

CORBA를 이용한 통합 감시 제어 시스템의 구축

주상윤*, 강병필**

Construction of CORBA Based Integration of Monitoring and Control Systems

Joo, S.-Y.* and Kang, B.-P.**

ABSTRACT

A monitoring and control system, as a broker to connect work-fields with higher departs, gives a great effect on capacity and reliability of a manufacturing system. However, it is very difficult to construct an integrated monitoring control system in a shop with diverse equipment. This paper proposes a CORBA based scheme to construct an integrated system for monitoring and control of equipment in a machining shop. The system is developed by applying the object oriented technology. Thus, its design and maintenance are not only easy but it can cope with variation of production situation flexibly. Finally, we introduce a prototype using a milling machine, a robot, PLC's, etc.

Key words : CORBA, Control and monitoring system, Machining shop, System integration.

1. 서 론

일반 제조업체들은 제조환경의 변화에 유연하게 대처하기 위하여 CIM, FMS 등의 첨단 생산시스템을 구축하려고 노력하고 있다. 하지만 현장에는 다양한 종류의 장비와 소프트웨어들이 존재하며 이를 통합하기에는 인력, 시간, 비용 등의 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 여러 연구들이 수행되었으며, 이를 생산시스템의 구축과 응용 소프트웨어의 개발부분으로 나누어 연구동향을 살펴본다.

우선, 생산시스템의 구축은 기존의 계층적인 시스템에서 객체개념을 도입하여 개방적이며 유기적인 시스템으로 발전하고 있다. 이를 위하여 MAP, Fieldbus 등의 산업용 네트워크(Industrial Network)¹⁾와, 통신망으로 연결된 자동화기와 컴퓨터 프로그램간의 실시간 데이터와 감시제어정보를 교환하기 위한 국제표준 메시지 교환규약인 MMS(Manufacturing Message Specification)^{2,3)}, 그리고 CNC의 제어기를 개방화시켜 장비간의 인터페이스 쉽게 하려는 개방형 컨트롤

러 OAC(Open Architecture CNC)⁴⁾에 대한 많은 연구들이 이루어지고 있다. 그들 중 본 연구와 관련이 깊은 것으로 생산장비 객체화에 대한 연구가 있었다⁵⁾. 이 연구에서는 개방형 가공 셀을 구축하기 위하여 MMS를 지원하는 장비와 MMS를 지원하지 않는 장비를 구분하여 FANUC 계열, 일반 공작기계, 개방형 컨트롤러를 가진 여러 CNC 공작기계에 대한 객체화 방안을 제안하고 있다. 이 방안은 여러 장비들에 적합한 MMS 게이트웨이 환경을 구성하여 객체화시킴으로써 MMS를 지원하는 네트워크로 연결하기 위함이었다. 하지만 아직까지 현장에 있는 대부분의 장비들이 MMS를 지원하지 않으며, MMS가 복잡하여 이를 지원하기 위한 소프트웨어의 개발이 어려워 실제 생산현장에 적용하기에는 여러 문제점을 가지고 있다⁶⁾.

응용 소프트웨어의 분야에서는 최근 네트워크와 컴퓨터 관련기술의 발달과 함께 분산처리 시스템이 보편화되고 있다. 따라서 다양한 이기종 컴퓨터 환경을 가진 기업의 정보시스템에서 프로그램의 상호운영성과 분산의 투명성을 제공하기 위하여 데이터와 응용 프로그램을 분산시켜 운영하고 있다. 하지만 분산시스템이 점차 복잡하고 다양하게 이루어짐

*중신회원, 울산대학교 산업공학과

**울산대학교 산업공학과

에 따라 응용 소프트웨어의 개발과 유지보수가 어려워지고 있는 실정이다. 이러한 문제점은 분산처리에 객체지향 개념을 적용함으로써 해결할 수 있었으며, 그 결과 분산처리 기술과 객체지향기술을 접목한 객체지향 분산컴퓨팅이 등장하였다¹⁰⁾. 이러한 기술을 실현하기 위한 표준이 OMG(Object Management Group)에서 제안한 OMA(Object Management Architecture)의 중추적인 역할을 수행하는 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)^{17,18)}이며, 최근 국외에서는 CORBA를 이용한 다양한 분야의 시스템 통합의 성공사례가 발표되고 있다¹⁹⁾. 반면에 국내에서는 CAD/CAM분야¹⁰⁾와 정보과학, 통신분야에서 일부 연구되고 있으며¹¹⁾, 제조분야에서의 적용은 이제 시도되고 있는 수준으로 포항제철소의 원료 프로세스 컴퓨터와 하역관제 컴퓨터 시스템간의 통합방안을 제안하고 prototype를 개발한 정도이다¹²⁾.

