

산업공정상의 유체 유동 모니터링 시스템 설계 및 구현

이원주*, 이상준**

A Design and Implementation of Industrial Fluid Monitoring System

Won Joo Lee*, Sang Jun Lee**

요약

본 논문에서는 MFC(Mass Flow Controller) 유닛으로부터 전송된 유체의 압력을 모니터링하고 흐름 제어 기능을 수행하는 유체 유동 모니터링 시스템을 제안한다. 이 시스템은 MFC 유닛과 채널 디바이스, 모니터 및 관리 소프트웨어로 구성된다. MFC 유닛은 유체 압력 값을 측정하여 채널 디바이스로 전송하고, 채널 디바이스는 MFC 유닛과 모니터 및 관리 소프트웨어간의 입출력 인터페이스를 제공하는 기능을 한다. 모니터 및 관리 소프트웨어는 각 채널의 MFC 유닛에서 실시간으로 측정된 유체 압력 값을 모니터링하여 분석하고 제어한다. 이 소프트웨어는 20개의 채널과 0.1의 모니터링 주기로 구성되어 1초당 200개 즉, 1시간당 72만개의 데이터를 처리한다. 이때 입력 데이터 수의 증가에 따라 저장 공간도 비례하여 증가한다. 이러한 데이터 수의 증가와 저장 공간의 증가는 데이터 조회 성능을 저하시키기 때문에 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 변경값 감지 기법과 변경 범위 감지 기법으로 구현한다.

Abstract

In this paper, we propose an industrial fluid monitoring system which performs the flow control function and monitors fluid pressure transmitted from MFC(Mass Flow Controller) unit. This system consists of MFC unit, channel device, and monitoring management software. MFC unit transmits the measured data of the fluid pressure to the channel device which would provide the input/output interface between management software, monitoring and MFC unit. The monitoring and management software control and analyze by monitoring real time measurements of fluid pressure from each channel of MFC unit. This software can process 20 channels and 0.1 monitoring cycle which gives 200 data measurement per second (i.e., 720,000 data/hour). At this time, the storage space increases in proportion to the rise of input data. This growth of data and storage space makes loss of data access efficiency. Therefore, it demands the implementation by sensing scheme of change scope and data, which can effectively manage the data.

▶ Keyword : MFC(Mass Flow Controller), PLC(Programmable Logic Controller), 모니터링 시스템(Monitoring System)

• 제1저자 : 이원주 교신저자 : 이상준

• 투고일 : 2010. 03. 18, 심사일 : 2010. 03. 25, 게재확정일 : 2010. 04. 02.

* 인하공업전문대학 컴퓨터정보과 부교수 ** 평택대학교 물류정보대학원 전임강사

※ 이 논문은 2010년 한국컴퓨터정보학회 제41차 동계학술대회에서 발표한 논문(“산업공정상의 유체 유동 모니터링 시스템 설계”)을 확장한 것임

1. 서론

최근 컴퓨터 기술의 발전에 따라 산업 현장에서는 대형 장비를 제어하기 위해 컴퓨터를 응용하는 사례가 점차 늘어나고 있다. 특히 유체 흐름을 측정하고, 측정 데이터를 이용하여 장비를 제어하는 시스템에는 MFC(Mass Flow Controller) 유닛을 이용한 디바이스와 컴퓨터를 사용한다. MFC 유닛을 이용하는 디바이스를 제어하기 위해서 일반적으로 PLC(Programmable Logic Controller)를 사용한다^[1]. PLC는 디바이스의 단순한 제어 및 운용 기능을 구현할 수 있지만 정확한 모니터링을 할 수 없다는 단점이 있다. 또한 PLC로 구현한 프로그램은 디바이스의 메모리 용량에 따라 제한되기 때문에 사용자 편의성을 고려한 기능 구현이 어렵다는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 아날로그 입·출력 하드웨어와 컴퓨터를 이용하여 유체 흐름을 측정하고, 측정 데이터를 이용하여 디바이스를 제어하는 유체 유동 모니터링 시스템을 제안한다. 이 시스템은 그림 1과 같이 MFC 유닛과 채널 디바이스, 모니터 및 관리 소프트웨어로 구성된다.

