

# 화상처리를 이용한 CAD 데이터의 생성에 관한 연구

구본권\*, 노우준\*\*

## A Study on the Transformation of CAD Data Using the Image Data Processing

Bon-Kwon Koo\*, Woo-Joon Roh\*\*

### Abstract

In this paper, image processing algorithm is studied to enhance the preciseness of the geometry while converting captured images to CAD data. A program is developed as a result. The code, in the image processing, utilizes outline trace, point data smoothing algorithm. It is capable of automatically generating design data by converting input image data to the CAD data. The output can be made in DXF, IGES formats.

The current research can be utilized as a base data for the development of factory automation or flexible manufacturing system which adopt image processing based automatic inspection and measuring system.

## 1. 서론

### 1.1 연구개요

컴퓨터에서 화상처리방법은 화상을 디지털 값으로 표현하게 된다. 컴퓨터가 출현하기 이전까지의 화상처리는 광학 사진처리나 비디오 신호처리등의 아날로그 방식이었다. 아날로그 방식은 원리적으로 상당히 한정된 처리만 할 수 있는 반면, 컴퓨터에 의한 디지털 처리에서는 프로그램에 의하여 자유롭게 다양한 처리를 시도할 수 있는 유연성

이 있다.

본 연구에서는 화상처리를 이용한 윤곽선 추출 방법론과 점열 데이터의 평활화 알고리즘을 개발하였다.

또한 응용사례로서 철형을 제작하는데 필요한 CAD 데이터를 생성하는 방법론에 대하여 고찰하였다.

### 1.2 연구 목적 및 방법

본 연구에서는 화상을 입력받아서 양호한 CAD 데이터를 변환, 추출하기 위한 일련의 과정을 연구한다. 입력된

\* 서울산업대학교 금형설계학과

\*\* 서울산업대학교 금형설계학과 대학원

화상의 잡음을 없애기 위하여 고립점 제거 알고리즘을 구현하여 고립점을 제거하며, 폐곡선 추출을 위한 알고리즘을 제시하고 프로그램화한다.

추출된 데이터는 수평·수직·45° 평활화, 스테어(stair) 제거 알고리즘, 편차에 의한 평활화 알고리즘, 거스러미 제거 알고리즘을 개발하고 프로그램화 한다. 또한 획득한 데이터의 CAD/CAM에서의 활용을 위하여 좌표 변환방법을 연구하고, 구두제작용 鐵型(철형)에 필요한 지형(紙型-paper pattern)으로부터 얻어진 비트맵 화상 데이터를 DXF, IGES 형태의 데이터로 변환하여 활용하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 프로그램의 개요

스캐너, CCD 카메라등으로부터 입력된 원화상 데이터는 다양한 화상처리 즉 윤곽추출, 평활화, 그래픽 출력등 각종 알고리즘을 통하여 우리가 필요로하는 정보로 변환된다.<sup>1-3)</sup>

PCX와 GIF와 JPEG등은 파일 포맷구조가 복잡하고 데이터의 크기를 줄이기 위해서 압축기술을 사용하였으나, 스캐너상에서 입력된 데이터는 BitMap형식의 화상데이터로서 압축을 사용하지 않기 때문에 파일의 분석과 취급에 용이하므로 BMP화일로 처리하였다.<sup>4-7)</sup>

프로그래밍은 Delphi 2.0을 이용하였으며, Window3.1에서 구동할 수 있도록 하였다.

### 2.2 화상처리

실생활에서 눈으로 보는 사진과 도형, 영상등은 모두 아날로그 화상이므로 화상은 그대로 컴퓨터에서 받아 들일 수 없다. 컴퓨터에서 처리되는 화상은 디지털 화상이어야 하고 화소(pixel)라고 부르는 작은 점의 모임으로 구성되어 있다.

CCD 카메라에서 촬영한 영상은 아날로그 신호이다. 컴퓨터에서는 아날로그 형상을 받을 수 없기 때문에 영상 처리를 위해서 영상을 디지털로 바꿔야 한다. 이러한 AD 변환에는 연속적인 아날로그 영상을 화소라 부르는 단위로 분할하는 작업과 분할한 각각의 화소에 농담을 컴퓨터로 처리할 수 있는 수치로 변환하는 두가지 작업이 이루어진다.