본 연구에서는 생산장비와 연동할 수 있는 소프트웨어를 개발함으로써 각 장비들을 객체화시키고, 객체간 통신표준인 CORBA를 기반으로 하여 통합 감시제어시스템을 구축하는 방안을 제안한다. 또한 prototype을 구현하여 일반 제조업을 위한 객체지향 시스템 통합방안으로 CORBA를 활용할 수 있음을 보이고자 한다. 본 논문의 2절에서는 CORBA에 대하여 간단히 소개한 후 3절에서는 객체화방안과 CORBA를 활용하여 감시제어시스템을 구축하는 방안을 설명한다. 4절에서는 제안한 방안으로 실험환경을 구성하여 prototype을 구현하고 마지막 5절에서는 결론을 기술한다.

2. CORBA와 감시제어 시스템

객체지향 기술과 네트워크 기술의 발달에 따라 분산처리 환경에도 객체지향기술을 접목한 객체지향 분산 컴퓨팅이라는 분야가 생겨났다. 객체지향 분산 컴퓨팅 기술은 개발자에게 어플리케이션 개발의 생산성을 향상시켜 주고, 사용자에게는 분산환경에서 투명하게 통합된 정보를 제공해 준다. 객체지향 분산컴퓨팅은 네트워크상의 분산된 객체를 기본으로 이기종 컴퓨터 시스템간의 상호운영 극대화를 목표로 하고 있다. 이를 위하여 객체에 대한 정의와 객체간 통신방식에 대한 전체적인 표준을 제정하기 위해 만들어진 단체가 OMG이다. OMG는 이기종 분산환경에서 소프트웨어의 재사용성, 이식성, 상호연동성의 향상을 목표로 하고 있다. CORBA는 OMG에서 제정한 분산객체 프레임 워크에서 ORB(Object

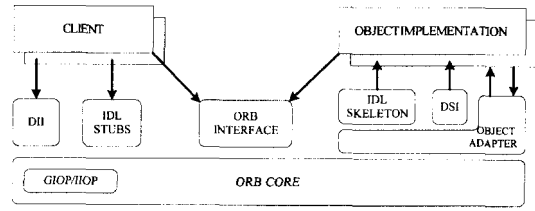


Fig. 1. CORBA architecture.

Request Broker)를 통하여 객체간 통신을 담당하는 중추적인 역할을 수행한다. CORBA는 ORB의 표준으로 정적인 호출과 동적인 호출, 고급언어 바인딩, 지역/원격 투명성, 기존 시스템과의 공존, 내장된 보안과 트랜잭션의 특징을 가진다. Fig. 1은 CORBA의 구조를 보여주고 있다.

CORBA의 ORB를 통한 객체간 통신은 각 객체들의 위치나 구현방법에 투명하게 연동할 수 있게 한다. 즉, 이기종 분산 환경에서 응용프로그램들이 서로 다른 시스템에서 실행되면서도 정보교환이 가능하다는 것을 의미한다. 이러한 점이 감시제어시스템의 개발에서 가지는 의미는 생산장비를 객체화시킬 경우 시스템의 객체지향 설계와 구축을 가능하게 한다는 것이다. 이는 생산장비를 감시제어 할 수 있는 소프트웨어를 개발하여 객체화하고, CORBA를 사용하여 시스템을 구축함으로써 가능하다. 또한, CORBA를 활용하여 시스템을 구축하면 기존에 사용하던 시스템을 그대로 사용하여 통합할 수 있으므로 통합 제조시스템을 구축하는데 효과적인 방안이다.

3. 감시제어시스템 구축방안

3.1 생산장비의 객체화

생산현장에서 사용되는 장비들은 다양한 메이커로부터 제작되었으므로 이들을 대상으로 통합된 감시제어시스템을 구축하는 것은 매우 어려운 문제이다. 더욱이 이미 감시제어시스템을 구축하고 있다고 하더라도 새로 장비를 추가하거나 소프트웨어를 도입하려고 할 경우에 많은 시간과 노력이 필요하다. 이러한 문제점을 해결하는 한가지 방법은 생산에 관련된 장비들을 객체화하는 것이다. 이렇게 장비를 객체화하는 경우 시스템의 설계, 개발 및 유지보수가 쉬워지는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 NC공작기계, 로봇, PLC(Programmable Logic Controller), 컨베이어, 구동기 등과 같은 생산장비들을 객체화하는 방안을 소개하고자 한다.

Fig. 2는 가공작업을 수행하는 공장의 모델로서 생

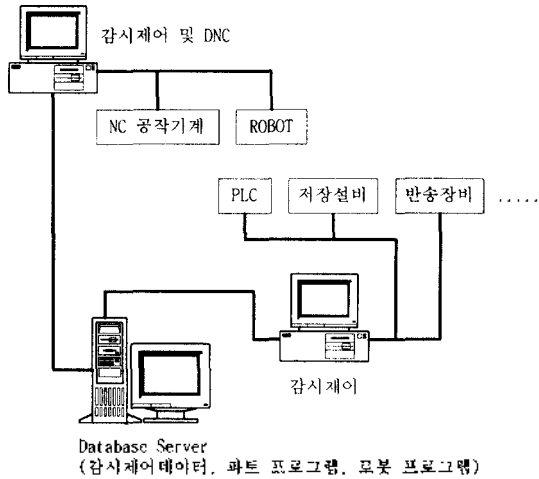


Fig. 2. Machining shop model.

