



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년09월25일
 (11) 등록번호 10-0919115
 (24) 등록일자 2009년09월21일

(51) Int. Cl.

B25J 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0110070
 (22) 출원일자 2007년10월31일
 심사청구일자 2007년10월31일
 (65) 공개번호 10-2009-0044131
 (43) 공개일자 2009년05월07일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019990029847 A
 논문 2004.11
 JP2006107050 A

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

박찬훈

대전 서구 둔산1동 크로바아파트 101동 201호

박경택

대전 서구 월평동 302번지 황실타운아파트 117동 1201호

(74) 대리인

진용석

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이현동

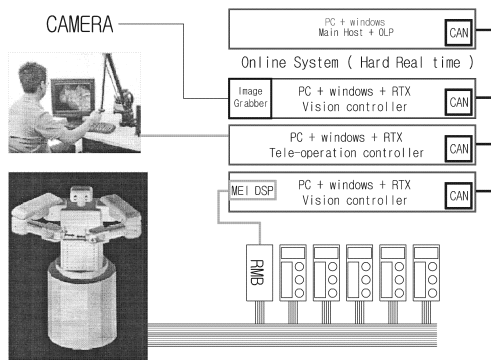
(54) 듀얼 암 로봇 제어장치

(57) 요약

본 발명은 통신수단에 의해 메인 호스트와 연결되어 모터 AMP를 갖는 듀얼 암 로봇을 제어하는 로봇 제어장치에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은 상기 듀얼 암 로봇의 기구학 연산을 담당하는 Window XP기반 OLP(Off-line programming)를 갖는 PC와; 상기 PC 내부에 구비되며 듀얼 암 로봇의 모터 AMP에 연결되어 모션 제어를 수행하는 모션보드를 포함하되, 상기 PC는 Dual core CPU(듀얼 코어 중앙처리장치)로 구성되며, Window XP의 기구학 연산의 실시간성을 확보하기 위해 RTX(Real Time Extension)를 더 구비하는 것이 특징이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10025010-2007-12

부처명 산업자원부

연구사업명 지역산업기술개발사업

연구과제명 정밀 조립 기능을 갖는 Daul Arm Robot 개발

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2005년 12월 01일 ~ 2007년 09월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

통신수단에 의해 메인 호스트와 연결되어 모터 AMP를 갖는 듀얼 암 로봇을 제어하는 로봇 제어장치에 있어서, 상기 듀얼 암 로봇의 기구학 연산을 담당하는 Window XP기반 OLP(Off-line programming)를 갖는 PC와; 상기 PC 내부에 구비되며 듀얼 암 로봇의 모터 AMP에 연결되어 모션 제어를 수행하는 모션보드를 포함하되, 상기 PC는 Dual core CPU(듀얼 코어 중앙처리장치)로 구성되며, Window XP의 기구학 연산의 실시간성을 확보하기 위해 RTX(Real Time Extension)를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 PC의 Dual core CPU 중 하나의 CPU는 OLP 및 Window XP에 할당되고, 다른 하나의 CPU는 RTX에 할당되는 것이 특징인 듀얼 암 로봇 제어장치.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 모션보드는 OLP 및 Window XP에 할당된 CPU의 기구학 및 보간 알고리즘의 실시간 연산 및 모션보드의 제어 알고리즘의 실시간 연산을 위하여 상기 PC의 타이머의 시간을 기준으로 하고 모션보드에서 타이머가 인터럽트되면 다시 PC에 인터럽트를 발생하는 기구학 알고리즘이 포함된 Host task(호스트 테스크)가 실행되도록 하는 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 통신수단은 RS232(직렬 인터페이스), CAN(Controller Area Network), LAN(Local Area Network) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 모션보드는 MEI ZMP board인 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 모터 AMP는 SyncNet 프로토콜을 지원하는 모터 AMP인 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 통신수단에 의해 메인 호스트와 연결되어 모터 AMP를 갖는 듀얼 암 로봇을 제어하는 로봇 제어장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 듀얼 암 로봇의 기구학 연산을 담당하는 Window XP기반 OLP(Off-line programming)를 갖는 PC와; 상기 PC 내부에 구비되며 듀얼 암 로봇의 모터 AMP에 연결되어 모션 제어를 수행하는 모션보드를 포함하되, 상기 PC는 Dual core CPU(듀얼 코어 중앙처리장치)로 구성되며, Window XP의 기구학 연산의 실시간성을 확보하기 위해 RTX(Real Time Extension)를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 듀얼암 로봇의 제어를 위해서는 제어기가 많은 기능을 동시에 가지고 있어야 한다. 이러한 필요한 모든 기능을 포함할 경우 로봇제어기 전체의 가격이 상승할 수 밖에 없다. 따라서 사용자의 필요에 따라서 제어기의 기능의 일부만 판매하는 것이 가능해야 하며 이러한 이유로 기능별로 제어기를 구성하는 하는 것이 효과적이다. 이를 위해서는 다양한 방법이 존재할 수 있겠으나 본 발명에서는 개발이 용이하고 또한 상기의 목적이 만족될 수 있는 제어장치의 개발방법을 기술한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<3> 본 발명의 목적은 듀얼 암 로봇을 제어하기 위한 구성이 최적화된 제어장치를 구축하여 듀얼 로봇의 신뢰성 및 안정성을 확보하는 듀얼 암 로봇 제어장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

