

CAD중립파일을 이용한 겐트리형 ROBOT 자동용접 프로그램 개발

정재훈* · 신동목**

*울산대학교 수송시스템공학부 대학원

**울산대학교 수송시스템공학부

Development of robot welding program for gantry-type robot using neutral CAD data format

JAEHOON CHUNG*, DONGMOK SHEEN**

*Graduate school of Transportation System Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

**School of Transportation System Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

KEY WORDS: neutral CAD data format 중립파일, robot welding program 로봇 용접 프로그램, IGRIP, OLP

ABSTRACT : In this study, a robot welding programming system is developed for gantry-type robot using a neutral CAD data format. The system automatically extracts welding line data from the CAD model represented in IGES format and generates a robot program based on the weld line extracted. The welding program is simulated for verification by using IGRIP, a virtual manufacturing solution. The robot welding programming system is demonstrated with a simple example.

1. 서 론

현재 산업계는 생활향상에 따른 노동력의 고임금화와 소비 시장의 다품종 소량생산 요구가 서로 상반되어서 상당한 진통을 겪고 있다. 주된 시장 변화의 추세는 제품의 다양화와 제품 수명의 단축등인 반면, 이를 만족시키기 위한, 작업의 빈번한 변화에도 적응할 수 있는 숙련된 기능공은 이전의 국내 시장과 달리 상당한 임금을 요구하는 실정이다.

이로 인하여 최근 일반 작업장이나 조선 산업에서도 생산성 향상을 위하여 생산 로봇의 적용은 크게 늘어나고 있다. 아직 전체 생산공정에 약 5% 정도의 비율이지만 고정식 용접 로봇 시스템에서 이동식 용접 로봇 시스템으로 변하고 있으며 생산 품질을 향상하기 위해서 고기능 용접 로봇을 사용하고 있다.

하지만 현재 로봇에 의한 자동화 교시작업이나, 변경된 시스템의 성능실험은 대부분 온라인 방식으로 수행되는 실정인어서, 현재 로봇을 통한 공장 자동화는 빈번한 작업환경 변화에 경쟁력있게 대처하기보다는 오히려 시간과 인력을 소모하는 문제점으로 대두되고 있다.

어 있는 실정이다. 앞서 거론된 바와 같이 온라인 방식은 많은 그래서 많은 공장에서 로봇을 통한 자동화는 상당부분 포기되

시간과 비용이 들고 프로그래밍을 위해서는 전체 생산라인이 멈추어야 하는 문제와 로봇 오작동에 의한 안전사고의 위험성도 상당 부분 내재해있다.

이러한 문제점은 실제 작업과 유사한 과정을 가진 시뮬레이터인 OLP(Off Line Programming) 시스템을 이용함으로써 해결될 수 있는데 오프라인 프로그래밍 시스템은 컴퓨터 그래픽스의 방법에 의해 충분히 확장된 로봇 프로그램 언어로서 로봇에 직접 접근하지 않고도 로봇 프로그램을 개발 할 수 있는 시스템을 지칭한다.(정경규 등 2000)(박상호등 2003)

따라서 본 논문에서는 IGRIP(로봇 워크셀을 모델링하고 설계, 평가 및 OLP하기 위한 확장성이 뛰어난 물리학 기반의 FMS/ROBOT 시뮬레이션 솔루션)통하여 선체 조립 블록의 용접 과정을 시뮬레이션하여 OLP를 개발하였으며 CATIA를 통해 선체 조립 블록을 모델링하여 중립형식(neutral format)의 데이터 저장 방식인 IGES파일로 변화하고 그 파일을 읽어 들어 로봇이 작업해야하는 용접부의 작업 교시점 데이터를 자동으로 추출하는 프로그램을 개발하였다.

2. 시스템 구성

본 연구는 Fig 2.1에 보인 바와 같이 현재 수행중인 공정계획 시스템 과제의 일환이다. 본 연구에서의 주된 내용은 공정 계획 결과를 가상생산 솔루션을 이용하여 로봇 OLP를 개발

제 1저자 신동목 연락처 : 울산광역시 남구 무거동 산 29번지
052-259-2152 dmsheen@mail.ulsan.ac.kr

하였고 CAD중립파일을 이용한 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램을 개발하여 용접 작업 교시점을 추출하고 검증하였다.

