

SFC/POP 연계형 DNC 시스템 구현

최정희¹ · 김재균¹ · 이동현² · 최인집³

¹울산대학교 수송시스템공학부/ ²부산대학교 산업공학과/ ³현대정보기술(주) 중공업IT실

Development of the DNC System for SFC/POP

Junghee Choi¹ · Jaegyun Kim¹ · Donghyun Lee² · Injib Choi³

In this paper, we propose an architecture of the DNC system for Shop Floor Control/Point of Production(SFC/POP). The DNC system to be presented this paper retrieves line-up sheets which include the drawing information, making a index database for line-up sheets, NC programs and tool adjustment data. And it is interface with a raw material, jig and tool information. Also, the DNC system transmits operation information to real workers rapidly, and supports realtime monitoring by collecting the state information of machines directly. In the analysis and design phases, this paper models realtime events using the state transition diagrams. In the implementation phase, we use the ORACLE DBMS(Database Management System) as the DBMS and Developer 2000 and Microsoft Visual C++ 5.0 as the programming tools.

1. 서론

가공을 위한 운용기술로서 DNC(Distributed Numerical Controller)(김선호 외, 1995; 1998; 송준엽 외, 1998)는 상위단계에서 이루어지는 생산계획 및 생산관리의 실행을 통해 제품을 생산하는 역할을 담당하며, 주로 현장용 컴퓨터를 이용하여 공작기계 및 주변장치를 제어하기도 하고 감시하기도 한다. 이러한 DNC 기능은 좁게는 컴퓨터와 CNC(Computerized Numerical Controller) 공작기계 간의 데이터 통신(주로 NC 프로그램)으로 넓게는 생산라인의 무인화, 가공계획, 공정관리까지 확대된다(김선호 외, 1995).

초기의 DNC는 금형과 같이 장시간 가공을 요하는 NC 프로그램을 컴퓨터의 저장능력을 이용해 Tapeless 가공을 위해 이용되어 왔으나, 최근의 가공 시스템에서는 상위시스템에서 제공하는 계획정보를 이용한 가공 데이터를 CNC 공작기계로 전송함으로써 잦은 프로그램 교환이 필요하고 또한 체계적인 관리 필요성에 의해 분산제어 시스템적인 면이 더욱 강조되고 있다. 즉, 소품종 대량생산체제에서 다품종 소량생산체제로의 변화에 대응하기 위해 이에 대한 생산규모나 생산형태에 적합한 관리 제어 시스템으로의 발전이 가속화되고 있다.

DNC에 관련한 연구를 살펴보면, 과거에는 호스트 컴퓨터와 LAN 구성에 의해 각 CNC 공작기계로 PC를 한 대씩 두고 이를 단말기로서 이용하는 방법(김선호 외, 1995)을 사용하였다. 이

방법은 NC 프로그램 관리가 주된 기능이며, 단위 가공품 가공 시간이 비교적 긴 금형공장에서 주로 적용되었다. 최근에는 상위시스템에서 제공하는 계획정보를 이용한 가공, 제어기능과 생산현장에서 발생하는 생산정보를 추출하여 관리하고 상위시스템에 제공할 수 있는 분산형이며 독자적 운영이 가능한 방법(송준엽 외, 1998)을 사용한다.

이러한 기존의 논문에서는 RS-232C와 PLC(Programmable Logic Controller)에 대한 통신방법 및 DNC 시스템 그 자체의 기능에 대한 문제를 주로 다루었고, 상위 시스템과 연계되는 DNC에서 발생하는 이벤트를 처리하는 동적 모델링 관점에 대해서는 다루지 않고 있다.

본 논문에서는 동적 모델링 관점에서 터빈·발전기(T/G: Turbine and Generator)(정용길 외, 1998) 가공공장의 상위 시스템인 SFC/POP 내의 계획정보와 하위 시스템인 DNC 시스템과의 연계성을 분석하고, SFC 시스템과의 연계가 용이한 PAC(Production Activity Control) 구조를 기반으로 하는 시스템 아키텍처를 제시 및 구현한다. 본 시스템에서는 도면정보를 유기적으로 연결하고, T/G 가공에 필요한 작업절차서(LINE-UP Sheet)와 NC 프로그램/공구 보정 데이터를 인덱스 데이터베이스화한다. 또한 NC 공작기계의 가동률에 중요한 영향을 미치는 것이 공구(김철한 외, 1990)이므로 소재·지그(jig)·공구와의 연계를 위해 데이터베이스화한다. 생산정보를 빠르고 능동적으로 현장 작업자에게 전달하고, 또한 기계의 상태정보를 기계로부터 직접 수집하여 실시간 모니터링을 할