<4> 상기와 같은 본 발명의 목적은 통신수단에 의해 메인 호스트와 연결되어 모터 AMP를 갖는 듀얼 암 로봇을 제어하는 로봇 제어장치에 있어서, 상기 듀얼 암 로봇의 기구학 연산을 담당하는 Window XP기반 OLP(Off-line programming)를 갖는 PC와, 상기 PC 내부에 구비되며 듀얼 암 로봇의 모터 AMP에 연결되어 모션 제어를 수행하는 모션보드를 포함하되, 상기 PC는 Dual core CPU(듀얼 코어 중앙처리장치)로 구성되며, Window XP의 기구학 연산의 실시간성을 확보하기 위해 RTX(Real Time Extension)를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 듀얼 암 로봇 제어장치에 의해 달성된다.

효 과

<5> 이와 같은 본 발명에 의하면 로봇 제어 장치의 오동작에 의한 파손을 방지하는 효과가 있어 신뢰성 및 안정성을 갖게되며 A/S의 단순화로 인한 경제적 과급효과를 갖게 된다.

<6>

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<7> 이하에서는 양호한 실시예를 도시한 첨부 도면과 관련하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼 암 로봇 제어장치가 포함된 듀얼 암 로봇 제어시스템의 전체 구성도로써, 통신수단에 의해 메인 호스트와 연결되어 듀얼 암을 갖는 양팔 로봇을 제어하는 로봇 제어장치에 있어서, 상기 듀얼 암 로봇의 기구학 연산을 담당하는 Window XP기반 OLP(Open License Program)를 갖는 PC와, 상기 PC 내부에 구비되며 듀얼 암 로봇의 모션 제어를 수행하는 모션보드를 포함하여 구성된다.

<8> 여기서, 상기 PC는 Dual core CPU(듀얼 코어 중앙처리장치)로 구성되며, Window XP의 기구학 연산의 실시간성을 확보하기 위해 RTX(Real Time Extension)를 더 구비한다.

<9> 이와 같이 구성된 본 발명은 IMB PC를 기반으로 하고 있으며 운영체제는 Windows XP가 사용된다. 또한, 본 발명은 앞서 개시한 바와 같이 PC에는 실시간성을 만족시키기 위하여 Real Time Extension(RTX)가 더 구비되며, 로봇 구동 모터의 AMP에 직접 연결하여 토크(Torque)지령을 직접 전달한다. 한편, 본 발명은 로봇의 제어를 위한 가장 하위레벨의 제어엔진을 모두 포함하고 있으며 도 1의 상위의 3개의 제어기(Offline System, Vision Controller, Tele-operation Controller)와 CAN 또는 RS232C로 연결되어 통신을 수행한다.

<10> OLP(Off-line programming)은 로봇과 작업 환경을 PC에서 3차원 그래픽을 이용하여 구현한 후 교시에서 성능평가까지의 일련의 과정을 수행할 수 있다. 또한, OLP는 기존의 온라인 프로그래밍의 단점을 보완할 뿐만 아니라 FMS(Flexilbe Manufacturing System) 체계에 대응하며, 시간과 비용의 절감, 충돌 검색 및 회피, 로봇의 오동작에 의한 안전사고의 위험성까지 배제하는 공장자동화의 핵심 구성요소 중 하나이다.

