

RF 통신을 이용한 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어 구현

하종현*, 최성규*, 노주영*, 정헌만*, 이세훈*

Implementation of a DCS Terminal Remote Monitoring Middleware using RF Communication

Ha Jong Hyun*, Choi Seong Kyou*, Rho Ju Yong*, Jung Heon Man*, Lee Se Hoon*

요 약

이 논문에서는 터미널 부분의 중요 신호를 유무선방식을 통하여 통합적으로 감시, 관리하기 위한 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어를 설계 및 구현하고 미들웨어의 성능 및 기능을 평가하기 위해 터미널 부분의 릴레이들의 동작 상태 및 퓨즈의 이상 유무를 실시간으로 감시하기 위한 보드를 설계 제작한다. 제안된 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어는 각 릴레이들의 동작 상태를 실시간으로 확인이 가능하며 에러 발생 시 에러 유형을 즉시 제공하며 또한 릴레이의 규격 및 사용기간을 고려하여 교체시기를 알려주어 릴레이의 고장을 사전에 예방함으로써 산업분야의 경제적인 효과가 기대된다.

Abstract

In this paper, we designed and implemented DCS terminal remote monitoring middleware for real-time auditor and management terminal status signal with relay and fuse status at power management room. The middleware consist of four component as event analyzer, event manager, service manager and user interface. We expected economic effects extend relay life-time that pre-detected errors and prevented relay fault.

▶ Keyword : 원격 감시 및 관리 시스템(Remote Monitoring and Management System), 제어 및 모니터링 소프트웨어 (Control and monitoring software), 릴레이(Relay)

• 제1저자 : 하종현

* 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

※ 이 연구는 중소기업청과 인천광역시의 2006 산학연 공동기술개발 사업의 지원으로 이루어졌음

1. 서론

사회 각 분야에 있어서 원격 제어 및 원격 감시 기술은 이제 일반화 되었으며 공장자동화(FA:Factory Automation) 뿐만 아니라 홈오토메이션(HA:Home Automation)에서도 필수적인 기술이 되었다. 최근에 웹과 네트워크를 기반으로 하여 여러 분야에 적용되는 원격 감시, 제어 시스템 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이러한 자동화는 방대한 양의 물품을 생산해 내거나 위험한 작업이 이루어지는 발전소, 화학공장, 선박, 자동차, 반도체, 철강 및 수처리 산업 등에서 계속 제어 장비 및 센서 등을 자동제어시스템(DCS & PLC)으로 제어 하는 형태로써 사용된다. 그러나 현장계기와 자동제어시스템의 신호 연결부분인 터미널부분은 인위적인 점검 및 조치에 의존하고 있어 많은 인력과 비용이 소요되고 있는 실정이다[1,2,3,4].

자동제어시스템의 신호전달 체계의 중간 단계인 전원인가 신호의 터미네이션 부분은 일대일 유선연결방식으로 다량의 연결선, 릴레이 및 터미널 단자가 필요하며 이 부분의 통합기술은 일체형 보드로 이미 대형발전소에 적용되어 있으며 자동제어시스템의 용량 및 프로세스의 영향으로 대용량 자동 제어 시스템에만 적용가능하며, 유선 방식으로 이용하고 있다[2,3].

그러나 기존의 자동제어시스템은 신호 터미널 부분을 위해 다량의 자재 및 설치공간의 대형화를 필요로 하며, 터미널 부분의 이상여부를 육안 검사등 인위적으로 진단해야 하는 불편함과 이상 발생 시 원인 분석 및 즉각 대처가 불가능 하여 환경 감시, 전력 설비, 무인 공장, 원자력 제어등과 같은 사람이 현장에서 직접 시스템을 운영하기 어려운 분야에 특성상 컴퓨터의 이용은 필수적이다[2,3,4,5].