수 있는 시스템을 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 분석 및 설계단계에서는 SFC/POP과 연계된 DNC 시스템에서 발생하는 이벤트를 분석하고 모델링하여 상위 시스템에서 제공하는 생산계획정보를 이용한 가공과 생산현장에서 발생하는 실적정보를 실시간으로 직접 수집하고, 처리·분석하여 상위 시스템에 피드백시켜 시스템 운영에 반영한다. 모델링 도구로는 실시간으로 발생하는 이벤트(event)를 처리하기 위해 상태전이도(State Transition Diagram: STD)를 사용한다. 구현단계에서는 관계형 데이터베이스인 Oracle과 개발 도구인 Developer 2000, Microsoft Visual C++ 5.0을 사용한다.

2. PAC의 구조 및 동적 모델링에 대한 연구

2.1 PAC(Production Activity Control)의 구조

Bauer 등(1991)은 SFC를 위한 Factory Coordination과 PAC의 두 가지 서브 시스템을 제안하였다. 본 연구에서는 이러한 PAC의 구조하에서의 DNC 시스템을 구현하고자 한다. PAC의 구조가 가지는 이점은 SFC 시스템과의 연계가 용이하며 자체적으로도 분명하고 분리된 기능을 수립함으로써 생산중에 발생하는 문제를 정형화(formalize)하고 단순화할 수 있다. PAC의 구조는 스케줄러, 디스패처, 모니터, 물류 컨트롤러, 가공 컨트롤러와 같이 다섯 개의 구성 요소로 나누어진다. 스케줄러는 생산을 기본으로 하는 단기 계획을 생성한다. 디스패처는 스케줄러에 의해 생성되는 계획을 가공 컨트롤러와 물류 컨트롤러에 전달한다. 물류 컨트롤러는 물류 장비의 제어를 담당한다. 가공 컨트롤러는 가공작업의 실행을 제어한다. 모니터는 각각의 가공 컨트롤러와 물류 컨트롤러의 상태에 대한 데이터를 수집하여 작업의 흐름을 추적한다(Bauer et al., 1991; Duggan et al., 1991).

2.2 동적 모델링에 대한 연구

PAC의 구성요소 중 스케줄러에서 내려오는 스케줄과 같은 정적 정보와 물류 컨트롤러, 가공 컨트롤러에서 실시간으로 얻어지는 동적 정보들은 디지털, 아날로그 형태의 데이터이며, 실세계의 연속적이면서 또한 이산적이고, 반복적이며, 동시 발생적이며, 순차적인 데이터의 흐름을 가진다. 이러한 시스템에서는 동적인 상황에 대해서 포착할 수 있으며, 상황의 변화에 따라 유연하게 대처할 수 있을 뿐만 아니라, 전산 시스템에 응용될 수 있도록 수학적으로 정형화시킬 수 있는 모델링 방법이 요구된다.

최근에 이러한 요구사항들을 수용할 수 있는 모델링 방법들은 연속적인 실세계를 이산적인 이벤트들로 맵핑시키는데 초점을 두고 처음에 시도되었으며, 중요한 결과를 야기시킬 수 있는 이벤트를 나타낼 수 있는 상태의 변화와 이벤트 결과로

서의 상태를 나타내는 형태로 발전되었다. 이러한 이산적인 이벤트들을 토대로 시스템을 동적 모델링하는 기법들로 Petri Nets(야창수 외, 1998)와 STD(Barker et al., 1992) 등이 있다.

앞에서 제시된 동적 모델링 기법들은 문제를 단순하고 명확하게 하고 설계자와 개발자 간의 의사소통의 도구가 되며, 전산 기술의 발전으로 인하여 모니터링 시스템 및 시뮬레이터의 개발을 가능하게 한다.

Petri Net은 상호 작용하는 동시 발생 구성 요소를 갖는 이산 이벤트 시스템을 모델링하고 설계할 수 있는 도식화된 도구로서 동시적, 비동기적, 분산적, 병렬적, 비확정적 그리고 확률적인 현상을 갖는 시스템을 묘사하고, 분석 연구하는 데 유익하다. Petri Net은 place, transition, arc, token으로 나타낼 수 있다.

STD는 시스템에서 이벤트들이 순차적이며, 반복적으로 발생하는 이벤트들로 구성된 순차적 시스템 모델링하는 도구로서, 외부의 요청이나 메시지에 의해 반응하여 상호작용을 취할 수 있는 상태(state)의 순서를 도식화한 것이다. STD는 상태와 전이(transition)로 구성되며 상태는 원으로 표현하며 상태 시작은 이중 원으로 표현한다.

