

화상처리를 이용한 칩유동의 해석에 관한 연구

* 백 인 환 ** 이 형 대
부산대학교 공과대학 생산기계공학과

A Study on the Analysis of Chip Flow by the Image Processing

In-Hwan Paik Hyoung-Dae Lee
Dept. of Mechanical & Production Eng.
Pusan National University

* 부산대학교 공과대학 생산기계공학과 교수 ** 부산대학교 대학원 생산기계공학과

Abstract

This paper describes the method on image acquisition and image processing in the turning process. The formation of discontinuous chips during high-speed oblique cutting without lubricant was observed by means of video camera recorder and stroboscope. The image processing technique for chip flow is described and the results are presented for variable feeds. It is concluded that experimental values of chip flow angle are similar to theoretical values of Stabler's rule.

누름 브레이크가 좋은 칩 컨트롤을 가능케 하고 있는데 모든 가공조건을 커버할 수 있는 만능 브레이크가 없는 것이 실정이며 각사는 개개의 가공조건에 맞춘 형상을 각 종류별로 제작하고 있다. 브레이크 형상을 포함하여 팁 지오메트리(geometry) 개발의 포인트가 되는 것은

- (1) 브레이킹작용
- (2) 칩의 흐름 방향
- (3) 절삭저항
- (4) 절삭날의 강도
- (5) 경제성 등이다

1. 서론

80년대 중반이후 기계가공의 자동화와 무인화를 중심으로 제조시스템 전체를 자동화하려는 오토메이션화가 생산현장에 실시되고 있다. 이것을 가능하게 한 것이 NC화된 일련의 동작기계, 산업용로봇의 진보, 그리고 생산공장을 통일된 시스템으로서 관리제어하는 컴퓨터의 이용에 의한 것이다. 이러한 고도로 자동화된 시스템을 고능력로, 유기적으로 작동시키기 위해서는 공구, 공구 고정장치, 가공물 고정장치, 컨베이어 시스템, 칩의 배출장치 등, 주변기술의 진보가 필요 불가결하다. 절삭가공의 면에서 자동화에 필요하다고 생각되는 사항은 다음과 같다.

- (1) 수명이 길고 또한 신뢰성이 높은 공구재료
- (2) 절삭처리성이 뛰어난 팁 형상
- (3) 표준화된 툴링시스템(Tooling System)
- (4) 공구의 릭 챗지(Quick change)시스템 및 자동교환기구
- (5) 가공중인 공구이상 검출기구 및 자동보정기구

위의 모든 경우가 NC 동작기계를 효율적으로 사용하는 데 있어서 필수 불가결하지만 여기서는 칩의 처리능력에 주목해본다. 칩처리는 가공에 있어서 난제로, 무인화 동작기계가 가공의 고속화, 고능력화에 동반해서 생성되는 다량의 칩을 제거하기 위해 작업자를 필요로 한다면 모처럼의 무인화, 성력화를 무의미하게 만들어 버릴수도 있다. 즉 기계가공 시스템이 지향하는 최대의 장애중 하나가 칩이라해도 과언은 아니다. 자동화를 실시하는데 있어서 가장 양호하다고 여기는 칩 형상은 한번 또는 한번 반 정도로 감기고 작게 절단된 것이다. 긴 연속형 칩은 홀더(holder) 또는 가공물에 엉켜붙어 기계정지시간의 원인이 될 수 있으며 또 제품의 표면조도를 나쁘게 하고 생산성을 저하시키는 동시에 안정성의 면에서도 바람직하지 못하다. 현재로서는 G급의 연속 브레이크에 대신하여 복잡한 3차원 브레이크가 시공된 전주 M급형

처리하기 쉬운 형상의 칩을 생성하는 피삭제, 양호한 가공조건등의 추구하고 동시에 종래부터 칩의 생성에서 파단에 이르는 칩의 흐름 방향에 대한 다각도의 관찰방법이 행해져왔다. 그 중에서 고속도 카메라에 의한 촬영, 급정지법과 단순한 목시에 의한 관찰, 생성후의 칩에 의한 추찰(推察)등이 있다. 그러나 이들은 장치와 후처리에 시간이 걸리고 사진이 명확하지 않는 등의 문제점이 많고 순수한 모양으로 기록을 얻는 것이 어렵다.