산장비들과 그들을 운영하기 위한 컴퓨터들로 구성 되어 있다. 운영컴퓨터는 감시제어데이터, 파트프로그램, 로봇 프로그램을 저장하는 데이터베이스서버와 파트프로그램, 로봇 프로그램 전송을 위한 DNC(Direct Numerical Controller)기능과 감시제어 데이터 수집기능을 가진 컴퓨터 등으로 구성된다.

3.1.1 NC 공작기계의 객체화

NC 공작기계의 객체화 방안은 이미 연구된 바 있으며 Fig. 3(a)로 표현된다¹⁴⁾. 이것은 공장자동화 기기와 컴퓨터간의 국제표준 메시지 교환 규약인 MMS를 지원하기 위한 객체를 개발한 것이다. 그러나 본 연구는 CORBA를 활용하여 통합 감시제어시스템을

구현하는 것이 목적이므로 NC공작기계는 Fig. 3(b)와 같이 CORBA를 지원하는 객체로서 수정되었다. 일반적으로 NC 공작기계는 가공할 때 축들의 이동량을 계산하는 CNC, 외부와의 입출력을 담당하는 PMC(Programmable Machine Controller) 그리고, 모터와 같은 구동장치로 구성된다. 이러한 NC공작기계의 경우 컨트롤러 내의 PMC를 적절히 제어하게 되면 공작기계를 제어하거나 감시할 수 있다¹³⁾. 그림 Fig. 3은 NC공작기계 내의 PMC와 범용 통신기능을 가지는 PLC를 직접 연결함으로써 객체화한 것이다. 여기서 PMC는 공작기계를 구동하기 위하여 그리고 PLC는 다른 장비나 컴퓨터와 통신을 수행하기 위하여 사용된다. 한편, 컴퓨터는 감시제어와 파트 프로그램 전송을 위한 NC 통신모듈, CORBA와 연동을 위한 인터페이스 모듈로 구성된다. PLC를 통한 공작기계의 제어 및 공정상태의 모니터링은 관련된 PMC 접점과 PLC 접점을 1:1로 연결하며 PLC의 접점제어는 PLC의 주소를 통하여 제어한다. 이러한 방법은 공작기계의 메이커와 상관없이 대부분의 CNC에 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

3.1.2 로봇의 객체화

로봇은 상위레벨의 지시에 따라 동작하도록 되어 있으며 자동화 공장에서 적절히 작업을 수행하기 위해서 다른 기기들과의 통신은 필수적이다. 로봇은 각 축의 이동량을 계산하는 CNC, 외부와의 입출력을 담당하는 PLC, 모터와 같은 구동장치, 그리고 작업을 수행하기 위한 manipulator로 구성된다. 이러한 구성방식을 따르는 로봇의 경우 범용 통신기능을 이

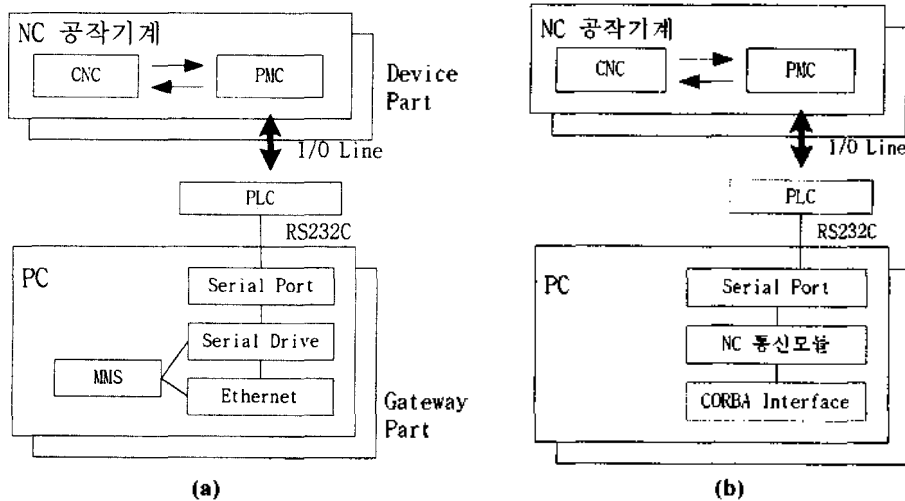


Fig. 3. Object oriented NC (a) MMS object, (b) CORBA object.

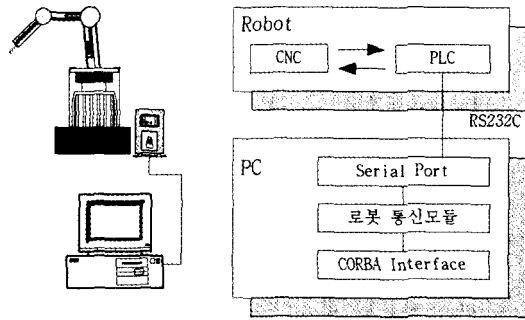


Fig. 4. Object oriented robot.