본 연구대상 업체인 "H"사의 터빈·발전기 가공공장의 SFC/POP과 연계된 DNC 시스템은 이벤트들이 순차적으로 발생하고 반복적이며, 상태가 정확하게 묘사된다. 따라서 본 논문에서는 SFC/POP과 연계된 DNC 시스템에 적합한 모델링 도구로서 STD를 선택한다.

3. 시스템 분석 및 설계

3.1 시스템 분석

연구대상 업체 "H"사의 터빈·발전기 공장은 화력 및 원자력 발전소용 스팀 터빈(steam turbine)·발전기(generator)와 복합 화력 발전소용 가스터빈·발전기 생산을 위한 시설을 갖추고 있다. 약 3천 5백억 원을 투자하여 폭 115m, 길이 600m의 초대형 공장에서 연간 500 ~ 1,300MW급 대형 화력 및 원자력 발전소용 스팀 터빈 발전기와 100MW급 가스터빈 발전기 5기를 턴키 베이스로 수행할 수 있는 생산능력을 갖추고 있다.

터빈·발전기 공장은 크게 대형 제관공장, 로터 샤프터, 제너레이터 샤프터, 대형품 가공공장, 조립 시운전 공장, 발전기 조립공장 코일제작 공장, 전동기 제작 공장 등으로 구성되어 있다. 주요 설비는 고속 진공 평형 시험설비, 대형 플라노미터, 대형 수평 보링 및 홈 가공설비, 양측면 가공설비, 진공가압 합침장비, 테이핑 등의 생산시설을 갖추고 있다.

제품 생산에 관한 기술은 미국의 Westinghouse사와의 기술 제휴를 통해 50MW ~ 1,300MW급 가스 터빈(gas turbine) 발전기의 입찰, 설계, 제작, 품질보증 등 전 분야의 기술 및 Know-how를 바탕으로 100% 국산화 기술을 마련하고 있으며, 대형 발전 보일러와 탈황설비에 대해서는 미국의 B & W사와

표 1. 주요 생산 제품과 처리능력

제 품 명		Nomianl rating	연간 생산 능력
Turbine	화력 및 원자력 발전소용 Steam Turbine	50MW ~ 1,300MW	3,000MW
	복합 화력 발전소용 Gas Turbine	50MW ~ 160MW	
	LNG 선박용 Steam Turbine	15.4MW ~ 36.7MW	
Generator	화력 및 원자력 발전소용 Generator	50MW ~ 1,300MW	4,000MW
	복합 화력 발전소용 Gas Turbine	50MW ~ 160MW	

수력발전 설비에 대해서는 독일의 VOITH사와 그리고 보일러 Feedwater Pump에 대해서는 일본의 MHI사와의 기술제휴를 통하여 축적하고 있다(정용길 외, 1998).

터빈·발전기 공장의 생산방식은 전적으로 주문에 의해 이루어지는 수주생산방식(Make-to-Order)이며, 일반적으로 한 번의 주문에 대해 주문량은 하나인 경우가 대부분이다. 생산되는 제품의 종류로는 스팀 터빈, 가스 터빈, 박용 터빈, 발전기 등이 있다. <표 1>은 터빈·발전기 공장에서 생산되는 주요 제품에 대한 nominal rating과 연간 생산능력을 나타낸 것이다.

본 연구대상 업체에서는 DNC 시스템과 관련하여 다음과 같은 문제점들이 있다.

- 1) 도면정보가 유기적으로 연계된 작업절차서 및 NC 프로그램을 전송하는 온-라인이 부재하므로 Paperless화가 어렵고 수정이 발생하면 현장에 다시 배포해야 하는 문제가 있다.
- 2) 실시간 장비 가동 상태를 알 수 없어 정확한 장비의 정밀 가동률 분석이 어려워 고가 장비를 효율적으로 사용하기 힘들다.
- 3) 공구는 해당 작업일에 대해 신청을 하여 작업함으로써 공구가 없는 경우 작업이 어렵다.
- 4) 장비가 대형인 경우는 NC 프로그램 전송을 위해 두 명의 작업자가 장비와 밀리 떨어진 컨트롤 판넬에서 서로 수신호에 의해 전송을 하는 어려움이 있다.
- 5) 대형 장비인 플라노밀러는 이동하면서 가공함으로써 이동장비에 DNC PC 설치 및 통신을 위한 케이블 설치의 어려움이 있다.
- 6) 작업절차서, NC 프로그램, 지그·소재·공구의 유·무에 대한 정보를 작업지시 이전에 파악할 수 없으므로, 관련 정보들의 유·무를 고려하지 않고 작업지시되므로 공정 중 대기시간이 길어진다.
- 7) 현재 SEC/POP 작업지시 시스템에 의해 현장의 작업자에게 작업지시 되는 정보의 기반에 PC와 CNC 동작기계 간의 통신을 위한 정보를 연결하는 어려움이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 도면정보와 유기적으로 연계된 작업절차서 및 NC 프로그램을 위한 인덱스 데이터베이스의 구축, 장비에 릴레이(relay)를 설치하여 RS232 케이블 연결로 장비 가동상태 분석, NC 프로그램 온-라인 전송, 작업

지시 전에 관련정보 확인 기능, 작업절차서 및 NC 프로그램을 서버의 특정 디렉토리에 저장, 상위시스템과 연계된 DB 구성이 필요하다.