본 연구에서는 칩유동에 대한 이론적 배경과 실제 일상생활에서 보편화되고 있는 8mm비디오 카메라와 스트로플래쉬를 써서 칩의 생성과 진행과정, 파단에 이르는 칩유동의 제현상들을 촬영하고, 획득한 화상을 화상처리 프로그램을 이용하여 해석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 칩유동 방향

2차원 절삭에서 칩은 절인에 수직인 방향으로 공구면을 따라 움직인다. 그러나 칩유동방향이 그 이외의 방향이 되는 두가지 중요한 경우가 있다. 소경관의 단면 절삭에서 절삭속도는 실제 외경에서 보다 내경에서 더 작게 될 것이기 때문에 절인을 따라 절삭물이 거의 일정하게 고 보이면 칩은 측면으로 구부러지게 된다. 한편 절삭속도가 절인을 따라 모든점에서 일정하지만 설치각 ϕ 를 가진다면 그때 칩은 Stabler 법칙에 따라 측면으로 흐르게 된다. 공구면으로부터 칩이 컬(curl)되려는 경향과 함께 위에서 언급된 측면유동의 두가지 요인은 여러가지 형태의 칩을 생성한다. 모든면에서 가장 바람직한 칩형상은 1 컬이하의 것이다.

3차원 절삭에서 유효경사각을 측정하려면, 공구표면을 지나갈때 생기는 칩의 방향을 알아야 된다. 유효경사각 α 는 가공물의 속도벡터나 공구표면에서의 칩의 유동벡터가 이루는 평면 [평면 OBE]내에서 가공물 속도벡터 V의 수선에 대한 공구면의 각도이다. Fig 2.1에서 점 O, A, B는 가공면(working surface)에 있는 점들이고 O, C,

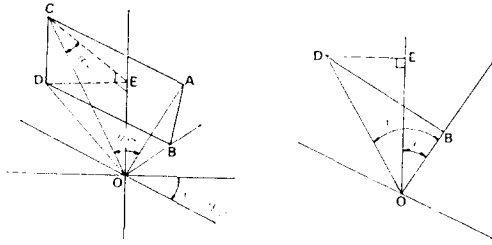


그림.2.1. 각도 관계

D, E는 공구표면에 포함된 점들이다. 여기서 $OC = 1$ 로 하면

$$\begin{aligned} \sin \alpha_o &= OE \\ &= OD \cos(\chi - i) \\ &= OD (\cos \chi \cos i + \sin \chi \sin i) \\ &= OB \cos i + DB \sin i \\ &= OA \sin \alpha_n \cos i + AC \sin i \\ &= OC \cos \eta_c \cos i \sin \alpha_n + OC \sin \eta_c \sin i \\ \therefore \sin \alpha_o &= \cos \eta_c \cos i \sin \alpha_n + \sin \eta_c \sin i \quad \dots(2.1) \end{aligned}$$

Stabler는 각도 η_c 를 알게되면 유효경사각 α_o 는 (2.1) 식으로 용이하게 측정된다는 것을 보고하였다. η_c 의 측정방법은 몇가지가 있으나 그 중에서 칩의 폭을 측정하는 것이 가장 정확하다.

$$\cos \eta_c = \frac{t_c}{t/\cos i} = \frac{t_c}{t} \cdot \cos i \quad \dots(2.2)$$

여기서, t_c 는 칩의 폭이고 t 는 변형전의 칩폭이다. 따라서, 칩의 유동방향의 각 η_c 는 칩의 폭과 변형전의 칩폭을 측정하면 결정된다. Stabler는 실험을 통하여 공구, 피삭재, 경사각, 속도 등의 모든 조건에서 η_c 는 기울임각 i 와 같다고 보고하였다. Stabler의 법칙은 근사적으로 옳지만 다음과 같은 사실이 발견되었다.

