

## 사용성을 고려한 IP-USN 기반 작업장 환경 모니터링 시스템 가이드라인\*

윤정민\*\* · 신유민\*\* · 박 범\*\*

### User-Center Design of Workplace Environmental Monitoring Guideline\*

Jung Min Yun\*\* · You Min Shin\*\* · Peon Park\*\*

#### ■ Abstract ■

The workplace environment monitoring system based on IP-USN proposed in this study measures and analyzes workplace environment information so as to provide services to provide better work environment and prevent occupational accidents caused by poor, shabby labor environment. This study presents the procedures to design and develop a system that monitors noise, humidity, vibration, temperature, and sensors installed in the workplace and sounds alarm when workers enter dangerous areas or are exposed to hazards. The author actually installed the IP-USN workplace environment monitoring system in a small workplace and confirmed its effectiveness.

Keyword : Ubiquitous, IP-USN(Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network), Workplace Environmental Monitoring, Workplace Environmental Measures

## 1. 서 론

한국의 급속한 성장은 1960~1970년 중화학 공업을 중심으로 한 산업화 과정을 통하여 이루어졌다. 하지만 급속한 산업화는 산업체의 규모 및 산업인구 증가의 원인이 되었으며, 이에 따라 작업자들이 유해환경에 노출 될 위험이 높아졌다. 유해 환경에서의 근무는 작업자의 작업 능률 저하 및 각종 직업병의 발생을 유발하기 때문에 삶의 질이 향상됨에 따라 작업자의 관심이 쾌적한 작업 환경과 개인적 건강에 대한 마련이 시급한 형평이다. 현 산업보건안전보건법의 규정에는 주기적인 작업 환경측정과 건강 검진 실시가 의무화 되어 있으나, 일괄적인 검사 체계로는 누적된 유해 요소에 의한 직업병을 정확하게 규명하기 힘든 실정이다. 따라서 작업자의 산업재해예방 및 쾌적한 근로 환경을 위하여 IP-USN을 이용한 실시간 작업장 환경 모니터링 서비스 가이드라인을 제시하고자 한다.

본 논문에서는 IP-USN 기반에 무선 노드의 센서 기술을 이용하여 작업장 환경 모니터링 시스템을 구축하였다. 기존의 유선 센서 시스템은 대형의 고가 센서를 사용하여 유선으로 사용자에게 직접 연결되어 데이터를 수집하는 형태이다[1].

하지만 본 논문에서 제안하는 시스템은 무선 환경 센서를 이용하여 데이터 전송 시 기존의 시설에 대한 추가 작업이 필요 없는 장점이 있기 때문에 비용적 손실을 최소화 할 수 있으며, 실시간으로 산업장이 모니터링이 가능하다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장에서는 현재 시행되고 있는 작업 환경 측정 방법을 조사하고, 작업장 환경 모니터링의 주요 핵심 요소인 IP-USN과 작업장 환경 모니터링을 설명한다. 제 3장에서는 실제 작업장에 도입할 IP-USN의 가이드 라인을 제시하고, 실제 작업장에 도입하여 작업장 모니터링 결과를 표현 할 수 있는 모니터링 서비스의 구축에 대해 설명한다. 마지막으로 제 4장에서는 작업장 환경 모니터링에 대해 결론을 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 작업장 환경 측정 방법

작업장 환경 측정은 산업안전보건법(이하 ‘보건법’) 제42조의 규정에 의하여 작업 시 발생하는 소음, 분진, 유해화학물질 등의 유해인자가 작업자에게 얼마나 노출되는지를 측정, 평가한 후 시설, 설비 등 적절한 개선을 통하여 깨끗한 작업환경을 조성함으로써 작업자의 건강 보호 및 생산성 기여하기 위한 목적으로 시행하고 있다[2].