<11> 이러한 OLP는 Adpet Technology의 Cimstation, Robot Simulation의 WORKSPACE, Deneb Robotics의 IGRIP, Technomatix Technologies의 ROBCAD, Dassault Systems의 CATIA-Robotics 등이 있으며 국내 상용 OLP인 큐빅테크의 V-Robot, 실험용으로 개발된 부산대학교의 POLPS, 인하대학교의 INHA-OLP 등이 있다.

<12> 이들 중 상용 OLP 시스템은 다양한 기능과 우수한 사용자 인터페이스를 제공하지만 WORKSPACE와 V-Robot 등을

제외한 대부분의 제품들이 워크스테이션 환경에서만 실행되며 고가인 관계로 아직까지 보편화되지 못하고 있다.

<13> <모션보드의 선정>

<14> 모션보드는 범용의 모션(Motion) 제어보드로서 듀얼 암 로봇과 같은 매우 독특한 기구학적 구조를 처리하는데 적합하다. 또한, 제어알고리즘에 관련된 부분에는 개인 튜닝을 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 이유로 본 발명에서 사용되는 모션보드는 시장에서 널리 활용되고 있어서 그 신뢰성이 검증된 모션보드 가운데서 MEI ZEP board를 사용한다. 이는 보드 한 장으로 최대 32축까지의 제어가 가능하고, 축당 제어비용(제어기비용/축수)가 매우 저렴하며, 프로세서(Processor)가 매우 빠르고(Motorola MPC8245 466Mhz CPU), RTX용 드라이버(Driver)가 공급되기 때문이다.

<15> MEI ZEP board의 싱크넷 모션 컨트롤러(SynqNet Motion Controller)의 가장 큰 특징은 모터 AMP와 모션보드 사이의 결선이 도 2에 도시된 바와 같이 단지 디지털 통신 라인으로만 연결되기 때문에 배선이 간결할 뿐만 아니라 노이즈에 매우 강하다는 것이다. 일반적인 아날로그 결선일 경우 주위의 전기장의 영향을 받아서 오작동할 소지가 있다. 그러나 MEI ZEP board의 경우에는 도 2에 도시된 바와 같이 디지털 통신(SyncNet)이 사용되기 때문에 노이즈의 영향을 거의 받지 않는다. 통신(SyncNet)의 또하나의 장점은 배선의 간결함에 있다. 도 2의 Out -> In으로의 화살표는 바로 통신(SyncNet) 배선을 의미한다. 이른바 Daisy Chain이라 불리는 형태의 결선이 이루어지기 때문에 아날로그 결선에 비해서 극단적으로 배선이 간단하게 된다는 것을 알 수 있다. 이것은 단순히 배선의 간략화만을 의미하지 않으며 로봇제어의 신뢰성 및 A/S의 단순화를 의미하므로 궁극적으로 경제적 효과를 기대할 수 있다. 이와 같은 MEI ZEP board의 디지털 통신의 경우 노이즈에 매우 강하다는 장점을 가지고 있으나 통신속도의 증가에 한계가 있다는 것이 가장 큰 단점이다. 그러나 통신(SyncNet)의 경우 100 Base-T의 LAN을 기본으로 하고 있는 프로토콜이기 때문에 MEI ZEP board는 최대 48Khz의 샘플링 레이트(Sampling Rate)로 클로즈 룩(Closed Loop)을 형성할 수 있다. 32축을 동시에 제어하는 경우에도 4Khz의 샘플링 레이트로 클로즈 룩을 형성하는 것이 가능하다. 현재 모션보드와 모터 AMP와의 디지털 통신 수단으로 사용되고 있는 프로토콜은 SyncNet이외에도 Ethernet, FireWire(IEEE1394), SERCOS, CAN 등이 있는데 이 가운데 FireWire와 Ethernet 만이 SyncNet과 동등 혹은 그 이상의 통신속도를 가지고 있다. 그러나 이들은 사이클 타임 레잇던시(Cycle Time Latency)가 SyncNet에 비해서 매우 크기 때문에 고속 실시간 통신에 있어서 SyncNet보다 좋지 못한 성능을 보인다.