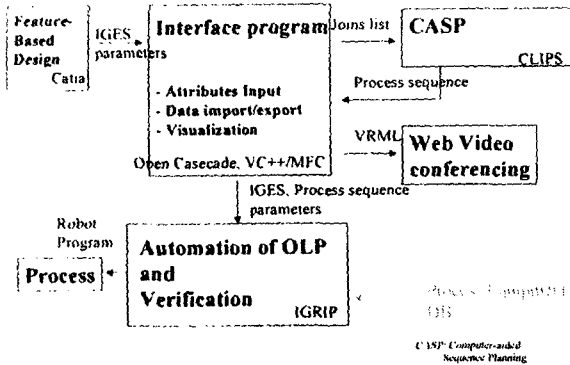


Fig. 2-1 분산 환경 하에서의 공정 설계 시스템

본 연구에서 개발되어진 CAD중립파일을 이용한 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램과 가상생산 시뮬레이션은 Fig. 2-2과 같다.

우선 크게 다음과 같은 단계로 시스템이 구성되어진다.

- 1) CAD시스템을 이용한 형상모델링 데이터를 IGES파일 형태로 변환
- 2) 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램을 이용하여 와이어 프레임형태로 자동 모델링
- 3) 와이어 프레임 형태의 블록 모델링에서 용접부를 선택하여 셀 단위 형태의 작업을 설정
- 4) 용접 작업 교시점 추출
- 5) 용접 작업 교시점을 이용한 가상생산 시뮬레이션

첫째, 형상모델링을 하기 위하여 3D CAD시스템으로 CATIA를 선택하였고 CATIA에서 선체 조립 블록을 형상 모델링하고 중립 데이터 교환 파일인 IGES파일 형태로 저장하였다. 둘째, 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램을 MFC 기반 MS-VISUAL C++, Open GL을 이용하여 개발하고 이 프로그램에서 IGES파일을 읽어 들임과 동시에 와이어 프레임 형태로 선체 조립 블록형상을 자동으로 모델링하게 하였다. 셋째, 개발된 프로그램에서 읽어 들인 와이어 프레임 형태의 선체 조립 블록에서 셀 단위 작업의 용접부를 직접 선택하여 설정하게 하였다. 넷째, 모든 설정이 끝나면 개발된 프로그램은 선체 조립 블록에서 용접해야 할 부분의 작업 교시점 데이터를 텍스트 형태의 파일로 저장해준다. 다섯째, 이 용접 작업 교시점 데이터와 이를 읽어 들여 로봇을 구동하는 OLP 프로그램을 이용하여 겐트리형 용접 ROBOT 시스템을 IGRIP에서 가상으로 시뮬레이션을 해본다.

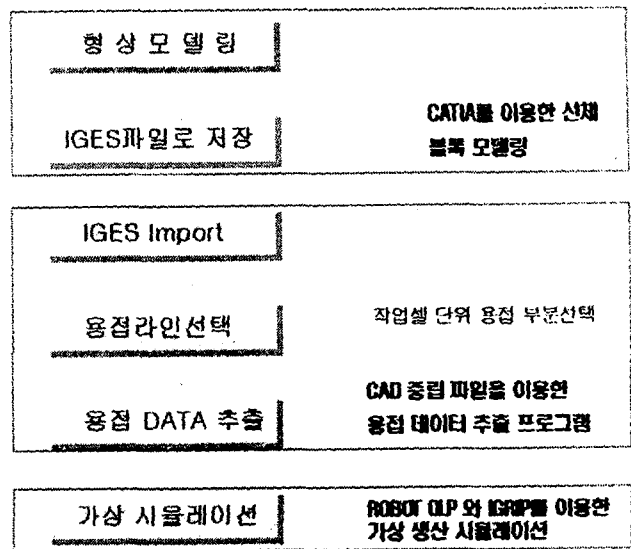


Fig. 2-2 전체 시스템 및 실행흐름

3. 겐트리형 자동용접 로봇 시스템의 구성

용접 데이터 추출 프로그램을 설명하기전 본 논문의 이해를 돕기위해 가상 시뮬레이션에 사용되어진 겐트리형 자동용접 로봇의 구성을 먼저 설명하도록 하겠다.