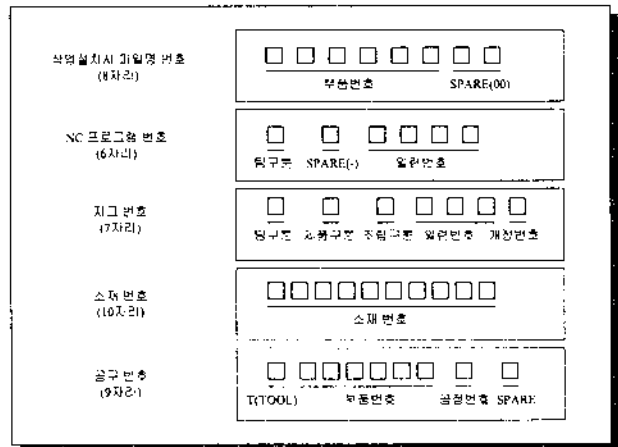


그림 1. DNC 관련 번호체계.

DNC와 관련한 DB 구성을 위해 <그림 1>과 같이 작업절차서 파일명, NC 프로그램 파일명, 지그번호, 소재번호, 공구번호에 대해 알 필요가 있다. 작업절차서는 엑셀 파일로 되어 있으며 파일명은 8자리로 구성되며, 첫째에서 여섯째는 부품번호를 의미하고, 일곱째는 SPARE(00)를 의미하고, 확장자는 'XIS'이다. NC 프로그램의 파일명은 6자리로 구성되며, 첫째는 팀구분(A-대형팀, B-중형팀, C-BLADE팀, D-기타)을 의미하고, 둘째는 SPARE를 의미하고, 셋째에서 여섯째는 일련번호를 의미하고, 확장자는 없다. 지그번호는 7자리로 구성되며, 첫째는 팀구분(A-대형팀, B-중형팀, C-BLADE팀, D-기타), 둘째는 제품구분(T-TURBINE, G-GENERATOR, F-기타), 셋째는 조립구분(1-총 조립도, 2-부분 조립도, 3-부품도), 넷째에서 여섯째는 일련번호, 일곱 번째는 개정번호를 의미한다. 소재번호는 10자리로 구성된다. 공구번호는 9자리로 구성되며, 첫째는 공구를 의미하는 'T'를 사용하고, 둘째에서 일곱 번째는 부품번호를 의미하고, 여덟 번째는 공정번호를 의미하고, 아홉 번째는 SPARE이다.

서버에는 DNC 관련 데이터베이스와 작업절차서 및 NC 프

로그래밍이 있다. LINE-UP 등록 DB에는 앞에서 설명한 작업절차서, NC 프로그램, 지그번호, 소재번호, 공구번호의 자릿수로 필드를 구성하여 인덱스 및 관련 정보를 입력한다. 작업절차서와 NC 프로그램은 서버의 작업절차서 디렉토리와 NC 프로그램 디렉토리에 파일을 가지고 있으며, LINE-UP 등록 DB의 작업절차서, NC 프로그램명의 인덱스에 의해 파일들은 시스템에서 사용된다.

3.2 시스템 구조

SFC/POP과 연계된 DNC 시스템의 구조는 <그림 2>와 같이 구성할 수 있다. 생산계획에서 수립된 공사별 부품별 단위작업별 착수 및 완료 일정을 기반으로 작업계획을 수립한다. 작업계획에서는 공사별 부품별 단위작업별 일자별로 일정이 수립된다. 작업계획에서 수립된 정보를 가지고 작업지시를 할 때 해당 단위작업의 작업절차서, NC 프로그램, 지그·소재·공구의 유·무를 표준정보로부터 확인하여 모두 있는 경우는 작업지시가 가능하도록 하고, 없는 경우는 작업지시가 불가능하도록 조치함으로써 공정 중 대기시간을 줄일 수 있다. 현장용 컴퓨터를 이용한 장비 컨트롤러는 작업자가 장비별 작업지시 내용을 조회하고 해당작업의 작업절차서가 있는 경우는 엑셀(Excel) 파일로 작성된 작업절차서를 조회하여 작업절차에 따라 작업을 한다. NC 프로그램이 있는 경우는 NC 프로그램을 조회하여 CNC 장비에 NC 프로그램은 전송한다. 모니터링은 CNC 장비의 가동/비가동/고장 정보를 실시간 수집하여 장비의 가동 상태 및 고장 현황을 파악한다. 표준정보는 작업절차서 및 NC 프로그램/공구 보정 데이터의 인덱스 데이터베이스, 소재·지그·공구의 관련 정보 등을 포함한다.