Fig. 1은 전용의 화상처리장치를 사용할 때의 신호의 변환과정을 보여준 것이다. CCD 카메라로부터 화상처리

장치로 입력될 때 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환된다. 이때에 화상처리장치로부터 모니터에 출력되는 디지털 신호가 아날로그 신호로 변환된다.

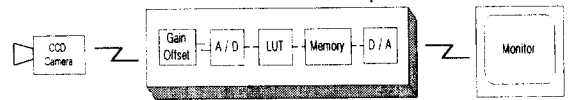


Fig. 1 Image processing instrument

Fig. 2는 아날로그 파형과 디지털 파형의 차이를 표시하고 있다. 아날로그 신호로 화상의 정보를 표시하고 디지털 신호로 화상의 정보를 분해하여 나타냈다.

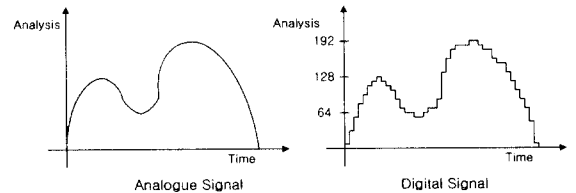


Fig. 2 Comparison of analogue and digital signal

### 2.3 CAD데이터 변환을 위한 화상처리 알고리즘

화상 데이터의 CAD활용을 위한 화상처리의 흐름도를 Fig. 3에 도시하고 이하에 설명한다.

#### (1) 고립점 제거 알고리즘

스캐너로 입력받은 이미지는 어느 정도의 고립점(salt and pepper noise)을 포함한다. 이러한 고립점 잡음을 없애기 위하여 중심이 되는 화소의 주위를 3×3 행렬에 저장하고 중심화소와 주위의 화소의 값을 비교하여 고립점 잡음을 제거한다.

흑백의 2진 화상이고 잡음의 크기가 작으므로 화소의 팽창, 수축처리에 의해 고립점을 제거할 수 있다.

#### (2) 윤곽선 추출 알고리즘

본 연구에서 윤곽선을 추출하는 방식은 Fig. 4에 도시한 바와 같이 다음의 순서에 따라 물체의 경계부를 추적해 간다.

- a. 화상의 위를 주사하고 추적 완료 마크가 붙어 있지 않는 경계점 a0를 찾는다.
- b. a0의 근방이 모두 흑색(0)일 때는 고립점으

로 하고 추적을 종료한다.

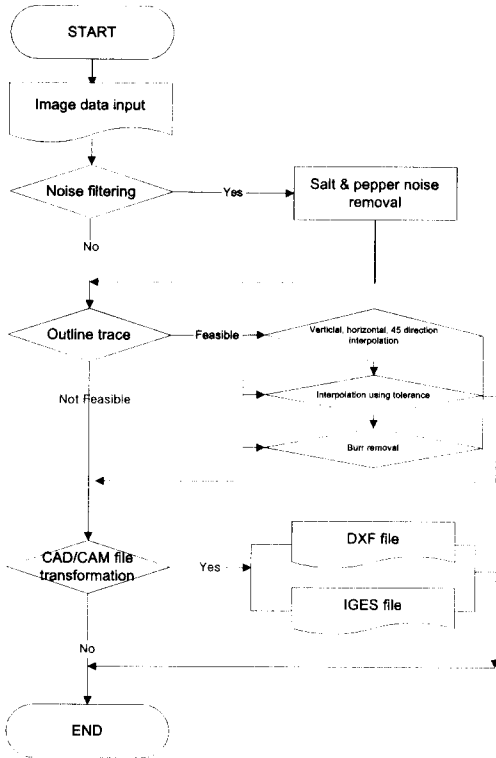


Fig. 3 Flowchart of main program

c. 그 이외일 때는 다음 경계점을 찾고, 이하 차례로 같은 방법으로 윤곽점을 추적해 간다.

d. 다음의 경계점이 초기위치  $a_0$ 로 되었으면 경계선을 모두 추적한 것으로서 종료한다.

