

전력선 통신을 이용한 원격 집진기 bag 제어 시스템 개발

김정숙*

Development of a Remote Dust Collector Bag Control System using Power Line Communication

Jung-Sook Kim*

요 약

통신과 제어 기술의 발전과 인터넷 기능 강화로 이들을 이용해 전통 제조업에서 위험과 생산 비용을 줄이면서 제품의 성능을 향상시키기 위한 동기 인식이 확산되고 있다. 이에 본 논문에서는 첨단 IT 기술을 전통산업인 집진기에 융합한 지능형 원격 집진기 bag 제어 시스템을 이벤트 기반으로 개발하였다. 먼저 집진기의 센서인 차압 측정기의 아날로그 출력 데이터를 디지털로 변환시키는 A/D 변환기를 마이크로 프로세서를 사용하여 제작하였다. 또 이들을 RS-232 통신 방법으로 전력선 통신 모뎀과 연결하는 기술을 개발하였다. 다음은 전력선 통신을 이용하여 집진기 bag 상태 정보를 효율적으로 전송할 수 있도록 n-바이트 메시지 형식을 정의하였다. 그리고 집진기와 집진기 bag을 논리적으로 모델링하기 위해 자료형을 정의하였고, 이를 이용해 집진기와 집진기 bag을 XML과 객체지향 모델링 기법을 이용해 모델링하였다. 뿐만 아니라 집진기 bag의 교체시기를 정확하게 파악하여 집진기 bag의 교체시기를 관리자에게 실시간으로 다양한 시각적인 사용자 인터페이스를 이용해 제시하도록 개발하였다.

Abstract

Advances in communications and control technology, the strengthening of the Internet, and the growing recognition of the urgency to reduce the risk and production cost are motivating the development of improvements in the traditional manufacturing industry. In this paper, we developed a remote dust collector bag control system which is a combination of advanced IT and traditional dust collector based on the event. At first, we made the A/D(Analog/Digital) converter using a micro processor because the differential pressure transmission, which is a sensor of the dust collector, produces analog volt data. A/D converter can provide RS-232 communication to connect with Power Line Communication(PLC) modem. And, n-bytes message format was defined for the efficient dust collector bag information transmission from a dust collector to a user. Also, we designed the data types to model the dust collector and the dust collector bag, and they were logically modeled using XML and object-oriented modeling method. In addition to that, we implemented the system for showing the dust collector bag exchange time exactly to users at real-time using various visual user interfaces.

• 제1저자 : 김정숙

• 투고일 : 2010. 03. 03, 심사일 : 2010. 03. 10, 게재확정일 : 2010. 03. 30.

* 김포대학 IT학부 멀티미디어과 교수

※ 이 논문은 2009년 지식경제부와 한국산업기술진흥원의(과제번호: 06B0906260193) 지원을 받아 수행되었음, 또한 2010년 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회에 발표한 “전력선 통신을 이용한 IT 융합 응용 개발”을 확장한 것임.

▶ Keyword : 원격 집진기 bag 제어 시스템 (Remote Dust Collector Bag Control System), 전력선 통신(Power Line Communication), IT 융합(IT Convergence), XML(eXtensible Markup Language), 아날로그/디지털 변환기(Analog/Digital Converter)

I. 서론

통신과 제어 기술 및 인터넷 연결이 강화되어 세계적으로 디지털화가 급속하게 진전되면서 전 산업 분야에 걸쳐 광범위하게 확대 적용됨에 따라 전통 산업 및 유통·물류, 농업을 포함한 산업 전반의 생산성 향상 및 경쟁력 강화를 위한 첨단 IT 기술 적용이 확대되고 있다. 이러한 IT 융합기술은 이종기술간 융합을 통하여 신제품과 새로운 서비스를 창출하거나 기존 제품의 성능을 향상시키는 기술이다. 특히 기존 제조업의 위험 요소가 내포되어 있는 곳에서 IT 기술을 접목하여 안전하게 작업을 처리하기 위해 많은 연구들이 개발되고 있다. 그러나 현재는 초기 발전단계로 많은 개발이 이루어질 필요가 있다[1, 2, 3].

