

# 와이어 컷 방전가공의 효율적인 NC 모의가공 시스템 개발에 관한 연구

- A Study for the Development of NC Simulator System of Wire  
Cut EDM -

유우식\*, 김남웅\*

## Abstract

This paper describes the NC simulator system for Wire-cut electrodischarge machining. Electrodischarge Wire-cut machining is applicable to all materials including metals, alloys, and most carbides. Although CAM system generate the NC code considering electrodischarge conditions, incorrect Wire-cut tool path bring about fatal results.

The simplest way of simulating a EDM process is to display the trajectory of Wire-cutter location by line segments. With this kind of simulation, the programmer can get a general idea about whether the wire is moving as planned but cannot locate gouging or excess material because only the wire location will be seen, not the changes in the workpiece as it is machined. The ideal way of simulating the EDM process is to display the solid model of the workpiece as it is machined. Therefore we propose the ideal NC simulator system for Wire-cut EDM.

**Key Words** : Wire cut EDM:(와이어 컷 방전가공), Dry cut (모의가공), Electrodischarge condition (방전조건)

## 1. 서론

금형 산업이 발달함에 따라 높은 수준의 기계 부품 및 금형의 정밀도가 요구되고 있고 이로 인해 난삭성 재료에 대한 효율적이고 정밀한 가공이 필요하게 되었다. 와이어 컷 방전가공은 다른 가공법에 비해서 난삭성 재료를 더욱 정밀하게 가공할 수 있어 우주항공, 자동차산업, 기계 부품가공 등 그 이용도가 날로 증대되고 있다.[7]

---

본 연구는 한국과학재단 지정 인천대학교 동북아전자물류연구센터의 지원으로 연구되었음.

\* 인천대학교

프로그램의 검증 및 수정에 관한 연구를 하였다.[11] 이와 같이 대체적인 기존의 연구 흐름을 보면 크게 와이어 컷 방전가공에 있어서 발생하는 가공 에러를 보정해주는 분야와 가공에 필요한 최적의 방전가공조건을 선정하는 분야, 그리고 상하 동형상의 NC 프로그램의 검증에 관한 따라서, 이와 관련된 연구들도 많이 진행되고 있다. 허현 등은 와이어 컷 방전가공에 있어서 가공조건에 따른 가공성의 평가를 연구하였다.[14] 이규섭은 와이어 컷 방전가공조건에 대한 데이터베이스 구축과 상하 이형상의 가공에 관한 연구를 하였다.[6][7] 이용기는 와이어 컷 방전가공 NC 분야로 나눌 수 있다. 하지만 최적의 방전조건을 고려하여 형상을 가공한다 하더라도 사용자의 실수로 원하지 않는 결과가 나올 수도 있다. 또한 단순한 상하 동형상 이외에 복잡하고 다양한 상하 이형상 가공의 검증에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 상하 동형상뿐만 아니라 상하 이형상의 실제 가공에 앞서 가공에러를 방지하기 위해 이를 소프트웨어적으로 미리 확인할 수 있는 모의 가공 시뮬레이터의 개발이 필요하다.

본 연구의 목적은 와이어 컷 방전가공 전용 CAM 시스템인 ProWire2000에 효율적인 NC 모의 가공을 위한 시뮬레이터를 개발하여 사용자에게 의한 가공에러를 방지하는 것이다.

## 2. 연구 방법에 대한 고찰

본 연구의 결과물인 NC시뮬레이터 시스템은 다음과 같은 단계로 개발되었다.

[1단계]: 위 형상과 아래 형상의 세그먼트를 분할한다.

[2단계]: 분할된 위 형상과 아래 형상의 각 세그먼트 정점끼리 matching 점을 생성하고 면을 생성한다.

[3단계]: 생성된 면들을 결합한다.

[4단계]: 생성된 면을 shading하여 display 한다.

각 단계에 해당하는 세부적인 알고리즘과 수학적 기법들에 대해 살펴보도록 하겠다.

[1단계]에서는 세그먼트를 분할하는 단계로서 복잡한 형상의 상하이형상을 가공하기 위해서는 근사 오차가 가공오차의 허용 범위 내에 들도록 세그먼트의 분할 개수를 정해야 한다. 위형상이 직선이고 아래형상이 곡선인 경우에 이를 가공하는 NC 코드는 존재하지 않기 때문이다. 이를 위해서 본 연구에서는 Figure 1.과 같은 알고리즘[6]을 사용하였다.

우선, 세그먼트 하나를 선택한다.

(a): 선택된 세그먼트의 중심점을 구해 근사 오차가 가공 허용오차 보다 크면 그 점에서 세그먼트를 분할한다.

