

곡선 캠을 이용한 자동 이송장치의 기구 해석 및 Simulation 용 Graphics-Oriented CAD 개발. Part II: 그래픽스를 이용한 CAD 개발

*	*o	**	***
신증호, 류갑상		최영진	김상진
*		**	***
한국기계연구소, 창원		대전기계장, 대전	대우정밀, 부산

Graphics-Oriented CAD Development of Kinematic Analysis And Simulation of An Automatic Feeding System By A Curvilinear Cam. Part II: Graphics-Oriented CAD Development

Joong-Ho Shin, Gab-Sang Ryu KIMM, Changwon	Young-Jin Choi ADD, Daejun	Sang-Jin Kim DaeWoo Prec., Busan
---	-------------------------------	-------------------------------------

ABSTRACT

This paper is concerned on kinematic analysis and simulation of an automatic feeding mechanism subjected by the motion of a curvilinear inverse cam. The main objection is the development of computer-aided design (CAD) program for simulating the motion of the cam-feeding mechanism using computer-graphics. A computer program CACAFS (Computer-Aided Cam and Automatic Feeding System) is independent of computer hardware used. The program is also interactive using a menu-selection technique.

As the second part of the paper for the motion simulation of the cam-feeding system, this paper discusses the state-of-art for CAD. The first part of the paper presents the algorithm to simulate the motion of the cam-feeding mechanism.

개발된 CACAFS(Computer-Aided Cam and Automatic Feeding System)는 사용 장비에 독립적으로 설계 되어 있으며 메뉴 선택기법을 사용하여, 사용자와의 대화물 통한 복합 기구장치의 운동 해석용으로 개발되어 사용 중이다.

2. 캠 과 이송장치의 모델

그림1 에서와 같이 한지된 곡선형 캠(Cam)은 로울러(Roller)의 수평운동에 의해 일정한 각도 범위 내에서 회전운동을 유도하며 캠위에 부착된 캠핀(Cam-Pin) 과 연결된 이송장치는 토크아암(Rocker-Arm)과 피이더(Feeder)로 구성되어 있는데 캠의 회전 운동에 의해 피이더는 수직 방향으로 미끄럼운동을 하며 이송시킨다.

1. 서론

정확한 운동(Passive motion)을 전달하는 캠기구는 매우 다양한 형태의 운동을 종동부에 전달하는 기계요소이다. 두개의 직선과 두개의 원호로 된 곡선형 캠에 의한 왕복 이송기구의 운동을 시뮬레이션하고 해석 할 수 있는 CAD(Computer-Aided Design) 화의 기술을 본 논문에서 논의 하고자 한다.

전반부 논문에서는 캠과 왕복 이송기구의 기구학적 해석을 위한 알고리즘을 제시하였다. 후반부 논문에 속하는 본 논문에서는 해석된 수치 데이터를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 형상 데이터로 처리하고, 캠기구의 전체 운동을 시뮬레이션하는 CAD 응용 프로그램 개발을 위한 전반적인 내용이 논의된다.

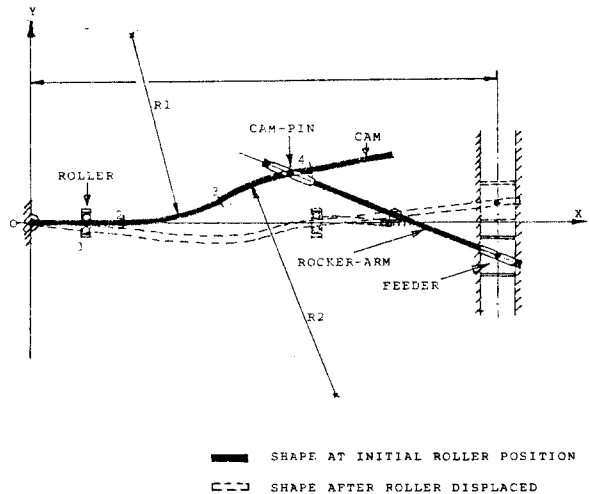


그림 1. 캠 과 이송 장치의 모델

3. CACAFS 설계와 구현

캠기구의 해석을 위한 CAD 응용 프로그램 CACAFS 는 상용화된 해석용 패키지와 유사한 구조 (그림 2)로 되어있다. 도면이나 기타 관련 데이터를 이용하여 해석을 위한 캠기구의 형상이 정의되고 전반부 논문에서 제시한 기구해석 알고리즘을 이용해 캠기구 운동 해석용 루틴이 설계되었다. 그리고 해석 데이터 를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 형상 처리하는 후처리 루틴 으로 구성되어 있다.