작업환경측정은 작업장 또는 작업공정이 신규로 가동되거나 변경되는 등으로 작업환경측정 대상 작업장이 된 경우에는 그 날부터 30일 이내에 작업환경측정을 실시하고, 그 후 매 6월에 1회 이상 정기적으로 작업환경측정을 측정하고 있으며, 과거의 노출 수준에 따라 3개월에 1회 이상 또는 연간 1회 이상으로 조정할 수 있도록 규정하고 있다 [3, 4]. 따라서 작업환경측정결과는 작업환경측정의 목적을 반영할 수 있게 작업자에 대한 유해인자 노출 실태를 정확히 반영해야 한다. 그러나 일부 직업병이 발생한 작업장의 경우 작업자의 실제 유해인자 노출 수준이 제대로 반영되어 있지 않아 심각한 피해를 입기도 한다. 그러므로 유해인자 노출 수준이 일정하지 않거나 변동이 심하여 작업자의 건강에 치명적인 영향을 미치는 작업장의 경우 작업환경측정은 지속적이며, 실시간으로 시행되어야 한다.

### 2.2 IP-USN 기반 작업 환경 측정 및 특성

본 연구에서 사용된 IP-USN은 Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network의 약어로 기존의 IP 인프라를 기반으로 광범위한 확장성을 제공하고 센서노드, 게이트웨이 및 싱크 노드의 이동성을 보장하는 USN 서비스를 말한다. USN은 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network : USN)의 약어로 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서들

을 건물, 산림, 도로, 인체 등의 물리적 공간에 배치하여 주위의 온도, 조도, 습도, 가속도, 기울기 등의 정보를 무선으로 실시간 감지, 관리 할 수 있는 기술을 말한다[5].

특히 IP-USN은 BcN(광대역 통합망), IPv6(차세대 인터넷 주소체계), 와이브로, 무선랜 등 인터넷 인프라와 연계해 원하는 장소에 센서 네트워크를 구축, 다양한 서비스 제공이 가능한 것이 특징이다[6, 7]. IP-USN 기반의 작업환경 측정 서비스는 유해 물질로부터 작업자를 보호하여 산업 재해의 예방과 작업자의 건강관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

제 2.1절에서 언급한 실시간으로 작업환경 측정이 요구되는 작업장의 특징은 다음과 같다.

〈표 1〉 산업안전보건공단의 42조 법 조항

<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 물리적, 화학적 요인과 관련된 제해나 직업병 발생지역</li> <li>◦ 평상시 노출 수준이 높아 직업병 발생 위험이 높은 지역</li> <li>◦ 평상시 작업 환경에 대해 작업자의 관심이나 불만이 높은 지역</li> <li>◦ 작업자의 수가 많은 지역</li> <li>◦ 유해인자 수준의 변동이 심한 지역</li> <li>◦ 유해인자 수준이 급격히 높아 질 수 있는 밀폐 공간</li> </ul>
---

위의 IP-USN 기반의 작업환경 측정에 사용 되는 환경 센서는 무선 데이터 전송 및 기존의 시설에 대한 추가 작업이 필요 없는 장점이 있기 때문에 비용적 손실을 최소화 할 수 있다. <표 2>에서 알 수 있듯이 기존의 IP 네트워크를 이용한 다양한 응용이 가능하여 작업 환경 관리의 공간적, 시간적, 제한성이 없어지고 쉬운 작업 환경 관리가 가능하다. <표 2>는 기존의 유선 센서 기술과 IP-USN 환경 센서와의 차이점을 나타내고 있다.

이러한 IP-USN을 작업장에 적용하면, 현행 작업 환경 측정에서 제공하지 못하는 작업 환경의 지속적인 측정이 실시간으로 가능하여, 작업자를 유해 인자로부터 실시간으로 보호하는 것이 가능하다.

