

옥외형 화재경보시스템의 개발과 성능시험에 관한 연구

백동현[†] · 길민식*

가천대학교 소방방재공학과, *맥스아이티 방재연구소

A Study on the Development, Performance and Reliability Certification for Fire Detection System in Outdoor Area

Dong-Hyun Baek[†] · Min-Sik Ghil*

Dept. of Fire Protection Engineering, Gachon Univ.

*R&D Center for Disaster Prevention, MAXIT Co.

(Received May 14, 2013; Revised September 9, 2013; Accepted October 11, 2013)

요 약

본 연구는 자연 발생적인 화재 및 방화자에 의한 화재를 탐지하는 고효율·저비용의 옥외형 화재경보시스템으로 중소 문화재, 천연기념물 및 옥외 시설물 등 화재 발생 시 관리·감시가 취약한 곳을 대상으로 한 소방시스템의 옥외 적용 시 성능 및 시험에 대한 것이다. 재래적 화재감지시스템으로부터 탈피하여 지능적인 이동형 무인 화재감지시스템의 도입을 위해 화재경보시스템 성능시험, 기능시험, 옥외 환경시험, 불꽃시험 및 EMI/EMS 적합시험 등을 실시하였다. 성능시험, 기능시험, 불꽃시험 및 옥외방치시험을 3개월간 실시한바 양호하였고, 온도변화 성능시험도 $-30\sim 70^{\circ}\text{C}$ 에서 양호하였으며 EMI/EMS 시험도 적합하였다. 불꽃검출거리는 75 m까지 증가되었고 대기모드 전원은 4시간 증가, 운영모드 전원에서의 동작시간은 3일까지 가능하였으며 센서뿐만 아니라 영상으로 상황을 인지하는데 적합함을 확인하였다.

ABSTRACT

This paper is concerned with the Performance and Reliability Certification for fire detection system in outdoor area such small and middle sized cultural assets, natural monument and outdoor facilities. Especially, if a fire were to occur in vulnerable area, it is difficulty to detect a fire. therefore we propose a high efficiency and low cost unmanned fire detection system in capable of an early detection regardless spontaneously fire or firebug. for Adoption of Intelligent Fire Detection System with movable and unmanned function breaking from the existing Conventional Fire Detection System, this Range of R&D includes the Performance test, Function test, Field test, Flame Detection test and EMI/EMS Compliance test. the Result data of Performance test, Function test and Field test is generally good during 3 months. also we checked that thermal variation test and EMI/EMS compliance test are good result data within allowable range. As a result of general test, we verified improvement results that the measure distance of fire detection extend 75 m, the Power of waiting time increase 4 hours, the Power of operation time increase 3 days and the context awareness with video as well as sensors.

Keywords : Fire detection, Real time Surveillance, Disaster prevention, Context awareness algorithm, Power control

1. 서 론

정부에서는 2008년 승례문 화재시 건축물붕괴로 인하여 문화재 재난관리체계에 대한 사회적 경각심이 확산되어 현재까지 목조 문화재 및 국보 사찰에 대하여 USN 기반의 화재방재시스템을 설치하여 운용 중에 있다.

하지만, 시스템의 복잡함에 따라 각종 기기의 오작동 및 기기 교체, 무선통신 비용외 관리비 증가등 빈번한 유지보수와 비용이 발생하여 많은 예산이 필요한 실정이다.

또한, 예산의 부족으로 국보급 문화재 이외의 보물 및 도립 문화재에 대해서는 방재시스템의 확대 설치에 어려움이 많다. 이에 따라 옥외에서 발생하는 화재를 효과적으로 탐지하고 이를 수집하여 경보를 전파하는 융합기술이 요구되고 재난 발생의 사전, 사후 조기대응체계 마련이 필요하게 되었다. 본 연구는 옥외형 화재경보시스템의 성능 및 시험에 관한 것으로서, u-IT 융합기술을 접목한 것이다. 아울러 화재발생 시 조기발견 및 화재탐지가 용이하고 신속한 방재대응이 가능하며 저비용, 고효율로 운영할 수 있

[†]Corresponding Author, E-Mail: dhbaek@gachon.ac.kr
TEL: +82-10-3272-0118, FAX: +82-31-750-8749

ISSN: 1738-7167
DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.5.15>

는 시스템인 옥외형 화재경보시스템의 성능 및 시험에 대하여 논하고자 한다.