이에 본 논문에서는 전통 제조업인 집진기에 IT 기술을 접목한 IT 융합의 한 응용 사례를 개발하였다. 집진기는 제조공장에서 발생하는 먼지를 흡입하는 장비로, 제조업에서 생산되는 제품의 성능에 영향을 줄 뿐만 아니라, 근로자의 건강과 환경에 중요한 영향을 미친다. 따라서 대부분의 많은 제조업 현장에서 집진기를 가동하고 있다. 그런데 집진기는 몇 가지 단점을 포함하고 있다. 먼저 집진기가 먼지를 흡입하여 저장하는 bag의 크기 및 용량에 한계가 있으므로, 이들을 주기적으로 교체해 주어야 한다. 또 다른 문제점은 집진기 bag의 현재 상태 정보를 알려주는 센서가 부착되어 있으나 이들이 집진기에 직접 부착되어 있다. 그런데 집진기의 크기가 제조업체의 종류와 크기에 따라 다양하게 개발되고 있으며, 특히 대규모 업체인 경우 높이가 50m 이상인 집진기가 설치되어 운영되기도 한다. 여기에 하나의 업체가 다수의 현장을 보유하고 있는 경우, 각 현장마다 집진기 설치가 필요하며, 이로 인해 모든 현장의 집진기 상태를 확인하여 집진기 bag 교체 시기를 기억하고 있어야 한다. 그런데, 이때 집진기의 bag 상태 정보를 알 수 있는 유일한 방법은 작업자가 직접 집진기에 올라가서 확인하는 방법이다. 따라서 작업자에게 많은 위험이 따르며, 비용도 발생한다. 즉 현재 생산되고 있는 집진기는 통신 능력이나 인공 지능 기능이 탑재되어 있지 않은 장비이다. 그러나 여기서 한 가지 중요하게 고려되어야 할 요소는 IT 융합으로 생산되는 생산품의 생산비가 효과적이어야 한다. 즉 통신을 하기 위해 통신 설비를 새롭게 설치해야 한다면 많은 생산 비용이 증가하게 될 것이다.

이에 본 논문에서는 집진기에 전력선 통신(Power Line Communication: PLC)을 이용해 통신 기능을 연결시켜, 이를 인터넷을 통해 언제, 어디서나 원격에서 작업자가 안전하게 집진기 bag 상태에 대한 정보를 수집하고 제어할 수 있는 기능을 가진 IT 융합 장비로 전통 집진기에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있는 시스템을 개발하였다. 전력선 통신이란 가정이나 사무실에 연결되어 있는 전력선을 통하여 통신 신호를 100KHz ~ 30MHz의 고주파 신호로 바꿔 보내고 이를 고주파 필터를 이용해 따로 분리해서 신호를 수신하는 방식을 말한다. 전력선은 대부분의 산업현장에 이미 설치되어 있으므로 통신을 위해 별도로 설비들을 설치하지 않아도 되는 장점이 있다. 여기에 무선 통신에 비해 통신 거리가 길어 산업현장과 사무실이 분리되어 있는 경우에도 설치가 쉬우며 특히 전력선 통신 모델의 가격이 저렴하므로 생산 비용에 거의 영향을 미치지 않는 장점이 있다[4, 5].

먼저 IT 융합 응용 시스템 개발을 위해 집진기의 센서인 차압 측정기의 출력 데이터가 아날로그이므로 디지털 데이터를 입력으로 받는 전력선 통신 모델을 연결하기 위해서는 아날로그/디지털을 변환시켜 주는 변환기가 필요하다. 또한 전력선 통신 모델과 서버 및 집진기 bag에 부착된 차압 측정기와의 통신을 위해서는 메시지 형식(message format)을 정의해 주어야 한다. 이에 전력선 통신 모델이 바이트 단위의 통신을 하므로 n-bytes 메시지 형식을 정의하였다. 그리고 집진기를 논리적으로 표현하기 위해 XML과 객체 지향 모델링 기법을 사용하여 논리적으로 모델링할 수 있는 모델링 기법을 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 전력선 통신을 이용하여 원격 집진기 bag 제어 시스템 개발에 대해 기술하고, 4장에서 실험한 내용과 결과를 고찰하고 5장에서 결론을 내리고 향후 연구 과제를 살펴본다.