선체 조립 블록은 대형 구조물로 자동차 조립용 스팟 용접 로봇 시스템과는 좀 다른 형태를 띠게된다. 자동차등과 같은 소형 구조물인 경우 컨베이어를 통해 그 위치가 이동되므로 로봇이 고정되어도 어떠한 위치도 전부 작업이 가능하지만 선체 블록과 같은 대형구조물은 로봇 자체가 이동되어야하고 용접부 공간이 협소 하여 로봇 스스로 움직이기에 부정당하다. 따라서 겐트리 형태의 선체 블록 조립용 로봇 시스템을 선택하게 되었다. 다음 Fig. 3-1은 선체 블록 조립용 용접 로봇 시스템의 구성이다.

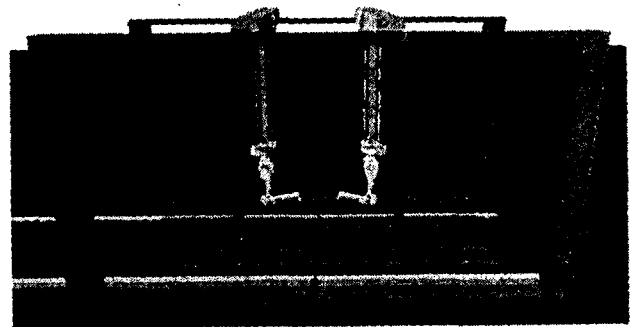


Fig. 3-1 겐트리형 용접 로봇 시스템

이 겐트리형 용접 로봇 시스템은 용접로봇 6축과 겐트리 3축으로 구성되어 있고 트랜스를 기준으로 양면을 동시에 작업할 수 있도록 2개의 로봇이 마주 보며 설치되어져 있는 시스템이다. 선체 조립 블록의 길이 방향을 Y축으로 폭방향을 X축으로 설정하였다. 그리고 겐트리에 설치한 로봇은 ABB사의

IRB시리즈 로봇중 하나를 선택하였다. 여기서 로봇이 동시에 한개의 trans를 기준으로 두 대의 로봇의 작업하므로 두개의 용접 작업 데이터가 필요하게 된다.

이미 개발된 OLP시스템은 ROSI2, STAR,SILMA사에서 개발한 CimStation, Robot Simulation Ltd의 WORKSPACE, BYG Csystem Ltd의 GRASP, Tecnomatix Technologies Ltd의 ROBCAD, 그리고 Dassault Systems의 IGRIP등이 있다.

현재 대부분의 오프라인 프로그래밍 시스템은 그래픽 사용자 인터페이스가 지원 가능 하도록 만들어지는 추세이며, 지금까지 개발된 대부분의 OLP시스템은 워크스테이션에서 운용되어야하고 고가인 관계로 아직 까지 보편화되지 못한 상태이다. 본 연구에서는 젠트리형 용접 로봇이 시뮬레이션을 Dassault Systems의 IGRIP을 사용하여 수행하였고 용접 작업 교시점 데이터를 검증하였다.

IGRIP은 로봇 워크셀을 모델링하고 설계, 평가 및 OLP(Off-Line Programming)하기 위한 확장성이 뛰어난 물리학 기반의 FMS/ROBOT 시뮬레이션 솔루션으로 제조공학의 모든 활동영역을 가속화 시키고 의사결정을 지원 할 수 있는 소프트웨어이다.

IGRIP의 구성은 PART들이 모여 독립적인 움직임을 갖는 DEVICE를 만들고 다시 DEVICE들이 모여 WORKCELL로 구성되어 하게 되는데 본 논문에서는 CRANE, BLOCK, ROBOT라는 3개의 DEVICE를 가지고 WORKCELL를 구성하였다.

Fig 3-2는 각 DEVICE를 나타내고 있다.