〈표 2〉 유선 센서와 IP-USN 환경 센서의 비교

비교 항목	유선 센서	IP-USN 환경센서
배선작업	필요	불필요
배선 작업에 따른 추가비용	필요	불필요
확장성	낮음	높음
기존시설에 대한 구축의 용이성	낮음	높음
개인사료 채취방법	어려움	가능
IP 기반 네트워크 이용 가능성	.	가능
디지털 컨버전스	.	가능
작업환경관리	한정된 장소 (예 : 관리센터)	언제 어디서나 관리 가능

다. 또한 과거 작업 환경 측정정보를 연속적으로 제공하여, 현재 작업 환경과의 비교를 통한 작업 환경의 위험 여부 판단을 통한 작업자의 안전 관리에 도움을 줄 수 있다. 위의 <표 1>에서 규정하는 일정한 주기에 따른 작업 환경 측정 방식은 작업 공정에 특별한 변화가 없는 작업장에는 적합하지만 작업 방법이 다양하고, 유해 물질의 사용량과 노출 수준이 일정하지 못한 작업장에는 비 적합한 방법이다. 따라서 이에 대한 개선안으로 IP-USN 기반의 작업장 모니터링 서비스를 제안한다.

### 2.3 작업장 환경 모니터링

본 논문에서 제시하는 IP-USN을 기반으로 한 작업장 환경 모니터링 시스템은 작업장 환경 정보를 측정하여 분석함으로써 보다 나은 작업장 환경을 유지하고 개선할 수 있는 서비스를 제공하여 취약하고 낙후된 노동 환경에서 발생하는 산업재해를 방지하는 서비스를 제공하는데 목적이 있다.

작업장 모니터링 서비스를 제공하면서 기존의 기술과 다른 점은, 우선 현행 작업장 환경 측정은 매년 6월에 1회 이상 정기적으로 작업환경측정을 실시하며, 측정된 결과를 작업장의 관리실 또는 각 특정 기관에서 관리하게 되어 있다.

하지만, IP-USN 기술을 이용하면 작업장 환경의 실시간 자동 측정 및 관리가 가능하다. 또한 네트워크가 연결된 장소에서의 작업장 환경 데이터의 열람 및 관리가 가능하다. 가장 중요한 장점으로서는 첫째, 실시간으로 전송되는 센서들의 데이터를 통한 위험요소를 사전에 감지하여 산업재해에 효과적으로 대응할 수 있다는 점이다. 둘째, 작업자들의 위치 인식 기능이 포함되어 있어, 작업자가 위험 지역으로 접근하거나, 노출되어 있을 경우 경보음 등으로 작업자에게 알려주어 사고를 미연에 방지할 수 있다는 점이다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 연구 대상

본 논문에서는 경기도 화성시를 대상으로 작업장 환경 모니터링 시스템의 실제 구축을 실시하였다. 이는 경기도 화성시의 작업장 구조상 다양한 분야의 소규모 작업장이 타 지역에 비해 많으며, 표 3에서와 같이 2009년 7월 기준 총 6,065 개의 산업체 중 50인 미만의 소규모 산업체의 수는 5,614 개로 집계되었다[8].

〈표 3〉 화성시 공장 등록 현황

구분	기업체수
대기업(300인 이상)	16
중기업(50인 이상)	436
소기업(50인 미만)	5,613
계	6,065

주) 2009. 7. 31 기준.

50인 미만의 소규모 작업장의 경우 대기업에 비해 경제적으로 취약하여 복지나 의료 혜택 부분에서 미약한 구조적인 문제점을 가지고 있으며, 50인 미만의 사업장에서는 안전 관리자를 의무적으로 선임할 필요가 없기에, 안전사고 및 직업병 발생이 매우 높다[16].

현재 산업 재해나 직업병 등에 대한 전반적인 관심이 많아지면서, 작업장을 중심으로 지속적인 모니터링을 통해 예방 중심의 적극적이고 능동적인 의료 서비스의 요구가 대두되고 있다. 이러한 상황을 고려하여 경기도 화성시를 실시간 작업장 모니터링 서비스의 도입 대상으로 선정하였다.

본 논문의 대상은 IP-USN 기반 작업장 환경 모니터링의 가이드라인을 제안과 실효성에 그 목적이 있으므로, 구체적인 업체 선정은 본 논문에 대한 이해도 및 협조 여부 등을 감안하여 연구 수행의 편의성을 일차적으로 고려하여 선정하였다. 이러한 조건에 부합되는 작업장으로 자동차 부품 생산 업체와 안경 조립업체 두 곳을 선정하여 진행하였다.