용하여 Fig. 4와 같이 객체화가 가능하다. 즉, 로봇의 PLC는 직렬통신을 통하여 PC와 연결되며 로봇과 주변기기를 감시제어한다. 또한, 외부 입출력 매크로 접점과 로봇 프로그램을 적절히 설계하면 로봇의 기동, 정지 등이 가능하며 이러한 방법으로 로봇의 기동, 정지, 프로그램 전송, 가동 여부를 확인할 수 있다. 컴퓨터는 로봇 프로그램 전송과 감시제어를 위한 통신 모듈과 CORBA 연동을 위한 인터페이스 모듈로 구성된다.

3.1.3 반송장비 및 저장설비의 객체화

반송장비나 저장설비의 경우 대부분 통신기능을 가지고 있지 않기 때문에 통신 기능을 가진 PLC를 통하여 객체화가 가능하다. PLC는 메모리에 저장되어 있는 프로그램을 해독하여 처리하는 CPU, 현장의 실제 외부기기들과 직접 접속되는 입출력부, 다른 PLC나 컴퓨터와의 통신을 위한 통신부로 구성된다. PLC의 입출력부에 반송장비, 운송장비 등을 연결하고 직렬통신을 통하여 컴퓨터와 연결하면 객체화가 가능하다. Fig. 5는 컴퓨터와 PLC의 통신기능을 이용하여 객체화시킨 것으로 PLC는 직렬통신을 통하여 컴퓨터와 연결되고, 반송장비나 운송장비는 입출력부를 통하여 직접 접속된다. 현재 PLC와 컴퓨터간의 통신은 RS232C, TCP/IP, 전용 통신 프로토콜 등을 사용할 수 있으나 본 연구에서는 대부분

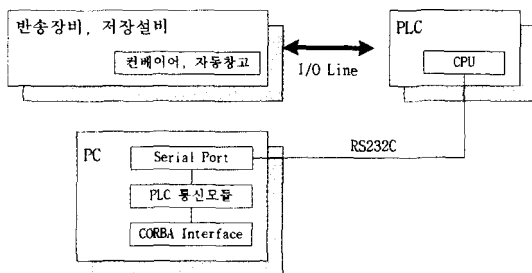


Fig. 5. Object oriented conveyor and AS/RS.

의 PLC가 지원하는 RS232C를 사용한다. 이러한 방법으로 반송장비나 저장설비의 기동, 정지, 현재 상태 등을 파악 할 수 있다. 컴퓨터는 PLC와의 통신을 위한 모듈과 CORBA 연동을 위한 인터페이스 모듈로 구성된다.

3.2 감시제어용 소프트웨어 개발

감시제어시스템에서 제공되어야 할 서비스는 클라이언트의 요청에 의한 서비스, 클라이언트의 요청 없이 수행되는 서비스, 그리고 파트 프로그램이나 로봇 프로그램의 전송 서비스이다. 클라이언트의 요청에 의한 서비스는 장비의 감시제어 정보를 제공하는 것이며, 요청없이 수행되는 서비스는 장비의 alarm 등이 발생하여 긴급히 클라이언트에게 알려주어야 될 상황에서 제공되는 서비스이다. CORBA에서는 기본적으로 동기통신방식을 사용하므로 클라이언트의 요청은 수행가능하며, alarm 등의 정보제공은 callback이나 event를 이용하여 비동기방식의 통신으로 처리할 수 있다. 여기서 callback은 클라이언트와 서버의 역할을 잠시 바꾸어 서비스를 제공하는 기능이며 이를 위하여 CORBA 인터페이스를 설계할 때 이 기능을 추가시켜 주어야 한다. event는 CORBA의 표준으로 확정된 서비스로서 event가 발생하면 클라이언트의 상태에 관계없이 event 정보를 채널에 넘겨주고, 클라이언트는 채널을 통해 event정보를 받을 수 있다. event 서비스는 CORBA 미들웨어에서 제공하는 라이브러리의 추가만으로 사용할 수 있으며, callback에 비하여 다양한 정보를 제공할 수 있고, 구현도 쉬운 장점을 가지고 있다. 파트 프로그램이나 로봇 프로그램의 전송은 클라이언트의 요청에 의해 이루어지나 전송할 프로그램의 양이 클 경우 클라이언트가 대기 중인 상태가 지속되므로 이를 방지하기 위하여 이벤트를 이용한 단방향 통신방식을 이용한다. Table 1은 앞서 설명한 서비스와 그 처리방안을 정리한 것이다.