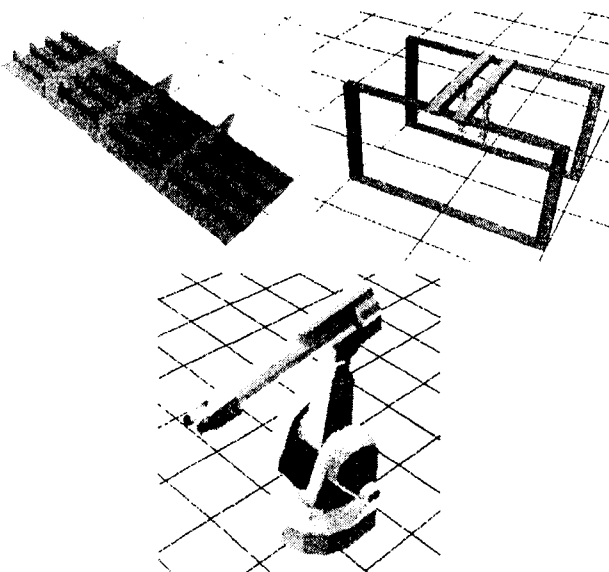


Fig 3-2. WORKCELL를 구성하는 각각의 DEVICE

이러한 DEVICE들이 모여 하나의 WORKCELL를 구성하게 되고 시뮬레이션을 하게되는데 이들을 실제적으로 시뮬레이션 시킬수 있는 것은 CSL(Graphic Simulation Language) 프로그램이다. 각각의 DEVICE마다 CSL프로그램을 로딩(Loadng) 시켜야만 시뮬레이션을 실행시킬 수 있고 이 프로그램이 OLP시스템에 사용되는 로봇 프로그램이다

4. 용접 데이터 추출 프로그램에서의 작업셀 설정 및 용접 데이터 추출

본 논문에서 개발한 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램에서의 작업셀 설정은 Fig 4-1에서 보듯이 용접 작업이 음의 Y축 방향으로 진행하므로 선체 조립 블록의 양의 Y축 방향에서 바라봤을 때 제일 왼쪽에 있는 작업셀을 첫 번째 작업셀이라고 두고 오른쪽으로 이동하면서 작업셀을 설정한다. 그리고 이 작업셀들은 Fig 4-2에서의 같이 왼쪽 수직 용접부, 오른쪽 수직 용접부, 수평용접부로 분류하여 각각에 맞는 용접부를 순서대로 선택함으로써 하나의 작업셀을 설정하도록 되어있다.

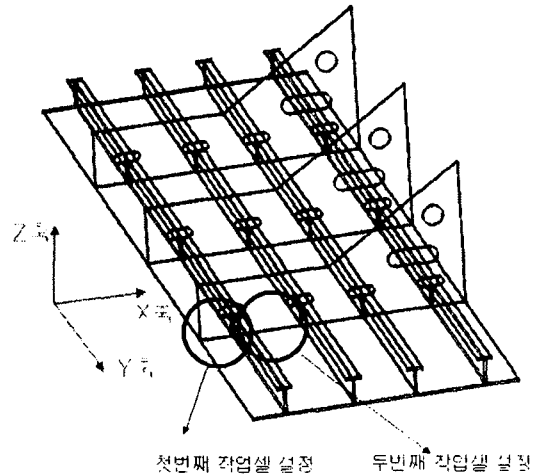


Fig 4-1. 작업셀 설정 순서

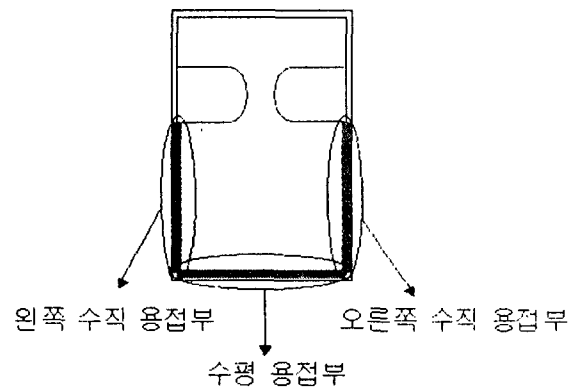


Fig 4-2. 작업셀을 구성하는 용접부의 형태

첫 번째 작업셀의 설정이 끝나면 기본 입력 정보로 트랜스의 두께, 트랜스의 개수, 트랜스의 간격에 대한 수치를 입력받아 선체 조립 블록의 길이 방향(Y축방향)의 모든 용접 데이터가 추출하게 된다.

용접 작업 교시점 데이터의 구성은 두 로봇의 작업을 위해 a형과 b형으로 구분되어지고 한 개의 용접부 라인에는 로봇의

엔드 이펙터(용접 토치의 끝부분)의 운동을 정의하는 31개의 용접 작업 교시점(Teaching point)로 구성하였다. 따라서 수평 용접부와 오른쪽 수직 용접부를 갖는 작업셀인 경우 한 용접 부당 31개의 용접 데이터를 가지고 있으므로 전체 62개의 용접 데이터를 가지게 되는 것이다.

