

윈도우 기반 PLC 제어용 HMI 저작 도구의 설계 및 구현

정순보, 김호정, 윤성희, 한광록
호서대학교 컴퓨터공학과

email : soonbo@shinbiro.com blue920@orgio.net
caesary@hanmir.com krhan@office.hoseo.ac.kr

Design and Implementation of HMI Authoring Tool for Window-based PLC Control

Soon-Bo Chung, Hyo-Jeung Kim, Sung-Hee Yoon,
Kwang-Rok Han
Dept of Computer Engineering, Hoseo University

요 약

본 논문은 산업용 자동화기에 사용되는 다수의 PLC(Programmable Logic Controller)를 모니터링하고 제어하기 위해, HMI(Human Machine Interface) 시스템에서 구동되는 저작 도구 응용프로그램을 설계 및 구현한다. HMI 저작 도구에서는 스크린이라는 가상화면 객체의 영역 안에서 태그라는 구성요소의 속성들을 편집하고 저장 및 전송하는 과정을 그래픽 화면을 통해 시각적으로 제공한다.

Keywords: HMI, PLC, 저작 도구

1. 서론

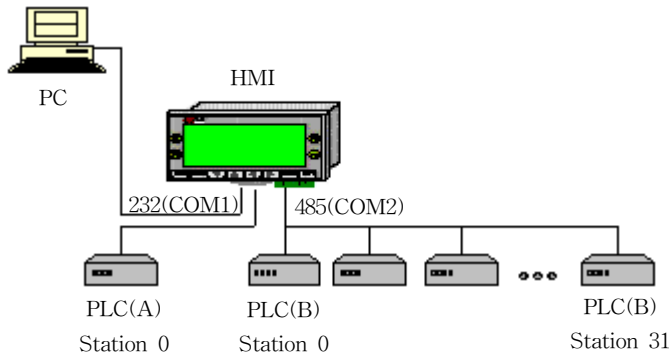
최근 국내외적으로 산업용 자동화기기를 모니터링하고 제어하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이에 필요한 여러 가지 부분 중 HMI(Human Machine Interface) 시스템에 관한 연구와 개발이 요구되고 있다. 이러한 HMI 시스템들은 하나 또는 다수의 PLC와 연결되어 PLC에 필요한 정보를 전달하고 이를 통해 PLC의 동작을 제어하며, PLC의 올바른 동작을 감시하기 위해 PLC로부터 정보를 수집하여 HMI 시스템의 사용자인 자동화기기 운용자가 HMI 시스템에 있는 디스플레이 모듈을 통해 확인할 수 있도록 구성된다.[1] 또한 해당 제품의 각종 시장 경쟁력 등을 감안하여 CPU, 메모리, 통신모듈 등과 같은 하드웨어적인 자원이 PC(Personal Computer) 처럼 풍부하지 못한 것이 HMI 시스템의 현실이다. 따라서, HMI 시스템에서 구동되는 소프트웨어인 HMI의 운영체제는 그 크기와 기능이 매우 한정되어 있어 해당 화면의 인터페이스를 저작하기 위한 응용프로그램의 구동이 불가능하다.[6]

기존의 저작 도구는 여러 가지 다양하고 전문적인 기능을 제공하고 있어 고수준의 저작 작업을 수행할 수 있지만, 고도의 기술을 요구하여 장비 운용자가 손쉽게 사용할 수 없는 단점이 있다. 따라서, 본 논문에서는 윈도우즈 기반에서 HMI 시스템의 소프트웨어에 해당하는 저작 도구 응용프로그램을 필요한 기본 기능을 모두 갖추고 PLC를 빠르고 정확히 제어할 수 있도록 설계하고 구현한다.[3]

2. HMI 시스템

HMI 시스템은 반도체 장비, 자동차 생산 설비, 화학공정 감시조작 시스템, 빌딩 자동제어 시스템, 섬유기계 등 모든 자동화 관련 설비 및 산업현장에서 사용되며, 터치스크린을 적용하여 사용자가 현장 라인에 있는 생산 장비의 작동상태를 그래픽을 통해 한눈에 볼 수 있도록 하고, 필요시 적절한 조치를 바로 취할 수 있는 시스템으로 공장 자동화에 필수적이다.

2.1 HMI 시스템 구조

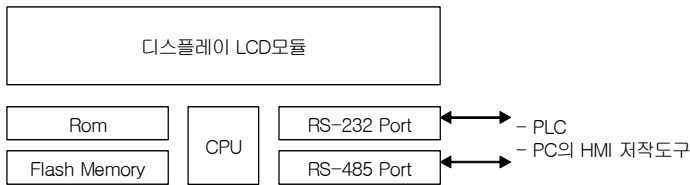


(그림 1) HMI 시스템 구성도

COM1, COM2 포트를 통해 한 개 이상의 PLC와 연결하여 저작한 결과를 PLC로 다운로드하여 장비를 제어할 수 있고, 또한 COM1 포트를 통해 PC로 저작 결과를 업로드하여 재수정할 수 있다.[5]

2.2 HMI 시스템의 하드웨어 구성요소

HMI 시스템은 추구하는 기능에 따라서 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 사양을 가지고 있으며, 본 논문에서는 그 하드웨어 및 소프트웨어 사양이 매우 낮은 수준의 HMI 시스템을 사용하였다.