#### 3.2 IP-USN 환경 모니터링 시스템 관련 장비

[그림 1]의 센서들은 작업장 모니터링에 사용된 센서들이다. IP-USN의 온도, 분진, 소음, 진동 센서는 실시간으로 작업장 환경을 측정하며, 작업자들의 위치 인식 기능이 포함되어 있어 작업자가 유해 환경 장소에 노출되어 있을 경우 작업자에게 실시간으로 경보음 등으로 알려 준다.

IP-USN 라우터는 USN 환경 센서에서 전달된 환경 데이터 값을 외부로 전송하여 사용자가 어디에서든 실시간 확인 할 수 있도록 도와준다.







이러한 USN 센서 이용 시 주의할 사항은 작업 환경에서의 주의 장비 또는 환경에서 나오는 잡음,

무선 채널 간 간섭, 다중 경로 및 기타 간섭으로 인하여 데이터의 신뢰성과 통신 영역에서 영향을 미치는 점이다. 그러므로 실시간 모니터링 시스템은 데이터의 무결성, 안정성을 유지하여야 한다[9].

#### 3.3 IP-USN을 이용한 개인 및 지역 시료

##### 채취 방법

우선 작업 환경 측정을 이행하려면 규칙 제93조의 3에 의거 작업장 특성을 파악하기 위한 예비 조사를 실시하여 측정계획서를 작성하여야 한다.

구분	모델	사양
IP-USN Router		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 IP-USN</li> <li>◦ 데이터 로거</li> <li>◦ IPv4/IPv6 터널링</li> </ul>
IP-USN Sensor Node (습도 센서)		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 기반 센서 노드</li> <li>◦ 센서노드 관리 기능</li> <li>◦ 측정범위 : 0~100%</li> <li>◦ 오차 : +- 4%</li> <li>◦ 동작환경 : -40℃ ~ +85℃</li> <li>◦ 동작전원 : 5V DC</li> </ul>
IP-USN Sensor Node (온도 센서)		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 기반 센서 노드</li> <li>◦ 센서노드 관리 기능</li> <li>◦ 측정범위 : -40℃ ~ +125℃</li> <li>◦ 오차 : 25℃ 기준 ±1℃ 25℃ 이상 ±2℃</li> <li>◦ 동작환경 : -40℃ ~ +150℃</li> <li>◦ 동작전원 : 2.5V ~ 5V DC</li> </ul>
IP-USN Sensor Node (분진 센서)		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 기반 센서 노드</li> <li>◦ 센서노드 관리 기능</li> <li>◦ 검출입자치수 : 약 1<math>\mu</math>m 이상</li> <li>◦ 검출농도 : 0~30,000개/ℓ (0~80,000개/0.01ℓ)</li> <li>◦ 사용 환경 : 0~40℃,</li> <li>◦ 동작전원 : 5V DC</li> </ul>
IP-USN Sensor Node (소음 센서)		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 기반 센서 노드</li> <li>◦ 센서노드 관리 기능</li> <li>◦ 측정범위 : 30~130dBA, 35~130dBC</li> <li>◦ 오차 : ±1.5dB</li> <li>◦ 주파수범위 : 31.5hz ~ 8.5khz</li> <li>◦ 샘플링 주기 : 2Times/sec</li> <li>◦ 동작전원 : 6V</li> </ul>
IP-USN Sensor Node (진동 센서)		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IPv6 기반 센서 노드</li> <li>◦ 센서노드 관리 기능</li> <li>◦ Selectable Sensitivity (1.5g/2g/4g/6g)</li> <li>◦ Hig Sensitivity : 1.5g</li> <li>◦ 동작전원 : 2.2V ~ 3.6V DC</li> </ul>

[그림 1] IP-USN 작업장에 사용 된 센서

측정 방법은 두 가지 방법으로 나누어 측정하기로 하였다. 앞에서 언급한 두 가지 방법은 개인 시료 채취 방법과 지역 시료 채취 방법이다.