1. η_c 는 수직경사각(α_n)이 증가함에 따라 작아진다.
2. η_c 는 더욱 효과적인 절삭제를 사용하면 증가한다.
3. η_c 는 절삭할 재료의 마찰성이 좋게 되면 증가한다.

Stabler의 법칙에 대한 중요성은 (2.2)식을 보면 알 수 있다. 여기서 만약 $\eta_c = i$ 라고 하면, 칩의 폭과 가공물의 폭이 동일하게 된다. 그러므로 Stabler의 법칙은 급속이 공구날을 지나갈때 칩의 폭이 변하지 않게 되는 방향으로 흘러간다는 사실을 말해준다. 이것은 2차원절삭에서는 잘 맞지만 설치각이 있는 3차원 절삭에서는 단지 근사해에 불과하다. 단절인을 가진 경사절삭과정에서 얻은 칩유동관계식 $\eta_c = \tan^{-1}(\tan \theta \cos \alpha_n)$ 과 (2.1)식을 이용하여 Fig 2.2 및 2.3을 얻는다. Stabler법칙에

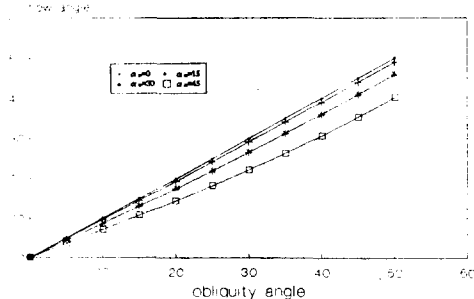


그림.2.2. 설치각(i), 수직경사각(α_n)과 칩유동각(η_c)의 관계

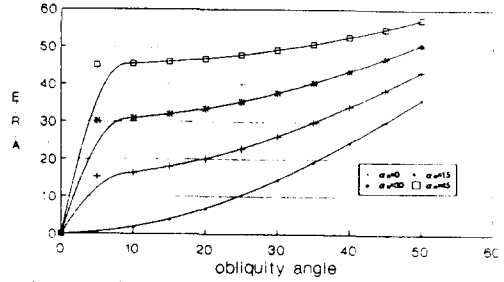


그림.2.3. 설치각(i), 수직경사각(α_n), 칩유동각(η_c)과 유효경사각(α_o)의 관계

따라 (2.2)를 (2.1)식에 대입하면

$$\begin{aligned} \sin \alpha_o &= \cos \eta_c \cos i \sin \alpha_n + \sin \eta_c \sin i \\ &= \sin^2 i + \cos^2 i \cdot \sin \alpha_n \quad \dots(2.3) \end{aligned}$$

2.2 화상의 변환(전처리)

전처리는 화상의 특징 추출을 하는 전단계로서 행하여지는 것으로, 잡음제거, 평활화의 중심이 된다. 잡음의 종류로서는 랜덤잡음과 주기성 잡음이 있다. 디지털화에 따른 양자화잡음도 주의해야 한다. 사진에서는 입자성 잡음이 문제가 된다. 잡음제거의 방법으로는 영역의 평균화와 2차원 푸리에변환의 스펙트럼중의 잡음성분을 제거하는 방법의 2가지가 있다. 잡음이 입자적인 것이라면, 화상의 어떤 점의 값과 그 점의 주위의 점의 평균치의 차이가 어느 정도 이상일 때, 평균값으로 치환한다. 푸리에 변환에 의한 경우, 화상이 갖는 주파수 성분과 잡음성분이 분리되어 있으면, 잡음성분을 제거하여 역 푸리에 변환함으로써 잡음이 제거된 화상이 얻어진다. 평활화를 하면 화상이 갖는 고주파성분이 상실되므로 특히 선, 테두리의 날카로움이 없어진다. 이것을 손상하지 않고 평활화를 하는 방법이 연구되고 있다. 후백 화상으로 나타나는 도형에 있어서의 입자적 잡음은 화상의 확대, 축소의 조작에 의해서도 제거할 수가 있다.