고되면 지그 등록 후 마코드 부착; 3) CAD/CAM실에서 공구실로 전송한 공구 리스트의 공구가 준비되면 공구실에서는 바코드를 통해 공구 완료 처리; 4) CNC 장비의 컨트롤 패널로부터 10초 간격으로 장비 가동/비가동 모니터링; 5) 5분 단위의 CNC 장비 가동/비가동 실적 처리; 6) 장비 고장시 장비 고장신고로 공무부 고장 수리, 장비 고장시 대체 장비로 재작업지시; 7) RS-232C를 통한 CNC 장비에 NC 프로그램 전송 등이 있다. 이와 같이 실시간으로 일어나는 이벤트의 STD 모델링은 <그림 3>과 같이 bubble 기호를 사용하였다.

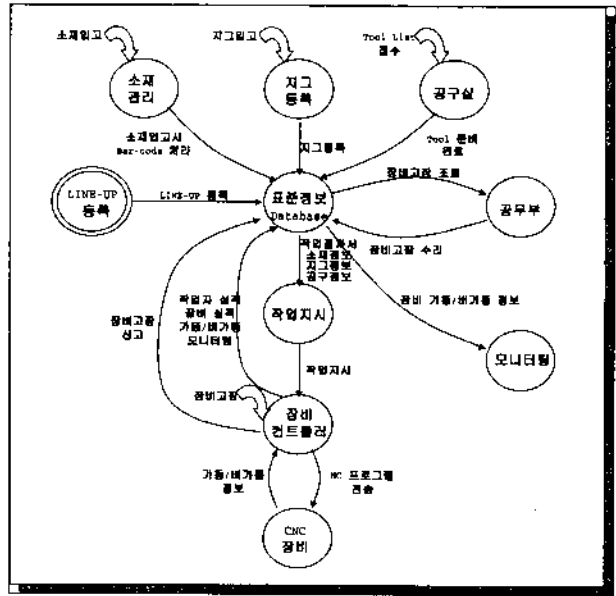


그림 3. 시스템의 상태전이도.

시스템의 흐름은 <그림 3>과 같이 표준정보, 즉 소재, 지그, 공구대표번호, NC 프로그램명, 작업절차서 파일명 등을 등록하여 표준정보 데이터베이스에 저장하고, 소재 입고시 바코드로 소재 데이터베이스에 저장하고, 지그 입고시 지그 데이터베이스에 저장하고, 공구실에서 공구 리스트가 완료되면 바코드로 작업절차서 등록 데이터베이스의 공구대표번호의 상태 필드를 'Y'로 업데이트한다. 작업지시는 표준 정보의 데이터베이스로부터 확인하여 공사별 부품별 단위작업별로 작업지시를 한다. 장비 컨트롤러에서는 단위작업별 작업절차서, NC 프로그램, 지그, 소재, 공구의 유·무를 데이터베이스로부터 확인하여 작업지시된 내용을 조회하여 가공 데이터가 필요한 경우는 NC 프로그램을 RS-232C를 통해 CNC 장비에 전송하고, 작업절차서를 화면을 통해 조회하여 작업하고, CNC 장비의 릴레이 접점으로부터 장비의 가동/비가동 상태를 RS-232C를 통해 수집하여 데이터베이스에 업데이트하고, 작업자는 작업실적 정보를 입력한다. 장비 모니터링 화면에서는 장비의 릴레이 접점으로부터 수집된 데이터베이스를 통해 장비의 가동/비가동 상태를 모니터링한다. 장비고장이 발생하면 장비 컨트롤러의 장비고장 신고 화면을 통해 입력하면 공무부에서 장비고

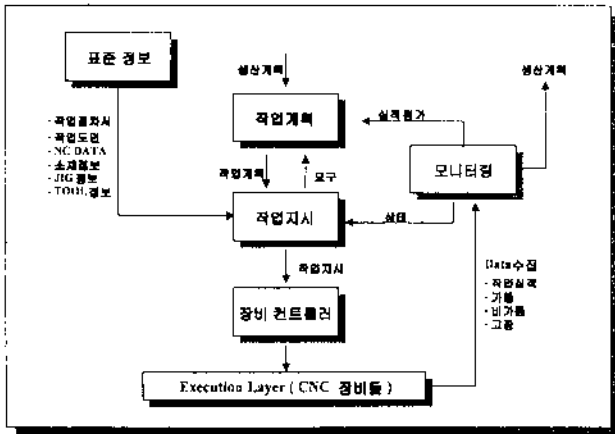


그림 2. SFC/POP과 연계된 DNC 시스템의 구조.