따라서 이 논문에서는 터미널부분의 중요 신호를 유무선 방식을 통하여 통합적으로 감시, 관리하기 위한 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어를 설계하고 구현한다. 미들웨어의 성능 및 기능을 평가하기위해 터미널 부분의 릴레이들의 동작 상태 및 퓨즈의 이상 유무를 실시간으로 감시하기 위한 보드를 설계 제작하며, 보드에 무선 통신 모듈을 장착하여 설치의 간편화를 제공할 수 있도록 설계, 구현한다.

2. DCS 터미널 원격 감시 시스템 개요

그림 1은 이 장에서는 제안한 DCS 터미널 원격 감시 시스템의 전체 구성이며 데이터 수집 부분과 데이터 전송 부분, 데이터 관리 및 감시를 하는 미들웨어 부분으로 구성된다.

데이터 수집 부분은 자동화 제어시스템의 현장 계기의 전원인가 입출력 신호를 관장하는 릴레이장치의 이상 유무를 센싱한 데이터를 수집하여 485통신에 의해 마스터보드로 전송하는 역할을 담당한다. 16개의 릴레이가 설치된 릴레이 보드마다 하나의 슬레이브 보드가 존재하며 이 슬레이브 보드에서 데이터를 수집하여 마스터보드로 전송한다.

데이터 전송부분은 수집한 데이터를 마스터보드에서 블루투스 통신에 의해 중계장치로 데이터를 전송하는 기능을 제공하며 원격 감시 미들웨어는 전송된 데이터를 수신 분석하여 사용자에게 고장 위치, 고장 내용, 알람 및 교체시기를 알려주는 기능을 제공한다.

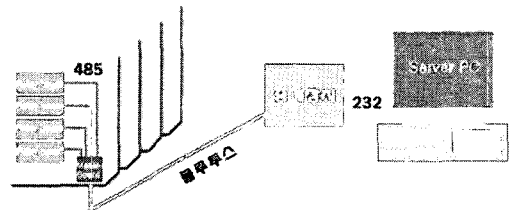


그림 1. DCS 터미널 원격 감시 시스템 구성도
Fig 1. DCS Terminal Remote Monitoring Systems Configuration

미들웨어에서는 또한 사용자인터페이스를 개발하여 현장 계기의 통합적 관리가 가능한 시스템을 구축하여 자동제어시스템의 제어방식에 영향을 주지 않는 별도의 통합관리시스템 구축으로, 자동제어시스템의 용량에 영향을 미치지 않으면서 전체 신호를 원격으로 관장하는 통합관리 시스템 구축한다.

이 논문에서는 데이터 수집 부분과 데이터 전송 부분과 관련된 보드 설계 및 구현 부분은 별도로 소개하지 않으며 원격 감시 미들웨어에 대한 설계 및 구현에 대해 초점을 맞추며 원격 감시 미들웨어에서 다음과 같은 기능을 제공할 수 있도록 설계 한다.

- 각 채널(릴레이)에서 송신되는 데이터를 수신하여 분석 및 관리
- 에러 알람 경보 발생

- 에러 채널 및 에러 요인, 시간 정보 등을 DB저장
- 에러 발생 및 조치 현황 Display
- 채널별 릴레이 교체시기 알람

위의 기능들은 모두 GUI 및 텍스트 형태를 지원하며 실시간으로 처리된다. 알람 형태는 사용자의 선택에 따라 다양한 형태로 사용자가 인지할수 있도록 설계하며 수신된 데이터를 분석하여 릴레이 에러 데이터를 수신하였을 경우 트레이 아이콘이나 특정 알람 정보 등으로 현장요원에게 알리고, 유지 보수에 관련된 릴레이 교체 데이터에 대한 조치는 전체 릴레이의 GUI화면에서 해당 릴레이보드의 컬러를 변화시켜 나타낸다.

3. DCS 터미널 원격 감시 미들웨어 설계 및 구현

이 장에서는 산업현장에 설치되어 있는 수 많은 릴레이들을 원격에서 감시 및 관리를 하기 위해 미들웨어를 설계 및 구현한다. 설계하는 미들웨어는 캐비닛(Cabinet)에 설치된 데이터 수집 및 전송 보드를 통해 릴레이들의 상태 변화에 따른 데이터를 받아 데이터를 분석, 처리하며 이 데이터를 효율적으로 관리하고 관리자에게 보다 편하게 데이터를 확인할 수 있도록 모니터링 정보를 표현해주는 역할을 담당한다.