<16> 한편, 본 발명의 모션보드를 MEI ZEP board에 한정하는 또 다른 이유는 SynqNet 통신의 강인함에 있다. 즉, 어떤 이유로 SynqNet 통신 결선의 일부가 끊어지거나 작동불가 상태에 있을 때도 모션보드는 여전히 정상작동을 하게 된다. 이는 SynqNet이 2 Path Network을 사용하기 때문에 가능한 것이다.

<17> 도 3에 도시된 바와 같이 Node 0 ~ 2를 제어할 경우 SyncNet 연결은 컨트롤러(Controller) -> Node 0 -> Node 1 -> Node 2의 SyncNet 연결 이외에도 컨트롤러(Controller) -> Node 2 -> Node 1 -> Node 1의 연결이 추가로 구성된다. SyncNet Network가 적상적으로 작동되고 있을 경우는 이들 듀얼 링(Dual Ring)가운데 하나의 링(Ring)이 임의로 선택되어 Networking이 이루어진다. 그러나 케이블의 일부가 단선이 된 경우 오류를 자동으로 인식하여 사용이 가능한 링(Ring)을 선택하고 통신을 계속 수행한다. 결국 일부가 단선이 된 경우에도 제어는 정상적으로 이루어지는 것이다. 이른바 Fault Tolerance기능은 로봇 제어장치로서의 신뢰성에도 큰 이점으로 작용하게 된다. 로봇의 운전중에 일부의 결선이 불량인 경우에도 로봇이 크게 오작동하여 큰 피해를 내기 전에 또 다른 통신 링(Ring)으로 통신이 옮겨가서 로봇을 안전하게 Stop 하도록 하는 것이 가능하기 때문이다.

<18> MEI ZEP board는 일반적인 모터 AMP는 사용할 수 없다. 일반적인 모터 AMP는 ±10V의 아날로그 입력과 A,B,Z상의 엔코더(Encoder) 출력을 제공하거나 혹은 플러스 신호를 통해 위치명령을 받아들이는 경우가 대부분이다. 그러나 MEI ZEP board의 경우에는 SyncNet 프로토콜을 지원하는 모터 AMP에만 적용이 가능하다. 따라서, 주요 모터 AMP 생산업체에서 SyncNet 프로토콜을 지원하는지의 여부는 매우 중요하다. SyncNet 프로토콜을 지원하는 모터 AMP공급업체는 Gawasaki, Sanyo, Panasonic 사 등이 있다.

<19> <실시간 운영체제의 선정>

<20> 일반적으로 범용의 DSP보드를 사용하여 제어를 하는 경우는 DSP 보드가 독자적인 실시간 운영체제를 갖기 때문에 사용자가 실시간 제어에 관해서 고민할 필요가 없다. 그러나 범용의 DSP 보드는 로봇 제어장치로 사용하기에는 곤란한 부분이 많다. 따라서 로봇제어 전용의 DSP보드를 별도로 개발하거나 PC와 범용 모션보드를 함께 사용하여 로봇 제어 장치를 구성하여야 하는데 후자의 경우가 더 많은 확장성을 갖는다. 다만 후자의 로봇 제어 장치의 경우에는 탑재된 OS(Operaiting System)의 안정성이 매우 중요한데, 일반인들이 가장 익숙한 운영체제는

Microsoft사의 Windows XP이다. 그러나 Windows XP는 아래와 같은 이유로 로봇 제어 장치의 운영체제로는 적합하지 않다.