3.3 시스템 설계

DNC 시스템에서 발생하는 이벤트는 1) 소재가 입고되면 무선 단말기를 통해 바코드(Bar Code) 처리; 2) 새로운 지그가 입

공사에 해당하는 부품별 단위작업의 공정순번에 해당하는 NC 프로그램을 조회하고, NC 프로그램을 CNC 장비에 전송하고, NC 프로그램을 CNC 장비로부터 수신하고, 전송과 수신한 NC 프로그램을 비교하고, 통신 파라미터를 설정한다.

4) 작업자 실적 시간 입력 가능

공사에 해당하는 부품별 단위작업의 공정순번의 작업내용을 완료하였을 때 작업자의 완료 시간을 입력하는 기능이다. 완료 시간이 입력되면 실적이 데이터베이스에 저장된다.

5) 장비 가동 모니터링

각 장비에 설치되어 있는 릴레이(relay)로부터 수집된 정보를 이용해 데이터베이스에 갱신하게 된다. 가동 모니터링 기능은 데이터베이스의 내용을 실시간 모니터링하여 장비의 가동/비가동/고장 정보를 나타낸다.

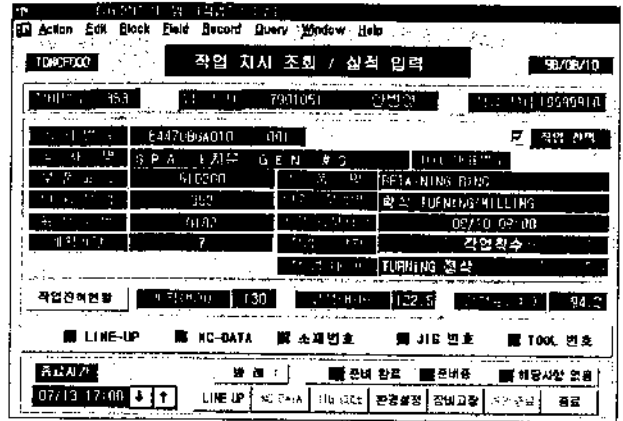


그림 6. DNC 메인 화면.

4.3 프로그램 구현

<그림 6>과 같은 DNC의 메인(main) 화면을 통해 작업자는 공사에 해당하는 부품의 단위작업에 공정순번에 의해 지시된 작업지시 내용을 조회한다. 단위작업의 작업절차서, NC 프로그램, 소재, 지그, 공구가 있는 경우 그림의 하단 부분과 같이 체크 상태가 파란색으로 된다. 작업절차서 및 NC 프로그램이 있으면 작업절차서 및 NC 프로그램 조회 버튼은 활성화된다. 작업절차서의 버튼이 활성화되면 작업절차서의 액셀 파일을 인덱스 데이터베이스화에 의해 <그림 7>과 같이 조회가 가능하고, NC 프로그램 조회 버튼이 활성화되면 NC 프로그램을 인덱스 데이터베이스화에 의해 조회가 가능하고 CNC 장비에 NC 프로그램을 전송한다. 또한 단위작업별 작업 진척현황을 볼 수 있다.

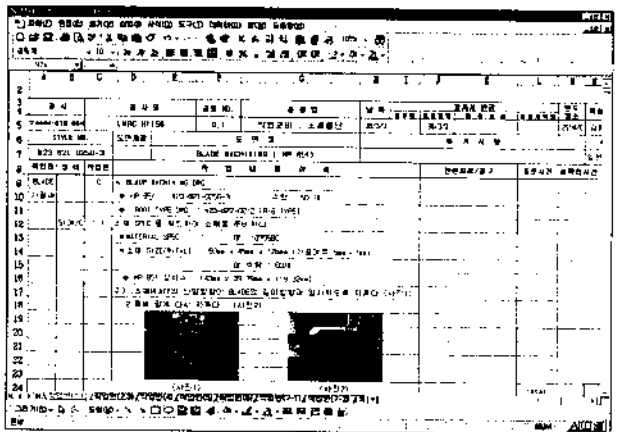


그림 7. 작업절차서 조회 화면.