3.1 시스템 개요

원격 감시 미들웨어는 릴레이보드에서 발생한 상태 정보를 원격감시보드를 통해 전송받아 데이터를 분석하여 고장이 발생한 릴레이 위치를 확인하고 이벤트에 맞는 서비스를 실행시킨다.

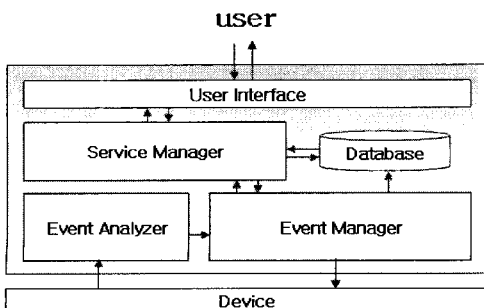


그림 2. 전체 미들웨어 구성도
Fig 2. Overall Middleware Configuration

설계한 미들웨어의 전체 구성은 그림 2와 같으며 이벤트분석기(Event Analyzer), 이벤트 관리자(Event Manager), 서비스 관리자(Service Manager), 사용자 인터페이스(User Interface)로 구성된다.

3.2 이벤트 분석기

이벤트 분석기는 데이터 수집 및 전송 보드를 통해 전송된 데이터를 분석하는 과정을 수행하고 이를 이벤트 관리자에게 전송하는 역할을 한다. 이 데이터를 분석하는 과정에서 이 데이터가 어떤 형태의 이벤트인지를 분석하게 되는데 이 때 결정되는 이벤트의 유형은 표 1과 같다.

표 4. 이벤트 유형
Table 1. Event Type

이벤트 종류	발생 시기
휴즈 이상	릴레이 에러 발생시
코일 이상	
접점 이상	
릴레이 동작 횟수	릴레이 100회단위 동작시
릴레이 교체	릴레이 교체

이렇게 발생한 이벤트를 데이터화하여 이벤트관리자로 전송하며 아래 리스트는 이벤트관리자의 동작을 나타내는 코드이다.

```
EventAnalyzer(){
    dataStructure=DataAnalyzer(RecvData_232C())
    event=EventType(dataStructure.state)
    EventManager(dataStructure, event)
}
```

3.3 이벤트 관리자

이벤트 관리자는 이벤트 분석기에서 보내온 데이터를 관리하고 이를 데이터베이스에 저장하는 하는 역할을 하게 된다. 또한 이렇게 처리된 이벤트를 서비스 관리자에게 알려주어 이벤트에 해당하는 서비스를 지원하도록 하며 사용자 인터페이스를 통해 입력된 사용자의 입력을 서비스 관리자를 통해 전달받아 처리하고 메시지를 전달하는 역할을 담당한다. 리스트 1은 이벤트관리자의 동작을 나타내는 코드이다.

리스트 1. 이벤트 관리자의 동작 코드
List 1. Op code of Event Manger

```
EventManager(dataStructure, event){
    switch(event)
    {
        case FuseAbnormal, CoilAbnormal,
            ContactAbnormal :
            DB_Error_InsertOrUpdate(dataStructure)
            ServiceManager(event,dataStructure)
        case RelayCounter :
            DB_Count_InsertOrUpdate(dataStructure)
            ServiceManager(event,dataStructure)
        case ReplacementCounter :
            DB_Maintenance_InsertOrUpdate(dataStructure)
            ServiceManager(event,dataStructure)
        case Initialize_RelayCounter
            DB_Count_Update(dataStructure)
            WriteData_232C(dataStructure)
    }
}
```

3.4 서비스 관리자

서비스 관리자는 이벤트 관리자로부터 받은 이벤트 데이터를 가지고 서비스를 수행하는 역할을 한다. 서비스 관리자에서 지원하는 서비스는 세 가지가 있는데 이는 세 가지의 이벤트 유형과 매치된다.

