

## 적응 생산형 힐/사이드 라스터 및 제어용 GUI 개발 Development of a Heel/Side Laster and Control GUI for Adaptive Manufacturing

경 기 욱\*, 송 세 경\*\*, 고 성 영\*\*\*, 박 정 홍<sup>o</sup>, 권 동 수<sup>oo</sup>

Ki-Uk Kyung, Se-Kyong Song, Seong-Young Ko, Jeong-Hong Park and Dong-Soo Kwon

### <Abstract>

The goal of this research is to develop a Heel/Side Laster and control GUI(Graphic User Interface) for adaptive manufacturing. For this purpose, we have analyzed the working sequences of heel/side laster, and developed a control program that will facilitate the machineries with functions that are suitable for adaptive manufacturing. We also made it possible to modify the gluing path with simple manipulation of CAD data. By providing a user-friendly GUI, we made it possible for unskilled workers use the system without difficulty. In addition, we have developed a flexible environment where the already available CAD data can be modified and saved with ease. Automatic feeding and path control algorithms for thermoplastic cement were also implemented. By using the Heel/Side Laster for adaptive manufacturing, we are able to achieve increased productivity and work efficiency while improving the quality of the product with self-diagnosis and fine adjustment function.

### 1. 서 론

제화 산업 시장은 과거 우리나라가 세계 1위의 시장을 확보하고 있던 우리나라의 수출 전략 산업이었다. 80년대를 거치면서 생산 설비의 자동화와 함께 제화 기기들도 자동화 되어갔다. 특히 이탈리아, 영국, 미국등의 제화 선진국에서는 제화 공정의 특성상 전공정의 유기적 자동화가 어려운 점을 고려 단품 기계들의 자동화를 개별적, 유기적으로 할 수 있는 기계들을 개발해 왔다. 이러한 기술집약적 제

화 기기들은 생산성을 높이고 노동력을 줄임으로써 세계 제화 기기 시장을 확보하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 경우 제화 산업이 현재에도 주요 수출 품목이지만 신발을 생산하기 위한 제화 기기에 관한 연구나 개발은 거의 이루어지지 않고 있어 높은 부가가치와 생산성 향상을 위해 고유의 제화 기기 개발이 절실히 요구되고 있다. 현대는 신발의 개성과 기능이 중시되고 있으므로 다품종 소량 생산에 적합한 기기 개발에 초점을 두어야 할 것이다.

\* 한국과학기술원 기계공학과, 공학석사(한국과학기술원), kyungku@robot.kaist.ac.kr, (042) 869-3082

\*\* 삼성전자 메카트로닉스 센터 지능시스템 연구소, 工博(한국과학기술원)

\*\*\* 한국과학기술원 기계공학과, 공학석사(한국과학기술원)

<sup>o</sup> 부산대학교 기계공학과, 공학석사(인제대학교)

<sup>oo</sup> 한국과학기술원 기계공학과, 工博(Georgia Institute of Technology), kwonds@mail.kaist.ac.kr, (042)869-3042



라스팅(lasting)이란 분리되어 있는 신발 바닥부분과 신의 가죽 부분을 호칠(cementing)을 통해 접합 시켜서 신발의 모양을 성형 시켜주는 공정이다. 이 공정은 일반적으로 신발의 앞부분을 성형 시켜주는 토우 라스터(Toe Laster), 옆 부분을 성형 시켜주는 사이드 라스터(Side Laster), 뒤꿈치 부분을 성형 시켜주는 힐 라스터(Heel Laster)로 나뉜다. 토우 라스터는 아시아권을 중심으로 우리나라의 (주)K 기기에서 시장을 확보하고 있으며<sup>1)</sup>, 세계적으로 이탈리아와 영국, 대만의 유명 제화기기 회사들이 토우 라스터, 힐 라스터, 사이드 라스터의 시장을 확보하고 있다.<sup>2, 3)</sup>

힐/사이드 라스터는 신발의 옆부분과 뒷부분을 동시에 성형하는 장비로써 영국의USM 등 일부 제화기기 회사에서 개발되고 있다<sup>3)</sup>. 힐/사이드 라스터는 신발의 옆부분을 성형한 후 건조를 기다린 후, 뒤꿈치부분을 성형하던 이전의 생산단계와 설비를 줄임으로써 생산성을 높이기 위해 개발되었다<sup>4)</sup>. 그러나 의도와는 달리고가일 뿐 아니라 초기 셋팅 시간이 너무 오래 걸리고 고 숙련자만이 이용할 수 있어서, 현재 대부분의 현장에서는 6명의 인원이 한 라인에 모여 수작업으로 대신하고 있는 형편이다.

본 논문은 산업응용 관련 논문으로 다품종 소량 생산에 적합한 힐/사이드 라스터의 개발을 위한 사용자 인터페이스와 제어 프로그램 개발을 관한 것이다. 2장에서는 본 연구에서 대상으로 하고 있는 힐/사이드 라스터의 기구적인 구조와 각 부위의 명칭 및 역할을 소개한다. 그리고 개발된 기계의 효율성을 위한 제어 순서 및 사용자 인터페이스의 연구 목표를 설명한다. 3장에서는 구현된 제어 시스템의 구조를 설명한다. 기존의 PLC기반의 제어기법을 컴퓨터와 DSP 제어보드, 시리얼 통신을 이용함으로써 정확한 제어를 하였으며, 사용자에게 편리한 사용자 인터페이스를 제공할 수 있는 환경을 개발하였다. 4장에서는 다품종 소량 생산에 적합할 뿐 아니라 비숙련자도 쉽게 사용할 수 있게 개발한 사용자 인터페이스에 관하여 설명한다. 즉형의 CAD 정보를 이용하여 호칠선 데이터, 각 부위의 초기 설정 값이 즉형 모델의 선택만으로 자동으로 설정될 수 있도록 하였다. 또한 라스터의 CAD데이터를 추출하기 위한 접근법을 보여준다. 5장에서는 본

연구의 결론으로 연구 성과 및 기대효과를 서술한다.

## 2. 힐/사이드 라스터

힐/사이드 라스터는 신발의 옆부분과 뒤꿈치 부분을 동시에 성형 시켜주는 기계로써, Fig. 1은 (주)K 기계가 한국과학기술원, 서울산업대학교와 공동으로 개발한 힐/사이드 라스터를 보여준다<sup>10)</sup>.