II. 관련 연구

본 장에서는 논문과 관련된 전력선 통신 기술과 인터넷을 기반으로 데이터 전송을 하기 위해 많이 사용되고 있으며 웹에서 표준인 XML[6, 7, 8]을 이용하여 개발된 다양한 응용의 예들을 살펴보기로 한다.

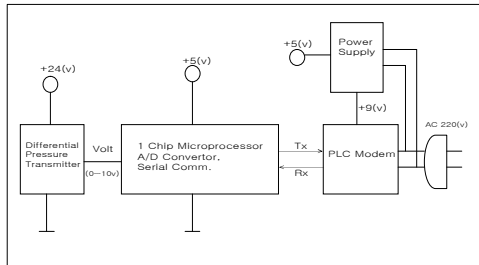


그림 2 연결 다이어그램
Fig. 2. Connection Diagram

다음 그림 3은 차압 측정기가 A/D 변환기를 통해 전력선 통신 모뎀과 연결되어 있는 실체를 보여주고 있다.



그림 3. 차압 측정기와 전력선 통신 모뎀 연결
Fig. 3. Connect between a Differential Pressure Transmitter and a PLC Modem

3.3. 이벤트 개요와 XML Schema

원격 집진기 bag 제어 시스템은 이벤트에 기반을 둔 시스템으로 개발되었다. 즉 이벤트는 XML Document내의 element들과 연관되어 비동기적으로 발생하는 모든 것을 일컫는다. 예를 들어 마우스의 클릭, 이벤트가 잘못된 값을 가지는 경우와 응급한 이벤트가 발생한 경우 알람(alarm)을 발생시켜야 하는 경우, element에서 에러가 발생한 경우 등 모든 경우를 포함한다. 이러한 이벤트 발생 및 처리는 W3C의 권고안인 DOM 모델을 기본적으로 따른다. DOM 모델은 다음과 같은 단계를 거쳐 이벤트 발생을 감지하고 처리한다. Target이라 불리는 element에서 이벤트가 발생되면 observer라 불리는 element에서 감지하고 이벤트 처리 여부를 결정한다. XML을 이용한 이벤트 모델의 표현을 위해 발생 가능한 이벤트들을 계층적으로 분류하여 관리한다. 이벤트가 발생하는 위치 또는 발생시키는 객체에 따라 알람, 부가 서비스 등 4가지 큰 그룹으로 분류하여 관리한다. 이는 향후 시스템 확장성에 따라 추가적으로 포함되어질 이벤트들의 확장성을 고려한 것이다. 다음 표 1은 이벤트를 모델링 한 것이다.

표 1. 이벤트 모델링
Table 1. Event Modeling

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"? >
<event type="Alarm" id="e_20070810"
targetid="dustbag123", provider="dust123",
handler="Administrator", defaultAction="perform",
propagation="continue">
<arguments>
<argument name="state">Full</argument>
</arguments>
</event>
```

다음 표 2는 집진기 bag 상태 정보를 얻기 위해 이를 XML을 이용하여 논리적으로 모델링한 내용이다.

표 2 Bag 상태를 위한 XML schema
Table 2. XML Schema for a Bag State

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"? >
<BagInfo>
<BagID> 1 </BagID>
<TypesOfIndustry> manufacturing
</TypesOfIndustry>
<Subdivision> aflourmill
</Subdivision>
<BagType> filter </BagType>
<BagCapacity> 5 </BagCapacity>
<BagUse>
<BagYear> 1 </BagYear>
<BagMonth> 10 </BagMonth>
<BagDay> 10 </BagDay>
<BagTotalTime> 2000 </BagTotalTime>
</BagUse>
<BagStatus> middle </BagStatus>
</BagInfo>
```

3.4. 전력선 통신 연결

전력선 통신에서 정보를 전송하고 수신할 때 사용되는 메시지 형식이 필요하다. 본 논문에서 개발하는 시스템에서 사용하는 전력선 통신 모뎀에서 제공되는 메시지 형식은 바이트 단위이며, 최대 전송량은 80바이트까지 가능하다. 이러한 기능을 이용하여 본 논문에서는 간단한 데이터를 보내고 받을 때 많이 사용하는 메시지 형식으로 정의하였다. 다음 표 3은 본 논문에서 개발한 바이트 단위로 구성된 메시지 형식을 보여주고 있다.