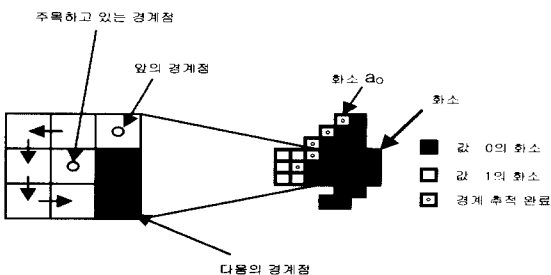


Fig. 4 Outline trace

(3) 직선 평활화 알고리즘

1) 수직·수평·45° 평활화 알고리즘

비트맵의 점들을 읽어 내면 윤곽점의 수가 너무 많아진다. 하나의 데이터를 갖고 있는 그 점들의 값을 수직, 수평, 45° 방향의 화소점들에 대하여 먼저 평활화한다.

Fig. 5와 같이 다음 점과 현재점의 진행하는 방향이 같으면 통과하고 아니면 현재점을 그대로 저장한다.

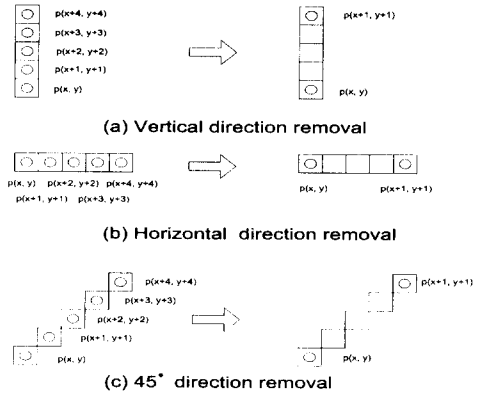
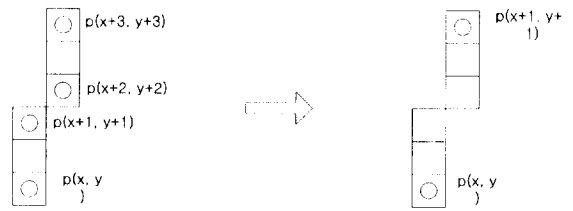


Fig. 5 Vertical, horizontal and 45° direction smoothing of outline

(4) 스테어 제거 알고리즘

진행에서 서술한 바와 같이 수직·수평·45° 방향의 직선들에 대하여 평활화가 이루어진다. 아래의 Fig. 6과 같이 계단을 형성하고 있는 점들이 존재하는 경우 Fig. 6에 나타난 바와 같이 점  $p(x+1, y+1)$ 과 점  $p(x+2, y+2)$ 사이의 두점의 거리를 계산하여 설정된 허용 편차 내에 들어가면 두 점을 소거한다. 그후 점  $p(x, y)$ 와 점  $p(x+3, y+3)$ 를 연결한다.



Stair Removal

Fig. 6 Smoothing by stair removal

(5) 편차에 의한 평활화 알고리즘

Fig. 7 (a)에 도시한 바와 같이 점과 직선과의 거리를 이용 단차가 이루어진 경우 두직선간 단차의 수직거리가 일정 편차 안에 들어오면 단차를 형성하는 양 끝단의 점을 소거한다. 그러나 Fig. 7 (b)와 같이 점과 직선과의 거리가 편차밖에 있으면 점을 그대로 둔다.

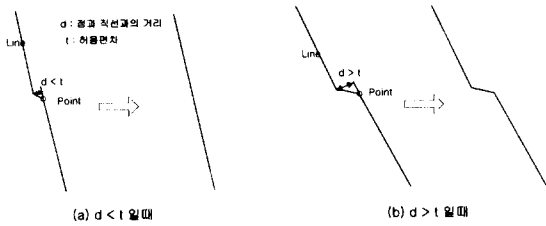


Fig. 7 Smoothing of line and point using the deviation concept

(6) 거스러미 제거 알고리즘

Fig. 8과 같이 원래의 화상에 거스러미를 포함하는 경우 윤곽선을 추출했을 때 그 윤곽선을 확대하여 보면 거스러미가 존재하는 부분의 교차선에 대한 교차각은 매우 작으므로 설정된 범위이내에 드는 거스러미를 자동적으로 제거하여 평활하게 하였다

