

# 곡선 캠을 이용한 자동이송장치의 기구해석 및 Simulation용 CAD 프로그램 개발(Ⅱ)

신 중호\* · 류갑상\*

Kinematic Analysis and Simulation of an Automatic Feeding  
Mechanism subjected by a Curvilinear Inverse Cam(Ⅱ)

Joong-Ho, Shin\* · Gab-Sang, Ryu\*

## ABSTRACT

This paper is concerned on kinematic analysis and simulation of an automatic feeding mechanism and a curved inverse cam. The main objective is the development of an algorithm of the cam-feeding mechanism and a CAD program. The computer program CACAFS (Computer-Aided Cam and Automatic Feeding System) is developed by using the state-of-the-art for CAD. Thus, the program CACAFS is independent of computer hardware and also interactive.

As the second part of paper, this paper introduces the technique for the mechanism simulation and graphics-oriented CAD programming. The first part of paper presents the algorithm to analyze the motion of the inverse cam and the automatic feeding mechanism.

## 1. 서 론

정확한 운동 (Passive motion) 을 전달하는

캠기구는 매우 다양한 형태의 운동을 종동부에 전달하는 기계요소이다.

두개의 직선과 두개의 원호로 된 곡선형 역캠에 의한 왕복 이송기구의 운동을 시뮬레이션하고

\* 창원본소 CAD/CAM 실 : Member of CAD/CAM Lab.  
(註) \* 안의 숫자는 참고문헌 표시임..

해석할 수 있는 CAD(Computer Aided Design)화의 기술을 후반부 논문에서 논의하고자 한다.

전반부 논문에서는 캠과 왕복 이송기구의 기구학적 해석을 위한 알고리즘을 제시하였다. 후반부 논문인 본 논문에서는, 해석된 수치 데이터를 컴퓨터 그래픽스를 사용하여 형상 데이터로 처리하고 캠기구의 전체운동을 시뮬레이션 하는 CAD 프로그램 개발에 대한 전반적인 내용을 기술한다.

개발된 CACAFS (Computer-Aided Cam and Automatic Feeding System)는 사용장비에 독립적으로 설계되어 있으며 메뉴 선택기법을 사용하여, 사용자와의 대화를 통한 복합 기구장치의 운동해석용으로 개발되어 사용 중이다.

## 2. CACAFS의 설계 및 구조

캠기구의 해석을 위한 CAD응용 프로그램 CACAFS는 상용화된 해석용 패키지와 유사한 구조 (그림 1)로 되어 있다.

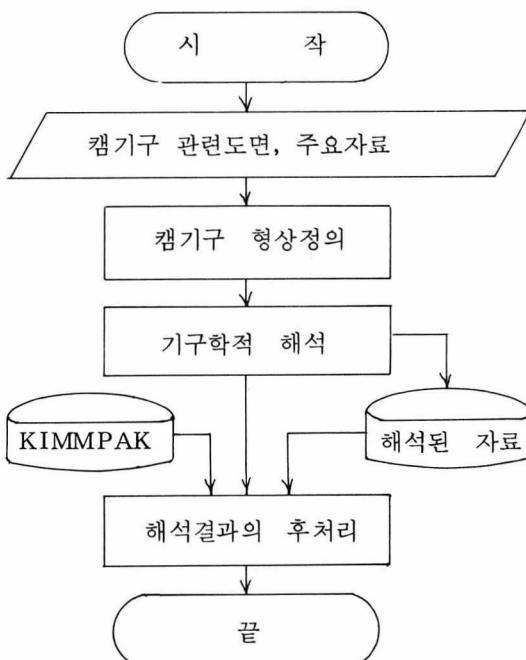


그림 1. CACAFS의 구조

도면이나 기타 관련자료를 이용하여 해석을 위한 캠기구의 형상을 정의하고 전반부 논문에서 제시한 기구해석 알고리즘을 해석루틴으로 프로그래밍 하였다.

그리고 해석 데이터 처리를 위한 후처리 과정으로 컴퓨터 그래픽스를 사용하였다.