<그림 8>은 NC 프로그램 및 공구 보정 데이터를 조회 및 전송하는 화면이다. 화면의 우측 목록에는 CNC 장비에 전송할 NC 프로그램과 공구 보정 데이터를 표시하고 화면의 좌측에는 특정 NC 프로그램을 장비에 전송할 경우 직접 디렉토리를 선택하여 전송할 수 있다. 전송 버튼을 누르면 장비 컨트롤러 컴퓨터에서 CNC 장비에 NC 프로그램을 전송할 수 있고, 설정 버튼을 누르면 사용자는 통신 포트에 대한 전송률, 데이터 비트, 패리티 등의 파라미터를 변경할 수 있다.

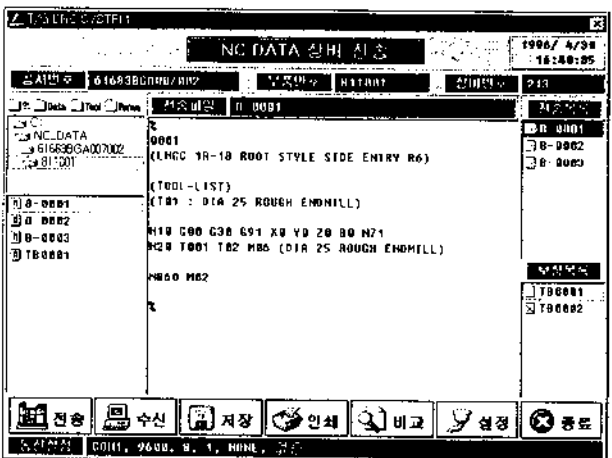


그림 8. NC 프로그램 조회/전송 화면.

<그림 9>는 CNC 장비의 릴레이 접점으로부터 장비의 가동/비가동 상태를 RS-232C를 통해 실시간 모니터링하는 화면이다. 가동인 경우는 파란색으로 표시되며 비가동인 경우는 고장 신고 데이터베이스를 확인하여 고장인 경우 빨간색으로 고장을 표시하고 고장이 아닌 경우는 노란색으로 비가동을 표시한다. 마우스를 움직여 고장 표시인 빨간색 근처로 이동하면 그림 하단에 장비번호, 장비명, 고장코드, 고장내용, 고장발생시각, 사번, 성명 등이 표시되어 고장 상황을 알 수 있다.

4.4 적용결과 및 분석

연구대상인 터빈·발전기 가공공장에서 SFC/POP과 연계된 DNC 시스템을 구축하여 적용한 결과 다음과 같은 효과가 있

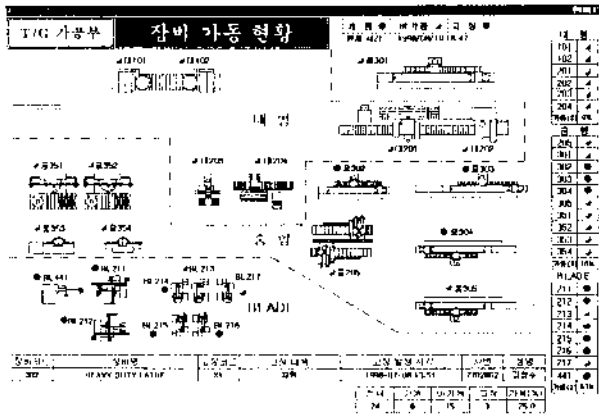


그림 9. 장비 가동 모니터링 화면.

다.

- 1) 도면정보가 유기적으로 연계된 작업절차서를 온-라인 조회로 현장의 Paperless화를 하였다.
- 2) 장비가 대형인 경우는 NC 프로그램 전송을 위해 두 명의 작업자가 서로 수신호에 의해 전송을 하였으나 시스템 구축 후에는 한 명의 작업자가 전송을 하였다.
- 3) 작업절차서, NC 프로그램, 지그·소재·공구의 준비 유·무를 사전에 파악하여 지사하므로 공정 중 대기시간을 줄였다.
- 4) 작업해당 일자에 공구 대여하는 업무를 작업지시 전에 CAD/CAM실에서 공구리스트를 공구실에 전송하고, 공구실에서는 공구준비 상태를 작업일 전에 데이터베이스에 업데이트하는 업무 개선으로 태여 처리 시간을 줄였다.
- 5) 실시간 모니터링으로 정미 가동률을 분석하여 장비의 가동률을 높였다.

시스템을 구축한 후 문제점으로는 두 가지가 있다. 첫째, 작업절차서는 엑셀(Excel) 파일로 작성되어 파일의 크기가 크고 디스크 용량 증가로 인하여 작업절차서의 데이터베이스 구축이 필요하다. 둘째, 모니터링 정보는 컨트롤 패널의 릴레이 접점으로부터 단순한 장비의 가동/비가동 상태만 모니터링되므로 PLC의 인터페이스를 통한 보다 상세한 정보의 모니터링이 필요하다.