표 3. 메시지 형식
Table 3. Message Format

Preamble (0xFF)	Preamble (0xFF)	Dust collector IDs	Dust collector bag IDs	Commands	Data	Checksum
-----------------	-----------------	--------------------	------------------------	----------	------	----------

각 구성 요소들을 자세히 설명하면 먼저 앞의 2 바이트 0xFF는 에러 발생을 방지하기 위해 보내는 요소이며, 다음으로 집진기 ID는 1바이트이며, 설치되어 운영 중인 집진기를 구별하기 위한 것이다. 한 산업체에 현장이 여러 곳인 경우, 집진기도 현장에서 필요한 수만큼 설치되어 운영되고 있으므로 이들을 각각 구별할 수 있는 집진기 ID가 필요하다. 그리고 집진기 bag ID도 1바이트로 정의되었으며, 하나의 집진기 내에 다양한 개수의 bag이 존재하므로 이들을 또한 구별할 수 있어야 한다. Command도 1바이트이며 사용자가 이벤트를 통해 발생시키는 명령어와 시스템에서 발생하는 명령어들을 나타내기 위한 것으로 01은 write 명령어, 02는 read 명령어와 같이 구성된다. Data는 실제 전송되는 데이터를 나타내며, 마지막 Check sum은 데이터 전송 중에 에러가 발생했는지 구별하기 위해 사용되는 요소로 1바이트로 정의되었다. 그리고 컴퓨터와 통신은 직렬 통신을 한다. 바이트 단위로 입력되는 데이터를 직렬 통신 인터페이스와 연결해서 이들을 바이트 단위로 파싱한다. 파싱한 결과 생성된 토큰들은 데이터베이스의 해당 필드에 저장되어 실시간으로 정보를 보내주도록 한다.

IV. 구현 환경과 결과

4.1 구현 환경 및 내용

본 논문에서 개발한 원격 집진기 bag 제어 시스템은 웹 환경에서 동작하며 이벤트를 기반으로 작동한다. 본 시스템을 개발하기 위해 오픈 소스 소프트웨어 툴들을 사용하였다. 웹 서버는 Apache을 사용하였으며, 웹 프로그래밍을 하기 위해 Java와 PHP을 사용하고, 데이터베이스는 MySQL를 사용하였다. 그리고 차압 측정기와 전력선 통신을 연결하기 위해 제작되는 아날로그/디지털 변환기를 제작하고 이를 동작하기 위해서는 C 언어를 사용하여 임베디드 프로그램을 작성하였다. 특히 시스템 운영자가 초보인 경우도 쉽게 결과를 분석하고 파악할 수 있도록 테이블과 그래프 형태와 같이 시각적으로 결과를 보여준다. 이러한 시각적인 결과 화면을 개발하기 위해 역시 오픈 소스 개발 툴인 open-flash-chart(OFC)를 이용하였다.

전력선 통신과 컴퓨터와의 연결은 직렬 통신 인터페이스를 통해 연결된다. 따라서 직렬 인터페이스로 전송된 데이터들을 바이트 단위로 메시지 형식에 맞추어 파싱한다. 이러한 연결 방식을 사용하여 집진기에서 일정한 간격으로 정보를 보내주면, 이들을 데이터베이스에 저장한 후 사용자에게 실시간으로

정보를 보여준다. 그리고 사용자가 비정기적으로 현재 상태를 요청할 수도 있으며, 이런 경우에도 집진기 bag 정보를 집진기에 요청하여 최신의 정보를 사용자에게 알려준다. 결과는 테이블과 그래프 형식을 선택할 수 있으며, 이 둘을 동시에 보여지도록 사용자가 요청하면 테이블과 그래프 형식이 동시에 나타난 화면을 통해 결과를 볼 수 있도록 개발하였다.