- 휴즈이상, 코일이상, 접점이상

휴즈 이상과 코일 이상, 접점 이상의 경우 에러로 판단하여 관리자에게 에러 발생 시기, 에러가 발생한 캐비닛, 릴레이보드, 릴레이 위치를 표시해주며 어떤 에러가 발생했는지를 저장하여 관리자의 GUI 인터페이스를 및 알람 등과 같은 다양한 방법으로 관리자에게 알려주는 역할을 한다.

- 릴레이 동작 횟수 검사

릴레이 동작 횟수는 100회 단위로 데이터 수집 및 전송 보드로부터 원격 감시 모듈웨어로 전송되며 서비스 관리자에서는 이 데이터와 데이터베이스의 해당 릴레이의 정격 동작 횟수를 비교하여 정격 동작횟수를 초과할 경우 관리자 인터페이스를 통해 해당 릴레이의 교체가 필요하다는 메시지를 알려준다. 또한 관리자가 지정한 사용기간이 경과된 릴레이에 대해서도 같은 방법으로 교체시기를 미리 알려준다.

- 릴레이 교체

릴레이 교체는 릴레이에서 에러가 발생하여 교체가 필요한 현장에서 직접 릴레이를 교체하게 되면 발생하는 것으로

데이터 수집 및 전송 보드를 통해 전송된 데이터를 서비스 관리자에서는 관리자 인터페이스를 통해 디스플레이 해주는 역할을 하게 된다. 또한 이때 변경된 릴레이 정보와 교체 완료를 확인하는 정보를 데이터베이스에 반영하여 수정한다. 리스트 2는 서비스관리자의 동작을 나타내는 코드이다.

리스트 2. 서비스 관리자의 동작 코드

List 2. Op code of Service Manger

```
ServiceManager(dataStructure, event){
    switch(event)
    {
        case FuseAbnormal, CoilAbnormal,
            ContactAbnormal :
            DisplayError(dataStructure)
        case RelayCounter :
            DisplayCount(dataStructure)
        case ReplacementCounter :
            DB_Maintenance_Update(dataStructure);
            DisplayMaintenance(dataStructure)
    }
}
```

3.5 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 서비스 관리자에서 각 서비스에 필요한 정보를 사용자 인터페이스를 통해 관리자가 확인할 수 있는 기능과 관리자가 UI를 통해서 릴레이의 품명, 규격, 설치 일자등을 데이터베이스에 저장할 때 사용자 인터페이스를 제공한다.

그림 3은 상용자 인터페이스의 구성이다.

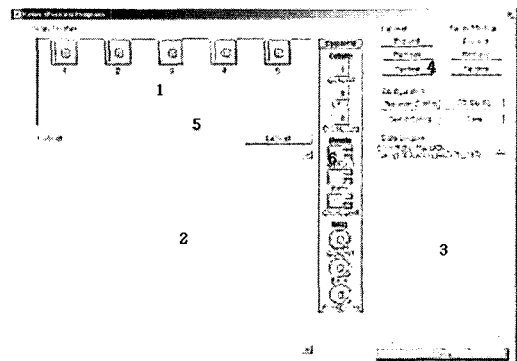


그림 3. 사용자 인터페이스 화면
Fig 3. User Interface Screen

사용자 인터페이스 화면의 구성은 다음과 같다.

패널 1은 모니터링 창으로 릴레이가 설치되어있는 캐비닛의 상태를 디스플레이함으로써 전체 릴레이 상태를 표시하며, 캐비닛의 컬러로써 캐비닛에 설치된 릴레이들의 정상 작동 여부를 시각적으로 판단할 수 있다. 회색은 정상 동작을 나타내며 붉은 색은 릴레이의 에러가 발생을 나타낸다. 또한 초록색은 릴레이에서 발생한 에러는 아니지만 릴레이가 유효 동작 횟수를 초과하여 릴레이의 교체를 필요하다는 것을 알려준다. 각 캐비닛 이미지를 더블클릭하면 선택한 캐비닛의 릴레이보드로 이동하고 보드를 선택하여 더블클릭하면 보드에 달려있는 릴레이로 이동하게 된다.