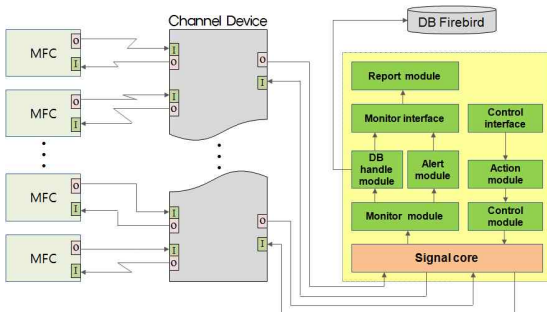


그림 1. 모니터링 시스템 구조
Fig. 1. Monitoring System Architecture

그림 1의 MFC 유닛은 유체 압력 값을 측정하여 채널 디바이스로 전송한다. 채널 디바이스에 연결된 MFC 유닛의 수는 하드웨어적으로 지원할 수 있는 슬롯의 개수에 따라 가변적으로 확장할 수 있다. 채널 디바이스는 MFC 유닛과 모니터 및 관리 소프트웨어간의 입·출력 인터페이스를 제공하는 기능을 한다. 즉, MFC 유닛의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 모니터 및 관리 소프트웨어로 송신하고, 모니터 및 관리 소프트웨어에서 생성한 제어신호를 아날로그 신호로 변환하여 MFC 유닛에 전송한다. 채널 디바이스에 연결된

MFC 유닛의 수는 하드웨어적으로 지원할 수 있는 슬롯에 따라 가변적으로 확장 가능하다. 또한, 모니터 및 관리 소프트웨어는 MFC 유닛의 측정값들을 분석하고, 모니터링하여 시스템 관리자에게 필요한 정보를 제공한다. 분석한 정보를 데이터베이스에 저장함으로써 시스템 운영 상황에 대한 수치 정보를 통계적으로 산출한 정보를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 SIO-AI4RB, SIO-AO4RB 캐리어 보드에 대하여 설명한다. 3장에서는 MFC 유닛과 채널 디바이스, 모니터 및 관리 소프트웨어로 구성되는 유체 유동 모니터링 시스템의 설계에 대하여 설명한다. 4장에서는 구현한 유체 유동 모니터링 시스템의 기능에 대하여 자세히 설명한다. 그리고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 하드웨어

본 논문에서는 아날로그 신호의 입·출력 기능을 제공하는 아진 엑스텍사의 SIO-AI4RB, SIO-AO4RB 캐리어 보드와 입·출력 모듈을 사용하여 채널 디바이스를 구현한다^[2].



(a) BPFR



(b) BPFR

그림 2. 캐리어 보드
Fig. 2. Carrier Board

캐리어 보드는 Add-On 방식의 모듈과 결합하여 다양한 기능을 구현할 수 있고, 외부 커넥터를 통하여 디바이스와 컴

퓨터를 연결할 수 있는 하드웨어이다. 캐리어 보드는 PCI 인터페이스를 사용하며, 크기에 따라 그림 2와 같이 BPF(PCI Full Size), BPH(PCI Half Size)로 분류 된다. BPF는 최대 4개의 모듈, BPH는 최대 2개의 모듈과 결합할 수 있다.

입력 모듈은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 기능을 제공한다. 본 논문에서 사용한 아진 엑스텍사의 SIO-AI4RB 캐리어 보드는 아날로그 입력 신호를 읽어 들일 수 있는 입력 전용 모듈로 4개의 채널(12-bit resolution/채널)을 가지는 모듈 타입의 보드이다. SIO-AI4RB 캐리어 보드[3]는 그림 3과 같고, 상세 사양은 표 1과 같다.