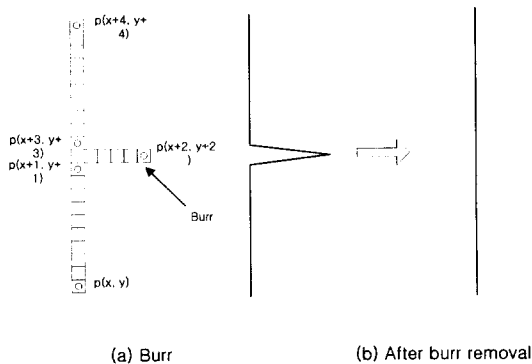


Fig. 8 Smoothing ok burr removal

(7) 출력

모니터 및 printer 출력을 위하여 동차 좌표계를 이용하여, 이동변환, 배율변환, 회전 변환을 시키며, 확대 배

율 변환시 클리핑 현상을 고려하여 프로그래밍하였다.

3. 지형의 CAD/CAM데이터 변환 에 및 고찰

3.1 모델 설정

이미지 데이터의 CAD 데이터 변환 예로서 Fig. 9에 도시한 바와 같이 실물의 크기가 최대 가로×세로 80.1×144.6mm인 구두 금형용 철형을 모델로 하여, 제작에 이용되는 지형중 하나인 중간 크기의 갑보를 선정하였다. Fig. 10에 이치화된 비트맵 형식의 모델형상을 도시하였다.

모델로 선정된 지형은 스캐너에서 300DPI의 해상도로 입력하여 컴퓨터 내에서 이미지 파일로 저장 사용하였다.

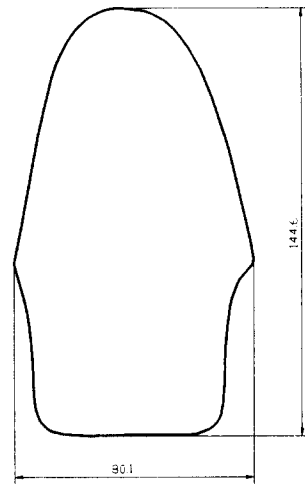


Fig. 9 CAD data model

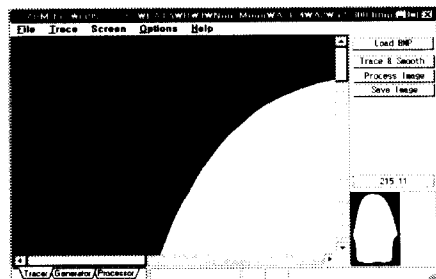


Fig. 10 Bitmap file of piece pattern opened in main program

### 3.2 CAD 데이터를 얻기 위한 화상처리 예

#### (1) 고립점 제거

실물은 스캐너에 의하여 화상 입력을 받으면 Fig. 11과 같이 화면에 원화상과 다른 노이즈(Salt and Pepper Noise)들이 존재한다.

이러한 노이즈들은 앞에 서술된 윤곽선 추출에 의한 윤곽선 추출시 에러를 발생시키게 된다. 따라서 바탕에 존재하는 노이즈를 제거하기 위하여 상술한 바와 같이 고립점 제거 알고리즘을 적용하여 소거하였다. 그 결과를 Fig. 12에 도시하였다.

#### (2) 윤곽선 추출

고립점을 제거한 상태에서 윤곽선 추출 방식으로 윤곽점들을 추출하였을 때 추출점은 4243개로 계산되었다. 이 상태는 화소 데이터가 가지고 있는 스테어 현상이나, 거스러미 등으로 인하여 그대로 사용될 수가 없다.

CAD 데이터와 윤곽선이 추출된 Trace된 데이터를 비교하면 CAD 데이터와 비교하여 면적은 0.18% 감소하였으며, 패턴 둘레의 변화는 0.05% 줄어든다. 데이터의 결과는 정밀하게 계산되었으나 그대로 사용이 어려우므로 이를 평활화하게 하기 위하여 직선보간이 필요하다.

#### (3) 수직·수평·45° 평활화

윤곽선 추출 방식으로 윤곽점을 추출한 후 수직·수평 및 45° 평활화 알고리즘에 의하여 데이터 처리한 결과 화소수는 4243개로부터 1712개로 60% 이상 단축되었으며 CAD 데이터와 비교하여 면적은 약 0.2%로 근소한 차이를 나타냈으나, 도시한 바와 같이 둘레에 있어서는 5.3%로 CAD 데이터와 큰 차이를 나타내었다.