패널 2는 이벤트 창으로 이벤트가 발생했을 때 서비스 관리자에서 이벤트 창에 정보를 디스플레이 한다. 동시에 디스플레이된 정보는 모니터링 창의 릴레이 상태를 디스플레이하는 컨트롤과 동시에 갱신된다.

패널 3은 시스템 이벤트 창으로 데이터베이스 초기화, 시리얼초기화, 미들웨어 설정 변경과 같은 미들웨어의 정보를 디tm플레이 하는 영역이다.

패널 4는 미들웨어의 설정을 변경하는 버튼과 캐비닛과 릴레이 보드의 추가적인 확장을 지원하는 기능을 지원한다.

패널 5는 현재 선택되어진 캐비닛, 릴레이보드, 릴레이번호를 디스플레이해주는 영역이며 버튼은 최상위 캐비닛 단계를 올라가는 버튼이다.

4. 실험 및 평가

이 장에서는 이 논문에서 설계한 DCS 터미널 원격 감시 시스템 미들웨어의 기능과 성능을 실험 및 평가하기 위해서 원격 감시 미들웨어를 구현하고 구현된 미들웨어가 데이터 수집 및 전송 보드로부터 데이터를 정확하게 수신하여 3.1에서 기술된 기능을 수행하는지 평가하기 위하여 실험을 진행하였다.

미들웨어를 동작하기 위한 환경으로는 Intel P4 2.4GH, 메모리 1GB, 윈도우즈 XP에서 구동되며, 개발툴로는 Visual Studio, Visual C++ 6.0을 사용하였다.

하드웨어는 미들웨어에 연결된 중계보드와 그 중계보드와 블루투스 통신을 하는 마스터보드는 AVR계열의 ATmega162를 MCU로 보드를 구성하였고 슬레이브보드에서 각 릴레이의 상태 정보를 수집하는 슬레이브보드와 RS485통신으로 데이터를 주고 받게 되는 마스터보드는 8051계열의 AT89C4051을 MCU로하여 보드를 구성하였다. 릴레이보

드에 설치된 릴레이 및 퓨즈는 총 각각 16개이며 이 릴레이보드는 하나의 캐비닛에 릴레이보드 두 개를 연결하여 구성하였다.

실험 시나리오는 현장의 릴레이에서 코일(Coil)에러가 발생하였을 때 미들웨어가 설치된 원격지에서 정확하게 에러를 감지하고 에러 메시지를 표시하고 관리자에게 알려주는지 실험을 통해 평가하며 실제 실험을 위해 현장을 축소 실험하여 두 개의 릴레이보드가 설치된 두 개의 캐비닛으로 실험을 하였다.

실험을 진행하기 위하여 1번 캐비닛의 1번 릴레이의 코일을 강제로 고장상태로 만들었다. 그림 4는 미들웨어 시작시의 인터페이스 화면이다.

그림 5는 캐비닛 1의 릴레이보드 1의 첫 번째 릴레이가 코일에러가 발생한 것을 미들웨어에서 모니터링 창과 이벤트 창에 표시하고 릴레이를 교체할 것인지를 관리자에게 확인하는 창을 보여주고 있으며 그림 6은 교체할 수 있는 릴레이 모델명과 규격을 보여주고 있다.

실험을 통하여 릴레이에서 에러가 발생하였을 경우 정상적으로 데이터를 수신 받아 미들웨어에서 정상적으로 동작함을 확인하였다.

5. 결론

현재 많은 산업현장에서 릴레이의 고장이 일어나 기계가 동작되지 않는 시간에 대한 경제적 피해를 많이 갖고 있다. 그리고 고장난 릴레이의 위치를 파악하는 것 또한 시간이 오래 걸리는 일이기 때문에 피해는 더욱 크다.