2. 옥외형 화재경보시스템의 성능과 시험

2.1 옥외형 화재경보시스템

옥외형 화재경보시스템의 근간이 되는 주 플랫폼의 구조와 다양한 성능 평가 수행을 위한 화재감시시스템의 구조는 Figure 1과 같다.

옥외형 화재경보시스템은 화재발생을 정확히 측정하는 것이 가능하다. 이는 다채널 센싱이 용이한 H/W 플랫폼에 Embedded Linux기반 S/W들로 구성되며, 각종장치의 드라이버를 유연하게 지원할 수 있는 시스템을 기반으로 하였기 때문이다.

H/W시스템은 ARM계열 Core Micro Processor를 기반으로 각종 센서 module과 다양한 센서 인터페이스, 실시간 경보 알고리즘 Logic구현 및 통신 Network I/F 부분으로 구성된 화재경보시스템이다.

소프트웨어시스템은 센서 인터페이스를 위한 Sensor Processing SW, WiFi NW 연동 소프트웨어, 경광등 및 경고음 모듈을 구동하는 SW 및 영상저장장치의 실시간 관제 모니터링을 지원하는 SW로 구성된다. 각각의 소프트웨어 플랫폼에는 무인 화재경보시스템 전용 보안 알고리즘이 탑재되며, 영상관제 SW를 통해 화재 및 방범 기능을 수행한다.

2.2 성능 및 시험

옥외형 화재경보시스템의 성능과 신뢰성을 입증하기 위하여 성능시험, 기능시험, 옥외 환경시험, 옥외 불꽃감지시험 및 EMI/EMS 시험 등 크게 5개 항목을 실시하였다. 성능시험의 경우 기동 및 시스템 동작시험, 전원인가 및 절환시험, 고장 경보 및 연동시험을 하였다. 기능시험은 단위시험 및 종합시험을 하였으며, 옥외 환경시험은 온도변화시험 및 저온, 고온 방치시험의 경우 옥외에 3개월간 24시간 방치하여 비 또는 태양 직사광선 환경에서 자체 시험하였고, 불꽃시험은 거리별 불꽃 감지시험을 실시하였다.

EMI/EMS시험은 전도시험, 방사시험, 정전기 내성시험, 전자파 내성시험, 서지내성시험, 전압강하 및 순시정전 내

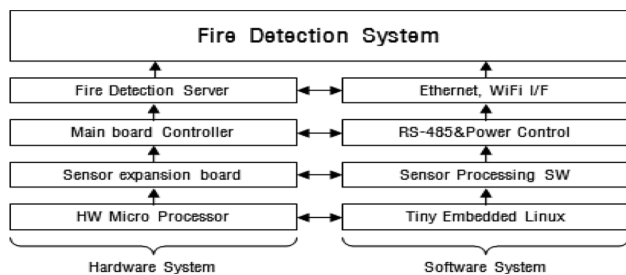


Figure 1. Platform architecture.

Table 1. Contents of a Performance Test

Section	Content	Remark
Performance Test	Start up & System Operation Test Power on/off Test Fault & Interoperability	Operation OK

Table 2. Contents of a Function & Field Test

Section	Content	Remark
Function Test	Unit Test General Test	Operation OK
Field Test	Thermal Variation Test (-30~70 °C) Out door Field Test (3 month)	



(a) Fire ON (b) Result

Figure 2. Distance test of flame detection.

성시험 등 7가지를 수행하였다.

Table 1은 화재경보시스템의 성능시험에 대한 항목 6가지이며 전 시험항목에서 잘 동작함을 확인하였다.

화재경보시스템의 기능시험과 옥외 환경시험은 Table 2와 같다. 각종 센서에 대한 단위시험과 태양광을 포함한 전체 시스템에 대한 종합시험을 실시한 결과 동작에 이상이 없었다. 또한 본 시스템을 옥외에 설치한 후 3개월간 동안 운영한바 매우 정상적으로 동작함을 확인하였다.

옥외 불꽃감지시험의 경우에는 10 m, 35 m, 55 m, 75 m의 거리별 시험을 실시하였다. 기존 감지거리가 50 m까지 화재를 탐지할 수 있으나 본 시스템은 75 m까지 탐지되었다. 따라서 본 연구를 통해 이제까지의 불꽃감지거리의 한계성을 개선하는 효과를 얻을 수 있었다. Figure 2는 옥외형 화재경보시스템의 거리테스트 모습으로 원형의 점선부분은 동작 시를 나타낸 것이다.