CORBA를 기반으로 감시제어시스템을 구축할 경우 사용자를 위한 CORBA 클라이언트 프로그램, 데이터 베이스 연동을 포함하고 있는 CORBA 서버, 그리고 데이터베이스 서버의 3-Tier로 개발한다. 이러한 구조를 가질 경우 데이터베이스 연동에 있어 커백션을 열고 닫는 회수를 줄일 수 있어 시스템의 성능향상을 기대할 수 있다. 여기서 실제 장비와 연결되는 것은 CORBA서버이며, 사용자에게 나타나는 것은 CORBA 클라이언트 프로그램인 MMI (Man Machine Interface)이다. 즉 사용자는 MMI를 통하여 생산장비에 대한 감시제어 및 프로그램 전송을 수행

Table 1. Transaction of services

서비스 유형	내용	통신방식
클라이언트가 요청한 서비스	감시, 제어, 실적	동기
클라이언트가 요청하지 않은 서비스	알람	단방향 (Event, Callback)
프로그램 전송	파트 및 로봇 프로그램	단방향 (Event, Callback)

한다.

Fig. 6(a)는 로봇이나 NC 공작기계에 프로그램을 전송하는 과정을 나타낸 것이다. 클라이언트가 서버에게 전송할 프로그램을 요청하면, 서버는 데이터베이스에 접속하여 프로그램 목록을 클라이언트에게

제공한다. 클라이언트는 목록 중에 원하는 프로그램을 선택하여 서버에게 이벤트 메시지로 파일경로와 이름을 전송한다. 파일전송 이벤트 메시지를 수신한 서버는 데이터베이스에서 프로그램을 다운로드 받아 실제 장비에 전송한다. 이때 서버는 전송이 완료되

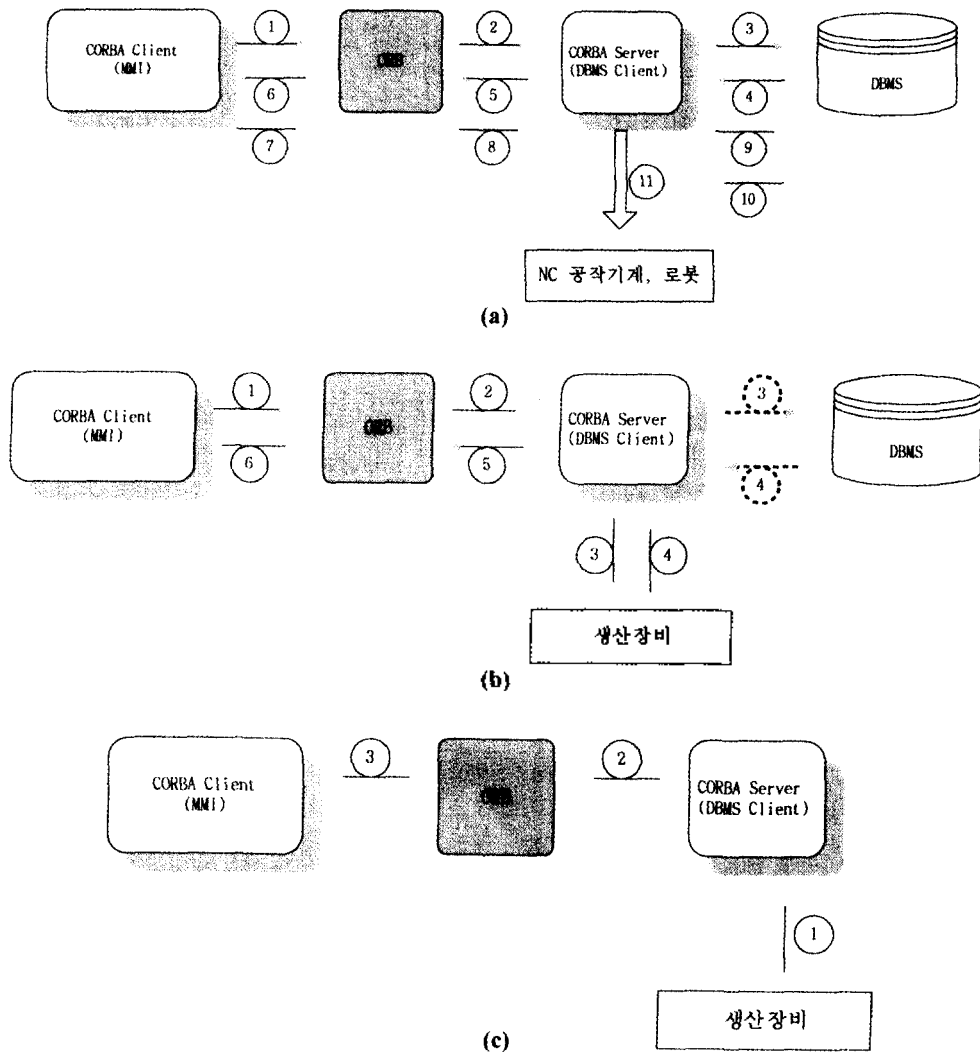


Fig. 6. Operations of software for control and monitor: (a) Program sending (b) Monitor and control (c) Receiving of emergency message.