[1] 공간 필터 처리의 목적

첫째, 잡음의 제거인데 이것은 대상으로 하는 화상을 계산기 처리를 위해 디지털화 할때에 혼입되는 오차 및 ITV 입력장치 자신이 가진 잡음에 의해 흐트러지는 화상의 잡음을 필터(filter)에 의해 제거한다.

둘째, 대상으로 하는 화상의 특징을 추출하는 것으로, 화상의 인식이나 식별을 위한 파라미터(parameter)의 추출을 한다.

셋째, 둘째의 목적과 관계 있지만, 필터에 의해 화상이 가진 특징을 선명하게 한다. 즉 화상의 점예화 등을 행하기 위해서 사용된다.

[2] 화상의 평활화 조작

화상 입력을 위한 비디오 신호 등에서는 고주파 잡음이 혼입되어 있어서, 거기에서 얻어진 디지털 화상의 농도 정보가 바르게 구해지지 않는 경우가 있다. 이와 같은, 2차원 디지털 화상에 있어서 화상의 평활화를 행해 잡음을 제거한다. 이 평활화 조작을 원화상 위에서 하는 데에는, 어떤 점을 중심으로 정방향 혹은 원형 시야 내의 화상농도의 평균치를 구해, 그 값을 다시 그 점의 농도로 하는 방법이 있다. 이 경우, 평활화 조작에 의해 본래의 화상 패턴(pattern)을 보다 충실하게 재생하는 것이 요구된다.

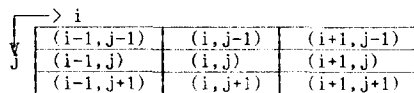


그림2.4 평활화 조작을 하는 3 X 3 영역

평활화 화상의 농도(f)

$$f(i, j) = g(i, j) * M(i, j)$$

$$M(i, j) = 1/9 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.4)$$

이 식의 3 X 3 행렬의 각 요소의 값은 그림 2.4에 나타난 3 X 3 화소 영역의 각 점의 농도에 주는 계수를 나타내고 있다. 이 경우는 모든점을 균등하게 가산하고, 그후 9로 나누어 평균치를 구하는 것을 의미하고 있다. 그림 2.4에 나타난 것과 같은 원화상 위의 어느 영역의 농도치의 조합에 의해 구성되는 필터를 공간 필터라 한다. 특히 식 (2.4)에 나타난 것과 같이 근방의 화소의 평균치(median)로 치환하는 필터를 메디안 필터라 한다.

[3] 화상의 확대(Zoom : magnification)

먼저 확대하고자 하는 영역을 설정해야 하는데 2배로 확대되기 때문에 전 화면의 1/4영역만 포함시킨다. 그보다 클 때는 영역의 좌상점으로 부터 그 범위만 유효하고 나머지 부분은 무시되어 버린다. 메인 메모리로 옮길 때 수평 방향으로 확대시킨다. 즉 한 번지에 들어 있는 두 개의 화소를 분리하고 각각을 쌍으로 복제하여 각각 하나의 메모리 번지에 넣는다. 처리할 영역의 전 화상이 옮겨 지면 화상 메모리를 지운다.

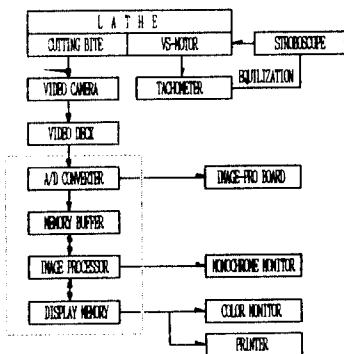
메인 메모리에 저장된 데이터를 화상 메모리로 옮길 때 수직 방향으로 확대시킨다. 즉 메인 메모리의 한 행을 메모리의 두 행에 반복하여 넣으면 된다.