#### (4) 스테어 제거

윤곽점 추출 → 고립점 제거 → 수평·수직·45° 평활화를 행하여 얻어진 화소 데이터수는 1712개로 줄어들었으나, 계속 거시적인 단차현상이 나타난다. 이러한 단차를 제거하기 위하여 스테어 제거 알고리즘을 적용한 결과, 점의 갯수도 1213개로서 30%정도 감소하였다.

이것을 Fig. 13에 도시한 바와 같이 CAD 데이터와 비교하여 스테어 스텝을 각각 0.15mm, 0.4mm, 0.65mm로 변화시켜가면서 조사한 결과 단차 제거의 허용범위를 0.15mm 이상 주었을 때 실제 둘레 길이에 접근함을 알 수 있었다. 그러나 단차 허용 범위 0.15~0.75mm까지는 별로 둘레의 변화에 차이가 나타나지 않았다.

#### (5) 편차에 의한 평활화

스테어 제거된 데이터를 일정 허용치 내에 드는 점들을 소거함으로써 평활화된 직선군을 얻을 수 있었다. 경계추출점은 1213개이었으나, 허용치 개념을 도입하여 스텝을 제거한 결과 포인트 수는 178개로써 85.3%나 감소하였다. 또한 Fig. 14에서보는 바와 같이 면적 및 둘레 길이의 변화에 있어서는 허용치의 양을 0.06~0.07mm로 하였을 때 실제 CAD 데이터와 잘 일치하는 경향을 보였으며 계속 허용치를 증가시켜도 그 차이의 변화는 크게 나타나지 않았다.

#### (6) 거스러미 제거

앞절까지 순차적인 처리과정을 거친 후 형상을 크게 변화시키지 않은 상태에서 처리된 데이터는 지형 자체가 가지고 있는 거스러미 등으로 인하여 제거되지 않는 노이즈가 존재한다. 이러한 거스러미를 제거하기 위하여 스텝을 변화시켜 가면서 형상 및 데이터 수, 면적, 길이등을 조사하였다.

Fig. 15는 거스러미제거를 위한 스텝별 둘레의 길이등을 CAD 데이터와 비교하여 백분율로 도시한 것이다.

본 연구에서 채택한 모델을 통하여 고찰하면 거스러미를 제거하기 위한 허용치는 0.01~0.02mm가 적당하며 그 이상의 허용범위에서는 면적 및 길이의 변화가 다소 크게 발생하고 있으며, 특히 허용치 0.05mm 이상에서는 모델 전체의 형상에 영향을 미치므로 그 이상 크기의 거스러미제거는 이미 처리된 데이터로부터 부분확대하여 그 형상이 거스러미인지를 확인한 후 특정 위치의 거스러미를 갖는 위치의 포인트를 매뉴얼로 수정하는 것이 오히려 바람직한 것으로 사료된다.

본 연구에서와 같이 순차적인 데이터 처리를 통하여 모든 지형의 폐곡선 데이터를 평활화시켜 양호한 형상을 얻을 수 있었다.

#### (7) CAD 데이터 생성을 위한 파일 변환

일련의 변환에 관련된 데이터는 컴퓨터상의 2차원 실제 좌표계를 적용하여 처리되었다. 이들 점열데이터( $x_i, y_i$ )를 CAD 시스템에서 사용하려면 CAD 시스템에서 활용가능한 데이터 형태로 변환하여 주어야 한다. Table 2 및 3에 나타낸 바와 같이 CAD 데이터 생성을 위하여  $x, y$ 의 일련의 좌표군들을 변환하여 DXF형태나 IGES형식으로 데이터를 얻을 수 있었다.<sup>14~15)</sup>