5. 결론

본 연구에서는 CNC로 이루어진 가공공장에 SFC/POP과 연계

되는 DNC 시스템의 구조를 제시하고, 시스템에서 실시간으로 발생하는 이벤트들을 처리하기 위하여 동적 모델링 기법인 STD를 사용하여 모델링을 하고, 이에 따라 DNC 시스템을 구현하였다.

개발된 시스템의 특징을 기능별로 요약하면, 도면정보를 유기적으로 연결한 작업절차서를 인텍스 데이터베이스에 의한 온-라인 조회, NC 프로그램 및 공구 보정 데이터를 장비에 온-라인 전송, 작업지시 전 소재·지그·공구, NC 프로그램, 작업절차서 유·무 확인, 정보의 공유화를 위한 표준 데이터베이스를 구축하였다. 또 현재의 작업 상황을 실시간으로 모니터링하고, 어느 시간에 집중적으로 비가동되었는지를 파악하여 정미 가동률을 분석하여 장비의 가동률을 높이고, 가공실적을 생산계획 수립하는데 제공한다. 생산계획에서 제공하는 계획정보를 이용한 가공과 생산현장에서 발생하는 정보를 실시간으로 직접 수집하고, 처리·분석하여 생산계획에 피드백하여 시스템 운영에 반영하고 실시간 발생하는 이벤트를 처리하였다.

참고문헌

- 김선호 외 (1995,1), *DNC 시스템 개발 최종보고서*, 한국기계연구원, 통상산업부.
- 김선호, 송준엽, 박정하, 임주택 (1998), 생산장비의 Client-Server화 연구, '98 춘계IE/MS 공동학술대회 논문집, 경성대학교, Session C 13.5.
- 김선호, 이승우, 안남식, 김성복, 안중환 (1995), DNC 시스템 개발, *한국정밀공학회지*, 12(12), 19-29.
- 김철한, 김은엽, 김광수, 김선호, 이훈식 (1990), 선반가공자동화를 위한 공구관리 시스템의 개발, *산업공학회지*, 3(2), 13-22.
- 서기성 (1997), 교육용 DNC 시스템의 운영 소프트웨어 개발, *산업공학회지*, 10(1), 135-143.
- 송준엽, 구평희, 임주택 (1998), 가공shop의 MES/DNC 시스템 개발, '98 춘계IE/MS 공동학술대회 논문집, 경성대학교, Session B 07.3.
- 이승우, 이재종 (1995), Shop Floor 연계형 공구관리시스템 개발, *산업공학회지*, 8(4), 191-200.
- 이창수, 김선호 (1998), Workflow Management를 위한 분석 및 설계, '98 춘계IE/MS 공동학술대회 논문집, 경성대학교, Session B 07.3.
- 정용길, 문치용, 최정희, 이동현, 김재균 (1998, 1), *터빈·발전기 생산계획 시스템 개발 최종보고서*, 울산대학교 생산성연구소.
- Barker, R., Longman, C. and Barker, B. (1992), *CASE*METHOD: Function and Process Modelling*, R.R. Donnelly & Sons, U.S.A.
- Bauer, A., Bowden, R., Browne, J., Duggan, J. and Lyons, G.J. (1991), *Shop Floor Control Systems: From Design to Implementation*, Chapman and Hall, London.
- Duggan, J., and Browne, J. (1991), Production activity control: A practical approach to scheduling, *International Journal of FMS*, 4, 79-103.
- Langer, G. (1997), Shop Floor Control(SFC) Basics, <http://www.pps.ipt.dtu.dk>.

**최정희**

1993년 울산대학교 전자계산학 학사
 1999년 울산대학교 산업공학 석사
 현재: 제론정보기술(주) 책임연구원
 관심 분야: POP, DNC, ERP, DB응용, Data
 Modeling, 제조시스템자동화 등

**이동현**

1985년 울산대학교 산업공학 학사
 1987년 동아대학교 산업공학 석사
 현재: 부산대학교 산업공학 박사과정 수료, 제
 론정보기술(주) 대표이사
 관심 분야: 생산스케줄링, CIM, PDM, DB 응
 용, WEB Application, ERP 등

**김재균**

1979년 인하대학교 산업공학 학사
 1981년 한국과학기술원 산업공학 석사
 1992년 한국과학기술원 경영과학 박사
 현재: 울산대학교 수송시스템공학부 교수
 관심 분야: CIM, PDM, DB 응용, 정보표준
 화, 통신망설계 등

**최인집**

현재: 현대정보기술(주) 중공업IT실 대리
 관심 분야: 통합정보시스템, POP, DNC, 일
 정계획시스템 등