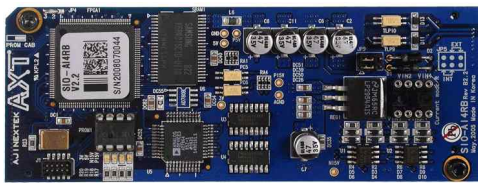


그림 3. SIO-AI4RB 캐리어 보드
Fig. 3. SIO-AI4RB Carrier Board

표 1. SIO-AI4RB 상세 사양
Table 1. Specification of SIO-AI4RB

항목	설명
AD Converter chip	AD7864BS-1
Channel	4 Channel
Input range	0~5V
	0~10V
	±5V
	±10V
	4~20mA
Input mode	Single-Ended 4ch
Sampling time	10us
Resolution	12-bit
Temperature range	0~ +60°C
Humidity range	90% or, less
Power requirements	5V, ±12V
Signal interface level	Logic level: High(2.0V), Low(0.8V)

SIO-AO4RB 캐리어 보드는 아날로그 출력을 제어할 수 있는 출력 전용 모듈로 4개의 채널(각각 12-bit resolution/

채널)을 가지는 모듈 타입 보드이다. SIO-AO4RB 캐리어 보드[4]는 그림 4와 같고, 상세 사양은 표 2와 같다.

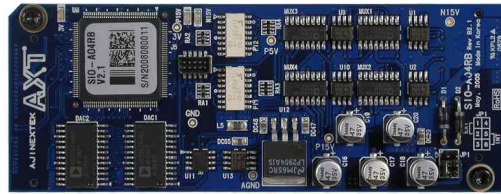


그림 4. SIO-AO4RB 캐리어 보드
Fig. 4. SIO-AO4RB Carrier Board

표 2. SIO-AO4RB 상세 사양
Table 2. Specification of SIO-AO4RB

항목	설명
AD Converter chip	AD7247AAR
Channel	4 Channel
Output range	0~5V
	0~10V
	±5V
	±10V
Settling time	4us
Output current	±10mA(Output voltage ±12V)
Resolution	12-bit
Temperature range	0~ +60°C
Humidity range	80% or, less
Power requirements	5V, ±12V
Signal interface level	Logic level: High(2.0V), Low(0.8V)

2. Embed Firebird

Firebird는 볼랜드사의 관계형 데이터베이스 관리시스템(RDBMS)이다^[5]. Firebird는 완전한 RDBMS의 기능을 갖추고 있으면서도 용량이 작고 속도가 빠르며, 메모리 점유율이 낮다는 특징을 가진다. 또한 Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, MAC OS 등의 다양한 플랫폼을 지원하며 다양한 프로그램 언어와도 연동이 가능하다. Embed Firebird는 RDBMS 서버 환경에서 작동하는 Firebird 환경을 로컬 데이터베이스 형태로 수정한 버전이다.

III. 유체 유동 모니터링 시스템 설계

유체 유동 모니터링 시스템은 MFC 유닛과 채널 디바이스, 모니터 및 관리 소프트웨어로 구성된다.

1. 채널 디바이스

채널 디바이스는 MFC 유닛과 모니터 및 관리 소프트웨어 간의 입·출력 인터페이스 기능을 제공한다. 총 20개의 MFC 유닛을 연결하기 위해 채널 디바이스를 각각 5개의 입·출력 모듈과 3개의 캐리어 보드를 이용하여 구성한다. 총 10개의 모듈을 장착하기 위해 BPFR 2대와 BPHR 1대를 이용하여 그림 5와 같이 채널디바이스를 구성한다.

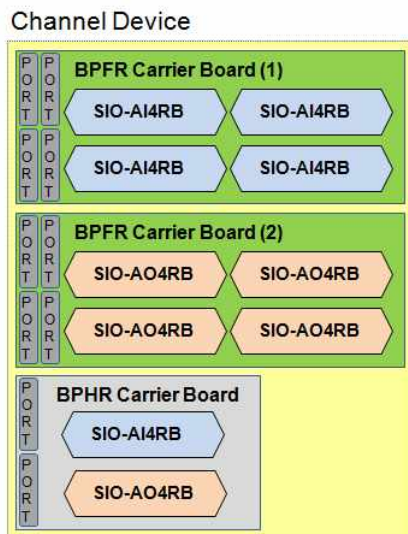


그림 5. 채널 디바이스
Fig. 5. Channel Device

그림 5에서 BPFR Carrier Board (1)은 4채널 입력이 가능한 SIO-AI4RB 모듈을 4개 장착하여 총 16개의 입력 기능을 가진다. BPFR Carrier Board(2)는 4채널 출력이 가능한 SIO-AO4RB 모듈을 4개 장착하여 총 16개의 출력 기능을 가진다. BPHR Carrier Board는 SIO-AI4RB, SIO-AO4RB 모듈을 각각 장착하여 4개의 입력과 4개의 출력 기능을 가진다. Carrier Board의 Port는 장착된 각각의 모듈과 연동 Port 당 4개의 MFC 유닛을 연결할 수 있다.