[4] 화상의 축소(Zoom : contraction)

주어진 화면을 1/2로 축소할 경우, 4개의 화소가 1개의 화소로 바뀌어 지므로 4개의 화소중 대표 화소를 취하는 방법과 4개의 화소의 평균치를 취하는 방법이 있는데 여기서는 화상의 연속성을 살리기 위하여 평균치를 축소 화상의 1개 화소로 취하였다. 또 처리 영역을 취할 때 수평 방향으로 2의 배수, 수직 방향으로 2의 배수로 크기를 정하면 되지만 여기서는 화상의 구성을 고려하여 수평 방향 및 수직 방향의 영역 배수를 모두 4의 배수로 되게 하였다. 처리 순서는 다음과 같다. 2개의 행을 옮길 수 있는 버퍼를 메인 메모리에 설정하고 화상 메모리의 한 번지에 들어 있는 2개의 화소를 분할하여 평균을 취하고 메모리 버퍼에 넣는다. 이것을 2개의 행에 대하여 실시한 후, 버퍼의 상하행의 대응되는 화소끼리 평균치를 취하여 메인 메모리에 저장한다. 이렇게 하여 처리 영역의 모든 화상이 옮겨지면 처리된 화상 메모리를 지운다.

메인 메모리에 한 화소씩 저장된 데이터를 두개씩 쌍으로 묶어서 화상 메모리에 전송하면 축소 화상이 나타나게 된다.

3. 실험장치와 실험방법



[실험장치]

3.1 주변장치와 재원

- 1) 피삭제: 기계구조용 탄소강 S45C 열간압연 봉재
- 2) 공작기계: 400(공작물 최대직경) X 620(공작물의 최대길이), 7.5마력 가변속도 전동기, 주축회전수 0 - 1800 rpm까지 무단변속이 가능한 실험 전용기
- 3) 공구: 호울더(PGTNR 2020-16H), 팁(TNMA 160408-A), 忍形(-6, -6, 6, 6, 15, 15, 0, 8)
- 4) 8mm비디오 카메라 레코더: (주)소니재, 신호방식(NTSC), 활상소자(CCD), 테이프속도(14.345 mm/sec), 영상입력(1Vp-p, 75Ω 불평형), 영상출력(1Vp-p, 75Ω 불평형)
- 5) 비디오 카세트 레코더: 녹화방식(회전 2헤드 경사기록방식), 신호방식(NTSC), 테이프속도(SP:약 1.43cm/sec, LP:약 0.72cm/sec), 영상입력(1Vp-p, 75Ω 불평형), 영상출력(1Vp-p, 75Ω 불평형)
- 6) 스트로보스코프: 크세논방전광 발광식, 발광주파수(LOW BAND:100 - 600/min, MED.BAND:600 - 3000/min, HIGH BAND:3000 - 15000/min)
- 7) I.B.M PC/AT(16BIT, 512KB RAM)
- 8) COLOR MONITOR(PIXEL:640X400, 256 GRAY LEVEL)
- 9) 고해상도 CRT 디스플레이
- 10) 화상처리기(Image Processors)

디지털 화상 처리기는 화상처리 시스템의 심장부이다. 화상 처리기는 4개의 기본 기능을 수행하는 하드웨어 모듈의 집합체로 이루어진다.

- . 화상획득(Image Acquisition)
- . 저장(Storage)
- . 저역(빠른)처리(Low-Level(Fast)Processing)
- . 디스플레이(Display)

전형적으로 화상 획득 모듈은 입력으로 TV신호를 가지고, 공간에서 그리고 크기에서 이 신호를 디지털 형태로 바꾼다. 대부분 현재의 화상 처리기는 1프레임 시간(즉 1/30sec)에 TV영상을 수취화 할 수 있다. 이런 이유로, 화상 획득 모듈은 종종 프레임 그레버(Frame Grabber)라 불린다. 종종 프레임 버퍼(Frame Buffer)로 불리는 저장 모듈은 전 디지털 화상을 저장 할 수 있는 메모리이다. 대개 몇 가지 그런 모듈은 어떤 화상 처리기에서는 맞지 않다. 화상 저장 모듈의 가장 두드러진 특징은 기억 내용이 TV 그레이드(Grade)에서 읽고 실을 수 있다는 것이다. (30화상/초), 이 특징은 화상 획득 모듈이 잡을 수 있는 한 빨리 저장영역내에 완전한 화상을 집어 넣을 수 있게 한다. 역으로 메모리는 화상을 TVM에 출력하는 디스플레이 모듈에 의해 TV 그레이드에 할당 될 수 있다.