또한 용접 포인트는 로봇의 엔드 이펙터가 작업 할 위치의 정보를 가지고 있는 좌표축 데이터와 엔드 이펙터의 접근 방향(자세)의 정보를 가지고 있는 접근 데이터(approach data)로 구성되어진다. 이때 접근 데이터는 3개의 형태의 용접부 마다 31개의 위치 데이터를 가지고 시뮬레이션을 작업자가 실험적으로 반복하여 로봇과 로봇 엔드 이펙터가 블록을 구성하는 부재에(트랜스, 론지, 주판) 간섭이 일어나지 않는 최적의 값을 찾아 용접데이터 추출시 그 값을 기본값으로 추출하도록 하였다. Table.4-1.은 용접 작업 교시점 데이터의 예를 나타내는데 좌표축데이터는 작업 교시점의 좌표값이고 접근데이터는 로봇 엔드 이펙터의 자세 정보이다.

Table.4-1. 용접 작업 교시점 데이터의 예

형태	좌표축 데이터			접근데이터		
	x	y	z	pitch	roll	yaw
a1	1185.0	2520.0	330.0	90.0	0.0	45.0

젠티리 용접 시스템을 로봇 두 대가 동시 한개의 trans를 기준으로 양면을 용접하게 되므로 두개의 용접 데이터 파일이 필요하다.

Table 4-2는 텍스트 형식으로 저장되어지는 용접 작업 교시점 데이터 파일들이다.

Table 4-2 생성된 용접 작업 교시점 데이터 파일

파 일 명	내 용
Robot1_Welding_Data.txt	첫 번째 로봇의 작업할 용접 교시점 데이터
Robot2_Welding_Data.txt	두 번째 로봇의 작업할 용접 교시점 데이터

5. 젠티리형 자동 용접 로봇 시스템을 이용한 가상 생산구현.

본 연구에서 가상생산을 구현하기 위하여 사용한 로봇 프로그램은 젠티리 이동 프로그램, 로봇 작업구동 프로그램과 블록프로그램이 필요하다 이처럼 3개의 프로그램이 필요한 것은 IGRIP에서 3개의 DEVICE를 가지고 시뮬레이션을 수행했기 때문이다.

Table 5-1 로봇 프로그램 구성

프로그램	수 행 내 용	파 일 명
젠티리 프로그램	젠티리를 작업셀로 이동시킨다	GRANE.gsl
블록프로그램	선체 조립 블록의 용접 교시 데이터를 불러온다.	BLOCK.gsl
로봇 구동 프로그램	로봇의 용접작업을 구동한다.	ROBOT1.gsl ROBOT2.gsl

블록 프로그램은 용접 작업 교시점 데이터(IGRIP에서는 TAG POINT라고 함)를 읽어 들여서 블록에 생성하는 과정을 수행하는 프로그램이고 젠티리 프로그램은 작업셀의 위치까지 젠티리를 이동시키고 로봇 프로그램에게 용접 작업을 시작하라는 명령을 내리는 프로그램이며 로봇 구동 프로그램은 용접작업 교시데이터를 읽어 들이고 젠티리 크레인으로부터 작업명령을 받고 한 작업셀에서의 작업이 끝났음을 젠티리 크레인에게 알려주는 프로그램이다.

6. 적용 사례.

지금까지 용접 작업 교시점 데이터의 추출하는 이론적 배경과 프로그램 내용을 설명하였고 선체 조립 블록에 대한 젠티리형 용접 로봇 시스템을 이용하여 가상생산을 구현 하는 것에 대해 설명하였다. 본 절에서는 MFC기반 MS-VISUAL C++을 이용한 용접 작업 교시점 데이터를 추출하는 프로그램과 IGRIP을 이용하여 실제 시뮬레이션을 수행하는 과정을 설명하도록 하겠다. CATIA에서 Fig 6-1과 같이 선체 조립 블록의 형상을 모델링한다. 이 블록은 주판에 4개의 론지와 3개의 트랜스가 일정한 간격으로 놓여 블록이며 작업셀의 개수는 30개를 가지고 있는 블록이다.

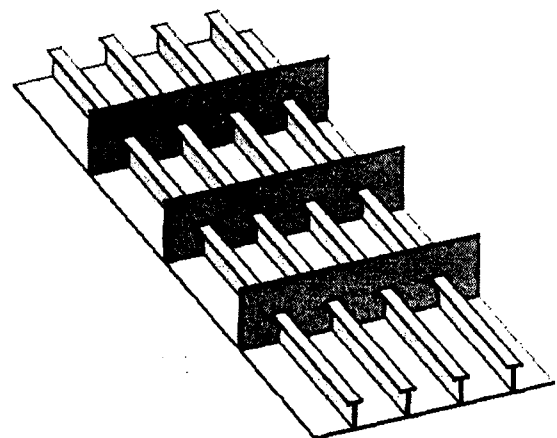


Fig 6-1. 선체 조립 블록의 형상

블록이 모델링 되어지면 이 블록 파일을 중립 데이터 파일인 BLOCK.igs파일로 저장한다.