따라서 이 논문에서는 터미널부분의 중요 신호를 유무선 방식을 통하여 통합적으로 감시, 관리하기 위한 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어를 설계하고 구현하였으며 미들웨어의 성능 및 기능을 평가하기위해 터미널 부분의 릴레이들의 동작 상태 및 퓨즈의 이상 유무를 실시간으로 감시하기 위한 보드를 설계 제작하였다.

제안된 DCS 터미널 원격 감시 미들웨어는 각 릴레이들의 동작상태 및 릴레이와 퓨즈의 이상 유무를 실시간으로 확인이 가능하며 릴레이의 수명을 고려하여 릴레이의 고장을 사전에 예방함으로써 산업분야의 경제적인 효과가 기대된다.

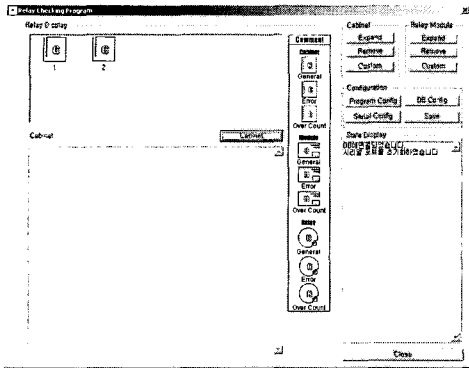


그림 4. 초기 인터페이스 화면
Fig 4. Initial Interface Screen

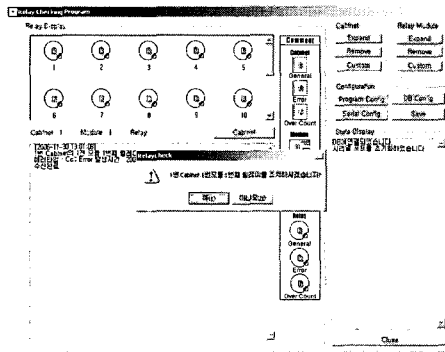


그림 5. 에러 발생 화면
Fig. 5 Error Detected Screen

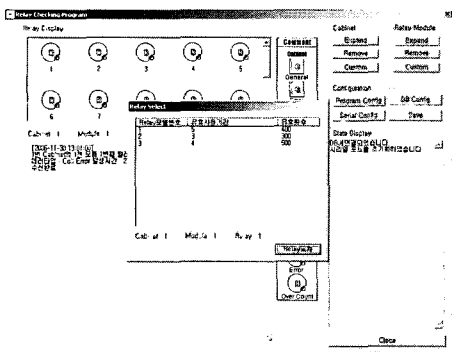


그림 6. 릴레이 교체 화면
Fig 6. Relay Exchange Screen

참고문헌

- [1] Frost & Sullican, World Distributed Control Systems Markets, 2006. 7.
- [2] 김익동, DCS 어떻게 구축할 것인가?, 문회도서, 1992
- [3] 한국계측제어협회, 분산 제어 시스템, 계측기술, 제10 권 제1호, 한국공업출판사, 2002. 1
- [4] 이명진, 대규모 분산 실시간 감시 제어 시스템의 설정 자동화 시스템 설계 및 구현, 석사학위논문, 건국대학교 대학원, 2004.
- [5] 신승철 외5명, "화력 발전소 경보 처리 시스템에 관한 연구", 한국자동제어학술회의 논문집, 1994. 10
- [6] JENNIFER BRAY, 블루투스, 홍릉과학

저자소개



이 세 훈

1985년 2월 : 인하대학교 전자계산학과 졸업
 1987년 2월 : 인하대학교 대학원 전자계산학과 졸업
 1996년 2월 : 인하대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학박사)
 1993년 ~ 현재 : 인하공업전문대학 교수
 관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 모바일컴퓨팅, 상황인식서비스, 웹서비스



정 현 만

1996년 2월 서울산업대학교 전자계산공학과
 2001년 2월 인하대학교 전자계산공학과 공학석사
 2004년 2월 인하대학교 컴퓨터정보공학과 박사과정 수료
 관심분야: 상황인식, 시맨틱웹, 웹서비스, 유비쿼터스 센서네트워크