뿐만 아니라 집진기를 설치하여 운영 중인 업체를 직접 방문하여 과거 사례를 수집하고 이들을 근거로 하여 집진기 bag의 용량과 분진의 발생 정도 및 집진기 사용 시간을 이용하여 교체시기를 추론할 수 있는 식을 적용하였다. 이렇게 구해진 결과를 테이블의 비교 필드에서 확인할 수 있도록 개발하였다. 시스템에서 집진기 bag의 교체 시기가 언제인지 자세하게 알려주며, 그 시기가 임박하면 경고 메시지와 더불어 알람 이벤트 서비스가 작동되어 시스템 운영자에게 자동으로 알려 준다. 다음 표 4는 C 언어로 작성된 차압 측정기와 전력선 통신을 연결하기 위해 아날로그/디지털 변환기 제작을 위한 프로그램 소스의 일부를 보여주고 있다.

표 4. 연결 프로그램
Table 4. Connection Program

```
#include <12F675.h>
#define adc = 10
#define delay(clock=4000000)
#define fuse NOWDT, INTRO_IO, NOCPD, NOPROTECT, NOMCLR, NOPUT, NOBROWNOUT
#define rs232(baud=9600, xmit=PIN_A2, rcv=PIN_A3)
#define BYTE TRISIO = 0x85
#define byte adcon0 = 0x1f
long int ad_value;
int id, sensor_no, y0, y1, y2, y3;

void main()
{
    setup_adc_ports(sANoI|VSS_VDD);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    .....
}
```

4.1 구현 결과

집진기에서 전력선 통신을 통해 집진기 bag 제어 시스템으로 15분마다 정기적으로 전달되는 최신 집진기 bag 상태 정보를 테이블이나 그래프 형태로 보여준다. 본 논문과 같은 연구 결과를 찾을 수 없어 시스템 결과를 비교하기는 어렵지만, 본 논문에서 제안한 방법으로 연결하여 정상적으로 실험하고 있다. 본 연구 개발 결과로 인해 작업자가 집진기 bag

상태를 파악하기 위해 집진기에 직접 올라가야 하는 작업의 위험을 줄였으며, 시간과 인력의 낭비를 줄였다. 이는 기존 사용하던 시스템과의 비교되는 개발 결과이다. 다음 그림 4는 집진기 1에 속해 있는 bag들 중 bag1의 현재 분진이 얼마 정도 채워졌으며, 언제 교체해야 하는지에 대한 정보를 15분 단위로 나타내며, 테이블의 비고 필드에 교체 시기가 임박하면 빨간색으로 변해 강조하여 보여주고 있다.

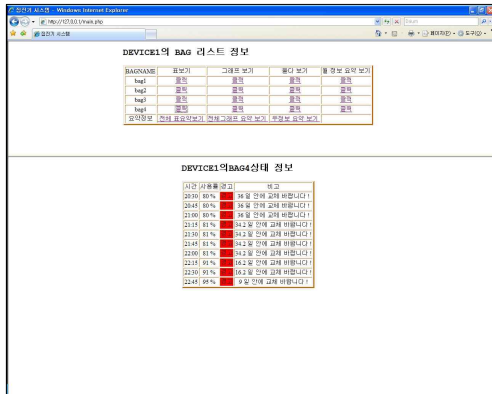


그림 4. 테이블 이용한 집진기 bag 정보
Fig. 4. Dust Collector Bag Information using a Table

아래 그림 5는 집진기 bag의 현재 상태 정보를 그래프 형식으로 정보를 보여주고 있으며, 데이터계열 중 빨간색 부분은 교체시기가 임박했음을 알려주는 표시이다.