처리 모듈은 수학적, 논리적 작용과 같은 저역 기능을 수행한다. 그러므로 이 모듈은 종종 산술적 논리적 단위(Arithmetic Logic Unit:ALU)라 불린다. 그것은 평행으로 화소를 처리 함으로써 속도를 빠르게 하기위해 특별히 고안된 정해진 하드웨어 장치이다. 디스플레이 모듈의 기능은 메모리 화상을 읽고 저장된 디지털 정보를 아날로그 비디오 신호로 바꾸고 이 신호를 TVM 또는 다른 비디오 장치에 출력하는 것이다. 전형적으로 부가되는 하드웨어 디스플레이 옵션은 알파뉴메릭 오버레이(Alpha numeric Overlay)뿐 아니라, 그레이 레벨 변환함수와 그래픽을 포함한다.

본 연구에서는 대화식 화상처리 시스템(Interactive Image Processing System:Version 1.6)을 이용한다.

3.2 촬영방법

8mm 비디오 카메라 레코더(VEDEO CAMERA RECORDER:CCD-V88)를 바이트의 수직상면에 고정시켜 절삭진행과정을 추적할 수 있게하고, 스트로보의 섬광에 따라 화상을 획득할 수 있게 했다. CCD카메라에는 수광부의 신호전하를 1/60초마다 판독하는 필드축적모드와 1/30초마다 판독하는 프레임 축적모드가 있다. 이번에 시작한 CCD카메라는 프레임 축적모드이다. 바꿔말하면 1/30초의 셔터 카메라로서 동작하고 있으므로 고속유출하는 칩의 유동을 포착하기 어렵다. 칩의 유동을 정지화상으로 받아들이기

위해서는 스트로보와 비디오 메모리와의 동기화가 필요하게 된다.

스트로보에 의해서 얻어진 비디오 신호를 메모리에 거둬들이는 타이밍은 특히 중요하다. 프레임 축적모드의 CCD카메라에 1/60초 마다 스트로보 발광을 실행하면 비디오 출력시는 2화면분의 합성화가 메모리에 도입된다. 1화면분만을 메모리에 도입하고 싶을 때는 스트로보의 점등을 1회만으로 하든가, 1/30초마다 스트로보 발광을 실행한다. 시판의 스트로보플래쉬에는 외부동기 단자가 나와 있으므로 이 입력에 신호를 보내준다.

비디오카메라의 촬영시간을 빠르게 하든지 스트로보의 발광횟수를 증가시키면 칩생성과정을 잘게 나누어 촬영할 수 있다. 그러나 스트로보의 발광횟수는 동작기계의 주축회전수와와의 동기도 필요하기 때문에 제한을 받게 된다. 다음에 실제의 칩유출속도와 유출갯수를 구한다. 절입과 칩의 폭은 같이 볼 수 있으므로 파단된 칩의 길이 l (mm)는 다음식에서 구한다.

$$l = 10^3 \cdot \frac{w}{t \cdot d \cdot \rho} \dots\dots\dots (3.1)$$

여기서 w : 칩중량(g), t : 칩두께(mm)
 d : 절입(mm), ρ : 밀도(g/cm³)
 칩유출속도 V_f (m/min)는 다음식에서 구한다.

$$V_f = \frac{V \cdot f}{t} \dots\dots\dots (3.2)$$

여기서 V : 절삭속도(m/min), f : 이송(mm/rev)
 t : 칩두께(mm)