CACAFS 는 다음 사항들을 주요 설계기준 [1] 으로 하여 구축 되었으며 하향식(top-down) 설계기법에 의해 각 모듈간의 강도를 최대화 시킬 수 있도록 하고, 모듈 결합도를 최소화 하므로써 모듈의 독립성을 높히도록 설계 되었다. [2, 3]

1. 자료의 입,출력은 대화식으로 한다.
2. 설계 및 해석결과를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 영상화한다.
3. 사용 장비에 무관하게 수행 되도록 한다.
4. 소형 및 개인용 컴퓨터에서 수행이 가능 하도록 한다.

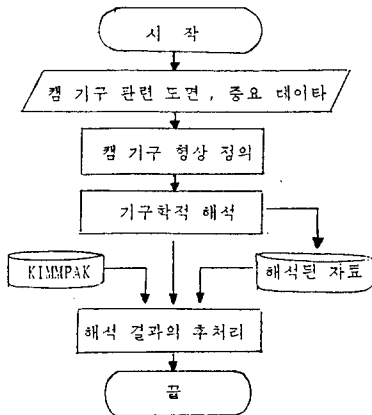


그림 2. CACAFS 의 구조

3.1 메뉴 선택 기법

CACAFS 프로그램의 수행경로를 사용자로 하여금 원하는 방향으로 조정 할 수 있도록 그림 3과 같이 13개의 명령어로 구성된 메뉴를 사용자가 선택하도록 하였다. 프로그램 내용상 메뉴 계층구조를 상, 하 2 계층으로 구분 하였으며 상위 메뉴 아래 프로그램 전반을 제어하는 13개의 하위 명령어를 두었다. (그림 3)

DE - PROGRAM DESCRIPTION
 S1 - CACAFS SYSTEM 1
 S2 - CACAFS SYSTEM 2
 DF - CACAFS SYSTEM DRAFTING
 RL - ROLLER MOTION
 CM - CAM MOTION
 PN - CAM-PIN MOTION
 RK - ROCKER-ARM MOTION
 FD - FEEDER MOTION
 M - MENU
 ER - EXAMPLES RUN
 EX - EXIT
 P - PAGE CLEAR

그림 3. 구성된 메뉴 상태도

사용자가 메뉴상의 특정 명령어를 선택하여 입력하면 명령어 처리루틴에 의해 이 명령어는 파싱되고 해석된 후 관련 루틴을 호출하여 명령어를 수행 하도록 되어있다. 그런후 상위계층으로 분기하여 입력된 다음 명령어를 수행하다 "EX" 명령어를 만나게 되면 프로그램의 수행을 종결 하게된다.

프로그램 사용이 미숙한 사용자들 위해 프로그램의 전체 내용을 소개해 줄 수 있는 "DE" 명령어와 특정 경우의 수행을 위한 명령어 및 데이터로 된 배치 파일(batch file)을 사용하여 자동적으로 프로그램을 수행 시키도록 하므로써 프로그램 사용 전반을 쉽게 익힐 수 있도록 하는 "ER" 명령어를 포함 시켰다.

3.2 자동 이송기구의 시뮬레이션 (I)

시뮬레이션의 모델이 되는 자동 이송기구는 토울러, 캠, 토크아암, 피이더로 구성되어있다. 초기 상태의 캠의 형상 데이터와 캠에 고정된 캠핀의 위치데이터(CP), 힌지된 토크아암의 위치데이터(RA), 그리고 안내면을 따라서 미끄럼운동을 하는 피이더의 초기 위치데이터(PD) 는 시뮬레이션을 위한 기본 데이터로 사용되며 그림4 에서와 같다.

사용자가 입력한 토울러의 위치데이터(RL)가 프로그램 내로 입력되면 토울러의 위치에따른 전체 캠기구의 운동상태를 다음의 처리 과정에 의해 계산하고 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 형상 처리 한다.

1. 사용자가 토울러의 위치(RL)를 입력한다.
2. 토울러의 위치에 따른 캠의 회전각도(QL)를 계산한다.