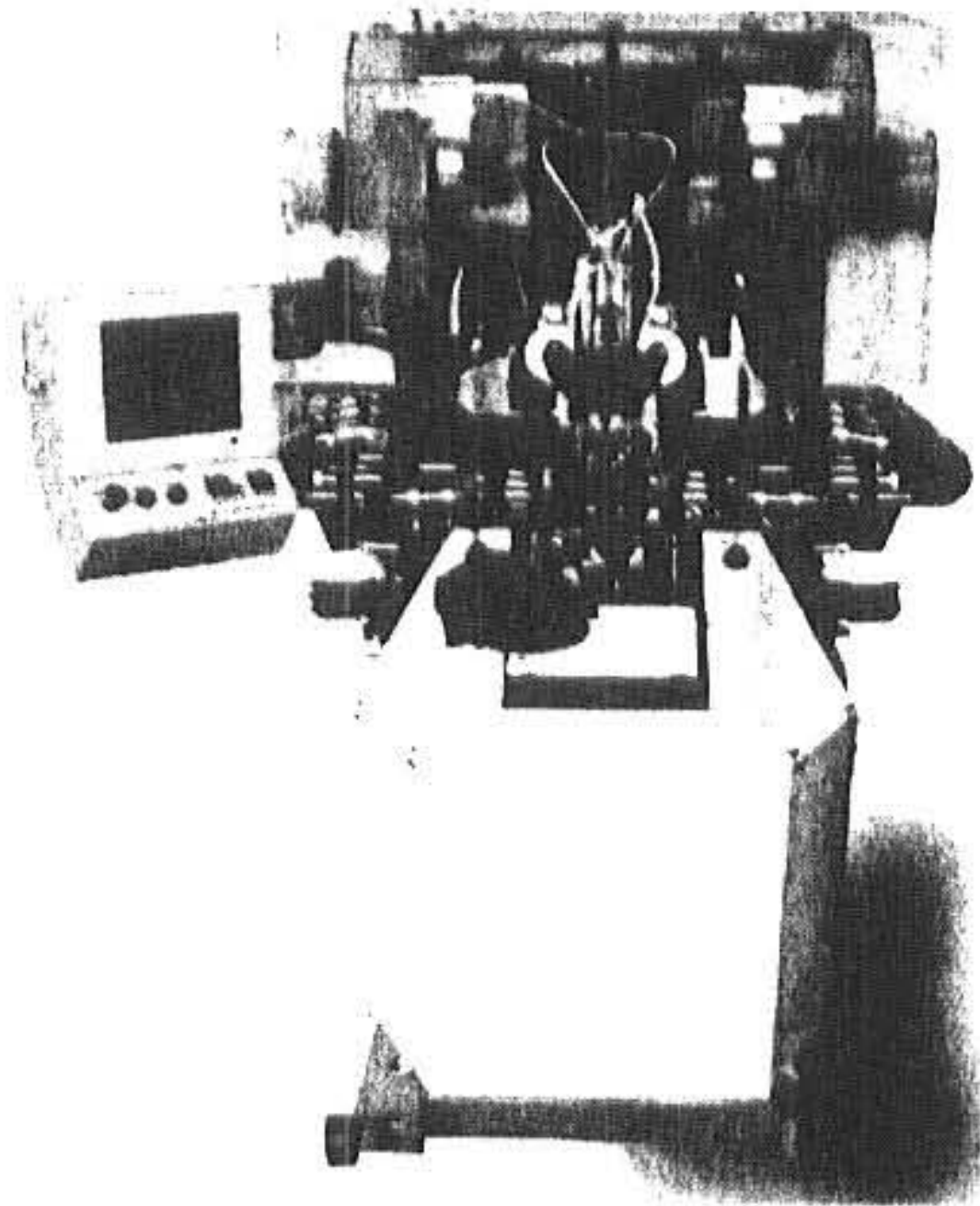


Fig. 1.Kukdong Heel/Side Laster[10]

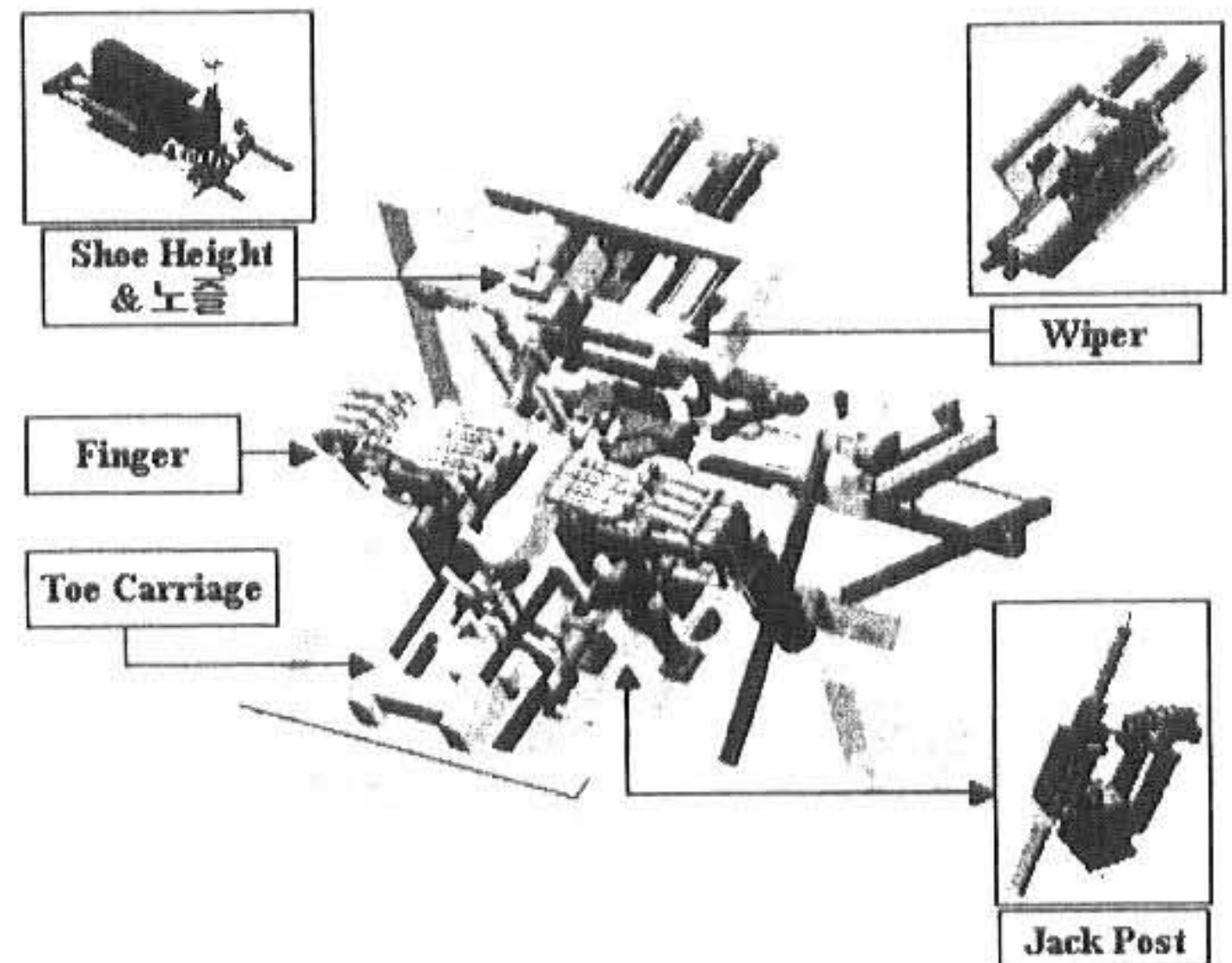


Fig. 2. Mechanical structure of Heel/Side Last

Fig. 2는 개발된 힐/사이드 라스터의 기계적 구조와 주요 부위를 보여주고 있다. 개발된 힐/사이드 라스터의 주요 부위의 역할은 다음과 같다.



- Jack Post : 족형을 얹힐 수 있는 받침 역할을 하는 동시에 족형에 따라 필요한 높이를 조절해 준다.
- Toe Carriage : 얹혀진 족형의 발꿈치 부분을 밀어 올려서 족형을 일정한 위치에서 고정 시켜주는 역할을 한다.
- Shoe Height : 족형에 따라 필요한 높이를 유지 시켜주기 위해 아래로 압력을 가하여 JackPost의 높이를 조절해 주는 역할을 한다.
- Finger 및 Side Pad : 신발의 옆면 가죽을 당겨서 족형에 밀착 시켜주는 역할을 하면서, 호칠 후에는 가죽이 접착 될 수 있도록 압력을 가한다.
- 노즐 : 전진과 좌우 이동을 위한 3개의 스텝 모터에 의해 작동되면서 족형에 따라 정해진 경로대로 Hot Melt를 분사해 준다.
- Wiper : 날개 형태의 장치이며 Hot Melt가 분사된 후에 펼쳐지며 발 뒤꿈치 부분의 가죽이 족형에 접착될 수 있도록 뒤꿈치 부분을 감싸며 압력을 가해주는 역할을 한다.
- Heel Band : 신발의 뒤꿈치 부분을 잡아주는 U자형 밴드로 성형된 제품을 기계 후면으로 운반하는 역할을 한다.
- Last Push : Heel Band로부터 전달되어 온 성형품을 채널을 선택하여 외부 운송 장치로 전달한다.

이와 같이 제작된 힐/사이드 라스터가 다품종 소량생산에 적합할 뿐 아니라, 필요한 인력의 숫자를 줄이고 생산성을 높일 수 있도록 하기 위해 제어 프로그램과 사용자 인터페이스의 개발 목표를 다음과 같이 설정하였다.

- Nozzle 속도, Jack Post 높이, Shoe Height 높이 등 조절이 필요한 모든 장치의 조작을 사용자 인터페이스를 통한 자동제어
- 터치 스크린을 이용한 그래픽 사용자 인터페이스 개발
- 족형의 CAD데이터를 입력 받아서 족형에 따라 기구의 초기화 설정 및 작동거리의 자동 조절이 가능한 시스템 개발
- 정확한 작업을 위해 수동으로 호칠 경로의 재설정이 가능하고 이를 데이터화 및 테스트 할 수 있는 호칠 전용 인터페이스 개발
- 6명의 수작업으로 24초 걸리는 시스템을

전공정 자동화 및 적절한 시퀀스 제어를 통해 1명이 20초 이내에 작업을 마칠 수 있는 시스템으로 생산성 향상

### 3. 제어 시스템

#### 3.1 힐/사이드 라스터의 전체 시스템 구조

개발된 힐/사이드 라스터는 크게 족형 데이터, 제어기, 그래픽 사용자 인터페이스, 기구부의 네 부분으로 나눌 수 있다. Fig. 3은 이러한 전체 시스템의 구조를 보여주고 있다.