(3.1), (3.2)식에서 칩유출갯수 N (/sec)는

$$N = \frac{10^3}{60} \cdot \frac{V_f}{t} = \frac{1}{60} \cdot \frac{V \cdot f \cdot d \cdot \rho}{w} \dots\dots (3.3)$$

이다. 수집한 칩의 평균두께와 평균중량을 측정하고 (3.3)에서 칩유출갯수를 구해보면 단위 시간당의 칩유출갯수는 상당히 많기 때문에 본실험에서 이용한 카메라의 필름 이송속도와 스트로보플래쉬의 주파수의 한계를 고려한다면 통상의 절삭조건에서 하나의 칩이 생성되는 것을 상세히 기록하는 것은 불가능하다. 그래서 스트로보플래쉬의 발광수는 ①계산에 의해 구한 칩유출 갯수 ② 유출갯수가 많은 경우에는 ①의 $1/n$ (n 은 정수)의 각각의 값으로 약간 적게해서 촬영을 행한다. 즉 이 촬영 방법은 하나의 칩 생성으로부터 파단에 이르는 과정을 잡는 것이 아니고, 개개의 칩에 따른 생성과정의 一時期를 잡고 각각의 칩에 의해 순차 진행되는 과정을 기록한 것이다. 이 방식으로 촬영한 연속사진을 보면 칩은 각기 다르지만 절삭은 절삭초기의 과도현상, 피삭계의 불균질, 공구손모에 따른 忍部형상의 변화 등을 제거한다면 거의 같은 현상의 반복으로 생각해도 무방하다.

3.3 화상처리 (IMAGE PROCESSING)

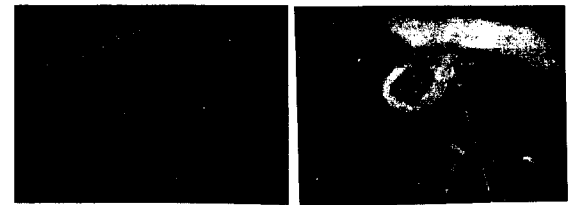
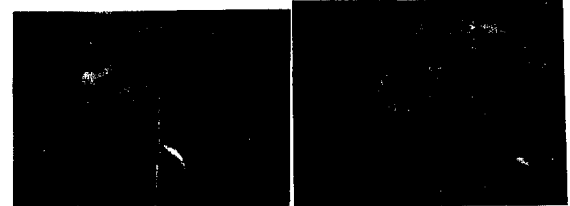
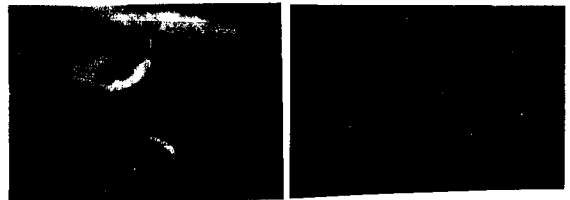
IMAG — PRO	
View Current Image	Palette Editor
New Image	Utilities
Image Analysis	HALOvision Editor
Image Measurement	Clear Image
Image Operations	Capture Image
Global Attributes	User Modules
Execute Script File	Write Image

- ① Capture Image로 비디오 카세트 레코더에 기록되어 있는 화상을 플로피 디스크에 저장한다.
- ② New Image에서 플로피 디스크에 저장되어 있는 디지털화상을 불러낸다.
- ③ View Current Image로 불러낸 화상을 TVM(칼라 TV모니터)에 나타낸다.
- ④ Image Operations로 ③에서 불러낸 화상의 잡음과 떨림을 줄이기 위해 Non-Convolution의 매디안 필터(Media

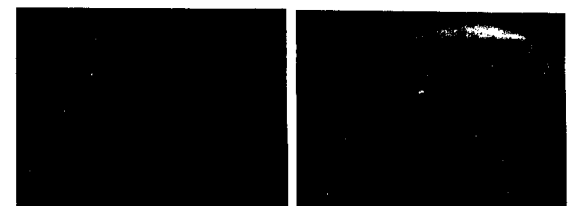
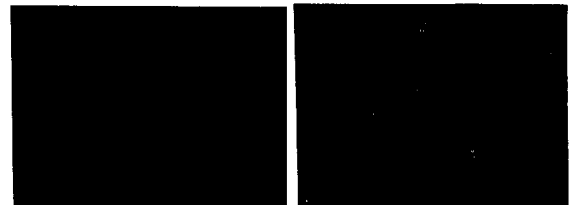
n Filter:3X3)처리를 해주고 Replicate Image명령을 주어 4화상으로 만들어준다.