첫째, 개인 시료 채취 방법은 작업자에게 센서를 부착하여 작업자의 작업환경에서의 유해 물질에 대한 노출 수준을 정확하게 파악할 수 있으며, 위

치 인식 기술을 이용하여 작업자의 위치를 추적할 수 있어 작업자의 위치에 따른 유해인자 노출 수준을 비교적 정확하게 알 수 있다. 만약 기준치 초과 유해인자가 있는 장소로 이동 시 작업자에게 부착된 센서가 감지를 하고 작업자에게 이를 경고음 등을 통하여 알려 주게 된다.

둘째, 지역 시료 채취 방법은 작업자가 작업하는 일정 공간 내에 센서를 설치하여 일정 지역의 작업 환경을 측정하게 된다. 이때의 센서는 개인 시료 채취 방법과는 달리 작업자의 위치를 추적할 수 있는 레퍼런스 역할을 하게 된다. 또한 센서 부착 지역 내 유해인자 수준이 기준치를 초과할 경우 위험신호를 작업자들에게 보내 사전 예방을 가능 하도록 한다.

IP-USN센서를 이용하여 실제 시스템 구성 시 작업장 특성을 파악한 후, 각 작업장의 네트워크 인프라의 특성을 이해하고 시스템을 구축하였다. 또한 IP-USN 인프라를 통해 전달 될 환경 데이터는 저장 및 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 구성함을 물론 데이터 보안에 대한 상황까지 고려 하였다.

### 3.4 IP-USN을 이용한 작업장 환경 모니터링 시스템 구성 단계

작업장 환경 모니터링 시스템 단계는 3단계로 구성되어 있으며, 데이터 수집 단계, 수집된 데이터의 관리 단계, 사용자가 장소에 구애 받지 않고 실시간으로 자료를 제공받을 수 있는 서비스 제공 단계로 구성하였다.

먼저 데이터 수집 단계에서는 제 3.3절에서 개인 시료 채취 방법과 지역 시료 채취 방법으로 측정 한 환경 데이터를 라우터를 통해 외부로 전송하는 단계로써 시스템 구성 시 작업환경의 특성을 고려한 센서 선정과 위치 인식을 위해 레퍼런스가 되는 센서의 설치 위치 및 위험 인자의 우선순위를 선정하였다. 부가적으로 근로자의 위치에 따른 작업환경 정보 및 유해 물질에 대한 알림 기능 등을

제공한다[10].

두 번째 단계인 관리 단계는 전송된 데이터를 가공하여 처리하는 단계로써 라우터로부터 전송된 데이터는 미들웨어에서 데이터를 가공하여 정보로 변환한 다음 DB에 저장한다. 하지만 다량의 데이터를 동시에 처리하는데 무리가 있으므로 미들웨어에 Data Logger를 두어 데이터를 일정 시간 취합한 후 DB와 동기화를 통해 일정 간격에 모든 데이터를 전송한다. 또한 Data Logger는 중간에 취합한 정보를 DB에 전송하기 전 응용서버로 즉시 전달하는 기능도 수행하기 때문에 위급 상황의 경우 즉각적인 반응이 가능하다[10].

마지막 서비스 제공 단계는 사용자가 클라이언트를 통해 다양한 서비스를 언제 어디서나 제공할 수 있다. 제공하는 서비스는 웹 브라우저나 응용 프로그램을 통하여 제공할 수 있으며, 이처럼 제공 받은 데이터는 서로 다른 벤더에서 개발된 장비들을 이용하여 네트워크를 구성하고 있다. 따라서 상호 운영이 되기 위해서 데이터 수집 단계에서 시스템을 시험할 필요가 있다. 이는 동일한 표준을 기준으로 하더라도 커미셔닝 절차와 부트스트래핑을 거치는 절차적인 과정의 차이 때문에 결과적으로 네트워크 장애를 불러올 수 있기 때문이다[10-12].