(그림 2) 하드웨어 시스템 구성도

2.3 HMI 시스템의 소프트웨어 구성요소

HMI 시스템의 소프트웨어의 구성은 최소한의 자원을 사용하기 위한 매우 작은 크기의 운용 프로그램을 적재하고 있다. 이 운용 프로그램은 PLC정보를 표기하는 디스플레이 모듈에 필요한 정보들의 요소(숫자형태, 문자열 형태, 이미지 형태, 그래프 형태 등)들을 Flash Memory에 특정 영역별로 나누어서 저장할 수 있고, 이 저장된 요소들에 PLC로부터 얻어진 정보를 적재하여 화면에 나타내는 최소화된 기능을 수행한다.[2]

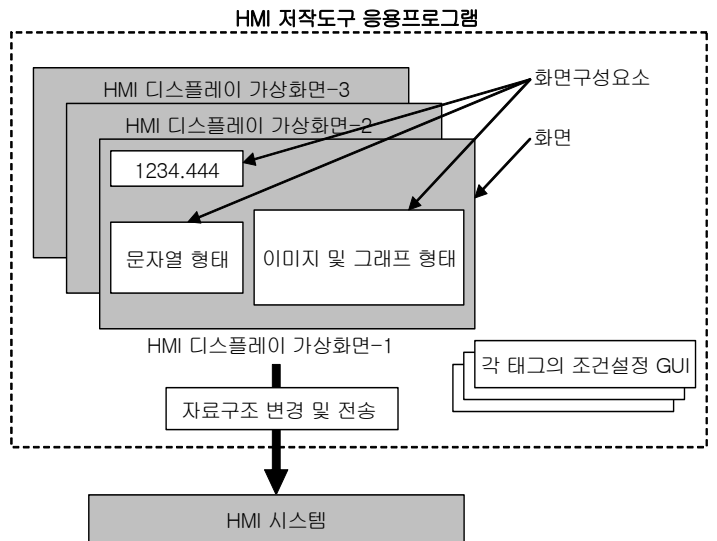
2.4 PC기반의 HMI 저작도구의 구성요소

HMI 시스템에서는 HMI 시스템 화면을 다른 말로 스크린이라 하고, 그 스크린에 나타나는 요소들을 태그라고 명하고 있으며, 이러한 태그의 형태는

숫자, 문자열, 그래프, 이미지 등의 다양한 종류를 가지고 표현될 수가 있다.

HMI 저작 도구는 HMI 시스템 화면에 나타낼 원하는 형태의 태그를 배치시키고, PLC의 조건에 따라서 태그가 표현되도록 조건을 설정하며, 이러한 일련의 과정을 단일 화면단위로 수행하여 다수개의 화면을 저작할 수 있도록 구성된다.

본 논문에서는 이러한 HMI 저작에 필요한 GUI형태의 응용프로그램을 개발하여 저작된 요소들을 HMI 시스템에 필요한 자료구조로 변경 및 전송하여 구동시키도록 하는 것을 목적으로 하였으며 그 응용프로그램의 기능적인 구조는 아래와 같다.[4]



(그림 3) HMI 저작도구의 기능 구성도

3. HMI 저작 도구의 설계 및 구현

3.1 개발환경 및 객체 구성

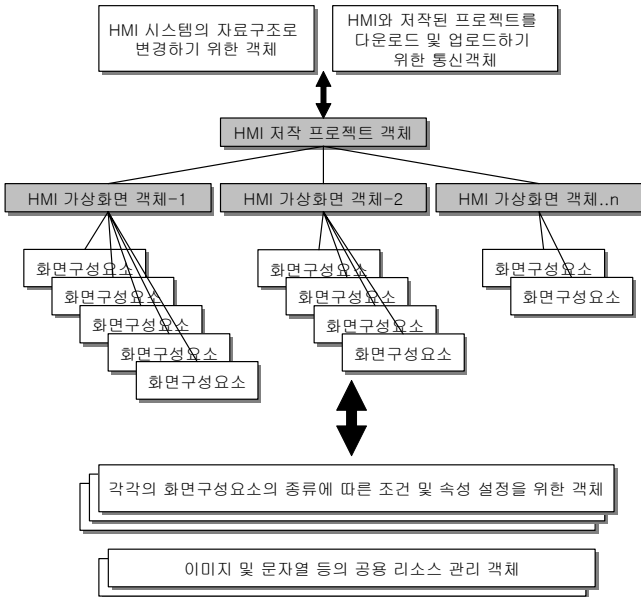
많은 수의 사용자들의 PC에서 사용하는 운영체제가 윈도우임을 감안하여 윈도우 운영체제 기반에서 GUI(Graphic User Interface)를 활용한 응용프로그램의 개발을 위해 마이크로소프트의 Visual C++ 객체지향 프로그래밍 언어를 사용하여 응용프로그램을 개발하였다.