족형 데이터 부분은 라스터기에 필요한 일종의 데이터 베이스를 구성하는 부분으로 족형을 측정하여 CAD데이터화 하는 역할과 족형에 따른 기계의 각종 초기 설정치와 동작 범위를 결정할 수 있는 정보를 제공하는 역할을 한다<sup>11)</sup>.

제어기는 산업용 컴퓨터와 DSP를 이용한 전용보드로 구성되어 있다. 산업용 컴퓨터는 터치 스크린 일체형의 Pentium II 200MHz 사양의 시스템을 사용하였으며 족형 데이터 정보를 저장하고 불러오는 역할과 사용자 인터

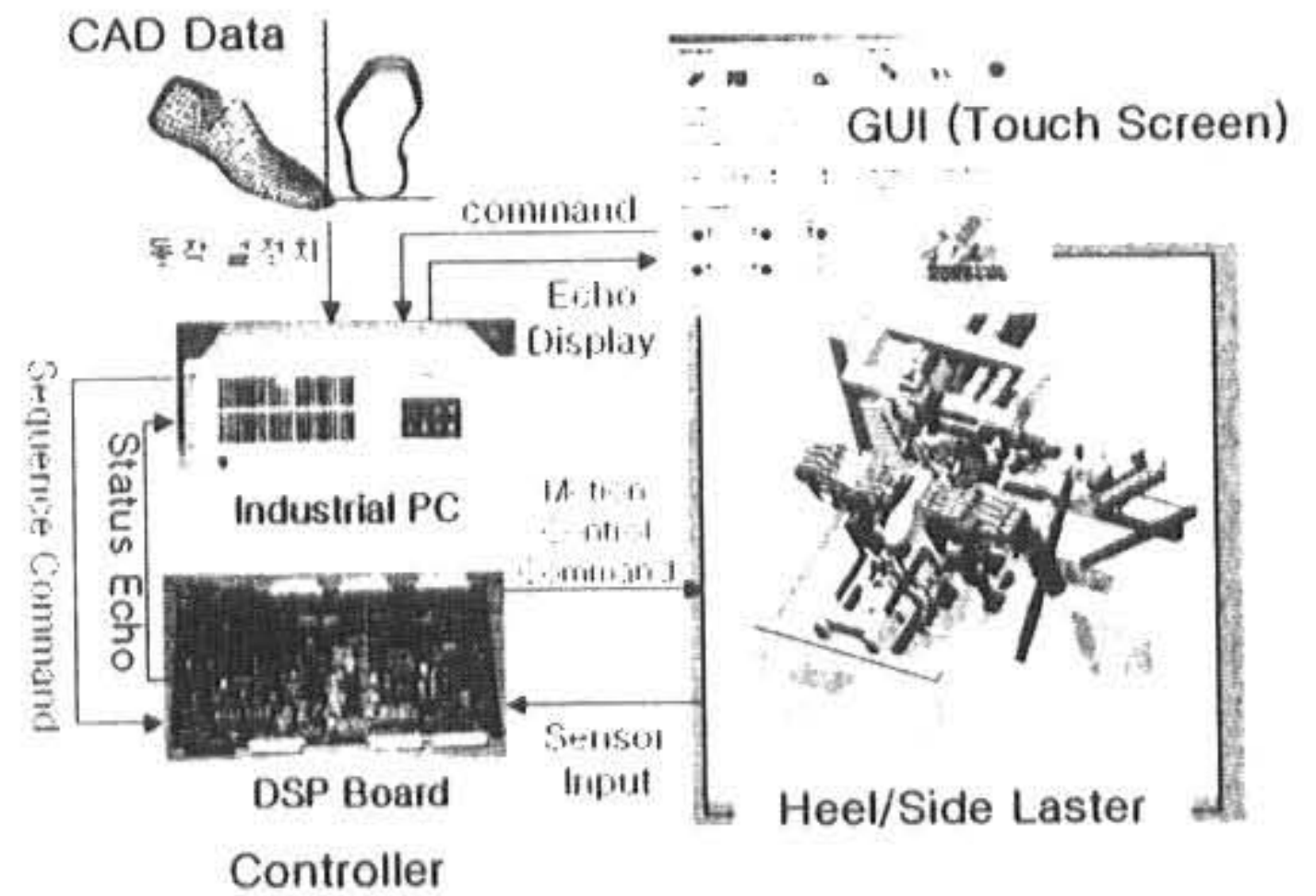


Fig. 3. System structure of Heel/Side Last

페이스로부터 오는 명령을 처리하여 DSP보드로 작업 시퀀스 정보를 전달하는 역할을 한다. DSP를 이용한 힐/사이드 라스터 제어용 전용 보드는 F240 프로세서를 사용하였으며 AC모터 구동을 위한 D/A 출력 11채널, 스텝 모터 제어를 위한 Pulse/Direction Output 8채널, Hot Melt의 온도와 변위센서 값을 읽어 들이기 위한 A/D Input 16채널, 유압/공압 실린더의 동작과 현재 상태를 읽어 들이기 위한 디지털 IO 64채널을 가지고 있다. PC와 DSP 보드 사이에는 Serial 통신이 가능하도록 하였으



며 사용자가 PC를 통해서 내려진 명령은 DSP 보드로 전달되어, 전용 보드에서 힐/사이드 라스터의 동작을 직접 제어 할 수 있도록 하였다.

힐/사이드 라스터의 기구부는 대부분 유압과 공압을 이용한 실린더로 이루어져 있으며, 족형에 따라 설정이 달라져야 하는 Shoe Height, 노즐 전진 거리, 노즐 좌/우 이동, Toe carriage 높이 등 6곳은 스텝 모터를 사용하여 정확하게 제어될 수 있도록 하여 기존에 PLC로 수많은 시행착오를 거쳐 초기화 하는 과정을 쉽게 해결할 수 있게 하였다. 모든 부분의 이동 명령은 전용 DSP보드로부터 제어가 되며, 각종 센서의 출력 값은 DSP보드로 전해지고 이 값이 다시 PC로 전달됨으로써 그래픽 유저 인터페이스 화면에 현재 작업 정보가 나타나게 된다.

3.2 시퀀스 프로그램

개발하고자 하는 적용 생산형 힐/사이드 라스터의 작업 속도 향상을 위한 시퀀스 제어는 생산성 측면에서 매우 중요한 문제이다. 본 연구에서 대상으로 하고 있는 힐/사이드 라스터는 한번에 하나의 신발만을 호칠 할 수 있으므로 1회 작업 시간을 단축하는 것이 우선 중요하다. 또한 한번의 작업 과정 후에 다음 작업을 하는 동안 대기 시간을 최소화 하는 것이 중요하다.

1회 작업 시간을 단축하기 위해서는 족형이 바뀌지 않는 한 모든 동작 부위의 설정 값이 같으므로 각 부위의 초기 위치 값과 호칠을 위한 노즐의 경로 데이터를 DSP보드에서 저장하여 사용할 수 있게 하였다. 그러므로 족형이 바뀌지 않는 한 PC에서는 시퀀스 명령 외에 다른 데이터를 받지 않으므로 delay되는 시간이 없이 기구부를 동작 시킬 수 있게 하였다.