CACAFS는 다음의 사항을 주요 설계기준<sup>1)</sup>으로 하여 구축되었으며 Top-down 설계기법에 의해 각 모듈간의 강도를 최대화 시킬 수 있도록 설계되었다.<sup>23)</sup>

- ① 자료의 입출력은 대화식으로 한다.
- ② 설계 및 해석결과를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 형상화 한다.
- ③ 사용장비에 무관하게 수행되도록 한다.
- ④ 소형 및 개인용 컴퓨터에서 수행이 가능하도록 한다.

### 2.1 메뉴 선택기법

프로그램의 수행경로를 사용자로 하여금 원하는 방향으로 조절할 수 있도록 13개의 명령어로 구성된 메뉴를 사용자가 선택하도록 하였다.

CACAFS 프로그램 내용상 메뉴 계층구조를 상, 하 2계층으로 구분하였으며 상위 메뉴 아래 프로그램 전반을 제어하는 13개의 하위 명령어를 두었다.

메뉴상의 특정 명령어가 사용자에 의해 입력되면 이 명령어를 해석한 후 관련 해당 루틴을 수행한다. 그 후 상위계층으로 분기하여 입력된 다음 명령어를 수행하다가 “EX” 명령어를 만나게 되면 프로그램 수행을 종결한다.

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

그림 2. CACAFS의 메뉴

초심자를 위해 프로그램 전체내용을 소개해 주는 “DE” 명령어와, 특정 경우의 수행을 위한 명령어 및 데이터를 포함하는 배치 파일 (Batch file)을 이용하여 자동적으로 프로그램을 수행시키도록 함으로써 프로그램 사용 전반을 소개해 주는 “ER” 명령어를 포함시켰다.

## 2.2 자동 이송기구의 시뮬레이션(I)

시뮬레이션의 모델이 되는 자동 이송기구는 로울러 (Roller), 캠 (Cam), 로커 암 (Rock-

er arm), 피이더 (Feeder)로 구성되어 있다. 초기상태 캠의 형상 데이터와 캠에 고정된 캠핀의 위치데이터 (CP), 헌지된 로커 암의 위치데이터 (RA), 그리고 안내면을 따라서 미끄럼운동을 하는 피이더의 초기 위치데이터(PO)가 시뮬레이션을 위한 기본데이터로 사용된다.

사용자에 의해 로울러의 위치데이터 (RL)가 프로그램내로 입력되면 로울러의 위치에 따른 전체 캠기구의 운동상태를 컴퓨터 그래픽스를 이용하여 형상 처리한다. 시뮬레이션을 위해서

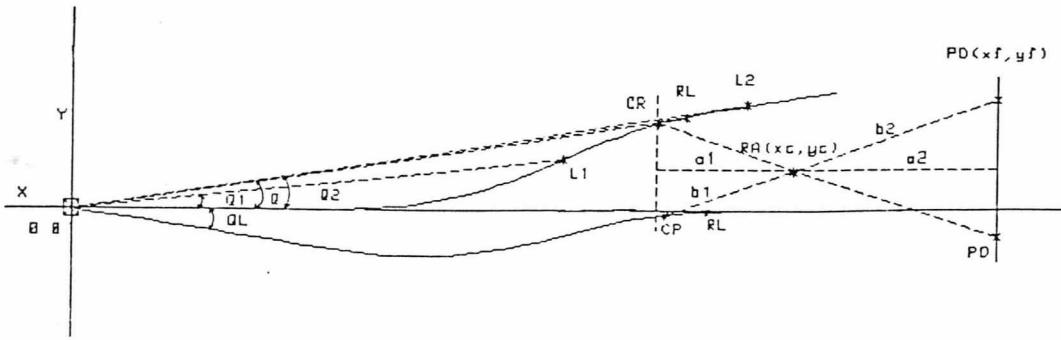


그림 3. 자동 이송기구 모델

다음의 루틴 및 처리과정이 사용된다.<sup>2)</sup>

- ① 사용자가 로울러의 위치 (RL)를 입력한다.
- ② 로울러의 위치에 따른 캠의 회전각도 ( $\theta_L$ )를 계산한다.