2. 모니터 및 관리 소프트웨어

모니터 및 관리 소프트웨어는 각 채널의 MFC 유닛에서

실시간으로 측정된 유체 압력 값을 모니터링하여, 분석하고 제어하는 소프트웨어이다. 본 논문에서는 빠른 응답성과 처리 성능을 가진 C++과 어셈블리를 이용하여 모니터 및 관리 소프트웨어를 구현한다. 모니터 및 관리 소프트웨어에 내장된 데이터베이스는 안정성과 이식성을 고려하여 볼랜드사의 Interbase 데이터베이스 엔진을 기반으로 한 Embed Firebird를 사용한다.

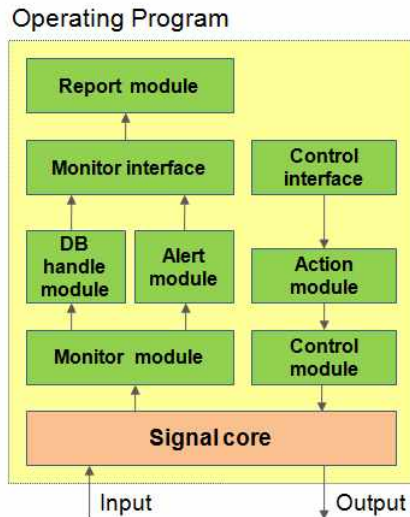


그림 6. 모니터 및 관리 소프트웨어
Fig. 6. Monitor and Management Software

이 소프트웨어는 그림 6과 같이 신호처리코어 모듈(Signal core), 모니터 모듈(Monitor module) 컨트롤 모듈(Control module), 데이터베이스 처리 모듈(DB handle module), 경고감지 모듈(Alert module), 보고 모듈(Report module)로 구성되며 각 모듈이 상호 통신하여 동작한다. 분산된 모듈 간의 통신 기법은 이벤트 기반 비동기 I/O 메시지 큐를 사용하여 데이터 병목 및 지연현상을 최소화 하도록 설계하고, 멀티코어 환경을 지원하기 위해 멀티스레딩 기법을 사용한다.

2.1 신호처리코어 모듈

신호처리코어(Signal core) 모듈은 채널 디바이스로부터 수신한 값을 가공하여 모니터 모듈로 전송한다. 또한 컨트롤 모듈로부터 받은 제어 명령을 채널 디바이스로 전송한다. 신호 처리코어 모듈은 모니터 및 관리 소프트웨어의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 모듈로 성능 최적화에 중점을 두고 설계한다. 성능의 최적화를 위해 코어의 코드는 순수 C++로 작성하고, 높은 오버헤드가 발생할 수 있는 부분은 어셈블리로 작성한다. 신호처리를 위한 자료형은 선형 공간을 가지는 벡터 자료형을 사용하여 직접 액세스가 가능하도록 설계하였으며 선형 공간

자료형의 단점인 공간 재배치 작업의 오버헤드는 재배치 메모리 풀을 사용함으로써 단점을 해결한다.

2.2 모니터 모듈

모니터 모듈은 모니터 및 관리 소프트웨어에서 핵심적 기능을 수행한다. 신호처리코어 모듈로부터 가공된 데이터를 전달받아 데이터베이스 모듈과 경고 모듈에서 사용이 가능한 데이터 형식으로 변환한다. 실시간성이 중요시되는 모니터의 특성을 고려하여 처리지연의 최소 상계를 설정하고 상계 이상의 지연발생시 내부적으로 지연상황을 기록한 후 다음 데이터 처리를 수행한다. 또한, 모니터 모듈은 모듈간의 통신에 사용되는 메시지 큐에 가장 빈번하게 접근하는 모듈이므로 큐 접근 우선순위가 가장 높다.