(b): (a)에서 분할된 2개의 세그먼트 각각에 대해 중심점을 구해 근사 오차가 가공 허용오차 보다 크면 그 점에서 세그먼트를 분할한다.

(c): (b)에서 분할된 4개의 세그먼트 각각에 대해 중심점을 구해 근사 오차가 가공 허용오차 보다 크면 그 점에서 세그먼트를 분할한다.

(d): 위의 과정을 근사 오차가 가공 허용오차보다 작게 될 때까지 반복 수행하면 세그먼트의 분할 개수가 정해진다.

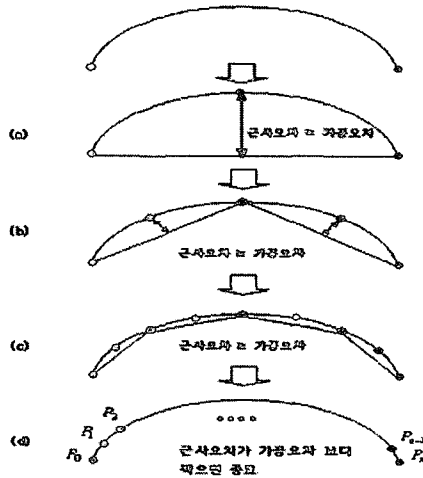


Figure 1. 세그먼트 분할 알고리즘

[2단계]에서는 면을 생성하는 단계로서 세그먼트가 모두 분할이 되었으면 Figure 2와 같이 위 형상과 아래 형상의 대응되는 하나의 세그먼트를 구성하는 4개의 매칭점(a, b, c, d)들을 이용하여 면을 생성해야 한다. 이때 사용되는 알고리즘은 Bezier surface 알고리즘을 이용하였다.

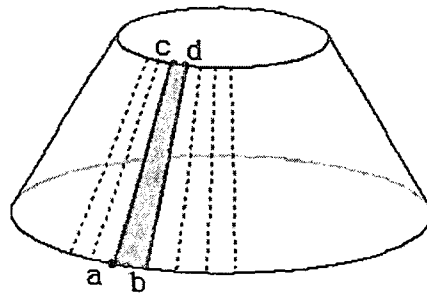


Figure 2. 1개의 세그먼트에 대한 면 생성

[3]단계에서는 생성된 면들을 결합하는 단계로서 Bezier Surface 알고리즘을 통해 2개 이상의 면들이 생성되면 이를 하나의 면으로 결합한다. 분할된 세그먼트 만큼 면이 생성되기 때문에 이를 단일 폐곡면으로 결합하는 것이다. 면 결합 알고리즘은 2개의 면을 결합하여 하나의 면으로 재정의의 하도록 설계하였다. Figure 3은 Bezier Surface 알고리즘을 통해 생성된 2개 면 a, b를 결합하여 1개의 면 c로 재정의하는 그림이다.

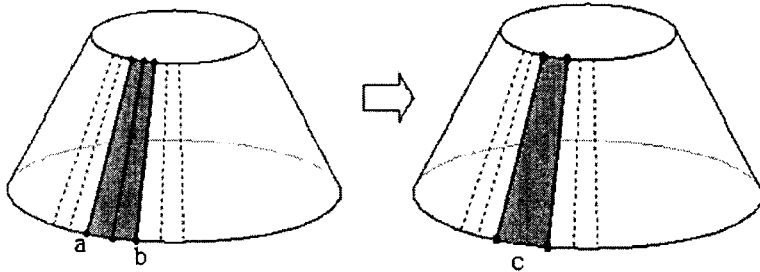
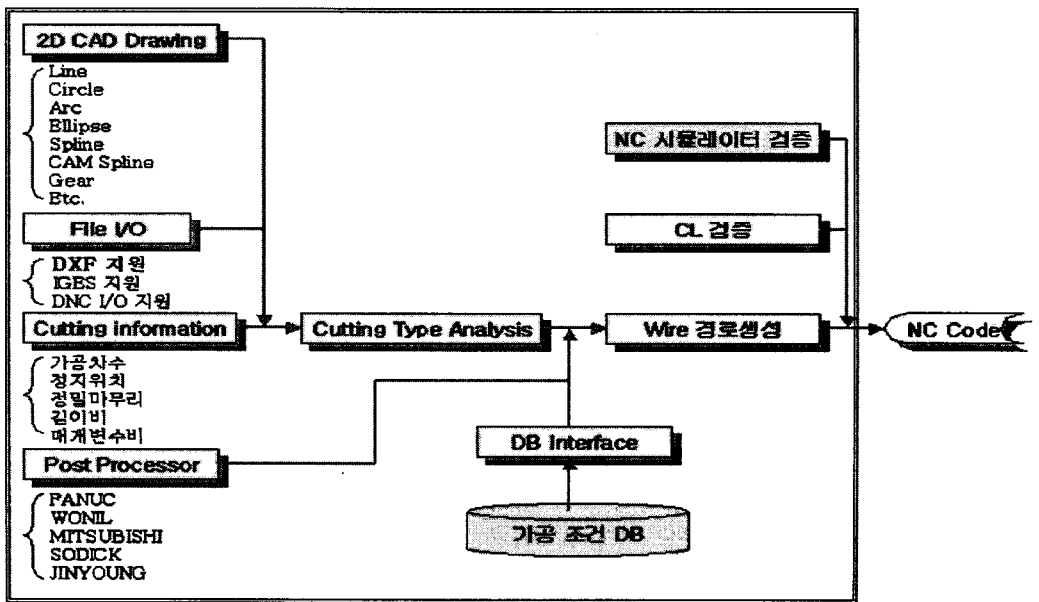