또한, 각각의 화면의 구성요소인 각종 태그들, 가상화면(PLC에 표시될 객체를 생성하고 각 속성들을 편집하기 위한 영역)들과 저작된 프로젝트를 관리하기 위한 각종 공용 자원 관리모듈 등을 모두 객체로 설계하여 서로 유기적인 상호작용을 수행하여 저작도구의 사용자가 편리하게 가상의 HMI 화면을 편집 및 저장, 전송할 수 있도록 설계하였다.

저작도구 응용프로그램에서 사용된 객체간의 구조

도는 아래와 같으며 화면의 저작에 필요한 화면 구성요소들이 각각의 화면마다 편집되어 저장되도록 하였으며, 각 화면 구성요소들의 조건을 편집하기 위한 사용자 인터페이스를 공용으로 사용하여 같은 종류의 화면 구성요소에 대하여 동일한 형태로 조건을 입력하기 위한 독립적인 객체단위로 분리하였다.

또한, 저작된 화면들을 하나의 프로젝트 단위로 관리하여 이를 HMI 시스템에 사용가능한 자료구조로 변경하여 RS-232 반이중방식 시리얼 통신을 통하여 전송하도록 구성하였다.



(그림 4) HMI 저작 도구에서의 객체 간 관계도

저작 도구는 스크린(가상화면객체)이 제공되어야만 그 영역 안에서 태그(화면구성요소)의 편집이 가능하다. 스크린과 태그는 여러 개를 추가·삭제할 수 있고, 각각은 ID로 구분 가능하다. 선택된 스크린의 경우 이름과 이전 스크린 번호, 다음 스크린 번호를 속성창에 보여주고, 사용중인 스크린을 보다 편리하게 관리하기 위해 리스트도 제공한다.

태그는 크게 숫자, 문자열, 이미지 형태로 나눌 수 있는데, 숫자는 0부터 9까지의 숫자로 표시되며, 문자열 형태의 태그로는 텍스트, 메시지 태그가 있다. 이미지 형태의 태그로는 램프, 버튼, 그래프(막대, 꺾은선) 태그와 비트맵 태그가 있다.

태그도 스크린처럼 종류에 따라 속성을 설정할 수 있다. 모든 태그들은 몇 가지 공통적인 속성들을 갖고 있다. 태그의 X, Y 좌표, 배각기능, 반전기능이 있고, PLC로부터 읽을 디바이스값의 공통 정보로서, PLC의 메모리 주소 정보, 통신 채널번호(0:내부, 1:com1, 2:com2), 슬레이브 국번, 데이터 타입 정보

(Bit, Word, Long), Bit의 위치정보, 디바이스값 정보(Min, Max, Scale), 부호 표시(Signed/Unsigned), Dec/Hex/Bcd 정보가 있다.

공통속성을 제외한 각 태그의 대표적인 속성은 다음 표와 같다.

<표 1> 태그의 종류 및 속성

종류	대표 속성
숫자	전체 자리수, 소수점 이하 자리수 표시 Writable(제어가능), 암호 사용
텍스트	텍스트 ID, 내용
메시지	메시지 범위 개수, 공용 메시지 관리
램프	On 상태값, 모양(원, 사각형)
버튼	동작(On, Off, Toggle 등), On 상태값, 모양(원, 사각형)
막대 그래프	가로, 세로, 막대 표시방향(상,하,좌,우)
꺾은선 그래프	가로, 세로, 표시값 개수, Redraw Time
비트맵	비트맵 이미지 추가 및 관리

3.2 기능 구현

저작 도구는 크게 편집, 저장, 다운로드의 과정을 수행한다. 다수의 가상화면 객체를 생성할 수 있고 그 영역 안에서 화면 구성요소가 되는 태그들을 생성하고 태그의 종류에 따른 세부 속성들을 편집한다. 편집이 끝난 상태에서 편집된 객체와 속성들을 구조체에 저장하고, 통신 프로토콜과 파라미터를 설정하여 PLC로 폰트를 다운로드하고 저장된 구조체 정보를 다운로드한다.

3.2.1 편집



(그림 5) 태그의 편집 및 숫자 태그의 속성

- 스크린(가상화면객체)의 추가·삭제·속성 편집
- 모니터링 및 제어를 위한 태그 등록 및 속성 편집
- 비트맵 이미지 리스트 관리
- 정보설정 리스트 관리
- 문자열 리스트 관리

3.2.2 저장

편집된 모든 정보를 구조체에 저장한다.