2.3 데이터베이스 처리 모듈

데이터베이스 처리 모듈은 시스템 관리자에게 운영 및 상황 정보를 제공하기 위하여 모니터링 데이터를 저장하고 관리한다. 데이터베이스는 빈번한 파일 입·출력이 발생하는 부분으로 입·출력 지연뿐만 아니라 최악의 경우 프로그램을 블록 상태로 만들 수 있다. 이를 해결하기 위하여 입·출력 스트레드를 별도 구현하여 독립적인 동작이 가능하도록 설계하였다. 임계치 이상의 데이터 입력이 요구되면 성능 향상을 위해 단일 데이터에 대한 독립 명령어를 수행하지 않고 복수의 데이터에 대한 워크 그룹을 구성하여 일괄적으로 데이터를 입력한다. 데이터베이스에 저장되는 데이터 수는 식 (1)로 계산할 수 있다.

$$\text{데이터 수} = \text{모니터링 채널 수} \times \text{모니터링 주기} \times \text{동작시간} \dots\dots (1)$$

모니터 및 관리 소프트웨어는 20개의 채널과 0.1의 모니터링 주기로 구성되어 1초당 200개 즉, 1시간당 72만개의 데이터를 처리한다. 데이터베이스에서 데이터의 입력은 파일 입·출력 작업으로 CPU를 이용하는 작업보다 더 많은 시간지연을 유발한다. 또한 입력 데이터 수의 증가에 따라 저장 공간도 비례하여 증가한다. 데이터 수의 증가와 저장 공간의 증가는 데이터 조회 성능을 저하시키기 때문에 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 변경값 감지 기법과 변경범위 감지 기법을 제안한다.

변경값 감지 기법은 실시간으로 입력되는 데이터를 전부 기록하지 않고 데이터 값의 변경이 일어나는 순간 값을 기록하는 방식이다. MFC 유닛에서 측정된 유체 압력은 특수한 환경을 제외하고 대체적으로 일정한 압력을 유지한다. 그러므로 동일하게 입력되는 값은 무시하고 변화가 있는 값만을 기록하여 데이터베이스의 빈번한 입·출력으로 유발되는 성능 저

하를 해결할 수 있다.

변경 값 감지 기법을 이용하면 데이터베이스에 기록되는 데이터 수(N)는 식 (2)와 같다.

$$N = N_{CH} \times T \frac{P_N}{P_V} \dots\dots\dots (2)$$

식 (2)에서 N_{CH} 는 모니터링 채널 수, T는 동작시간(초), P_N 는 모니터링 주기, P_V 는 모니터링 된 데이터의 평균 변경 주기이다. P_V 는 평균값이므로 N의 정확한 값을 계산할 수는 없지만 근사치를 계산할 수 있으므로 성능평가의 척도로 사용할 수 있다. 식 (2)를 사용하면 사용하지 않을 경우에 비해 데이터베이스에 저장할 데이터 수가 P_N/P_V 로 줄어든다. 따라서 변경값 감지 기법은 입력 데이터의 변경주기가 짧으면 P_N/P_V 의 값이 증가하여 데이터베이스에 입력될 데이터의 수가 증가하기 때문에 성능향상이 미미하지만 주기가 길어질수록 데이터의 수가 적어지므로 높은 성능 향상을 얻을 수 있다.

변경 범위 감지기법은 변경값 감지기법과 기본적으로 유사하나 데이터 저장을 허용오차 범위를 참조하여 수행한다. 변경값 감지기법에서는 데이터 변경이 발생하면 데이터를 저장하므로 허용오차 내에서 변경되는 데이터도 저장된다. 만약 데이터 변경주기가 짧고 데이터 변동 폭이 허용오차 내에 있는 상황을 가정한다면 허용오차 내에서 변경되는 데이터는 오류 검사에 아무런 영향을 주지 않으므로 새로운 변경값으로 처리할 필요가 없다. 따라서 변경범위 감지기법은 변경값 감지 기법의 이러한 문제를 해결하기 위하여 데이터 변경 폭을 검사하고 변동 폭이 허용오차 내에 있으면 저장하지 않는다. T초 동안에 데이터 변동이 허용오차 내에 있을 확률을 P_T 라고 하면 데이터베이스에 저장되는 데이터 수의 근사값(N)은 식 3과 같다.

$$N = N_{CH} \times (1 - P_T) T \frac{P_N}{P_V} \dots\dots\dots (3)$$

변경 범위 감지 기법은 최악의 경우($P_T=0$)에도 변경 값 감지기법의 성능을 보장한다. 그러나 허용오차 범위내의 변경 데이터를 저장하지 않으므로 보고서 작성시 정확한 데이터 값을 사용할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 변경 값 감지 기법과 변경범위 감지기법은 데이터 정확도와 데이터베이스 오버헤드의 trade-off 관계에 있으므로 상황에 따라 선택적으로 사용 한다.