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

$$\theta_1 < \theta_L < \theta_2 \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

식(1)과 (2)에 의해

$$L1 : RL : L2 = \theta_1 : \theta_L : \theta_2 \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$L1 \theta_2 = RL \theta_L = L2 \theta_1 \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$\therefore \theta_L = \frac{L1 \theta_2}{RL} = \frac{L2 \theta_1}{RL}$$

- ③  $\theta_L$ 도 만큼 회전한 캠에 연결된 캠핀, 로커 암, 피이더의 상대위치를 계산한다.

$$a_1 : a_2 = b_1 : b_2 \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

$$b_2 = \frac{(a_2 \cdot b_1)}{a_1} \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

$$b_2 = \sqrt{(x_c - xf)^2 + (y_c - yf)^2} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

식(7)의 미지변수  $yf$ 가 구하고자 하는 피이더의 위치가 된다.

- ④ 사용자에게 계속해서 시뮬레이션할 것인가

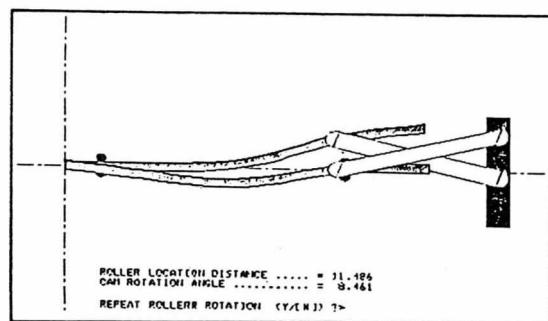


그림 4. 캠기구의 시뮬레이션(I)

를 물어봐서 위의 과정을 반복하거나 상위 계층으로 분기한다.

위의 처리과정을 거친 후 터미널 상에는 그림 4가 그려진다.

### 2.3 자동 이송기구의 시뮬레이션 (II)

앞장과는 달리 본장에서는 캠기구가 운동할 수 있는 전체 변위내에서의 롤러의 각 위치에 대한 캠기구의 운동상태를 시뮬레이션 한다.

캠 및 관련기구의 위치를 결정하는 알고리즘은 앞장과 동일하다. 차이점은 사용자에 의해 롤러의 위치가 대화식으로 주어지는 것이 아니라, 캠의 운동가능 범위  $90^\circ$  내에서 캠기구 전체를 일정 각도만큼 회전시켜 전체적인 운동상태를 보여준다는 것이다.

캠기구의 전진 및 후진시 운동상태를 구분하기 위해 서로 색깔을 달리 하였고, 하나의 운동이 끝날 때마다 벨을 울리도록 하였다.

그림 5는 메뉴상의 S2가 수행된 결과로 캠기구의 전체적인 시뮬레이션을 보인 것이다.

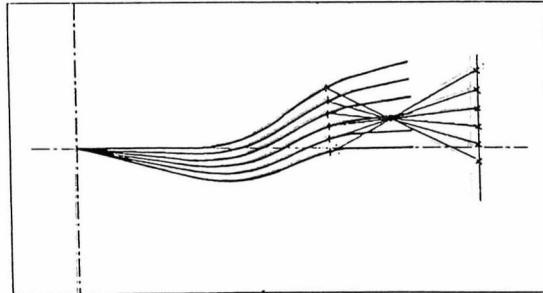


그림 5. 캠기구의 시뮬레이션 (II)

### 2.4 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 운동데이터를 형상처리하기 위해 여러종류의 데이터 집합을 한 그래프상에 다른 색깔로 표시할 수 있는 그래픽 명령어를 사용하였다. 이 명령어는 압력

변수로 제공된 수치데이터 집합을 그래프 상에 표시해 주는데 데이터 집합내의 수치값을 표현하는 마크와 선의 형태 및 색깔을 달리하여 여러내용의 데이터를 한 그래프에 동시에 표현하도록 하고 있다. 또한 그래프내의 눈금치수를 자동으로 표현 가능하도록 하며 필요한 제목들을 그래프의 양축에 적을 수 있도록 하여 캠기구의 해석데이터를 한 눈에 이해할 수 있도록 한다.