본 논문을 위해 개발한 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램은 BLOCK.igs를 Import하여 와이어 프레임 형상으로 자동 모델링 되어지게 한다.

이 프로그램은 기본적인 CAD프로그램 기능인 줌(zoom),팬(pan), 회전(rotation),선택(selection) 기능을 가지고 있다.

Fig. 6-2는 프로그램을 실행한 모습이고 Fig. 6-3는 BLOCK.igs 파일을 Import하여 와이어 프레임 형상으로 자동으로 모델링 되어진 모습이다.

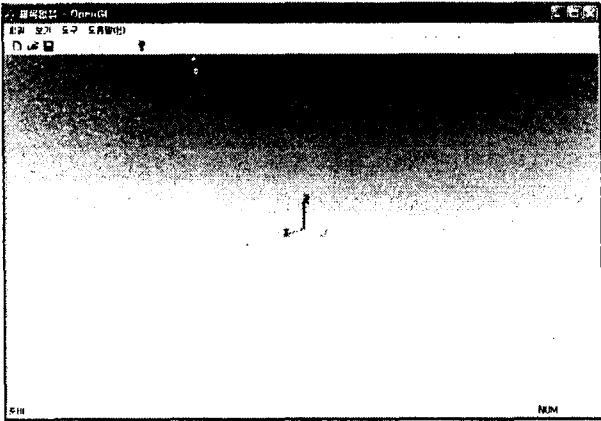


Fig. 6-2 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램

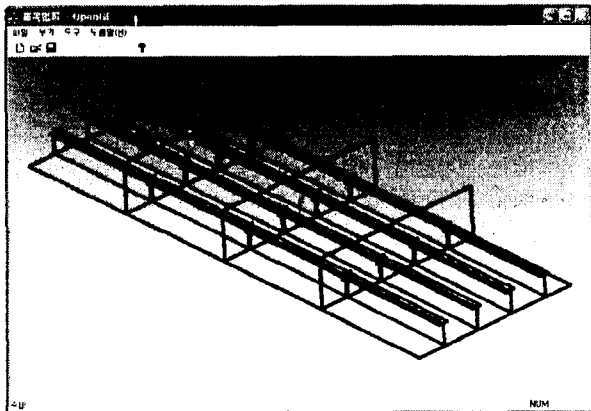


Fig. 6-3 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램에서 BLOCK.igs파일을 Import한 모습

본 적용 사례에서는 양의 Y축 방향에서 길이 방향의 2번째 작업셀을 선택하기로 하였다.

먼저 왼쪽 수직 용접부 먼저 선택을 하게되면 빨간색으로 용접부가 활성화 되어지고 작업셀 설정창이 나타나게 된다. 이때 작업셀 타입을 설정 하게 되고 왼쪽 수직 용접부, 수평 용접부, 오른쪽 수직 용접부를 차례대로 선택후 용접 데이터 생성 부분에 trans두께, trans간격, trans개수입력하고 작업셀 설정완료 하게된다.

Fig. 6-4 은 용접부를 선택하였을 때 나타나는 모습이다.

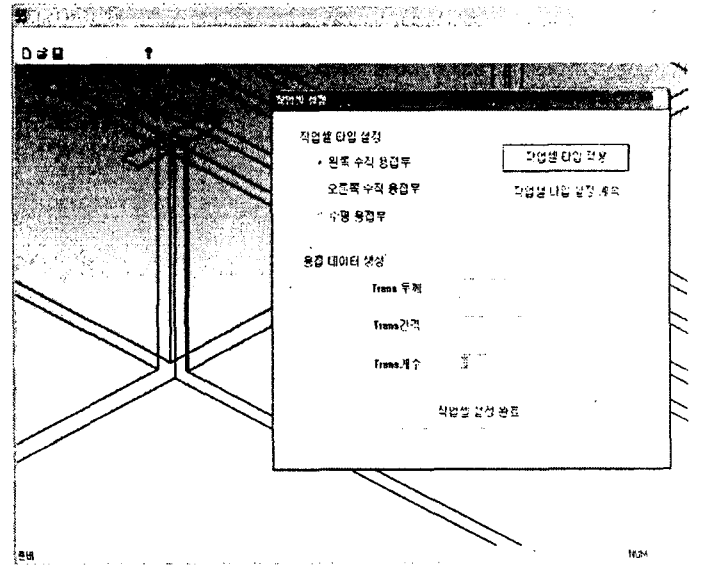


Fig. 6-4 용접부 선택 모습

모든 용접부가 선택되어지면 용접 데이터 생성란에 기본 입력값을 넣고 작업셀을 설정을 완료한다.