있거나 문제가 발생할 경우 클라이언트에게 이벤트 메시지로 상황을 알려준다.

Fig. 6(b)는 감시제어데이터나 실적정보를 제공하는 과정을 나타낸 것이다. 클라이언트가 서버에게 감시제어를 요청하면 서버는 실제장비에서 현재 상태를 읽어오거나 제어명령을 수행한 후 결과를 클라이언트에게 알려준다. 클라이언트가 실적정보를 요청하면 서버는 데이터베이스에 접속하여 정보를 얻은 후 이를 제공한다. 실적데이터의 저장은 CORBA 서버가 장비에서 데이터를 수집하여 데이터베이스 서버에 저장함으로써 이루어진다.

Fig. 6(c)는 클라이언트의 요청 없이 이루어지는 서비스를 제공하는 과정을 나타낸 것이다.

서버가 장비에서 이상상태를 감지하면 이를 즉시 이벤트 메시지로 클라이언트에게 알려준다.

4. Prototype 구현

Prototype의 구현을 위하여 사용된 실험장비는 통

일중공업의 SENTROL-M 밀링, LG 산전 MasterK-500h PLC, 현대중공업의 ARII 로봇, conveyor이다. CORBA 서버와 클라이언트, 데이터베이스 서버용으로 모두 4대의 PentiumII PC가 사용되었다. Fig. 7은 이들 장비들의 구성을 보여준다.

Fig. 7의 생산장비를 객체화하기 위한 구성은 Table 2와 같으며, 생산현장의 상황에 따라 컴퓨터의 수는 유동적이다. 즉, 한 대의 컴퓨터로 모든 장비를 관장할 수도 있다.

Prototype의 개발 환경은 CORBA 미들웨어로 Inprise사의 VisiBroker for C++ 3.3[14], 개발틀로

Table 2. Object oriented manufacturing device

구분	구성
CNC	SENTROL-M 밀링,
공작기계	LG MasterK-500h, 컴퓨터
로봇	ARII 로봇(MELSEC AOJ2 PLC), 컴퓨터
반송장비	LG MasterK-500h, conveyor, 컴퓨터

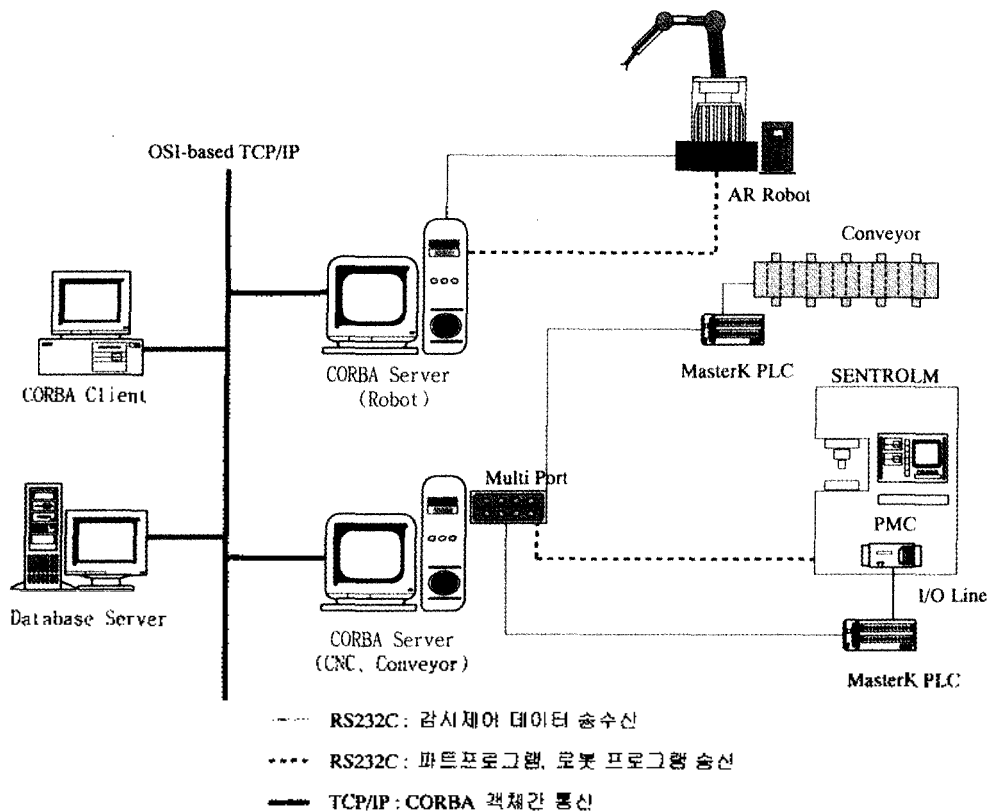


Fig. 7. System configuration for a prototype.