2.3 EMI/EMS 시험

개발된 화재경보시스템의 전자파 적합 시험인증과 현장 시험을 위하여 공인인증기관인 전파시험연구원에 의뢰하여 EMI/EMS시험을 실시하였다.

2.3.1 전자파 전도시험

주 전원부에 대한 전도시험은 Table 3의 기준에 따라 실

Table 3. Criteria of a Electronic Conduction Test

Section	Frequency (MHz)	Allowable Limit (dBuV)	
		Peak	Average
Main Power	0.15~0.5	79	66
	0.5~30	73	60

Table 4. Result of a Electronic Conduction Test

Frequency (MHz)	Polarity	Peak Value		Average Value	
		Limit	Result	Limit	Result
0.15	N	79.00	43.82	66.00	33.43
0.21	H	79.00	41.79	66.00	36.92
0.29	H	79.00	37.06	66.00	36.45
0.35	H	79.00	37.09	66.00	36.84
0.42	H	79.00	34.86	66.00	34.74
0.50	H	73.00	40.51	60.00	40.50
0.57	N	73.00	36.24	60.00	34.58
0.99	H	73.00	36.17	60.00	35.28
1.07	H	73.00	36.85	60.00	36.59
1.14	H	73.00	35.40	60.00	35.26
1.71	H	73.00	35.31	60.00	34.74
3.19	N	73.00	35.24	60.00	34.03

Table 5. Criteria of a Electromagnetic Emission Test

Frequency (MHz)	Allowable Limit (dBuV)	
	Outdoor Type	Indoor Type
30~230	40	30
230~1000	47	37

Table 6. Result of a Electromagnetic Emission Test

Frequency (MHz)	Allowable Limit (dBuV)		Limit (dBuV/m)	Result (dBuV/m)
	Antenna	Cable		
75.00	9.21	1.59	40.00	33.16
132.13	9.62	1.99	40.00	34.48

시하였다. Table 4는 그 결과이며, 주파수 변이에 따라 허용값 범위이내로 결과값이 측정된 것을 알 수 있다.

2.3.2 전자파 방사시험

방사시험(1 GHz 이하)은 Table 5와 같이 옥외용 시험기준에 따라 실시하였다. 허용범위 이내에 측정된 결과값은 Table 6으로 알 수 있다.

2.3.3 정전기 방전 내성시험

정전기 방전 내성시험을 실행한 결과 Table 7과 같이 모두 허용기준 이내의 결과값이 측정되어 양호함을 확인하였다.

Table 7. Result of a Electrostatic Discharge Test

Confirmation method	Location	Discharge	Limit	Result
Indirect Confirmation	Horizontal	Indirect	B	A
	Vertical	Indirect	B	A
Direct Confirmation	Front cam	Aerial	B	A
	Front cover	Touch	B	A
	Front port	Aerial	B	A
	Rear LED	Aerial	B	A
	Rear cover	Touch	B	A
	Left cover	Touch	B	A
	Right cover	Touch	B	A

Table 8. Result of a Susceptibility Test

Confirmation Part	Standard	Result	
		Horizontal	Vertical
Front	A	A	A
Rear	A	A	A
Right	A	A	A
Left	A	A	A

Table 9. Result of a Surge Test

Part	Standard	Result	
		(+) Surge	(-) Surge
L1-L2	B	A	A
L1-PE	B	A	A
L2-PE	B	A	A

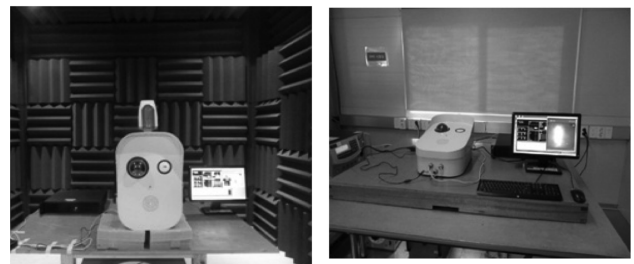


Figure 3. Picture of susceptibility & surge test.

2.3.4 전자파 방사 내성시험

전자파 방사 내성시험은 본 장치의 전, 후, 좌우 모두에 대한 수평과 수직부분에 대하여 실행하였다. 그 결과 Table 8과 같이 전체적으로 허용기준 이내의 결과값이 측정됨을 확인하였다.

2.3.5 서지 내성시험

서지 내성시험을 실시한 결과 Table 9와 같이 전체적으로 허용기준 이내의 결과값이 측정됨을 확인하였다.