Trans두께 입력은 마주보는 용접부(트랜스 뒤면)의 용접 작업 교시점 데이터를 생성하기위한 입력값이고 Trans간격과 Trans개수는 Y축 방향에 놓인 나머지 작업셀의 용접 작업 교시점 데이터를 생성하기위한 입력값이다.

Fig. 6-5 은 기본 입력값을 넣은 모습을 나타내고 있다.

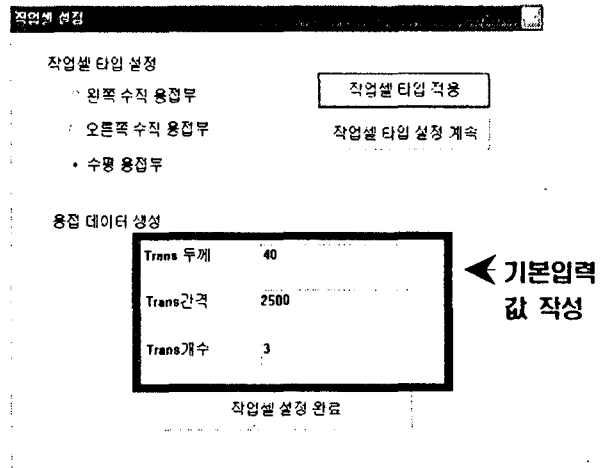


Fig. 6-4 기본 입력값 작성

작업셀 설정을 완료하면 선체 조립 블록에서 길의 방향의 모든 용접 작업 교시점 데이터가 트랜스를 기준으로 마주보면서 용접 작업을 할 수 있도록 두개의 파일이 만들어진다. Fig. 6-6과 Fig. 6-7은 Table.4-1과 같은 형식으로 출력되어진 용접 작업 교시점 데이터의 일부이다.

좌표(X)	좌표(Y)	시속(Q)	보기(S)	도움말(M)
b1	1185.0	2520.0	400.0	90.0
a2	1185.0	2520.0	387.7	90.0
a3	1185.0	2520.0	375.3	90.0
a4	1185.0	2520.0	363.0	90.0
a5	1185.0	2520.0	350.7	90.0
a6	1185.0	2520.0	338.3	90.0
a7	1185.0	2520.0	326.0	90.0
a8	1185.0	2520.0	313.7	90.0
a9	1185.0	2520.0	301.3	90.0
a10	1185.0	2520.0	289.0	90.0
a11	1185.0	2520.0	276.7	90.0
a12	1185.0	2520.0	264.3	90.0
a13	1185.0	2520.0	252.0	90.0
a14	1185.0	2520.0	239.7	90.0
a15	1185.0	2520.0	227.3	90.0
a16	1185.0	2520.0	215.0	90.0

Fig. 6-6 첫번째 robot를 위한 용접 작업 교시점 데이터

좌표(X)	좌표(Y)	시속(Q)	보기(S)	도움말(M)
b1	1185.0	2480.0	400.0	90.0
b2	1185.0	2480.0	387.7	90.0
b3	1185.0	2480.0	375.3	90.0
b4	1185.0	2480.0	363.0	90.0
b5	1185.0	2480.0	350.7	90.0
b6	1185.0	2480.0	338.3	90.0
b7	1185.0	2480.0	326.0	90.0
b8	1185.0	2480.0	313.7	90.0
b9	1185.0	2480.0	301.3	90.0
b10	1185.0	2480.0	289.0	90.0
b11	1185.0	2480.0	276.7	90.0
b12	1185.0	2480.0	264.3	90.0
b13	1185.0	2480.0	252.0	90.0
b14	1185.0	2480.0	239.7	90.0
b15	1185.0	2480.0	227.3	90.0
b16	1185.0	2480.0	215.0	90.0

Fig. 6-7 두번째 robot를 위한 용접 작업 교시점 데이터

위에서 만들어진 용접 작업 교시점 데이터를 가지고 실제적으로 데이터를 검증하는 과정으로 여기서는 개발한 로봇 프로그램을 이용하여 IGRIP에서 시뮬레이션을 수행하였다.

