 KAIST 부설 전산개발센터내 CDC Cyber 174에 장착되어 있어, 기타

다른 기종에 적합한 소프트웨어들도 보급 판매되고 있으며, 이의 도입 적용은 효율적인 선형계획법 응용의 필요불가결한 소프트웨어라 하겠다. 보다 상세한 이용 상담은 KAIST 경영과학과 안 병훈 교수 연구실로 하여도 된다.