작업이 수행된 후에 다음 작업까지의 대기 시간을 줄이기 위한 방법으로 작업 수행이 병렬로 일어날 수 있도록 하였다. 첫째, 호칠하는데 걸리는 작업시간이 3~4초로 비교적 긴 시간을 소모하기 때문에 노즐의 동작 중에 Heel Band가 후면에서 전면으로 넘어와 신발을 잡고 후면으로 넘어갈 준비를 하도록 하였다. 둘째, 하나의 족형에 갑피가 부착된 신발이 Jack Post를 벗어나 Heel Band에 의해 기계의 후면으로 넘어진 후에 작업대에 배달되기까지의 과정 동안 기계의 전면에서는 초기

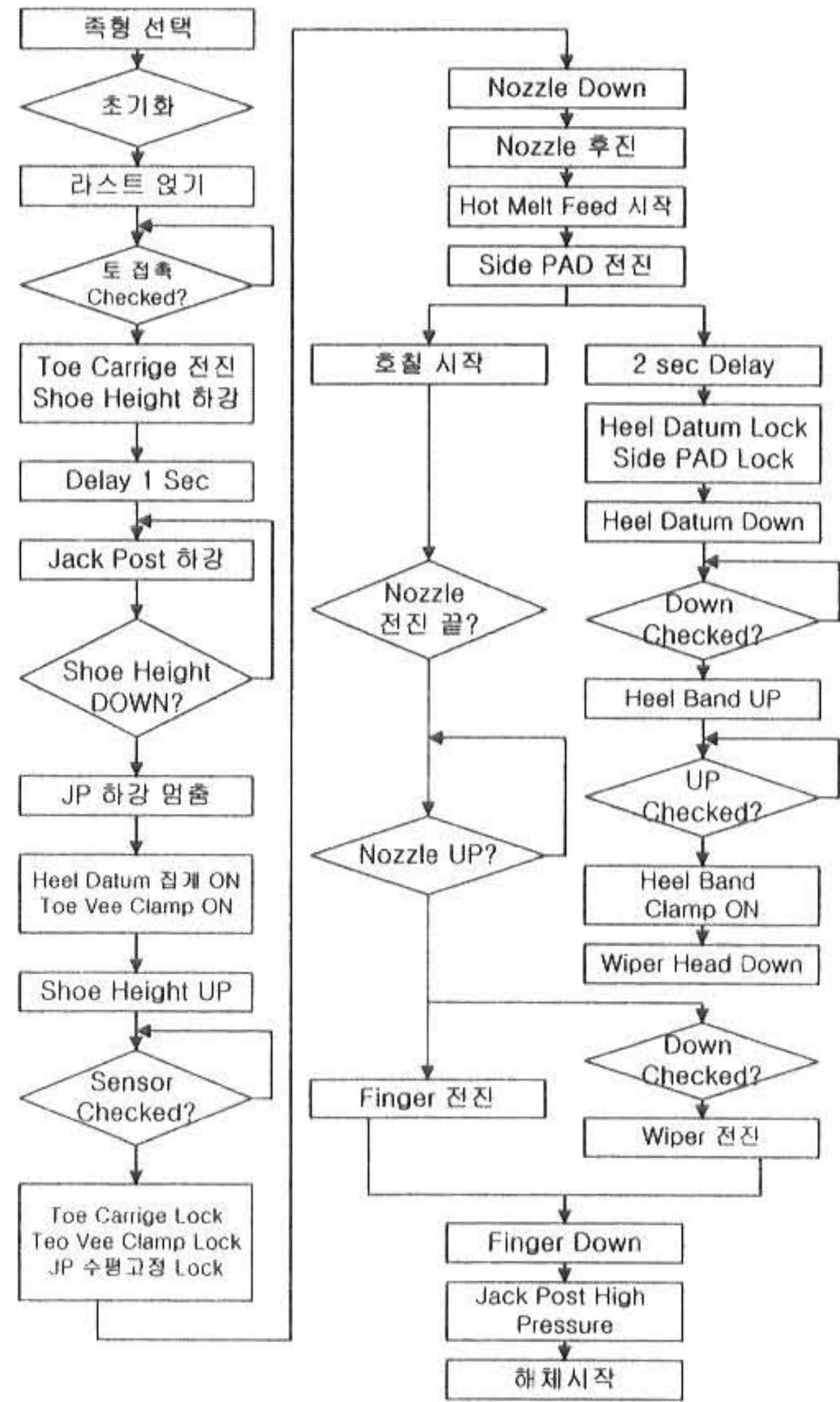


Fig. 4. Working sequence of Heel/Side Last

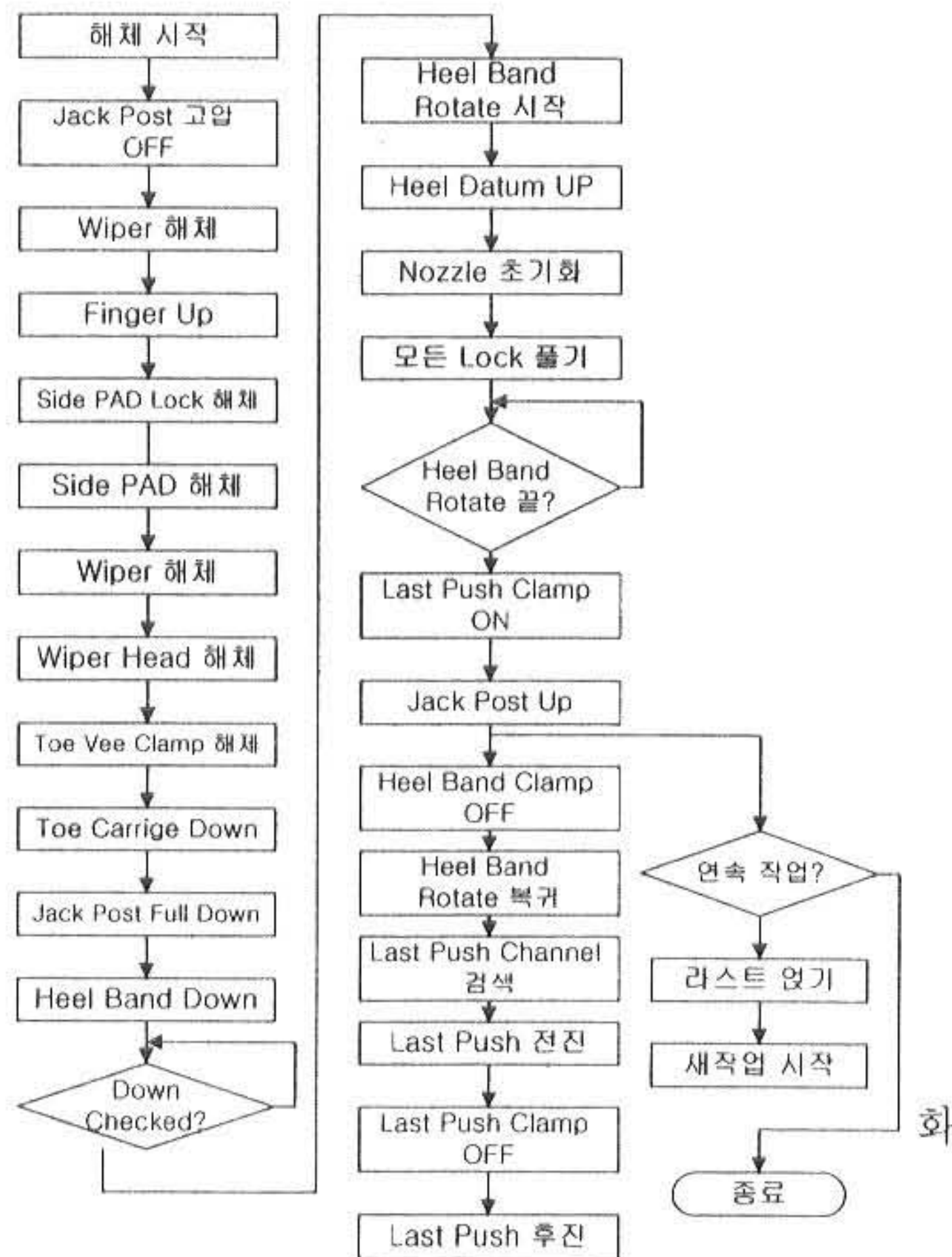


Fig. 5. Initialization sequence of Heel/Side Last



를 시행함으로써 다음 작업을 준비할 수 있도록 하였다. 이렇게 전면과 후면의 작업을 동시에 함으로써 다음 작업까지의 대기 시간을 없앨 뿐 아니라 기계 전체에 동작이 끊이는 부분이 효율적으로 사용하면서 연속적인 작업을 수행할 수 있도록 하였다.

Fig. 4는 힐/사이드 라스터 제어 프로그램의 작업 시퀀스를 보여준다.

Fig. 5는 힐/사이드 라스터 제어 프로그램의 해체 및 초기화 시퀀스를 보여준다. 해체와 초기화는 동시에 일어나면서 Heel Band가 회전하여 제품을 집은 채로 기계 후면으로 넘어가면 전면에 Jack Post가 상승하여 새로운 라스팅 작업을 시작할 수 있도록 할 수 있는 시퀀스를 보여주고 있다.