$$L1 < RL < L2 \quad (1)$$

$$Q1 < QL < Q2 \quad (2)$$

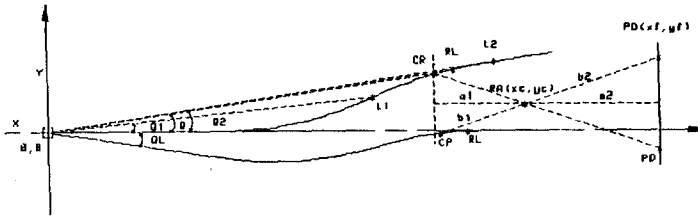


그림 4. 시뮬레이션을 위한 중요 데이터

식 1 과 2 에 의해

$$L1 : RL : L2 = Q1 : QL : Q2 \quad (3)$$

$$L1 Q2 = RL QL = L2 Q1 \quad (4)$$

$$QL = \frac{L2 Q1}{RL} = \frac{L2 Q1}{RL}$$

3. QL도 만큼 회전한 캠에 연결된 캠핀, 토크아암 그리고 피이더의 상대위치를 계산한다.

$$a1 : a2 = b1 : b2 \quad (5)$$

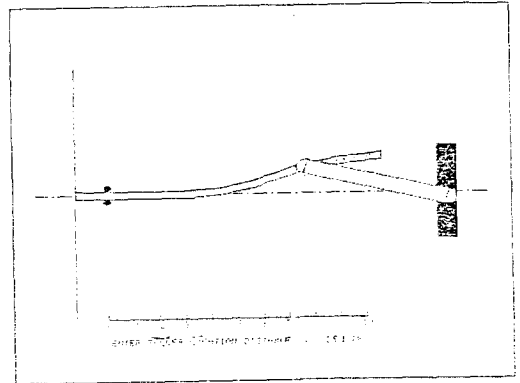
$$b2 = (a2 b1) \quad (6)$$

$$b2 = \frac{a1}{\sqrt{(xc-xf)^2 + (yc-yf)^2}}$$

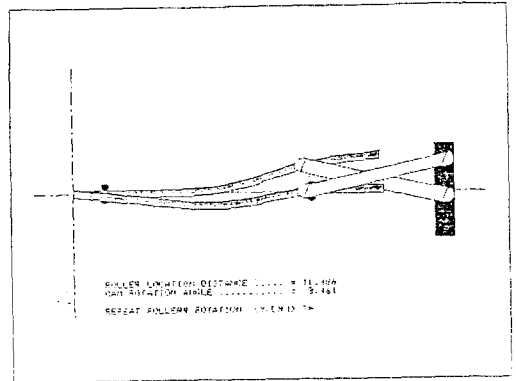
식 7의 미지변수 yf가 구하고자 하는 피이더의 위치가 된다.

4. 시뮬레이션의 계속 여부를 사용자에게 질문하여 위의 과정을 반복하거나 상위 계층으로 분기한다.

위의 처리과정을 거친후 스크린상에는 그림5 가 그려진다. 그림5a 에서는 사용자가 토울러의 위치를 8 로 입력 하였을때 토울러의 8.461(inches) 위치에서의 피이더의 위치 변화를 그림 5b 에서 보여준다.



(a) 초기 위치



(b) 이동된 위치

그림 5. 캠 과 피이더의 위치변환

3.3 자동 이송기구의 시뮬레이션 (II)

앞 장과는 달리 본 장에서는 캠기구가 운동 할 수 있는 전체 범위에서의 물려의 각 위치에 대한 캠기구의 운동상태를 시뮬레이션한다. 캠 및 관련 기구의 위치를 결정하는 알고리즘은 앞 장과 동일하다. 차이점은 사용자에 의해 토울러의 위치가 대화식으로 주어지는 것이 아니라 캠의 운동 가능변위 9' 내에서 캠기구의 전체를 일정 각도만큼 회전시켜 전체적인 운동 상태를 보여 준다는 것이다. 캠기구의 전진 및 후진시 운동 상태를 구분하기 위해 서로 색깔을 달리하였고 하나의 운동이 끝날때 마다 별을 올리도록하였다. 그림6 은 메뉴상의 S2 가 수행된 결과로 캠기구의 전체적인 시뮬레이션을 나타낸 것이다.

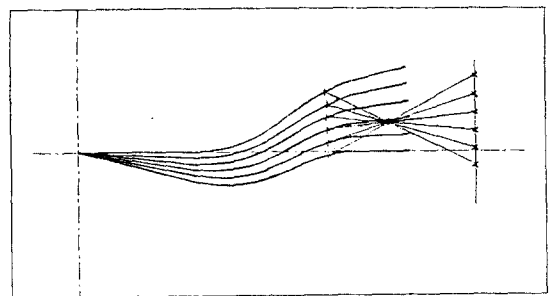
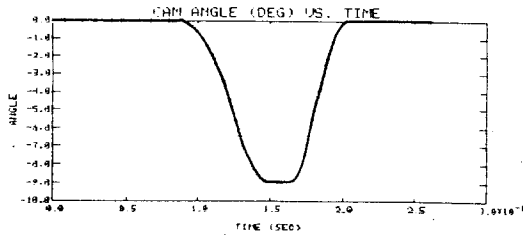


그림 6. 캠기구의 시뮬레이션

3.4 기구해석 데이터의 표현

캠기구의 각 부위별 운동(변위, 속도, 가속도) 해석이 전반부 논문의 해석적 알고리즘에 의해 이루어졌다.