### 3.5 작업장 모니터링 시스템 구축

작업장에 환경 모니터링 시스템을 구축 시 작업장 별 환경 특성을 고려하여, 센서를 부착하였다. 즉, 작업장 A는 자동차 부품 업체로 작업자들이 불편을 겪는 순위로는 소음 > 진동 > 분진이 문제로 지적되고 있었다. 이 점을 참고하여 환경 센서를 작업장에 구축하였다.

작업장 A(자동차 부품 생산 공장)에 구축된 환경 센서로는 습도, 온도, 진동, 분진, 소음 센서가 작업장에 배치되었으며, 다음 사진은 차체 1장 구역 작업장에 우측 벽면에 소음, 분진, 온도, 습도 센서를 설치한 사진이다.



[사진 1] 차체 1반 작업장



[사진 2] 차체 1반 우측 벽면에 소음, 분진, 습도, 온도 센서 설치 모습



[사진 3] 차체 1반 뒤쪽에 배치되어 있는 휴게실 실 내, 외 소음 센서 측정 모습

## 4. 작업장 환경 모니터링 서비스 실시 결과

실시 대상인 작업장은 자동차 부품 생산업체 한 곳과 안경 조립업체 1곳으로 대상 사업장 2곳의

환경을 일 자 별로 12월 25일부터 31일 까지 평균 노출 수준, 표준 편차, 최소 값, 최대 값을 구하여 다음 표와 같이 정리 하였다.

<표 4> 작업장 환경 모니터링 결과

작업장	유해 인자	평균	표준 편차	최소 값	최대 값
자동차 부품 생산업체	진동	0.99	0.03	0.88	1.12
	온도	21.32	1.80	17.00	24.00
	습도	27.90	1.95	24.00	33.00
	분진	475.56	355.60	-128.00	1820.00
	소음	72.81	10.78	50.26	97.03
안경 조립업체	진동	1.14	0.17	1.004	1.48
	온도	23.87	1.18	21.00	26.00
	분진	250.41	137.92	-115.00	793.00

주) 단위 : 진동(m/s<sup>2</sup>), 온도(°C), 습도(%), 분진(particle/L), 소음(dB).

<표 4>에서 온도, 습도의 경우 큰 차이를 보이지 않았는데, 이는 두 요인이 작업 환경의 영향 보다는 기상 조건에 결정적으로 영향을 받기 때문으로 판단되었다. 분진 수치는 자동차 부품 생산 업체의 분진 농도가 안경 조립 업체에 비해 약 2배 정도 높았으며, 이는 자동차 부품 생산 업체의 작업 환경이 많은 기계들이 작동하면서 분진을 비산시키고 있기 때문으로 판단된다. 이에 비해 진동 수치는 예상과 달리 자동차 부품 생산업체의 진동이 안경 조립업체의 비하여 낮은 수준이었으며 시간 별 변동 범위도 크지 않았다. 이러한 결과는 예상치 못한 진동원이나 환경 센서의 오작동으로 인한 가능성도 있다. 따라서 보다 개선 된 환경 측정 방법을 위해서는 먼저 환경 센서에 대한 신뢰성이 구축 되어야 할 것으로 판단된다.

## 5. 토의 및 결론

본 논문에서는 IP-USN 기반의 진동, 온도, 습도, 분진 센서를 이용하여 작업장 환경 모니터링 시스템을 설계하고 구현 하였다. 이 서비스에서

가장 중요한 장점은 첫째, 실시간으로 전송되는 센서들의 데이터를 이용하여 위험요소의 실시간 감시가 가능하여 작업자가 유해 요인에 노출 되는 것을 사전에 방지 한다. 둘째, 50인 미만의 소규모 작업장의 경우 안전 관리자 선정에 대한 법적 의무가 없기 때문에, 안전사고 및 직업병 발생이 상대적으로 매우 높게 발생하고 있다. 따라서 소규모 작업장의 경우 IP-USN 기반의 작업장 환경 모니터링 시스템의 적용이 초기 비용의 부담은 있지만, 장기적인 관점에서는 작업자들의 작업 환경 개선 및 유지가 가능할 것으로 기대한다.