- <21> ① 안정성이 확보되지 않는다 : Windows XP는 일반인들의 작업을 위해서 만들어진 OS이기 때문에 주로 멀티미디어 작업등의 제어와는 전혀 관련 없는 복잡한 작업을 수행할 수 있도록 되어 있다. 따라서 소스코드가 복잡하고 결국 종종 안정성에 문제를 일으키게 된다. 일례로는 운영체제의 셧다운(Shutdown)현상이다. 갑자기 운영체제가 문제를 일으켜서 PC가 셧다운 되면, PC상에서 동작하고 있던 모든 프로그램들은 제어성을 상실하게 되므로 로봇의 동작은 예측불가능한 상태가 된다.
- <22> ② 실시간 연산이 보장되지 않는다 : Windows XP는 일반 사용자용으로 개발되어 있기 때문에 실시간 연산은 전혀 고려되어 있지 않다. 오히려 효과적인 자료 처리를 위하여 이벤트 드라이븐(Event Driven) 방식의 OS로 만들어져 있어서 사용자의 요구가 프리오리티(Priority)에 따라서 연기되는 경우가 허다하다. 따라서 사용자의 요청 즉시 연산이 수행되어야 하는 제어프로그램의 수행에는 적합하지 못하다.
- <23> 그러나 많은 일반 사용자들이 익숙하게 사용하고 있다는 점과 이미 많은 응용프로그램들이 개발되어 있어서 원하는 프로그램을 구매하여 설치하는 것만으로도 매우 많은 일을 할 수 있다는 것이 최대의 장점이다. 이것은 유닉스(Unix) 혹은 리눅스(Linux)에 대해서 큰 장점임에 틀림없다. 이 때문에 본 발명에서는 로봇 제어 장치의 운영체제로 Windows XP를 사용한다. 그러나 이를 위해서는 실시간성을 충족시켜줄 솔루션(Solution)을 필요로 한다.
- <24> 이를 위하여 Windows XP와 함께 아덴스(Ardence) 사의 Windows XP용의 Real Time Extension(RTX)를 사용한다. RTX는 Windows XP의 커널이 실시간성을 보장하고 있지 않으므로, 실시간성이 보장될 수 있는 일종의 확장커널을 추가한다. 기존의 윈도우즈 응용 프로그램은 윈도우즈의 커널에 의존해서 작업을 진행하므로 아무런 영향을 받지 않는다. 그러나 실시간성이 요구되는 프로그램의 경우에는 RTX에 의해 확장된 실시간 커널에 작업을 요청함으로써 연산의 실시간성을 보장받을 수 있다. 이로써 Windows XP의 실시간성은 해결될 수 있으나 Windows XP의 불안정성을 극복할 문제가 남아 있다. 그러나 RTX는 이 문제도 해결해 주고 있다. 즉 Windows XP는 셧다운이 발생할 때 이를 각 응용프로그램에 알리기 위해 이벤트(EVENT)를 발생시키는데 이 이벤트(EVENT)를 RTX가 가로채서 Windows XP는 종료되더라도 RTX 커널에서 동작하고 있는 응용프로그램은 정상적으로 동작될 수 있도록 해준다. 따라서 제어프로그램은 갑작스러운 프로그램 종료를 피하고, 셧다운 발생시에 안전하게 립소를 홈 포지션(Home Position)으로 이동한 다음 PC가 종료되도록 할 수 있으므로 로봇 운전중에 OS의 불안정성으로 발생할 수 있는 문제들을 막을 수 있다.
- <25> 도 4는 RTX가 Windows XP의 커널을 확장해서 실시간성을 보장해주는 내용을 나타내고 있다. 윈도우즈 응용프로그램과 제어프로그램이 서로 다른 커널(윈도우즈의 커널과 RTX의 커널)에서 프로그램들이 동작하고 있으므로 이 프로그램간에는 서로 데이터를 교환하기가 곤란하다. RTX는 IPC(Inter-Process Communication) 기능을 제공함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있도록 해주고 있다.
- <26> 아덴스(Ardene)사에서 RTX의 기본적인 성능 중 Event와 인터럽트(Interrupt)의 레잇턴시(Latency)에 관한 내용을 살펴보면 Windows 2000과 Windows XP의 경우 Latency가 최대 5000us 까지 있을 수 있으나 RTX 6.0의 경우에는 최대 약 1.5us(Event), 21us(Event)의 Latency가 발생하는 것으로 보고하고 있다. 마이크로소프트에서 개발된 실시간 운영체제인 Windows CE의 경우는 10us, 26us의 Latency 결과를 보인다고 보고하고 있다. 그러나 실제 측정결과 Windows XP에서 사용자가 동영상을 갑자기 실행시키는 경우, 혹은 파일 Read/Write를 수행하는 경우 RTX의 인터럽트 레잇턴시(Interrupt Latency)는 보고된 값보다 더 큰 경우가 있었으며 이를 해결해야할 필요가 있다. 이를 위해서 듀얼 CPU가 설치된 산업용 PC를 사용하기로 하였다. Single CPU system에서 RTX는 비록 실시간 커널을 설치하더라도 CPU를 독점하지 못한다. 이것은 Windows 응용 프로그램이 동작되어야 하기 때문에 그렇다. 그러나 두개 이상의 CPU가 설치된 경우는 이러한 문제가 완전히 해결된다. 즉 듀얼 CPU의 경우 한개의 사용자의 옵션에 따라서 한개의 CPU는 Windows XP에서 독점적으로 사용하고, 나머지 한개의 CPU는 RTX가 독점적으로 사용하는 것이 가능해진다. 도 5는 CPU의 개수에 대한 RTX의 점유상태를 가능한 모든 경우에 대해서 보여주고 있다.