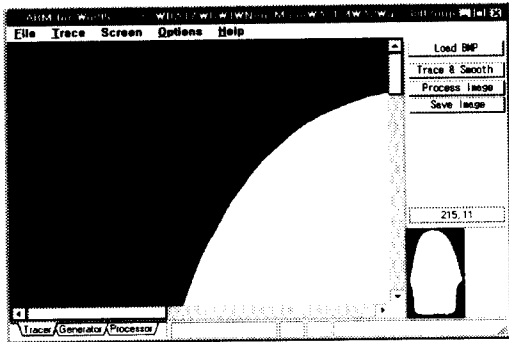


Fig. 11 Piece pattern bitmap file opened in main program

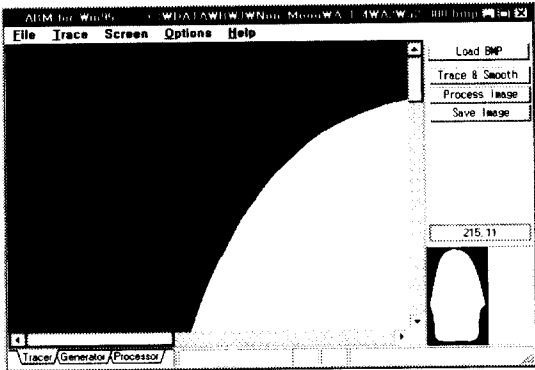


Fig. 12 Pattern After the removal of salt and pepper noise

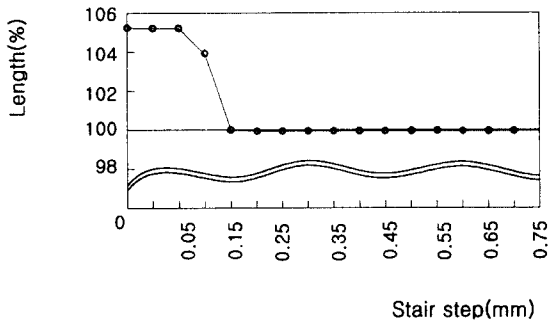


Fig. 13 Length Variation induced from stair removal step

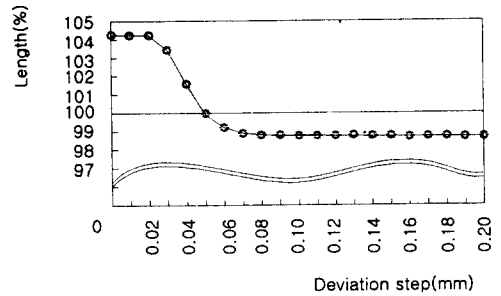


Fig. 14 Removal of line and point using the deviation concept

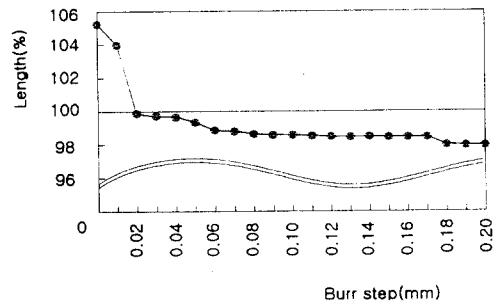


Fig. 15 Length Variation induced from burr removal

Table 1 Length variation induced from stair removal

Stair step(mm)	Length(mm)	%
0.00	397.439	105.247
0.01	397.369	105.228
0.05	397.369	105.228
0.10	392.265	103.877
0.15	377.698	100.019
0.20	377.429	99.948
0.25	377.395	99.939
0.30	377.399	99.940
0.35	377.417	99.945
0.40	377.417	99.945
0.45	377.423	99.947
0.50	377.423	99.947
0.55	377.424	99.947
0.60	377.426	99.947
0.65	377.426	99.947
0.70	377.426	99.947
0.75	377.426	99.947
Real Data	377.625	100.000

Table. 2 Example of DXF file transformation

0	VERTEX	.....	VERTEX
SECTION	8	생략	8
2	0	.....	0
ENTITIES	10		10
0	-14.901		-14.901
POLYLINE	20		20
8	54.017		54.017
0	30		30
66	10.0		10.0
1	0		0
10	VERTEX		SECTION
0.0	8		8
20	0		0
0.0	10		0
30	-17.78		ENDSEC
0.0	20		0
70	53.171		EOF
8	30		
0	10.0		
	0		

Table. 3 Example of IGES file transformation

IGES File generated from an IBM by the IGES	S0000001
DEPT. of DIE AND MOLD SEOUL NATIONAL POLYTECHNIC UNIV.	S0000002
.....	G0000001
.....	G0000002
.....	G0000003
110 1 1 1	00000001D0000001
110 1	D0000002
110 2 1 1	00000002D0000003
110 1	D0000004
110 3 1 1	00000003D0000005
110 1	D0000006
..... 생략	
110.9.398.54.441.0.0.2.9633.54.102.0.0:	00000139P00000070
110.2.9633.54.102.0.0.-14.901.54.017.0.0:	00000141P00000071
S0000002G0000003D00000142P00000071	T0000001