Table 3. Implemented functions and details

역 할	기 능	세 부 내 역	
CORBA server	CNC	감시제어 긴급메시지 전송 실적조회 제공 파트프로그램 목록 제공 파트프로그램 전송	감시:가동유무, 제어:cycle start 서버 클라이언트 (이벤트로 처리) 일 가동량 : 저장 및 조회(DB접속) 전송요청:이벤트(클라이언트서버) 서버 SENTROL-M CNC 밀링
	로봇	감시제어 긴급메시지 전송 실적조회 로봇 프로그램 목록 제공 로봇 프로그램 전송	감시:가동유무, 제어:비상정지 서버 클라이언트(이벤트로 처리) 일 가동량 : 저장 및 조회(DB접속) 전송요청:이벤트(클라이언트서버) 서버 AR 로봇
	conveyor	감시제어 긴급메시지 전송	감시:가동유무, 제어: 정지 서버 클라이언트(이벤트 서비스)
CORBA client	감시제어 및 실적조회 긴급메시지 파트프로그램, 로봇 프로그램 조회 및 전송명령		
database server	가동시간 저장 파트프로그램 저장 로봇프로그램 저장		

MS Visual C++ 6.0, 데이터베이스 서버로 MS SQL Server 6.5를 사용하였다. prototype에서 구현한 것은 NC용 CORBA 서버, 컨베이어용 CORBA 서버, 로봇용 CORBA 서버, CORBA 클라이언트인 MMI, 그리고 데이터베이스 서버이다.

본 연구에서는 필수적인 기능인 감시 및 제어, 긴급메시지 전송 서비스만을 구현하였다. 긴급메시지 전송서비스는 장비의 이상이 발생하여 이를 클라이언트에게 알려주기 위한 것으로 비동기 통신방식인 이벤트 서비스를 활용하였다. 파트프로그램과 로봇 프로그램의 전송은 연구실에서 이미 개발된 프로그램을 수정하여, 클라이언트가 서버에게 전송요청과 파일경로를 이벤트 메시지로 넘겨주는 것으로 운영된다. 전송 중에 발생한 에러나 전송완료 신호는 이벤트 메시지로 클라이언트에게 알려준다. 이와 같이 전송명령을 비동기방식으로 처리한 이유는 파트프로그램 전송의 경우 전송시간이 오래 소요되기 때문이다. 구현된 기능과 세부내역은 Table 3과 같다.

Fig. 8은 CORBA 클라이언트 메인 실행화면을 보여주고 있다. CORBA클라이언트는 로봇, 밀링, 컨베이어의 감시제어와 로봇과 밀링의 가동률 및 전송할 프로그램 리스트를 조회 할 수 있다.

Fig. 9는 파트프로그램의 전송 실행화면이다. 클라이언트가 파트 프로그램의 목록을 요청하면 CORBA

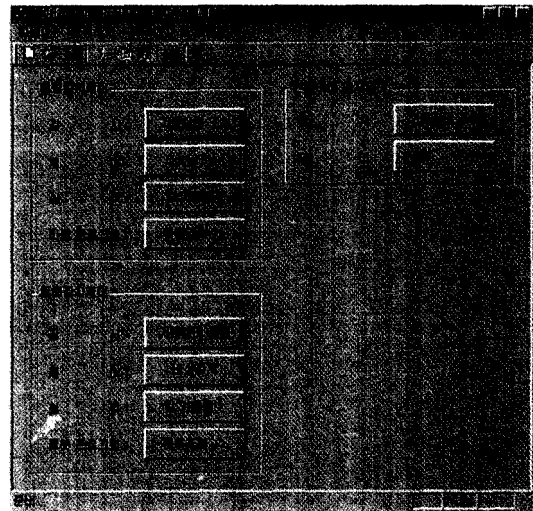


Fig. 8. Main window for user interface of a CORBA client.

서버는 데이터베이스 서버에서 목록을 읽어 들여 클라이언트에게 제공한다. 클라이언트는 목록 중에 전송을 원하는 파일을 선택하여, 이벤트로 CORBA 서버에게 전달한다. CORBA 서버는 전송요청 메시지가 수신되면, 데이터베이스의 파일을 다운로드 받아 CNC 동작기계에 파일을 전송한다.

Fig. 10은 가동률 조회화면과 장비에서 긴급메시

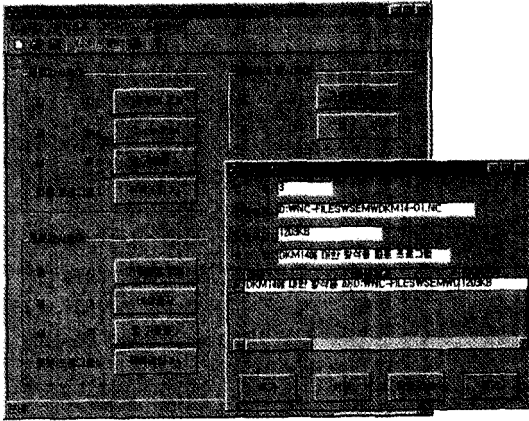


Fig. 9. The user interface for DNC in the CORBA client.