Figure 3. 생성된 면들의 결합

[단계4]에서는 생성된 면들의 결합으로 재정의된 하나의 단일 면에 대해서 Shading 알고리즘을 적용하는 단계이다. Shading 알고리즘은 음영법의 전형적인 수학적 모델의 하나인 Phong model을 이용하였다.

### 3. 시스템 개발

본 연구를 통해 개발된 NC 시뮬레이터 검증 모듈과 DXF I/O 모듈이 추가된 와이어 컷 전용 CAM 시스템의 전체 구성도는 Figure 4.과 같다.



상하이형상의 여러

Figure 4. 와이어 컷 전용 캠 시스템의 전체 구성도

Case 중에 위 형상이 곡선이고 아래 형상이 직선인 경우의 상하이형상의 가공형상에 대해 개발된 세그먼트 분할, 면생성, 면결합, Shading 알고리즘들을 적용시켜 NC 시뮬레이터 모듈을 실행

한 화면은 Figure 5.와 같다.

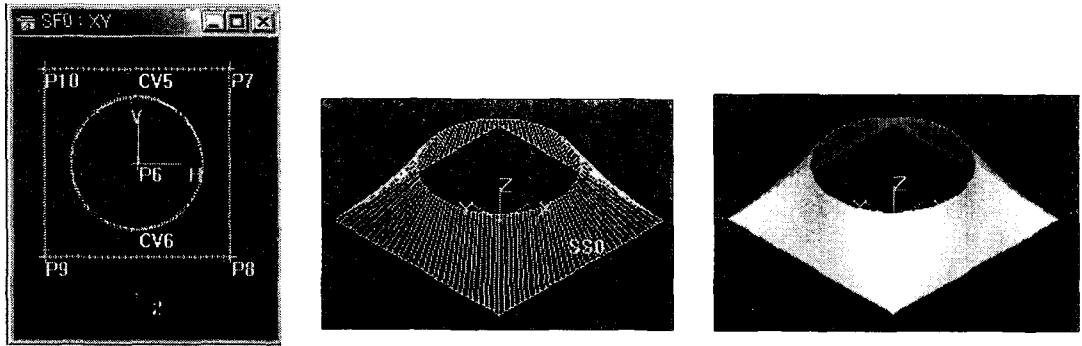
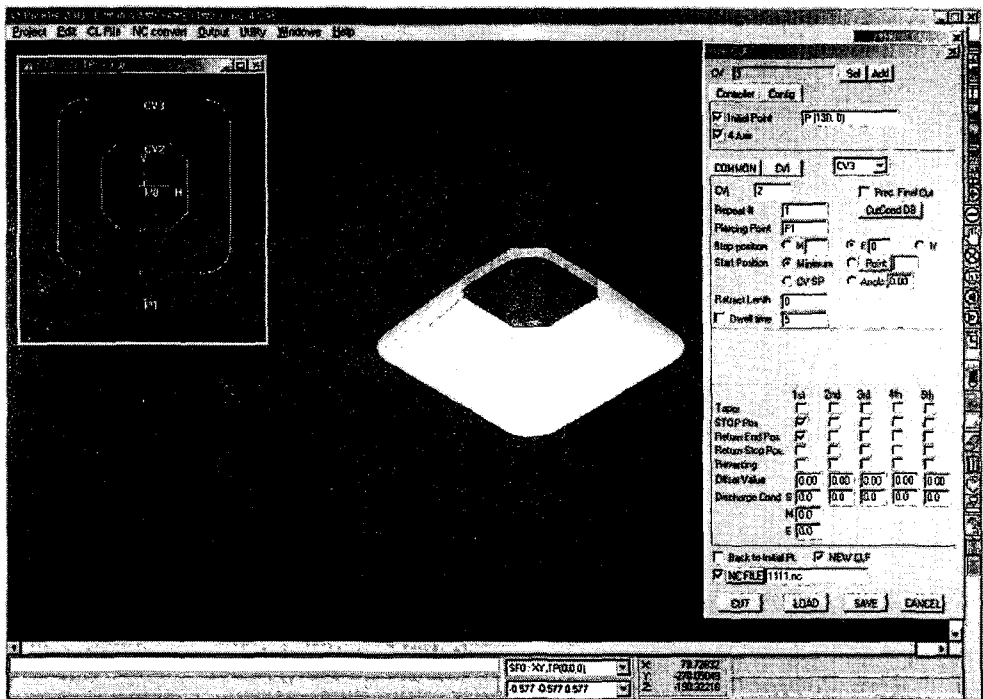