24 경고 모듈

경고(Alert) 모듈은 모니터 모듈로부터 전달받은 데이터를 비정상 동작이 명시된 룰 체인과 비교하여 일치하는 룰이 있다면 비정상적인 상황으로 인지하고 관련 데이터를 관리자 에게 보고한다. 경고 모듈의 경고 레벨은 여러 단계로 구성할 수 있으며 각 경고 레벨에 대한 자동제어 명령을 명시하여 자동으로 처리를 수행할 수 있다.

25 모니터 인터페이스 및 레포트 모듈

모니터 인터페이스 모듈과 레포트 모듈은 시스템관리자가 필요한 여러 가지 인터페이스를 제공하는 모듈로 모니터링 상황을 확인할 수 있고, 레포팅 기능을 이용하여 모니터 된 데이터의 보고서를 제공할 수 있다.

26 제어 관련 모듈

제어 관련 모듈은 제어 인터페이스(Control Interface), 액션 모듈(Action module), 제어 모듈(Control module)로 구성된다. 관리자가 제어 인터페이스를 통하여 제어 명령을 지시하면 명령은 액션 모듈에서 현재 상황과 제어 명령을 기록하고 제어 모듈로 전달한다. 제어 모듈은 명령을 가공하여 신호처리코어 모듈로 전달하는 기능을 수행한다.

IV. 유체 유동 모니터링 시스템 구현

본 논문에서 구현한 유체 유동 모니터링 시스템은 시스템 관리자가 프로그램의 기능을 원활하게 사용할 수 있도록 GUI 환경으로 시스템의 각 모듈들을 연결한다.

1. 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스 구성은 그림 7과 같다.

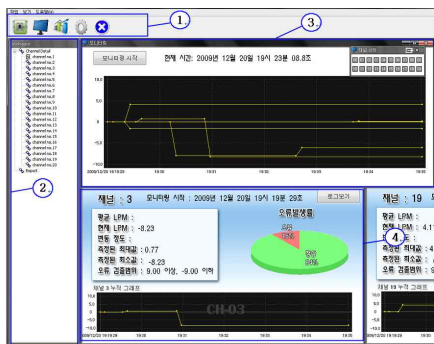


그림 7. 사용자 인터페이스
Fig. 7. User Interface

그림 7에서 ①도구 모음바는 각 기능을 한 번에 실행할 수 있는 기능을 제공한다. 도구 모음바는 컨트롤, 모니터링 뷰, 레포트, 환경설정, 프로그램 종료 기능을 제공하는 단축 아이콘을 포함하고 있다. ②도킹 윈도우는 모니터링 채널을 선택하고 채널 모니터 뷰의 속성을 설정할 수 있는 기능을 제공한다. 도킹 윈도우는 디스플레이 프레임내에서 OnTop모드로 배치되어 항상 최상위에 표시되며 해당 채널을 클릭하여 채널 모니터 뷰에 빠르게 접근하기 위하여 사용한다. ③전체 모니터링 뷰는 전체 채널의 모니터링 상황을 보여주는 기능을 제공한다. 전체 모니터링 뷰는 그림 8과 같이 채널 전체의 상황을 통합적으로 모니터링 하는 기능을 제공한다.