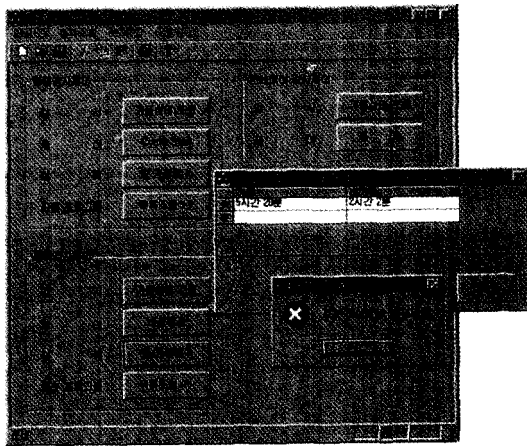


Fig. 10. User interface for emergency message in a CORBA client.

자가 발생하였을 경우의 표시하는 화면이다. 가동률 조치는 금일 현재시간까지의 가동시간과 비가동시간을 표시한다. 또한, 서버에서 비동기적으로 수신된 메시지는 메시지 박스를 통하여 사용자에게 알려준다. 개발된 prototype에서는 상세한 알람의 내역은 제공되지 않는다.

5. 결 론

현재까지 국내 제조업 분야에서 CORBA 활용하여 시스템을 구축한 사례는 거의 없는 실정이다. 따라서 제조업 분야에 CORBA를 활용하는 방안

에 대한 활발한 연구가 필요하다.

본 연구는 통합 감시제어시스템을 구축하는 방안으로 CORBA를 활용하는 방안을 제안하고 prototype을 개발하였다. 또한, 생산장비들을 객체화하는 방안을 제안하였으며, CORBA를 기반으로 감시제어시스템을 구축함으로써 객체지향설계 및 구현을 가능하게 하였다. 이처럼 객체지향적으로 감시제어시스템을 구축하면 개방형 구조를 가지게 됨으로 시스템의 유지보수가 쉬워지고 확장이나 변경에서 유연하게 대처할 수 있게 된다. 또한 하드웨어, 운영체제, 네트워크, 통신 프로토콜, 개발 툴 등의 선택에 유연한 시스템을 구축할 수 있게 됨으로 이기종 분산환경에서 소프트웨어의 개발이 가능하다.

참고문헌

1. 박홍성, 권옥현, "산업용 네트워크와 그 응용," 제어·자동화·시스템공학회지, 제2권, 제4호, pp. 4-18, 1996.
2. 탁정우, 김영신, 권옥현, "생산자동화용 국제표준 메시지 통신규약-MMS," 제어·자동화·시스템공학회지, 제2권, 제4호, pp. 30-41, 1996.
3. ISO/IEC 9506-4, "Manufacturing Message Specification-Part 4," 1992.
4. 김선호, 박경택, 이태억, "개방형 구조를 갖는 CNC의 연구동향," ICASE, pp.17-30, 1997.9.
5. 김선호, 김동윤, 박경택, "생산장비 객체화와 개방형 가공셀 구축연구(1) 생산장비 객체화," 한국정밀공학회지, 제16권, 제5호, pp. 91-97, 1999.
6. Douglas C. S., "Distributed Object Computing," *IEEE Communications*, Vol. 35, No. 2, pp. 231-242, 1997.
7. OMG homepage, <http://www.omg.org/>.
8. OMG, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification," v2.3, 1999.
9. CORBA successful stories, <http://www.corba.org/>.
10. 최영, 양상욱, "제품 데이터 표준에 기반한 원격회의 지원시스템," 한국 CAD/CAM 학회지, 제4권, 제3호, pp. 210-223, 1999.
11. 주수종, "Web 환경에서 객체 지향형 미들웨어를 이용한 멀티미디어 정보검색 시스템 구현," 한국정보처리학회 논문지, 제5권, 제7호, pp. 1847-1854, 1998.
12. 김현철, "CORBA를 이용한 포항제철소 원료 및 하역관제 시스템 통합방안에 대한 연구," 포항공과대학 정보통신대학원 석사학위논문, 1997.
13. 김선호, 이승욱, 안남식, 김성복, 안중환, "DNC 시스템 개발," 한국정밀공학회지, 제12권, 제12호, pp. 19-29, 1995.
14. Inprise homepage, <http://www.inprise.com/>.



주 상 운

1977년 서울대학교 산업공학과 학사
1979년 한국과학기술원 산업공학과 석사
1989년 한국과학기술원 산업공학과 박사
1979년-현재 울산대학교 산업공학과 교수
관심분야: 곡면모델링, CAD/CAM, 제조시
스템 자동화



강 병 필

1998년 울산대학교 산업공학과 학사
1998년-현재 울산대학교 산업공학과 석사
과정
관심분야: 제조시스템자동화, 산업용 네트
워크, System Integration