Table 10. Result of a Voltage Dip & Instantaneous Interruption Test

Diminution	Rotation	Standard	Result
95% over	0.5	B	A
30%	30	C	A
95% over	300	C	C

Table 11. Improvement Result

Section	As Is	Result	Remarks
Fire detection	50 m	75 m	Distance
Power (waiting time)	2 Hour	6 Hour	Battery
Power (operation time)	1 Day	3 Day	Solar cell
Context Awareness	Depend on sensor	Sensor & Video	Multi context

2.3.6 전압강하 및 순시정전 내성시험

전압강하 및 순시정전 내성시험을 실시한 결과 Table 10과 같이 전체적으로 허용기준 이내의 결과값이 측정되었다.

3. 개선결과

옥외형 무인화재경보시스템은 초저전력 HW, SW설계 기술을 기반으로 한 장거리 불꽃감지기술로서 현시점에서 기술개발 및 실용화를 위하여 많이 강조한 부분이다.

기존의 화재경보시스템은 여러 센서의 조합에 의해 화재를 판별하고 유무선 통신에 기반하고 있으나 낙뢰 및 기타 통신 장애 시 화재를 검출하지 못하는 단점이 있다. 그러나 본 연구를 통하여 즉각적인 화재경보 수신과 경보 전파 시 여러 단계의 복잡성을 단순화시켰다. 아울러 화재를 검출하는 것과 옥외 환경에 견딜 수 있게 신뢰성 성능시험을 수행하여 매우 만족할만한 결과를 얻었다. Table 11은 거리시험, 전원 대기시간, 태양전지에 의한 전원 유지시간, 센서와 영상의 복합화에 대한 개선된 사항이다.

4. 결 론

화재로부터 옥외 시설물을 보호하고 피해를 최소화하기 위해서는 신속한 대처와 빠른 조치를 위한 지능형 관제체계가 필요하다. 본 연구는 유비쿼터스기술을 접목하였기 때문에 각종 시설에 설치, 운용될 경우 인명 및 재산피해의 최소화는 물론 관리개념을 사후처리 중심의 복원업무

에서 사전감시체계로 전환시킬 수 있다.

화재감지는 센서와 화상을 동시에 처리하고 전원과 통신은 Solar cell과 유·무선방식으로 채용하여 현장에 설치 시 저비용으로도 고효율의 성과를 기대할 수 있음을 확인하였다. 성능시험과 신뢰성 인증시험결과 거리는 이제까지의 연구보다 25 m 증가한 75 m였으며, 대기모드 전원에서는 4시간 증가, 운영모드 전원에서는 2일을 더 견딜 수 있는 3일까지 가능함을 확인하였다. 따라서 옥외 화재를 신속히 감지하여 조치할 수 있는 예측시스템의 유용한 대안의 하나로 적용될 수 있을 것이다. 향후 다른 설비와 연동 시 통신 프로토콜의 단일화를 통한 확장이 필요하다.

후 기

본 연구는 2012년 중소기업 산학연 공동기술개발사업 지원과 2013년 가천대학교의 지원을 받아 수행되었으며 관계제위께 감사드립니다.

References

1. D. H. Baek and J. W. Kim, "Fire Sensing and Position Tracing using CCD Camera", Proceeding of 2009 Spring Annual Conference, The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, pp. 166-168 (2009).
2. D. H. Baek and G. Hwang, "A Study on the Circuits Movement of Single Station Wireless Flame Detector", pp. 166-168 (2010).
3. D. H. Baek and J. W. Kim, "The Study of Fire detector Circuit with Wireless Communication", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 24, No. 1, pp. 111-115 (2010).
4. B. M. Jeong, "A Research of Analysis of USN Industrial Trend", p. 365, NIA (2006).
5. Akyildiz, "A Survey on Wireless Multimedia Sensor Networks", Computer Networks, Vol. 51, pp. 921-960 (2007).
6. Arampatzis, "A Survey of Applications of Wireless Sensor and Wireless Sensor Networks", Proceedings of the Control and Automation, pp. 719-724 (2005).
7. Cui, "Joint Routing, MAC, and Link Layer Optimization in Sensor Networks with Energy Constraints", IEEE International Conference on Communications, Vol. 2, pp. 725-729 (May 2005).
8. Tomioka, "Ubiquitous Sensor Network System", NEC Technical Journal, Vol. 1, pp. 78-82 (2006).