도면의 간단한 설명

<27> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 듀얼 암 로봇 제어장치가 포함된 듀얼 암 로봇 제어시스템의 전체 구성도이고,

<28> 도 2는 듀얼 암 로봇에 구성된 모터 AMP와 본 발명의 일실시예인 듀얼 암 로봇 제어장치의

디지털배선(SynqNet)을 나타낸 도면이고,

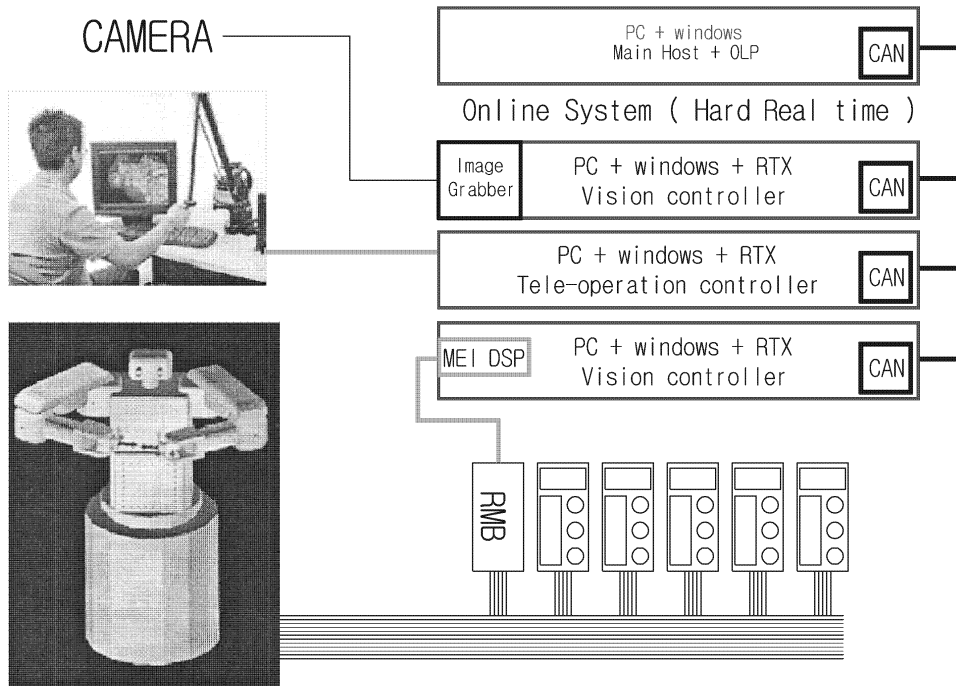
<29> 도 3은 SyncNet의 Fault Tolerance Mechanism을 나타낸 도면이고,

<30> 도 4는 Real Time Extension(RTX)의 개념도이고,

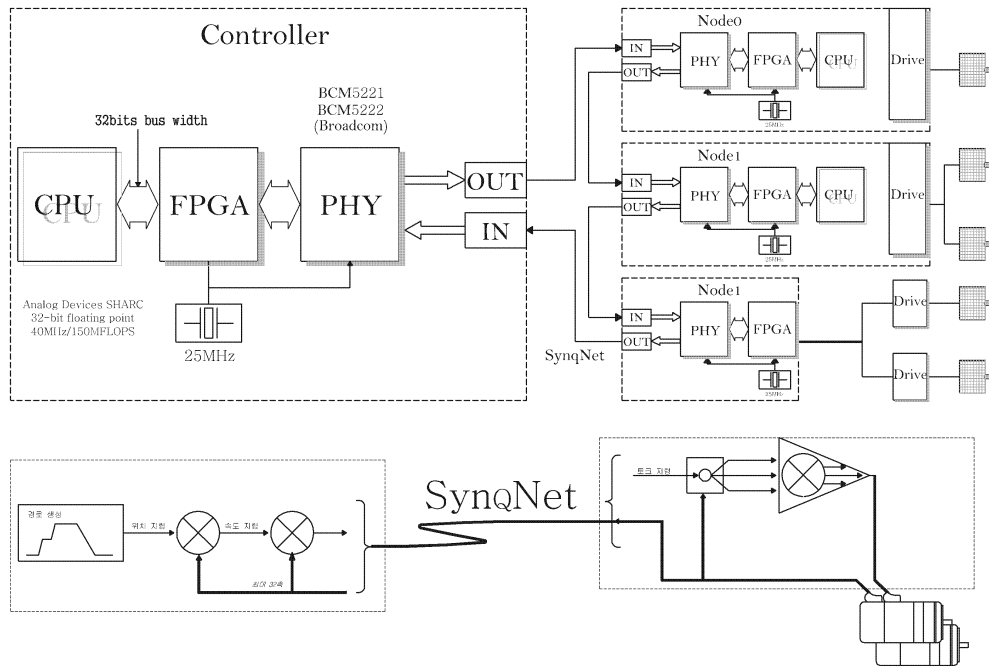
<31> 도 5는 Single CPU, Multiple CPU의 경우에 대한 RTX의 기능을 나타낸 도면이고,