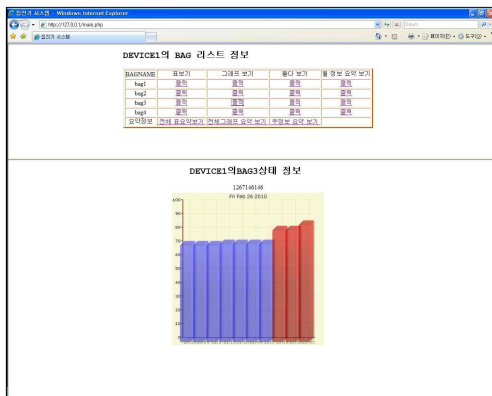


그림 5. 그래프를 이용한 정보
Fig. 5. Information using a Graph

다음 그림 6은 그래프와 테이블 형식 모두를 사용하여 매 15분마다 변하는 집진기 상태 정보를 나타내, 집진기 bag의

현재 상태를 보다 쉽게 파악할 수 있다.

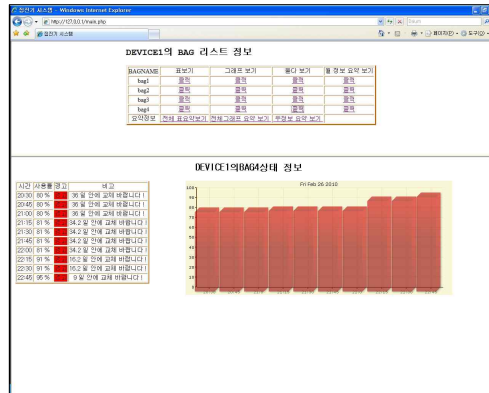


그림 6. 테이블과 그래프 형식의 정보
Fig. 6. Information using a Table and a Graph

또한 그림 7은 집진기에 포함되어 있는 모든 bag들에 대해 현재 각각의 bag 상태 즉 분진이 채워져 있는 정도를 보여주며, 시스템이 알려진 시간 내에 집진기 bag을 교체해야 함을 알려주는 요약 정보를 테이블과 그래프를 사용하여 한눈에 볼 수 있도록 개발한 화면이다.

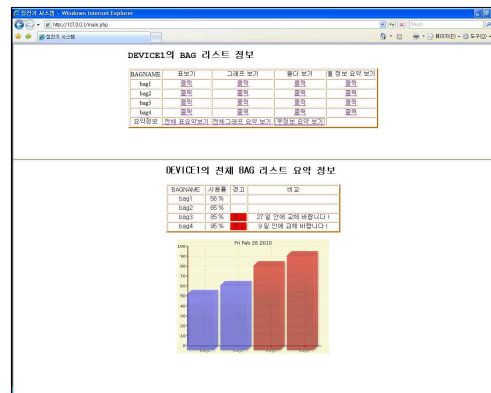


그림 7. 요약 정보
Fig. 7. Summary Information

V. 결론

본 논문에서는 전통산업인 집진기에 IT 기술을 융합하여 집진기 bag 상태를 실시간으로 웹을 통해 원격에서 안전하게 사용자가 확인할 수 있는 기능과 더불어 집진기를 설치하여 운영 중인 업체를 직접 방문하여 과거 사례를 수집하고 이를

기반으로 집진기 bag에 분진이 채워지는 비율과 집진기 bag의 용량 및 사용 시간을 근거로 교체시기를 추론할 수 있는 식을 적용하여 집진기 bag 상태를 지능적으로 파악하여 현재 상태와 교체 시기와 같은 정보를 관리자에게 정기적으로 제시해 줄 수 있는 시스템을 개발하였다.

그런데 전통 집진기와 IT 기술을 융합하는 시스템을 개발할 때 고려되어야 할 중요 요소 중 한 가지는 시스템 생산 비용이다. 전통 집진기 개발 비용과 비교하여 IT 기술이 접목된 집진기 비용이 크게 증가한다면 새롭게 개발된 시스템을 상용화하는데 걸림돌이 될 것이다. 즉 원격 집진기 bag 제어 시스템 설치를 위해 통신 설비를 새롭게 설치해야 하거나, 고가의 통신 장비가 필요하여 이러한 비용이 추가된다면 시스템 생산 비용이 당연히 증가될 것이다. 이에 본 논문에서는 생산 비용을 최소로 추가 발생되면서 효율적으로 집진기 bag 제어를 원격에서 할 수 있는 전력선 통신을 이용하여 개발하였다.