본 시스템은 아직 시범 단계에 있으며, 작업장의 환경 데이터를 공개하는데 한계성이 있기 때문에 이에 대한 법적 절차 마련이 필요하다. 또한 단순한 작업 환경 요소에 대한 측정만으로는 보다 능동적인 작업장 환경 모니터링이 불가능하기 때문에 그에 대한 추가사항으로 작업장 내의 실시간 환경 요소 측정을 통한 위험지역에 대한 경고 모듈의 개발과 작업자의 위험지역 접근 시 방지 대책에 대한 통합적인 형태의 모니터링 시스템이 함께 이루어져야 할 것으로 예상된다. 또한 추가적으로 작업자의 생체 신호 측정을 통하여, 각 작업자의 특성을 고려한 환경 요소를 추출하고 이에 대한 상관관계 파악을 통해 작업자 별 직업병 및 안전관리에 관계 규명이 가능하도록 구축이 가능할 것으로 본다.

따라서 차후 연구로 보다 지능적이며, 작업자의 생체 요소와 작업장의 환경 요소를 통합한 형태의 모니터링 시스템을 제안하고 구축할 예정이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이기욱, 성장규, “유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현”, 『정보보안학회지』, 2006.
- [2] 산업안전보건법 시행 규칙 제1조.
- [3] 산업안전보건법 시행 규칙 제93조의 4제 1항.
- [4] 산업안전보건법 시행 규칙 제93조의 4제 1항

- 단서.
- [5] Arici, Tarik and Yucel Altunbask, "Adaptive Sensing for Environment Monitoring Wireless Sensor Networks", in *IEEE Communications Society*, 2004.
- [6] 오세근, "최근 IP-USN Trend와 발전 전망".
- [7] 송준근, "IP-USN을 위한 센서 네트워크 운영체진제 동향", 『임베디드 S/W 기술 동향 특집』, 2008.
- [8] <http://www.hscity.net/>, 산업장 통계 자료.
- [9] 권성욱, "산업환경에서의 IP-USN을 이용한 실시간 데이터 모니터링에 관한 연구", 『석사학위논문』, 아주대학교.
- [10] "산업장 U-건강 관리 및 꿈나무 ADHD 서비스 결과 보고서", 『한국 정보사회 진흥원』, 2007.
- [11] 김학범, "IP-USN 최신 기술 동향 및 보안 요구 사항 분석", 『정보보안학회지』, 2006.
- [12] 박준성, 김기철, "IP-USN 기술 및 표준화 동향", 『석사학위논문』, 아주대학교.
- [13] 양승철, "센서네트워크를 이용한 환경 모니터링 시스템 개발", 『석사학위논문』, 공주대학교.
- [14] 김동필, 백병욱, 김상욱, "무선 네트워크 모니터링 및 통합관리 시스템", 『한국정보과학회』, 2003.
- [15] 김경욱, 반경진, 류남훈, 김응곤, "실시간 환경 센서 데이터의 3차원 시각화 시스템 설계 및 구현", 『한국콘텐츠학회』, 2007.
- [16] 신유민, 윤정민, 박범, "제조업 산업재해 분석과 유비쿼터스 안전 모니터링 시스템 구축 방안", 『한국안전학회』, 2009.



◆ 저 자 소 개 ◆



**윤 정 민** (kitymin@gmail.com)

아주대학교 석사 과정 주요 관심분야는 HCI, UI, 산업안전 등이다.



**신 유 민** (qwqw6767@naver.com)

아주대학교 석사 과정 주요 관심분야는 산업안전, 인간공학, Human Factors 등이다.



**박 범** (ppark@ajou.ac.kr)

아주대학교 산업공학과를 졸업하고 OHIO University에서 Industrial and System Eng. 석사학위를 취득하였다. IOWA STATE University에서 공학박사를 학위를 취득하였고, 현재 아주대학 산업공학과에서 정교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 HCI, Human Factors 등이다.