#### 4. 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI)

##### 4.1 라스터의 CAD 데이터 추출

제화 산업에 적응적인 라스팅 작업을 수행할 수 있는 CAM을 적용하기 위해서 가장 먼저 선행되어야 할 연구는 신발을 디자인하거나 생산을 할 때 기본이 되는 라스트(Last)에 관한 연구이며, 세계적으로 가장 필요한 기술로 인식되고 있다<sup>5)</sup>. 그러나 CAM에 적용하기 위한 가장 기본적인 작업이라고 할 수 있는 라스트의 CAD data화 작업은 국내는 물론이고 해외에서도 아직까지 수행된 적이 없다. 일반적으로 라스트의 설계와 신발 갑피의 설계에 사용되는 소프트웨어로는 Shoemaster, Crispin Dynamics, Lectra System 등이 있으나 대부분 고가인데 반해, 현재 상태로는 실제 신발을 제조하고 있는 라스팅 기계의 제어에는 적용할 수 없는 단점이 있다. 대부분의 제화 기계에서는 바닥면 데이터 중에서 추출된 기본적인 일부의 데이터만을 사용자가 새로 입력하여 사용하거나, 기계의 판매 시에 포함되어 있는 라이브러리에 의존하여, 제어에 활용하고 있고 국내에서는 이러한 연구는 지금까지 거의 전무한 실정이다.

본 논문에서는 라스트를 삼차원 점축식 측정기로 측정하고, CAD용 소프트웨어를 사용하여 유한요소 격자화 하는 작업을 수행하였다. 유한 요소 격자는 삼차원의 좌표로 구성되는 절점과 이 절점들로 구성된 요소로 삼차원의

데이터를 저장하는 방식으로 다음과 같은 장점을 지니고 있다<sup>6)</sup>.

- 1) 라스트를 CAD data화 하는데 유한요소격자를 사용하면 전체 정보를 모두 저장할 필요 없이 필요한 정보만 추출하여 저장할 수 있어 메모리의 제약이 줄어들는다.
- 2) 절점의 좌표들로부터 원하는 형태나 궤적의 데이터로 쉽게 전환할 수 있어 수치적인 계산이 쉽다.
- 3) ASCII 형태의 데이터로 되어 있어 사용자가 기본적인 내용만 교육을 받으면 이를 활용하거나 수정하기가 용이하다.

라스트의 격자 구성은 점축식 측정기로 측정할 점들을 설정해 주는 작업이고, 점축식 측정기를 CAD 소프트웨어에 연결하여 spline 형태의 삼차원 곡선을 얻게 된다<sup>8)</sup>. 본 연구에서는 점축식 측정기와 Interfacing을 위해서 Auto CAD 2000을 사용하여 spline 형태의 곡선을 얻었다. Spline 형태의 삼차원 곡선으로부터 라스트의 표면 데이터를 생성하고, 이로부터 삼차원의 유한요소 격자를 이용하여 요소분할을 실시하여 라스트의 CAD data화를 수행하게 된다. 구성된 CAD data는 저장장치에 저장되게 된다. Fig. 6은 Tension spline을 사용하여 보간한 그림이며, 굵은선은 폴칠선을 의미한다. 이 4.2절에 관한 자세한 기술적인 내용은 본 연구팀의 연구 결과인 인용문헌(6, 7)을 참고하기 바란다.

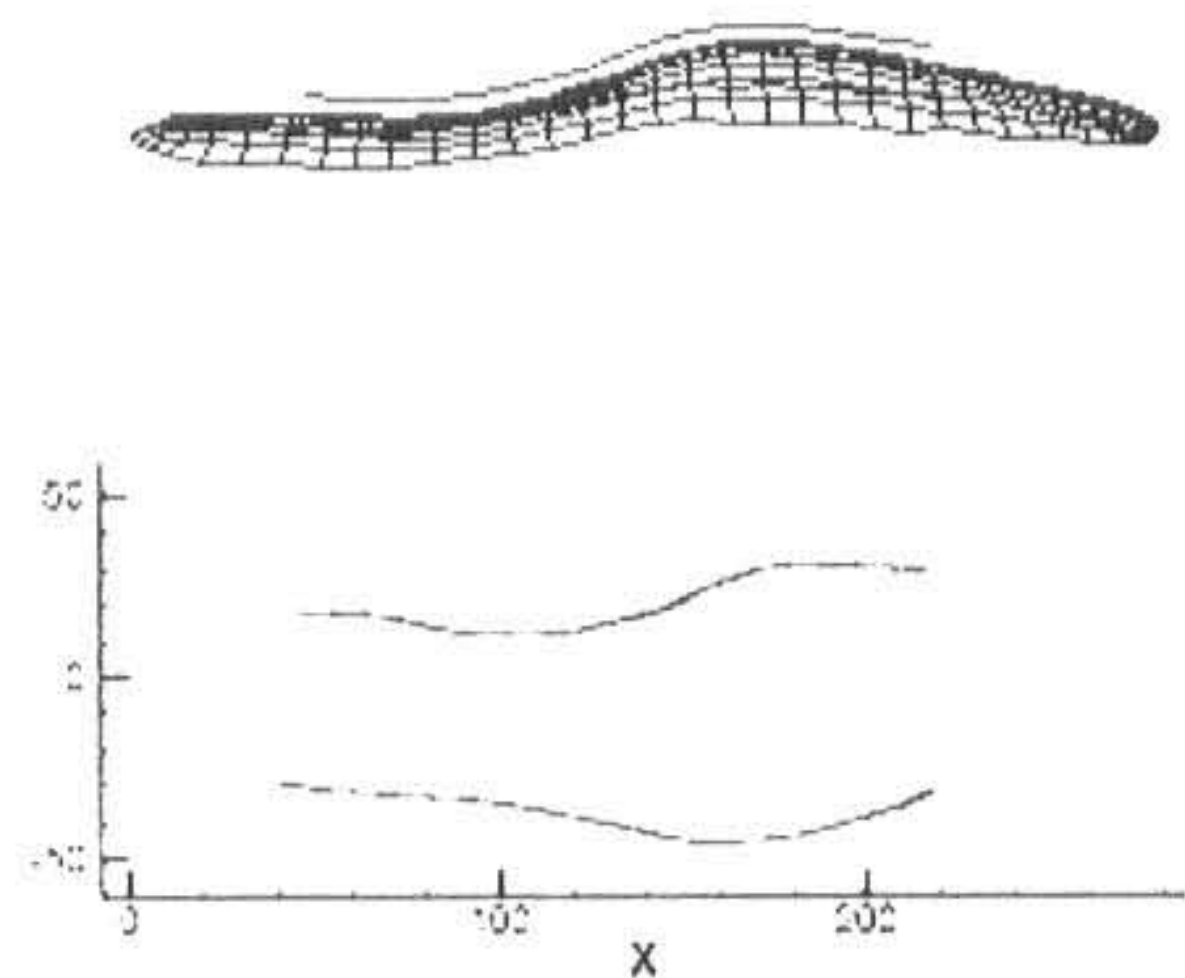


Fig 6.. Extracted bonding line from bottom surface data for the control algorithm of the lasting machine with respect to data type: (a) 3D data (b) 2D data



## 4.2 사용자 인터페이스

본 연구에서 목표로 하고 있는 적용 생산형 힐/사이드 라스터의 개발을 위한 그래픽 사용자 인터페이스는 다음과 같은 기능을 가질 수 있도록 구현하였다.

- 터치 스크린을 이용할 수 있는 아이콘 사용
- 원터치 방식의 초기화
- 노즐 홈 위치 이동 및 호칠 경로 테스트
- 접착제 공급 초기 튜닝
- 족형 모델 불러오기
- 작업 시간/ 모델명/ 작업 단계 모니터링
- 작동 부위 개별 조절 및 모니터링
- 호칠 경로 미세 수정
- 임의의 작업 시퀀스 편집 및 테스트

위의 기능을 모두 구현할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스는 터치스크린 일체형의 산업용PC를 기반으로 하여 개발되었으며, 프로그래밍 소프트웨어로 Microsoft Visual C++를 사용하였다. GUI는 크게 Main 화면, 부분별 개별 조절 화면, 노즐 테스트 및 호칠 경로 미세 수정 화면, 작업 시퀀스 편집 및 테스트 화면으로 나뉜다.