### V. 결 론

본 연구에서는 비트맵 형식으로 입력된 이미지 데이터의 CAD 데이터로의 활용을 위한 데이터 변환과 아울러 변환된 데이터의 정밀도를 향상시킬 수 있는 다양한 방법론에 관하여 알고리즘을 개발, 프로그램화하였다.

또한 그 응용으로서 피혁가공용 스틸 패턴 제작과 관련된 지형중 한 모델을 선정하고 원화상의 각종 변환 및 평활화 과정을 거침으로써, CAD 데이터로 활용할 수 있는 데이터의 변환을 중심으로 연구하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 주요한 결론은 다음과 같다.

1. 스테어 처리 알고리즘을 통하여 평활화를 시도한 결과 스테어 클리어런스(stair clearance)  $\xi_s \leq 0.15$ 에서 CAD 데이터와 비교하여 +값의 큰 오차를 나타내었으며,  $\xi_s \geq 0.15$ 에서는 양호한 수렴을 나타내었다.
2. 스테어 처리후의 선과 점와의 거리를 계산하여 편차의 허용 범위를 조절하므로써 평활화를 시도하였으며, 편차 값(deviation value)  $\xi_t \leq 0.06$ 에서는 +값의 길이오차가 심하게 나타났으나  $\xi_t \geq 0.06$ 이상에서는 실제 CAD 데이터와 1~2%의 오차내로 잘 수렴되었다.
3. 거스러미 처리 알고리즘 구현을 통하여 2D 이미지 데이터 경계에서 가공시 생성되는 거스러미현상을 제거하였으며 거스러미 클리어런스(burr clearance)가  $0.02 \leq \xi_b \leq 0.03$ 일 때 가장 양호한 결과를 나타내었으며  $\xi_b \leq 0.02$ 일 때 +값오차를  $\xi_b \geq 0.03$ 일때에는 -값의 길이 오차를 나타내었다.
4. DXF 및 IGES의 형식으로 데이터변환을 통하여 기존 CAD시스템에서 파일의 사용이 가능하게 되었다. 이상의 연구 결과를 토대로 향후 CCD 카메라등의 비전 검사 및 측정시스템의 기초적인 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 유연생산시스템(FMS) 또는 공장 자동화(FA)의 화상감시 및 계측시스템 개발에 기초적인 연구자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Craig A. Lindey, Practical Image Processing In C, John Wiley & Sons, 1991
- [2] 谷尻豊壽, 畫像處理入門, 技術評論社, 1996
- [3] 윤덕주, 비트맵 그래픽스, 삼양출판사, 1993
- [4] Loren Heiny, Windows Graphic Programming With Borland C++, John Wiley & Sons, Inc., 1992
- [5] NHK放送技術研究所 畫像研究部, C언어에 의한 畫像處理實務, 국제테크노정보연구소, 1995
- [6] 日本工業技術센터, 컴퓨터畫像處理入門, 機電研究社, 1996
- [7] 花木眞一·岩下正雄 寺嶋廣克 共著, PC畫像處理, 機電

- 研究社, 1996
- [8] 이현찬 채수원 최영, 컴퓨터 그래픽스 및 형상 모델링, 시그마프레스, 1996
- [9] 최병규 전차수 유우식 편영식, CAD / CAM 시스템과 CNC절삭가공, 청문각, 1996
- [10] 鄭載天 具本權, 컴퓨터 應用設計(Computer Aided Design), 半島出版社, 1987
- [11] David F. Rogers and J. Alan Adams, Mathematical Elements for Computer Graphics, McGraw-Hill, 1990
- [12] Chan S. Park, Interactive Computer Graphics, Auburn Univ.
- [13] Foley, J. D. and Van Dam, A., Fundamentals of Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley, 1982.
- [14] Auto CAD Docment For DXF, Auto Desk 1993
- [15] Auto CAD Docment For IGES, Auto Desk 1993