Figure 5. 곡선-직선 가공 형상에 대해 NC 시뮬레이터 개발 알고리즘 적용

Figure 6.은 본 연구의 결과물인 CAM 시스템으로 가공 형상을 모델링 하고 NC 시뮬레이터를 적용하여 3차원 display 한 전체 화면이다.



Figure

6. 상하이형상의 NC 시뮬레이터 시스템의 전체 가공 화면

## 4. 결론

본 논문에서는 와이어 컷 방전가공의 효율적인 NC 모의가공을 지원하기 위한 시뮬레이터 개발에 대한 내용을 기술하였다. 본 연구의 결과물인 와이어 컷 방전가공의 NC 시뮬레이터 모듈은 Visual C++ 6.0을 사용하여 개발하였다. 그리고 ACIS 커널과 DCM 2D 라이브러리를 활용하였다. 본 논문의 연구 결과는 단순한 상하 동형상 외에 복잡한 상하 이형상의 가공 결과를 소프트웨어에서 미리 확인해 볼 수 있는 NC 시뮬레이터를 개발하였다는 것이다. 본 시스템의 기대 효과는 와이어 컷 방전가공의 특성상 상당한 가공 시간이 요구되기 때문에 모의가공을 직접 수행하여 가공 결과를 확인하거나 사용자의 실수로 인한 가공 에러는 시간적으로 엄청난 낭비가 아닐 수 없다. 따라서 최적의 방전조건을 고려한 NC 코드를 생성하였다 하더라도 실제 가공에 앞서 미리 소프트웨어에서 가공 결과를 확인해 봄으로써 NC 코드를 검증해 볼 수 있게 되어 가공 에러를 최소화 할 수 있게 되었다.

따라서, 본 연구로 인해 개발된 와이어 컷 방전가공의 NC 시뮬레이터는 와이어 컷 방전가공기의 활용도를 더욱 높일 것이다.

## 5. 참고 문헌

- [1] 이건우 등, "CAD/CAM/CAE 시스템", Pearson Education Korea, 2000.
- [2] ㈜큐빅테크, "오메가 Reference Manual", 1998.
- [3] 강상훈, 박원조, 배성한, "CAD/CAM 와이어 방전가공의 가공확대 여유에 관한 연구", 대한기계학회논문집, Vol.17, No.2, pp380~384, 1993.
- [4] 김원일, 이재명, 강종표, "와이어 방전가공에 의한 복현상에 관한 연구", 한국산업안전학회지, Vol.16, No.8, pp100~105, 1997.
- [5] 유우식 등, "방전조건 데이터베이스를 고려한 와이어 컷 전용 CAM 시스템 개발", 2000 한국 CAD/CAM학회 학술 발표회 논문집, pp81~86, 2000.
- [6] 유우식, 이규섭, "와이어 컷 방전가공조건 데이터베이스 구축 및 상하 이형상 가공", 2000 한국 산업경영시스템학회 춘계학술대회, pp109~118, 2000.
- [7] 이진범, 주상윤, 왕지남, "와이어 가공조건 자동생성 2단계 신경망 추정", 한국정밀공학학회지, Vol.15, No.2, pp7~13, 1998.
- [8] 이용기, "와이어 컷 방전가공 NC 프로그램의 검증 및 수정", 한국과학기술원 석사 학위 논문, 1994.
- [9] 허현 등, "와이어 컷 방전가공에서 가공조건에 따른 신경회로망을 이용한 가공성의 평가", 97년 한국정밀공학학회 춘계학술대회논문집, pp1044~1048, 1997.