Fig. 7은 개발한 GUI의 메인 화면을 보여주고 있다. 메인 화면에서는 작업자가 작업을 할 때 가장 필요하고 중요한 작업을 할 수 있게 구성하였다. Main Menu, 시퀀스, Hot Melt 수동 조작, Action Test, 통신 연결 및 프로그램 종료들의 부분의 명령 패널을 가지고 있다. Main Menu부분에서는 신발의 Style을 정하고, 초기값을 정하는 부분을 두었다. 또 사용자가 원할 경우 직접 시퀀스를 설정하는 부분으로 갈 수 있는 버튼을 만들어 두었다. Edit 부분은 원하는 시퀀스를 사용자가 직접 설정할 수 있도록 연결되는 부분이며, Load부분은 이전에 미리 만들어둔 시퀀스 파일을 불러오는 부분으로 연결되게 하는 부분이다. 또한 Setting부분은 작업을 위해 Shoe Height, Toe Carriage, Jack Post등의 초기값을 미리 설정해 주는 부분으로 연결된다. 비상 스위치를 누르면 정지된 시스템이 초기화 버튼을 누르면 시스템이 간섭 없이 초기 설정 값으로 모두 복원되게 된다. 모터만을 원할 경우 모든 모터가 초기화 될 수 있게 하였다. Left, Right버튼은 이 키를 누름과 동시에 Toe Carriage가 좌

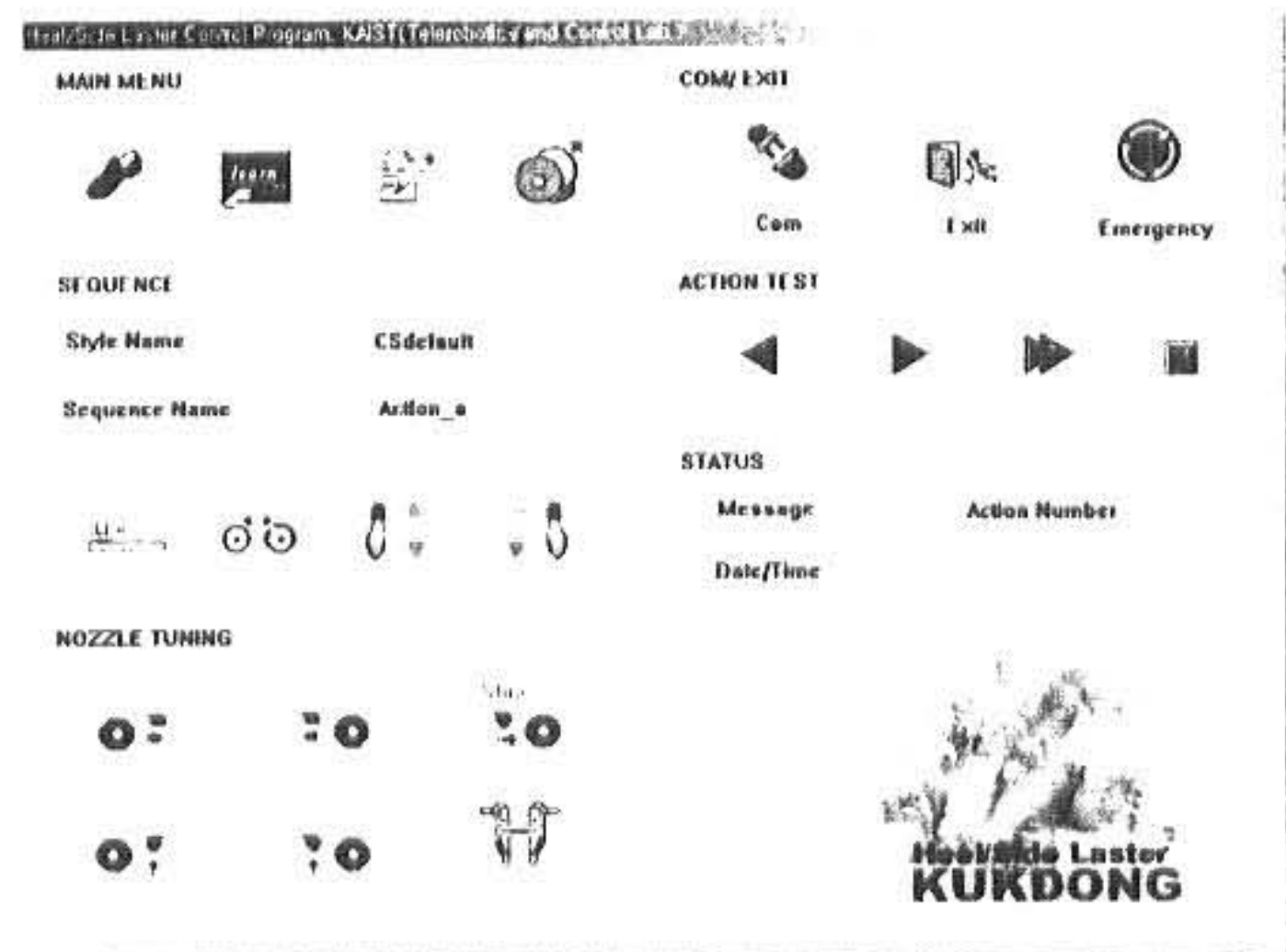


Fig. 7. Main control window of GUI

우로 움직이면서 왼쪽, 오른쪽 두 모양의 족형에 대한 작업을 바로 시작할 수 있게 하였다. Action Test부분에서는 사용자가 임의의 시퀀스를 만들었을 경우 테스트 해볼 수 있게 하였다. 이때 시퀀스를 정방향, 역방향, 단계별진행, 정지 명령을 모두 내릴 수 있게 하였다. Status부분에서는 현재 진행 중인 작업에 대한 Message가 나온다. 작업자는 메시지 창을 보면서 현재 진행 중인 작업과 상태를 분명히 알 수 있게 하며, 작업이 중지되었을 경우 어느 부분에서 정지되었는지 알 수 있게 하였다. Nozzle Tuning부분에서는 실제 풀칠을 하는 작업을 할 경우 작업을 시작하기 전에 Hot Melt의 상태를 확인해보기 위한 부분이다. 좌우 AC모터의 동작과 정지, Feed를 ON/OFF시키는 실린더의 동작, 그리고 노즐 클램프의 Open, Close여부를 설정할 수 있게 하여 작업자가 원할 경우 수동으로도 Hot Melt의 상태를 점검할 수 있게 하였다. COM/EXIT 부분에서는 DSP 보드와의 통신을 연결하고 시스템을 초기화 시키며, 통신을 끊음 프로그램을 종료하고, 비상 정지 기능을 구현할 수 있도록 하였다.

부분별 개별 조절 화면은 메인 화면에서 불러지게 되며 Jack Post나Toe carriage등과 같이 정확한 수치의 설정을 필요로 하는 부분과 솔레노이드 밸브를 이용한 실린더 조절 부분으로 나뉜다. 정확한 수치의 설정을 필요로 하는 부분을 위해 Fig. 8과 같은 GUI를 개발하였으며, 이 부분에서는 개별 동작을 테스트 할 수 있을 뿐 아니라 CAD데이터로부터 받은 족형에 따른 초기 설정 값의 조정이 필요할 경