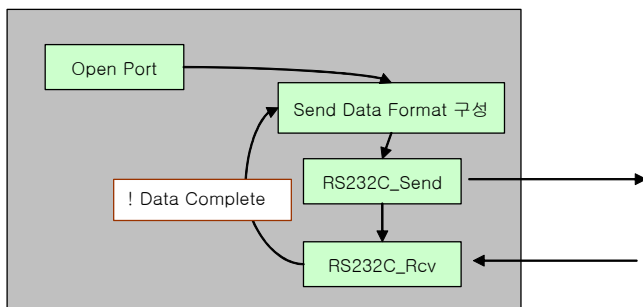
- Global Area : 경보발생, 연산, 통신 관련 구조체
- Parameter Area : 통신 파라미터 관련 구조체
- String Area : 문자열 관련 구조체
- Screen Area : 스크린 및 태그 관련 구조체
- Graphic(Bitmap) Area : 비트맵 관련 구조체
- Font Area : 폰트 관련 구조체

<표 2> 태그 공통속성 관련 구조체

구조체	설명
Uchar Addr[10]	PLC의 주소 정보
Uint dataType	1: Bit, 2: Word, 3: Long
Uint bitPos	Bit의 위치 정보 (범위: 0~15)
Uint dataOrder	1: Dec, 2: Hex, 3: Bcd
Uint signed	0: unsigned, 1: signed
Uint scale	디바이스 스케일링 사용
Uint minVal	디바이스 최소값
Uint maxVal	디바이스 최대값
Uint channel	통신채널 0: System 1, 2: Device
Uint station	슬레이브 국번

3.2.3 다운로드

저작 작업을 완성한 후 저작한 내용을 다운로드 하기 위해 RS232C 방식을 사용한다. RS232C 전송 방식은 Send와 Receive의 Overlapped 방식을 이용하며 PLC의 데이터 전송을 위한 데이터 포맷을 구성하여 일정 크기만큼 전송하고, 전송한 데이터에 대한 응답을 분석하여 ACK인지 NAK인지를 결정하여 처리한다.



(그림 6) RS-232C 전송 구조

이와 같은 전송방식은 순차적이라 안정적이긴 하지만 처리시간에 대한 효율이 떨어지므로 하나의 스레드를 생성함으로써 문제점을 해결하였다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문은 HMI 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 스펙에 맞는 응용프로그램인 HMI 저작 도구를 개발하는데 필요한 소프트웨어 기술 및 객체의 설계·저장·전송 등의 기능들을 구현하여 동작시키는 프로그램을 설계 및 구현함으로써 관련 분야의 소프트웨어 개발 기술을 습득하였다.

이와 관련된 응용프로그램 개발 업체가 국외 뿐 아니라 국내에도 다수 있으나, HMI 하드웨어의 업체가 다양하여 하드웨어 스펙이 동일하지 않기 때문에 저작 도구도 다양한 HMI를 지원하기 위한 하드웨어 스펙의 표준화가 이루어져야 한다.

본 논문에서 구현한 저작 도구 프로그램은 현재 LG산전(주) PLC설계팀에서 알파 버전 테스트를 마친 상태이다. 앞으로도 여러 차례의 디버깅을 거쳐 오류를 수정하고 계속해서 버전을 업데이트할 것이다. 추후에는 그래픽 기능을 강화하여 보다 복잡한 도형을 편집 가능하게 하고, 실행취소, 재실행, 복사, 붙여넣기, 잘라내기와 같은 일반적인 편집 기능과 더 나아가서 객체 그룹화, 그룹 해제, 화면 캡처 등의 고난이도 기능까지 추가하여 보다 고차원적인 저작 작업을 할 수 있도록 개선할 것이다.

참고문헌

- [1] 한광록, 문세호 “반도체 전공정 제어용 온도 제어기 설계 및 구현”, 한국과학재단 연구보고서, 2000.3
- [2] 한광록, 임성락 “Wet Station 모니터링을 위한 소프트웨어 구조 설계 및 구현”, 한국과학재단 연구보고서, 1998.2
- [3] 오삼권, “컴포넌트 기반 조립식 작성기법에 관한 연구” 반도체 장비기술 논문집, 2000.3
- [4] 한광록, 황미자, “모니터링 시스템을 위한 GUI 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, 제4권, 1호, pp.1177~1180, 1997
- [5] LG산전교육부, “LG programmable logic controller 프로그래밍 Master K 시리즈”, LG산전
- [6] 김태형, 엄태진, 정원지, 홍대선, “윈도우 기반 PLC구동 프로그램 개발”, 한국정밀공학회, 1999