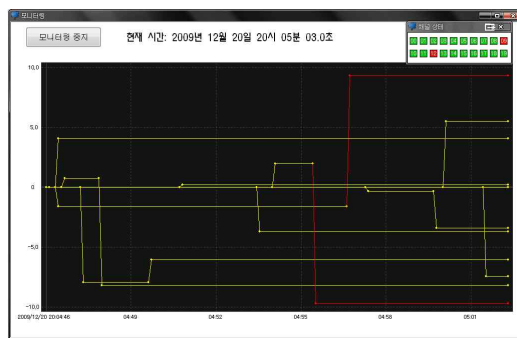


그림 8. 전체 모니터링 뷰
Fig. 8. Full Monitoring View

모니터링 시작 버튼을 클릭하면 전체 채널의 모니터링이 시작되며 모든 채널에서 측정된 압력이 선 그래프 형태로 출력된다. 그래프의 X 축은 측정시간을 나타내고, Y 축은 LPM(Liter Per Minute)을 나타낸다. 그래프 표시모드는 일반 모드와 누적 모드로 나눌 수 있으며 일반 모드는 현재를 기점으로 하여 과거 일정 동안의 압력을 출력하고, 누적 모드는 모니터링 시작 시점부터 현재까지 측정된 모든 압력을 합산하여 출력한다. 모니터링을 수행하는 동안 오류가 발생한 채널에 대해서는 오류 발생 시점부터 정상적인 상황과 다른 색상으로 그래프를 출력하며 오류가 발생한 채널은 관리자가 설정한 색으로 표시한다.

전체 모니터링 뷰의 우측 상단에는 채널 상태를 표시하는 채널 상태창이 있기 때문에 각 채널의 현재 상태를 편리하게 확인할 수 있다. 채널 상태 창에서 오류가 발생한 채널은 관리자가 설정한 색으로 표시되며 오류의 레벨에 따라서 다르게 설정, 표시할 수 있는 기능을 가지고 있다.

④채널 모니터 뷰는 각 채널의 상세 정보를 확인할 수 있는 기능을 제공하는 창으로 그림 9와 같다.



그림 9. 채널 모니터 뷰
Fig. 9. Channel Monitoring View

채널 모니터 뷰에서는 평균 LPM, 현재 LPM, LPM의 변동 정도, 측정된 최대값, 최소값, 오류 검출 범위, 오류 발생률, 채널의 압력 그래프를 확인할 수 있다. 오류 검출 범위와 채널 그래프의 범위는 설정을 통하여 변경할 수 있다. 오류 발생률은 채널의 측정이 시작된 시점으로부터 현재까지 모니터링 한 데이터 중 오류에 해당하는 데이터 수와 정상적인 데이터 수의 비율로 표시하며, 이를 통하여 채널의 동작 상태를 살펴볼 수 있다.

그림 9에서 로그보기 버튼을 클릭하면 그림 10과 같이 채널에서 발생한 오류에 대한 자세한 정보를 볼 수 있다.



그림 10. 로그 화면
Fig. 10. Log Window

그림 10에서와 같이 오류 발생시간과 측정값을 확인할 수 있다. 오류 로그는 파일출력, 화면 출력모드가 있으면 두 모드를 동시에 사용할 수 있다.

2. 레포팅 기능

유체 유동 모니터링 시스템에서 그림 11과 같이 필요한 정보에 대한 보고서를 자동 생성할 수 레포팅 기능을 제공한다.

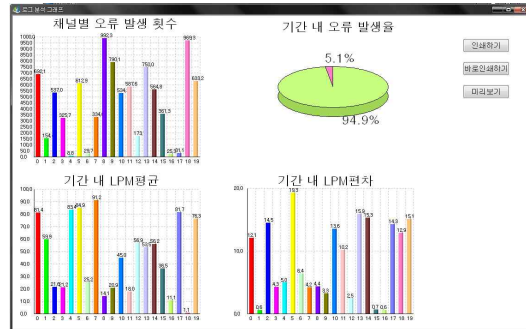


그림 11. 보고서 화면
Fig. 11. Report Window

그림 11의 보고서 화면은 모든 채널에 대한 정보와 인쇄 기능을 통하여 화면에 나타난 내용을 그대로 출력할 수 있는 기능을 제공한다. 이 보고서에 포함되는 각 양식은 단일 객체로 설계하여 드래그-앤-드롭(Drag & Drop)으로 보고서에 추가, 삭제할 수 있고, 데이터베이스에 저장된 데이터를 기반으로 하여 정확한 보고서를 생성한다.