해석된 데이터는 수치값으로 표시되어 있어 사용자가 이해하기 쉽도록 컴퓨터 그래픽스를 이용한 형상처리용 데이터로의 변환이 필요하다. CACAFS 프로그램에서는 해석된 운동 데이터를 형상 처리하기 위해 여러 종류의 데이터 집합을 한 그래프 상에 다른 색깔로 표시 할 수 있는 그래픽 명령어를 사용하였다. 이 명령어는 입력변수로 제공된 수치데이터 집합을 그래프 상에 표시 해 주는데 데이터 집합내의 수치값을 표현하는 마크와 선의 형태 및 색깔을 달리하여 여러 내용의 데이터를 한 그래프에 동시에 표현 하도록 하고있다. 또한 그래프의 눈금 치수를 자동적으로 표시 하도록 하고 있으며 필요한 제목 들을 그래프의 양 측에 적을 수 있도록 하여 캠기구의 해석 데이터를 한 눈에 이해 할 수 있도록 하였다. 그림7 은 그래프를 그리는데 사용한 명령어와 이의 수행 결과를 스크린 상에 영상 출력시킨 것으로 캠의 각 변위에 대한 해석 결과이다.



```
CALL KGRAPH (UALT,UAL2,101,2,101,2,0.35,0.92,0.45,0.7,
& 'TIME (SEC)', 'ANGLE',
& 'CAM ANGLE (DEG) VS. TIME', XMIN, XMAX, IXEXP,
& YMIN, YMAX, IYEXP, NP, LINE, CHAR, 82000, 10000, IERR)
```

그림 7. 해석 결과 및 그래픽 명령어

3.5 컴퓨터 그래픽스 부편

CAD 프로그램 개발시 수치 데이터를 형상데이터로 스크린에 출력하는 것은 매우 중요하다. 그러나 상용의 패키지 사용하지 않을 경우 시간 소모가 많이 드는 힘든 작업이다. CACAFS 프로그램은 그래픽 처리를 위해서 한국 기계연구소 CAD/CAM실에서 개발한 그래픽 유틸리티 KIMPAK을 이용하였다. [1] KIMPAK에는 대부분의 그래픽 터미날이 제공하는 다음의 기본적인 그래픽 기능 [3] 을 이용하여 100여개의 그래픽 루틴들 부 프로그램 형태로 만들어

- Vector and Vector mode
- Markers and Markers mode
- Text in the graphics area
- panel

CAD 응용 프로그램 개발 시 프로그래머가 호출하여 사용할 수 있도록 개발 되어있다. 또한 일반적으로 많이 사용되는 터미날의 운동 루틴을 포함하고 있어 KIMPAK을 이용해 개발된 프로그램은 자동적으로 사용 장비에 독립적으로 수행 가능한 호환성을 갖춘 프로그램이 되는 것이다. 프로그램에서 사용된 그래픽 루틴들 중 중요한 루틴의로는

- 그래프를 그리는 루틴
- 치수선을 그리는 루틴
- 다각형에 패턴을 그리는 루틴

등이 있으며 이외에도 30여개의 그래픽 루틴들이 사용되었다.

4. 결론

본 논문은 곡선 캠의 운동에 의한 왕복 이송 장치의 해석용 프로그램 개발의 후반부 논문으로서, 캠기구의 시뮬레이션을 위한 CAD 응용 프로그램 개발에 관한 전반적인 사항을 기술하였다. FORTRAN-77을 주언어로 하여 설계된 CACAFS 프로그램은 메뉴 선택기법을 사용하여 사용자와의 대화를 통한 복합기구 장치의 운동 해석을 가능케 하였다. 또한 사용 장비에 독립적으로 설계되어 프로그램의 호환성을 높히도록 하였다. 개발된 CACAFS는 장원 본소 CAD/CAM실에 설치되어 사용되고 있으며 향후 다른 CAD 응용 프로그램 개발 시 모델 프로그램으로 사용 될 수 있으리라 기대된다.

< 참고 문헌 >

1. 류갑상, 신중호, "기계 요소 CAD S/W 개발을 위한 대화식 그래픽 패키지 (KIMPAK)의 설계와 구현" 86 정보과학회 논문집, 제 13권 2호 1986 10.
2. BARRY W. BOEHM, "Software Engineering Economics", PRENTICE-HALL, 1981.
3. 이기식, 정왕호, "소프트웨어 생산기술", 정익사 1982., P 80-167
4. "The 4110 series host programmers manual", TEKTRONIX, 1982.