먼저 원격에서 웹을 통해 집진기 bag 상태를 파악하기 위해서 집진기와 서버 사이에 전력선 통신을 이용하여 양방향 통신이 가능하도록 개발하였고, 전력선 통신을 통해 전송되는 메시지들의 형식을 정의하였다. 특히 집진기의 센서인 차압 측정기의 아날로그 출력 데이터를 전력선 통신 모뎀에 입력으로 연결하기 위해서는 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환시켜 줄 수 있는 변환기가 필요하다. 이에 본 논문에서는 아날로그/디지털 변환기를 제작하였으며 이로부터 RS-232 통신이 가능하도록 하나의 마이크로 프로세서를 이용하여 개발하였다. 전력선 통신의 장점은 전력선 설비가 대부분의 산업 현장에 설치되어 있어 통신을 하기 위해 별도의 통신 설비가 필요하지 않으며, 무선 통신에 비해 통신 거리가 길다. 뿐만 아니라 전력선 통신 모뎀 비용이 비교적 저렴하여 집진기 생산 비용에 거의 영향을 미치지 않는다. 그리고 집진기와 집진기 bag들을 원격에서 효율적으로 제어하기 위해서 이들을 논리적으로 모델링 하였다. 웹에서 정보를 교환하는데 효과적인 XML을 이용하여 집진기와 집진기 bag을 객체지향 모델링 기법을 이용하여 모델링하였다. 또한 집진기 bag 상태에 따라 교체시기를 정확하게 알려주기 위해 집진기 bag 상태에 영향을 주는 주요 요인들을 파악한 결과, 생산 공정에서 발생하는 분진의 양과 집진기의 사용 시간 및 bag 용량 등이다. 따라서 이들을 효율적으로 찾을 수 있는 식을 개발하고, 얻어진 결과를 실시간으로 다양한 시각적인 사용자 인터페이스를 통해 보여줄 수 있도록 개발하였다. 따라서 초보 운영자도 쉽게 본 시스템을 운영할 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구과제는 실제 개발된 시스템을 다양한 제조업 현장에 적합하게 적용하는 일이다.

참고문헌

- [1] 이광희, 안춘모, 박광만, “전통산업과 IT 산업의 융합화 분석”, 전자통신동향분석 제 23권 제 2호, 13-22쪽, 2008년
- [2] 장원익, 김승환, 박수준, 박선희, “IT 기반 융합기술(의료, IT 융합 중심 사업화 동향)”, 전자통신동향분석 제 23권, 제 5호, 3-11쪽, 2008년.
- [3] 현창희, “IT 기반 융합정책 방향”, 전자통신동향분석 제 23권, 제 2호, 1-12쪽, 2008년.
- [4] 전력선 통신 연구개발센터, <http://plc.keri.re.kr>.
- [5] 김관형, 전재환, 강성인, 오암석, “홈 네트워크를 위한 전력선 통신을 이용한 장치 제어 및 UPnP 미들웨어 구현”, 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 14권, 제 12호, 25-32쪽, 2009년.
- [6] 임인섭, 정순기, “지진 관측소 정보의 XML 기반 통합 관리 시스템”, 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 14권, 제 8호, 117-125쪽, 2009년.
- [7] W3C, “eXtensible Markup Language(XML),” Recommendation, Feb. 1998.
- [8] W3C, “XML Schema Part0” Primer,” Recommendation, May 2001.
- [9] 한국전자거래진흥원, <http://www.kiec.or.kr>.
- [10] ebXML, <http://www.ebXML.org>
- [11] VoiceXML, <http://www.voicexml.org>
- [12] Intelligrid Consortium within EPRI, “Phase I of the Intelligrid project white papers : Integrated Energy and Communications System Architecture, Communications Architecture for Distributed Energy Resource in Advanced Distribution Automation, Consumer Portal, Fast Simulation and Modeling”, *Intelligrid Consortium within EPRI(Electric Power Research Institute)*, pp 1-300, 2005.

저자 소개



김정숙

1999 : 동국대학교 컴퓨터공학과 공
학박사

2000 - 현재 : 김포대학 IT학부 멀티
미디어과 부교수

관심분야 : IT 융합, 유전 알고리즘,
지능형 에이전트, 분산 알
고리즘, e-Learning