보고서에는 채널별 오류 발생 횟수, 기간 내 오류 발생률, 기간내 LPM 평균 편차에 대한 정보를 출력할 수 있다. 채널별 오류 발생 횟수는 지정 기간 동안 발생한 오류 횟수를 확인할 수 있도록 발생 횟수를 표시하고 채널 색상은 임의적으로 설정할 수 있다. 기간 내 오류 발생률은 지정 기간 동안 발생한 오류의 수와 정상적인 데이터 수를 비율로 나타내어 채널의 상태를 확인할 수 있으며 전체 채널모드와 단일 채널모드를 지원한다. 기간 내 LPM 평균과 편차는 지정 기간 동안 측정된 LPM의 평균과 편차를 막대그래프로 표현하며 정확한 값을 막대그래프의 끝에 표시한다.

V. 결론

본 논문에서는 유체 흐름을 측정하고, 측정 데이터를 이용하여 디바이스를 제어하는 모니터링 시스템을 제안한다. 이 시스템은 MFC 유닛과 채널 디바이스, 모니터 및 관리 소프트웨어로 구성된다. MFC 유닛은 유체 압력 값을 측정하여 채널 디바이스로 전송한다. 채널 디바이스는 MFC 유닛과 모니터 및 관리 소프트웨어간의 입·출력 인터페이스를 제공하는

기능을 한다. 모니터 및 관리 소프트웨어는 각 채널의 MFC 유닛에서 실시간으로 측정된 유체 압력 값을 모니터링하여 분석하고 제어한다. 이 소프트웨어는 20개의 채널과 0.1의 모니터링 주기로 구성되어 1초당 200개 즉, 1시간당 72만개의 데이터를 처리한다. 이때 입력 데이터 수 증가에 따라 저장 공간도 비례하여 증가한다. 이러한 데이터 수의 증가와 저장 공간의 증가는 데이터 조회 성능을 저하시키기 때문에 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 변경값 감지 기법과 변경범위 감지 기법으로 구현한다. 또한 빠른 응답성과 처리 성능을 가진 C++과 어셈블리를 이용하여 모니터 및 관리 소프트웨어를 구현한다. 모니터 및 관리 소프트웨어에 내장된 데이터베이스는 안정성과 이식성을 고려하여 볼랜드사의 Interbase 데이터베이스 엔진을 기반으로 한 Embed Firebird를 사용하여 구현하였다.

향후 연구과제는 모니터링 시스템의 성능을 향상 시키고, 더욱 정확하게 디바이스를 제어할 수 있는 기법을 개발하는 것이다.

참고문헌

- [1] 김원희, "PLC응용기술," 성안당, 2005.
- [2] Carrier Board(BPFR, BPHR) Hardware User Manual, http://www.ajinextek.com/a/download/AXT/Hardware/CarrierBoards/BPFR,BPHR_HW_KOR_V20090201.pdf
- [3] Analog Input Module(SIO-AI4RB) Hardware User Manual, http://www.ajinextek.com/a/download/AXT/Hardware/AnalogInOutModules/SIO-AI4RB_HW_KOR_V20090615.pdf
- [4] Analog Output Module(SIO-AO4RB) Hardware User Manual, http://www.ajinextek.com/a/download/AXT/Hardware/AnalogInOutModules/SIO-AO4RB_HW_KOR_V20090615.pdf
- [5] Firebird Open Source RDBMS Project, <http://www.firebirdsql.org/>
- [6] 이상준, 이원주, "산업공정상의 유체 유동 모니터링 시스템 설계," 2010년도 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회논문집, 제18권, 제1호, 285-288쪽, 2010년 1월.

저자 소개



이원주

1989 : 한양대학교
전자계산학과 공학사.
1991 : 한양대학교
컴퓨터공학과 공학석사.
2004 : 한양대학교
컴퓨터공학과 공학박사
현 재 : 인하공업전문대학
컴퓨터정보과 부교수
관심분야 : 성능분석, 센서네트워크,
병렬처리시스템, 모바일 컴퓨팅,
그리드 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅



이상준

1989 : 한양대학교
전자계산학과 공학사.
1991 : Univ. of Utah
Mechanical Eng. 공학석사.
2003 : Arizona State Univ.
Mechanical & Aerospace Eng.
공학박사
현 재 : 평택대학교
물류정보대학원 전임강사
관심분야 : 물류정보시스템, 유비쿼터스,
RFID/USN,