도면

도면1



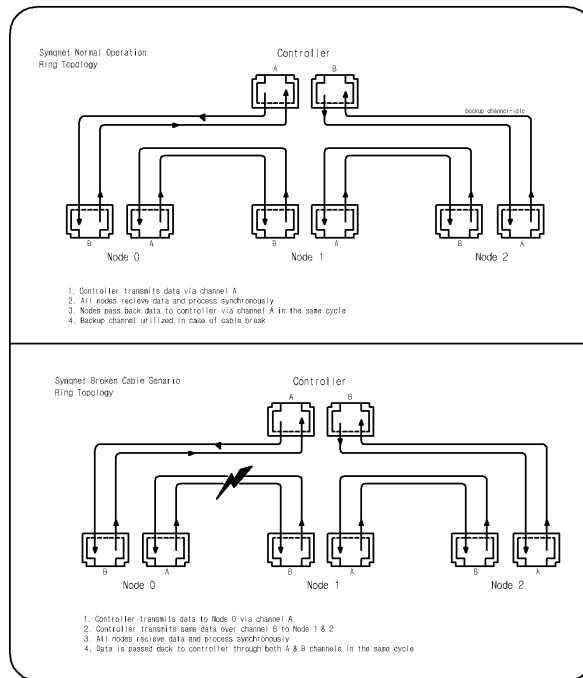
도면2



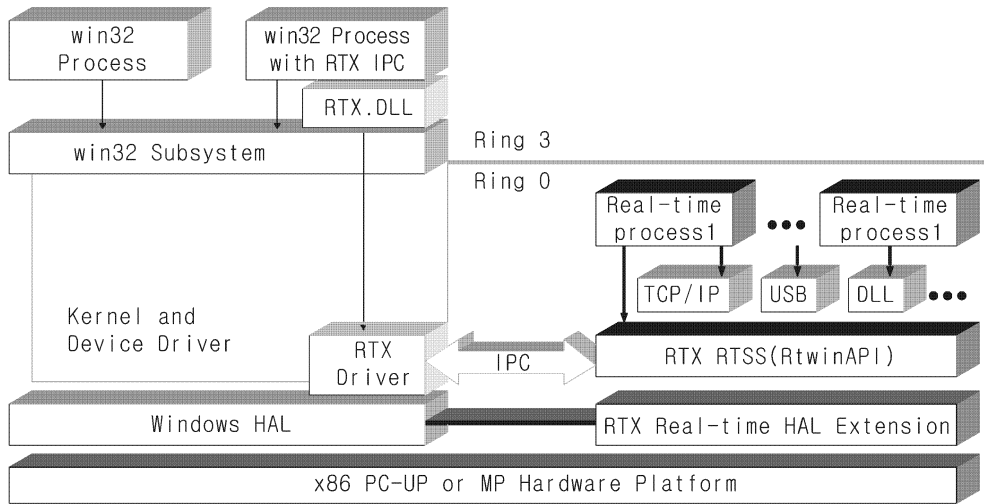
도면3

정상 구성 시
Dual Ring
Choice of data paths

케이블 단선 시
자동 오류 인식
Fault isolated
Network 구조변경
2개의 Data paths 확립
연결 제 시도



도면4



도면5