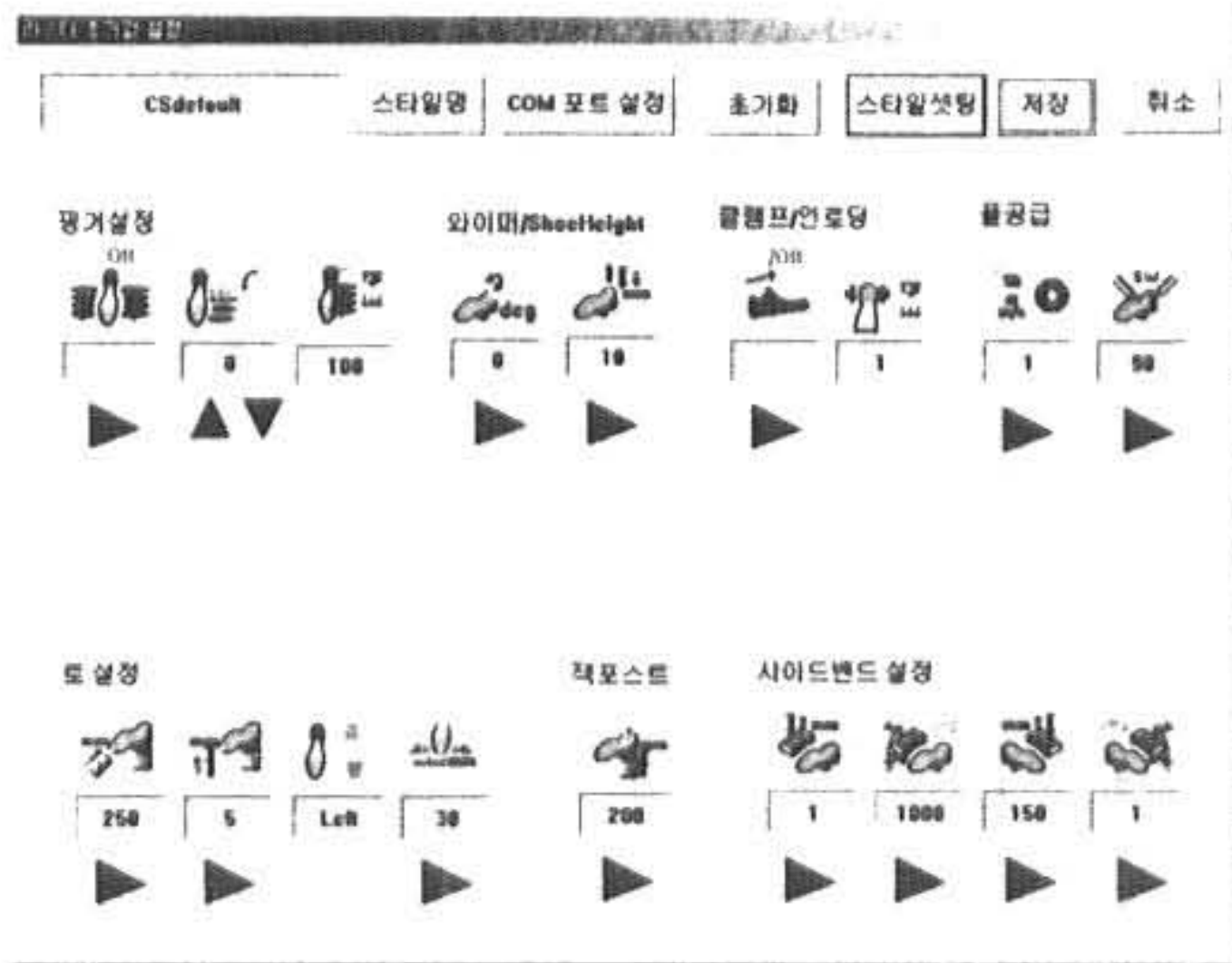


Fig. 8. Operation test and initial setting window

우 수정 및 테스트 후에 저장할 수 있는 기능까지 구현하였다. 또한 Fig.8과 같은 힐/사이드 라스터 시스템 전체의 모든 동작 부위를 제어할 수 있는 GUI를 제공함으로써 작업자가 제어 자리에서 모든 부위의 동작 상태의 시험해 볼 수 있게 하였다.

Fig. 10는 호칠 경로 수정 및 노즐 테스트용 GUI를 보여준다. 호칠 경로는 여러 가지 모양의 족형에 대해서도 적용해서 작업하게 하기 위해 CAD데이터로부터 족형의 모델명에 따라 좌우 각 8점씩 16점의 경로 데이터를 받고, 이 데이터를 근거로 보간(Interpolation)하여 호칠라인을 자동으로 생성해 낸다. '열' 버튼을 이용하여 원하는 족형을 불러낼 수 있으며, '스케일' 값은 같은 모양의 신에 대해서 발길이가 바뀔 때 비례해서 전체 크기가 바뀌어 주게 하는 부분이다. 그러나 호칠 경로는 갑피의 종류에 따라서 경로를 미세 수정하여 할 필요가 있다. 이 경우 사용자가 수동으로



Fig. 9. Operation test window of solenoid valves

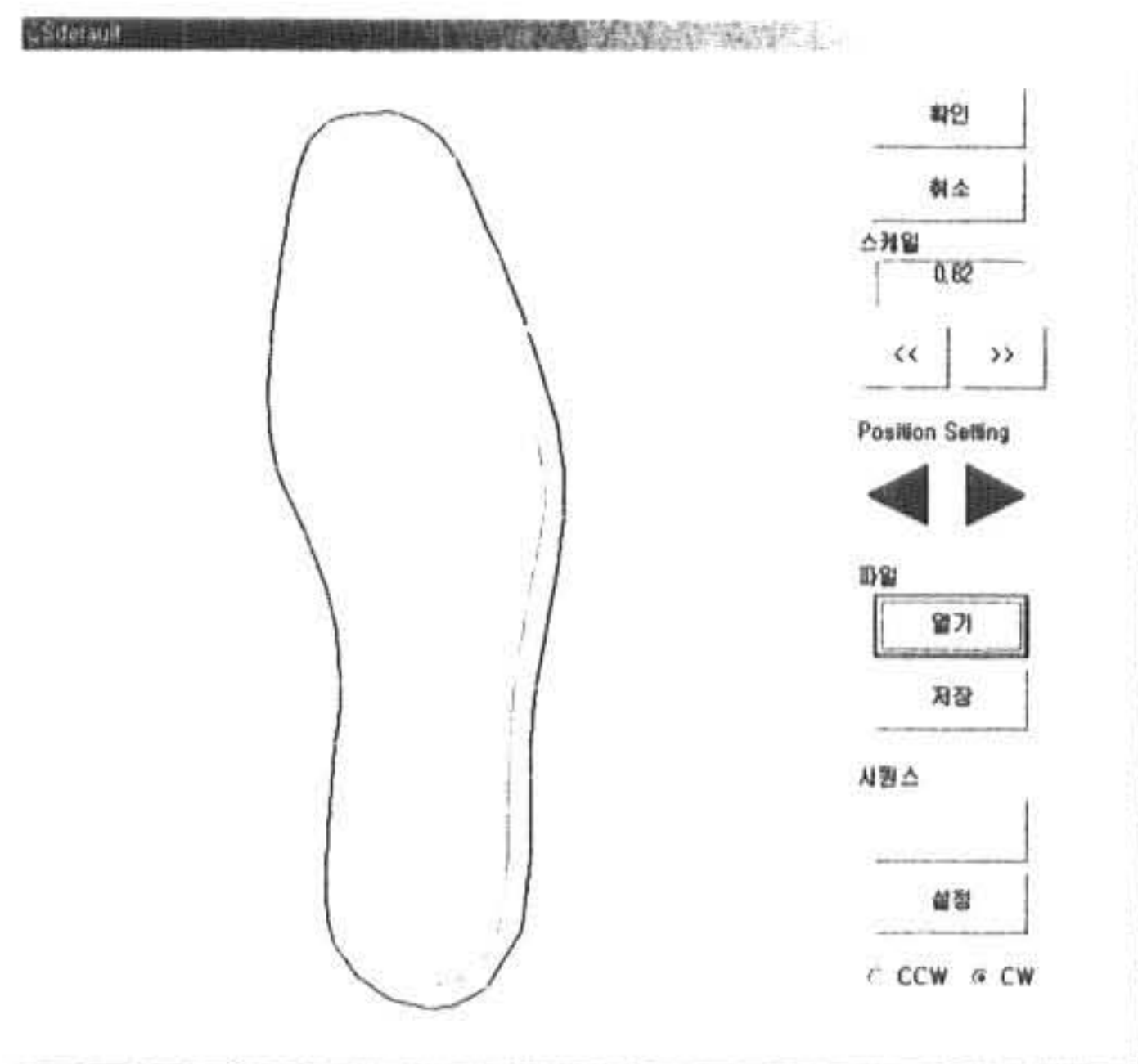


Fig. 10. GUI for the test of cementing path of nozzle

경로 점을 화살표를 이용하여 0.05mm 단위로 미세하게 조종할 수 있도록 하였다. 그리고 이 변경된 값을 다시 저장함으로써 갑피와 외부 조건에 따라 변할 수 있는 호칠 경로를 사용자 인터페이스를 이용하여 쉽게 수정할 수 있도록 하였다. 또한 신발의 크기와 모양에 따라서 노즐의 이동 속도가 조절되어야 하므로, 호칠 경로를 수정한 후에 노즐의 동작을 시험해 볼 수 있게 하였다.