Fig. 6-8은 두 로봇이 한개의 trans를 기준으로 용접 작업을 수행하는 시뮬레이션을 하는 모습이다.

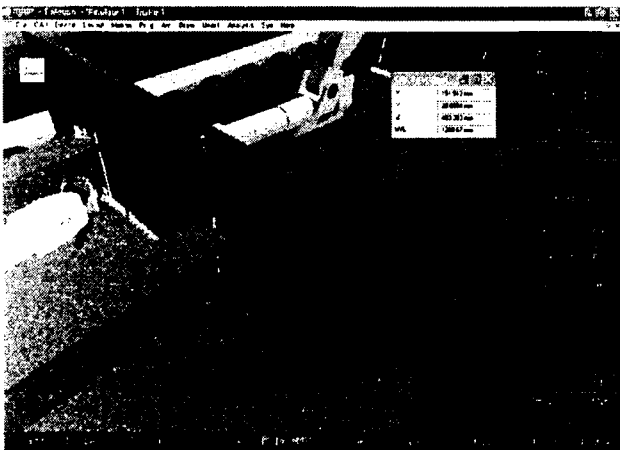


Fig. 6-8 IGRIP에서 용접 작업이 수행되는 모습

7. 결 론

본 연구에서는 OLP시스템을 위한 용접 작업 교시점 데이터를 자동으로 추출 하여 로봇 프로그램을 자동 생성하는 프로그램을 개발하고 그 데이터의 검증을 위해 가상 생산 시뮬레이션을 수행하였다.

CATIA를 이용하여 선체 조립 블록을 모델링하여 IGES파일로 변환하고 Visual C++(MFC기반)과 Open GL을 이용하여 용접 작업 교시점 데이터를 추출 할 있는 프로그램을 개발하였다. 그리고 개발한 로봇 프로그램을 가지고 가상생산 시뮬레이터인 IGRIP을 통해 시뮬레이션을 함으로써 검증하였다.

용접 작업 교시점 데이터를 자동으로 추출함에 있어서는 만족할 만한 성과를 이루었으며 시뮬레이션 역시 무리 없이 수행되었다. 하지만 용접 작업 교시점 데이터 추출 프로그램에서 와이어 프레임 형상을 자동으로 모델링 하는 과정에서 곡선 형태를 표현하는 부분에 프로그램이 개발되지 않아 다소 프로그램이 미흡하여 이에 보완 적인 프로그램 개발이 요구된다. 그리고 이전에 개발 되어진 선체 조립 블록 자동계획 시스템과 연계하여 통합된 자동 블록 조립 시스템을 구축할 계획으로 남아 있다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 특정 기초연구 사업(R01-2002-0000-00232-0)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사사를 드린다

참 고 문 헌

김성환, 김영일, 박상호, 박종천, 이상현, 정용호, 조경호 (2000). "CAD/CAM/CAE 시스템," 피어슨 에듀케이션 코리아, pp 325.

신동목 (2003). "전문가 시스템을 이용한 블록 조립 공정계획," 한국해양공학회지, 제 17권, 제1호, pp67-71.

조규갑, 유광열, 최형림, 이수홍, 정동수, 윤성태 (1995). "선각내업 공정설계 자동화시스템의 개발," 산업공학, 제8권, 제2호, pp. 41-52.

정경규, 정동연, 신행봉, 장영희, 한성현, 이만형(2000), "OLP를 이용한 스카라 로봇의 통합제어 시스템 설계", 한국공작기계학회 추계학술대회 논문집 pp.119

박상호, 박종욱, 한순홍, 최, 양정삼, 이병훈(2003), "IGES CAD 데이터 교환에서 오류진단 시스템", 한국 정밀공학회지 제 20권 제 10호 pp.218

최해진, 이수홍 (1997). "WWW와 연계된 선박 조립 구조물의 분할 CAD 모듈 개발," 한국 CAD/CAM 학회논문집, 제 2권, 제 4호, pp267-275.

한영근, 김기범, 김종화, 박강, 서운호, 신동목, 정봉주 (2002). "생산자동화와 CIM," 시그마프레스, pp665.