그림 6은 그래프를 그리는데 사용한 명령어와 이의 수행결과를 스크린에 영상출력시킨 것으로 로커에 대한 해석결과를 보인 것이다.

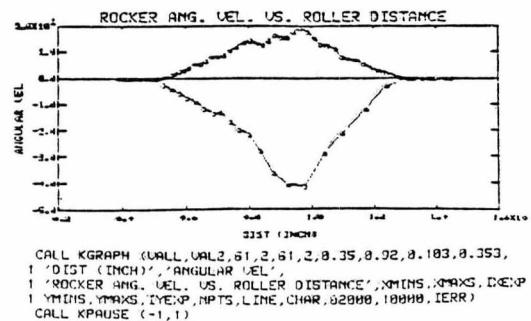


그림 6. 캠운동 표현 및 그래픽 명령어

### 2.5 컴퓨터 그래픽스 루틴

CAD응용 프로그램 개발시 수치데이터를 형상데이터로 터미널에 출력하는 것은 매우 중요하다. 그러나 상용의 패키지를 사용하지 않을 경우 시간 소요가 많이 드는 힘든 작업이다.

CACAFS 프로그램은 그래픽 처리를 위해서 당 연구소 CAD/CAM실에서 개발한 2차원 그래픽 유필리티 KIMMPAK을 이용하였다.<sup>1)</sup> KIMMPAK은 그래픽 터미널이 제공하는 다음의 기본적인 그래픽기능<sup>4)</sup>을 이용하여

- Vector and vector mode
- Markers and markers mode
- Text in the graphics area
- Panels

CAD응용 프로그램에 사용할 수 있도록 100여개의 그래픽 명령어를 만들어 프로그래머가 호출하여 사용할 수 있도록 되어 있다. 또한 일반적으로 많이 사용되는 터미널의 운용 루틴을

포함하고 있어 KIMMPAK를 이용해 개발된 CAD프로그램은 자동적으로 사용장비에 독립적으로 수행 가능한 호화성을 갖춘 프로그램이 되는 것이다.

CACAFS 프로그램에서 사용된 그래픽 명령어 중 주요한 명령어는,

- 一. 그래프를 그리는 명령어
- 二. 치수선을 그리는 명령어
- 三. Panel 을 그리는 명령어

등이 있으며 이외에도 30여개의 그래픽 명령어가 사용되었다.

### 3 . 결 론

본 논문은 곡선 캠의 운동에 의한 왕복 이송장치의 해석용 프로그램 개발의 후반부 논문으로서 캠기구의 시뮬레이션을 위한 CAD프로그램 개발에 관한 전반적인 사항을 기술하였다.

FORTRAN - 77을 주 언어로 하여 설계된 CACAFS 프로그램은 메뉴 선택기법을 사용하여 사용자와의 대화를 통한 복합기구 장치의 운동해석을 가능케 하였다.

또한 사용장비에 독립적으로 설계되어 프로그램의 호환성을 높이도록 하였다.

개발된 CACAFS는 창원본소 CAD/CAM실에 설치되어 사용되고 있으며 향후 다른 CAD응용프로그램 개발시 모델 프로그램으로 사용될 수 있으리라 기대된다.

### 《 參 考 文 獻 》

1. 류갑상, 신중호, “기계요소 CAD S/W개발을 위한 대화식 그래픽 패키지 (KIMMPAK)의 설계화 구현”, '86 정보과학회 논문집, 제13 권 2호, 1986.
2. Barry W. Boehm, “Software Engineering Economic”, Prentice-Hall, 1981.
3. 이기식, 정왕호, “소프트웨어 생산기술”, 정의사, 1982, P 80-167.
4. *The 4110 Series Host Programmers Manual*, Tektronix, 1982.