시퀀스 편집 및 테스트는 크게 3단계로 나뉘어 진다. 1단계에서는 기존에 만들어진 시퀀스를 보여준다. 이 시퀀스 파일을 편집할지, 삭제할지 아니면 새 시퀀스를 시작할지 선택을 하게 된다. 2단계에서는 실제 시퀀스를 편집하는 단계이다. 새 시퀀스를 추가할지 아니면 1단계에서 편집을 택했을 경우 해당 파일을 편집할 것임을 택할 수 있게 한다. 3단계에서는 센서 입력, 시간지연, 솔레노이드 밸브, 아날로그 출력, 스텝 모터를 어느 순서로 동작시킬지 직접 시퀀스를 편집하는 과정이다. 시퀀스 편집 모드에서는 Fig.7, Fig.8과 같이 각 부분의 동작을 시험해 보는 과정동안 PC에서 전용보드로 보내지는 모든 Command를 파일의 형태로 저장하고 있다가 연속 동작으로 시험해볼 수 있게 한다. 이 기능은 힐/사이드 라스터 뿐 아니라 다른 기계를 개발하는 단계에서 동작 테스트를 하는 곳에 적용 될 수 있으며, 시퀀스의 수정 및 편집을 GUI상에서 할 수 있게 함으로써 제어 프로그램 개발자가 아



년 현장 작업자도 더 빠른 시퀀스나 새로운 작업이 추가를 용이하게 할 수 있게 한다. 시퀀스 파일을 생성한 이후에는 메인 화면의 Action Test부분을 이용해서 직접 테스트 해 볼 수 있게 함으로써 수동으로 원하는 모든 동작을 시험해볼 수 있게 하였다.

5. 연구 성과 및 기대 효과

본 연구의 수행을 통한 적용 생산형 힐/사이드 라스터 제어 프로그램 및 사용자 인터페이스의 개발은 품질 향상과 생산성 측면에서 목표를 충분히 달성할 수 있었다.

개발한 제어 프로그램을 통해 한번의 라스터링 작업이 끝나는데 걸리는시간이 16.8초로 줄어들었으며, 이 결과는 기존의 시간당 생산량 150개를 215개로 증가 시킴으로써 43% 생산성을 증가 시켰으며, 기능인력 6명을 필요로 하던 작업을 1명의 인원으로 줄여 원가 절감 효과를 가져왔다. 또한 전체 시스템을 세팅 하는데 걸리는 시간을 단축하였으며, 특히 PLC를 통해 하나의 족형에 대해서도 호칭 경로 설정에 시행착오를 통해 수시간을 소모하던 일을 CAD 데이터를 활용한 경로 설정과 스텝 모터 제어를 통해 수분 내에 손쉽게 설정할 수 있게 하였다.

본 연구의 성공적인 수행으로 참여 기업인 (주)K 기계는 Table 1과 같은 적용 생산형 힐/사이드 라스터의 연도별 매출 규모를 기대하고 있다.

Table 1. 연도별 매출 계획 (단위 : 억원)

년도 \ 내용	2003	2004	2005
국내매출	50	71.4	84
국외매출	71.4	88.2	100.8

Fig. 11은 개발한 힐/사이드 라스터의 동작 시험 결과를 보여주고 있다.

Acknowledgement

본 연구는 (주)극동기계의 설비와 지원을 받았습니다. 그리고 서울 산업대학교 김영석 교수님의 지원에 감사 드립니다. 본 연구는 과학기술부(98-N11-01-03-A01)로부터 연구비를 지원 받아 이루어진 연구입니다.

참고문헌

- 1) Kukdong Machinery Corporation Website <http://www.kukdongcorp.com>, 2003
- 2) Italian Shoe Machinery Website, <http://www.italianshoemachinery.com>, 2003
- 3) USM: Product Brochure 2002, British United Shoe Machinery Ltd, 2002
- 4) SATRA: Modern Shoemaking, 2001, pp.50-61
- 5) SATRA: Shoe Machinery Review, The Report on SIMAC 2002, 2002
- 6) 김상연외: 적용생산형 토투라스터 및 힐사이드라스터개발, 연차보고서, 과학기술부, 2001.
- 7) 김승호외: 적용형 라스터링기의 자동화를 위한 제화용 라스터의 새로운 CAD Data화 기법, 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제 6권 제 1호, pp.17-23, 2000
- 8) 정형배, 나승수, 박종환: NURBS Surface Global Interpolation에 대한 방법, 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제2권 제4호, pp237-243, 1997

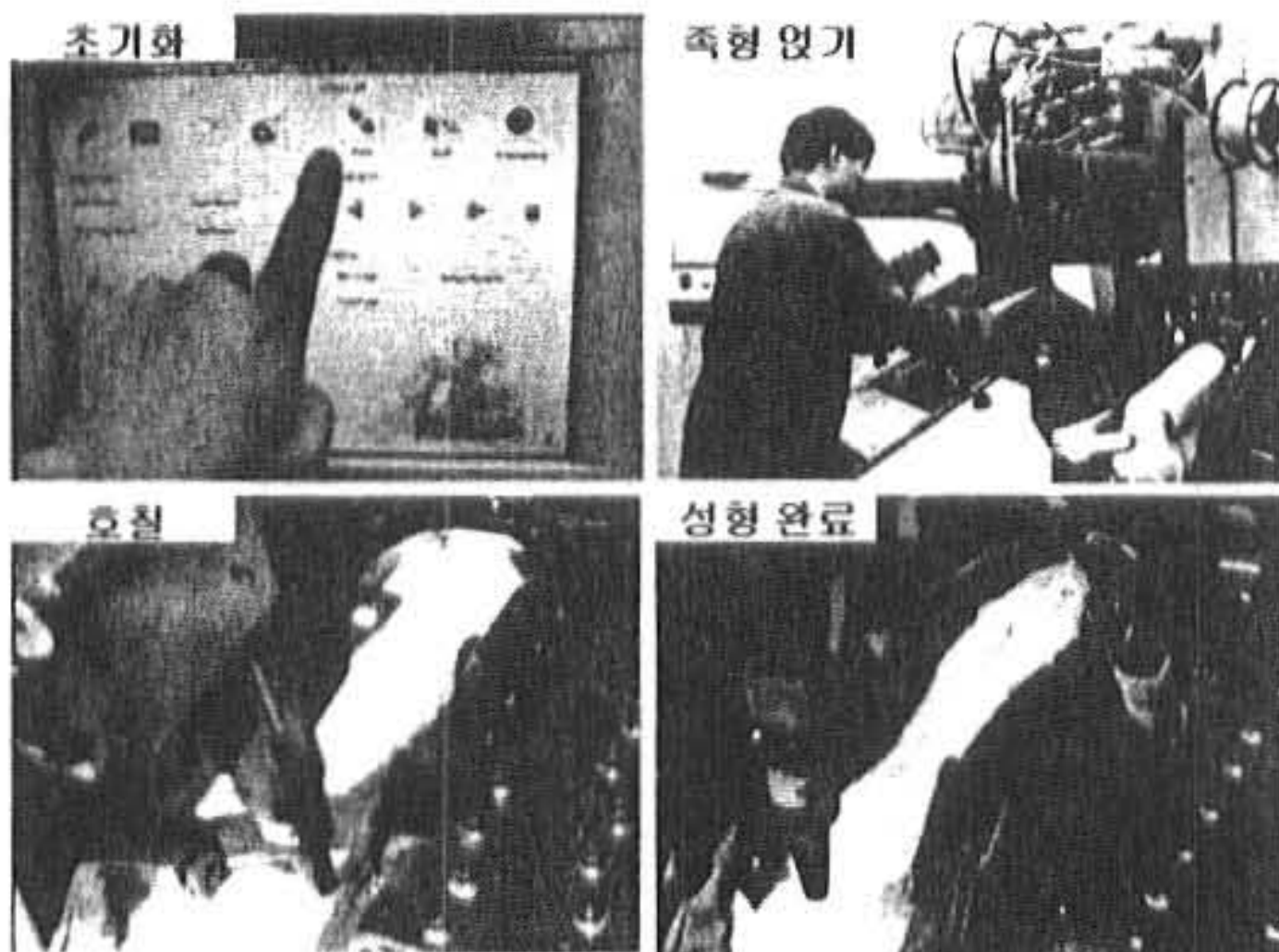


Fig 11. Production sequence of the developed system

(2003년 8월30일 접수, 2003년 11월24일 채택)