- ⑤ HALOvision Editor로 4화상으로된 화상을 이후의 처리를 위해 원래 화상으로 되돌려 놓는다.
- ⑥ Image Operations에서 Rotate Image명령을 이용하여 칩유출각을 측정한다.

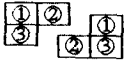
4. 결과 및 고찰



[f = 0.75mm, V = 200 m/min] [f = 1.0mm, V = 200 m/min]

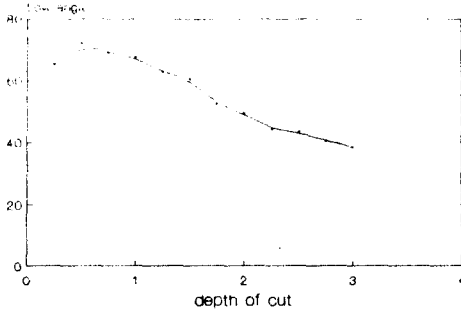


[f = 1.25mm, V = 200 m/min] [f = 1.5mm, V = 200 m/min]



* 칩 유동각을 측정하기 위해 바이트의 부절인과 가공면이 만나는 점을

기준으로 하여 ① → ② → ③의 순서로 실행한다. ①은 화면상의 기준선(0°)이 되고 ②는 칩 유동각을 측정하기 위한 기준선(22°)이 된다. ③은 칩의 접선으로 ②의 기준선으로 부터 칩의 접선까지의 각이 칩유동각이 된다. 다음은 위의 과정을 거쳐 얻어진 그래프로 절삭깊이에 대한 칩유동각의 관계를 나타낸다.



5. 결론

8mm 비디오 카메라 레코더와 스트로보를 가지고 종래에 칩유동을 관찰하기 위해 이용되었던 방법들보다 빠른 시간에 고속회전시의 칩유출 과정을 촬영 할 수 있었다. 획득한 칩유동 화상이 외부로부터의 잡음과 시스템의 불안정 요소 때문에 심하게 떨리는 것을 화상처리용 소프트웨어의 여러 명령(command)을 주어 개선 할 수 있었다. 개선된 화상을 이용하여 절삭깊이의 변화에 따른 칩유동각을 간단하게 얻을 수 있었다. 측정값은 Stabler의 이론치에 근사함을 알 수 있었다. 앞으로 화상처리를 이용하여 절삭과정의 응력해석, 칩의 온도분포, 가공물 표면조도, 바이트의 크레이터(crater), NC공작기계에서 공구의 위치 검출에 많은 응용이 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Rafael C.Gonzalez/Paul Wintz, " Digital Image Processing ", second edition.
- [2] Thomas S.Huang, " Advanced in Computer Vision and Image Processing ", Volume 2. 1986.
- [3] 南宮在賢, " 畫像工學의 基礎 ", 機電研究社, 1989.
- [4] 황희용 편역, " Dr.Halo II ", 敎學社.
- [5] 백인환, " 화상처리기법을 이용한 변형률 해석에 관한 연구 ", 1988 한국해양대학 박사학위 논문.
- [6] 염영하, " 공작기계의 절삭이론 ", 동명사, 1987.
- [7] 佐勝素, 大石健司, " 칩의 유출 운동 관찰의 방법 ", 일본기계학회논문집(제4부), 제25권, 158호, pp.9-11, 1968.
- [8] Geo. V. Stabler, " The Chip Flow Law and Its Consequences ", Proc. of MTDR V.5, pp.243-251, 1964.