

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2024.10.6.573>
JCCT 2024-11-69

단독주택의 화재 초기 알림시스템 개발 Development of fire early notification system for a detached house

하정권*, 김주성**, 공하성***

Jongkwen Ha*, Jusung Kim**, Hasung Kong***

요약 이 연구는 단독주택에서 화재 발생 시 거주자의 신속한 피난을 유도하여 인명 및 재산 피해를 저감하는 화재 초기알림 시스템을 개발하였다. 화재 초기알림시스템은 단독주택 화재를 초기에 마을 주민들에게 알리고 또한 신속하고 빠르게 초기화재 진압 및 거주자의 안전한 피난을 목표로 하고 있다. 또한, 화재 시 마을 주민 및 유관기관 관계자들에게 신속하게 화재정보를 자동으로 전파하여 화재 초기 진화 및 신속한 피난을 유도하고, 119로 신고하여 화재를 초기에 진압할 수 있는 기능을 제공한다. 화재 초기 알림시스템은 화재정보를 알리는 통신시스템으로 구성되어있다. 화재 초기 알림시스템의 효과적인 성능을 검증하기 위해서 실물을 직접 제작하여 구조적인 성능과 신속한 사용성을 검증하였다. 이 결과 본 화재 초기 알림시스템은 단독 주택 화재 시 신속하고 정확하게 화재 정보제공하고 또한 안전하고 효과적인 피난을 유도하며, 화재진압 시 초동대응에 매우 유용한 시스템임을 입증하였다.

주요어 : 단독주택, 초기알림시스템, 거주자, 마을주민, 통신시스템

Abstract This study developed a fire early notification system that guides residents to quickly evacuate when a fire breaks out in a detached house, reducing damage to human life and property. The early fire notification system aims to notify village residents of a detached house fires at an early stage, and to quickly and quickly extinguish the fire in its early stages and safely evacuate residents. In addition, the system automatically transmits fire information to residents of municipalities and related organizations, guides the initial evolution of fires and initial evacuations, and provides a function to report to 119 and extinguish fires at an early stage. The early fire notification system consists of a communication system that provides fire information. As a result, this early fire notification system provides prompt and accurate fire information in the event of a fire in a detached house, guides safe and effective evacuation, and is an extremely useful system for simultaneous response during fire suppression.

Key words: Detached house, Fire early notification system, Resident, Village residents, Communication system

1. 서론

주택이라는 것은 개인 및 함께 거주하는 사람들에게 안전과 편안함을 제공하는 곳이라고 할 수 있다. 그러나 가장 안전해야 하는 주택이 화재가 발생하면 모든 삶의 터전이 파괴된다.

단독주택이란 한 세대가 하나의 건축물 안에서 독

립된 주거생활을 할 수 있는 구조로 된 주택을 말하며, 그 종류와 범위는 대통령령으로 정한다 라고 말한다

산업화가 진행된 18세기 이후부터 도시에 인구가 밀집되는 경향이 두드러지게 나타나면서 주거시설도 단독주택에서 공동주택으로 형태가 바뀌고 또한 주거에 대한 개념도 많이 복잡하고 다양화되어 가고 있다. 이러한 주거시설의 변화로 화재에 대한 경각심도 증가

*정희원, 우석대학교 대학원 소방방재학과 석사과정(제1저자)

**정희원, 우석대학교 대학원 소방방재학과 박사과정(참여저자)

***정희원, 우석대학교 대학원 소방방재학과 교수(교신저자)

접수일: 2024년 8월 15일, 수정완료일: 2024년 9월 25일

게재확정일: 2024년 11월 1일

Received: August 15, 2024 / Revised: September 25, 2024

Accepted: November 1, 2024

***Corresponding Author: 119wsu@naver.com

Professor, Dept. Of Management, Woosuk University, Korea.

되어지고 건축법에도 피난시설에 관한 규정을 만들고 소방법에서 소방시설에 대한 법률로 통해서 화재로부터 보호하고 있다.

그러나 단독주택에 대한 부분은 2012년 2월 5일 개정된 소방시설법에 따라 주택용 소방시설 모든 단독주택과 아파트, 기숙사 등 공동주택에 의무 설치토록 규정하고 있다. 소방청에 따르면 전국 주택용 소방시설인 소화기, 단독형감지기의 설치율(2020년)은 35.4%라고 발표했다. 주택용 소방시설의 보급이 저조한 이유로는 개인재산에 대한 강제적 설치를 독려하기가 한계점이라는 분석이다. 이렇듯 단독주택은 소방시설의 설치 및 안전에 관한 사회적 관심이 공동주택에 비해 많이 부족한 실정이다.

소방청에 따르면 최근 3년간인 2021년부터 2023년 동안 단독주택에서 발생한 화재 건수가 1,425건으로 전체 화재의 5.7%를 차지했다고 발표했다.

대표적인 예로 충남 청양군에서 발생한 단독주택화재(2024.07.28.)로 70대 할머니와 3살 손자가 숨진 사건이 발생했다. 2023년 03월 06일에 전라북도 김제시에서 발생한 주택화재로 3명이 사망했으며 이때 사망자 중 2명은 소방관이다. 또한 2022년 09월 30일에 전라남도 나주시 동강면 주택화재로 2명이 숨졌다. 또한 이 기간 동안 화재사망자는 25명으로 전체 사망자의 14.9%로 1위로 나타났다.

화재 발생시간은 18~24시가 356건으로 전체 25%를 차지하고 사망자도 11명으로 전체 37%로 가장 많이 발생한 것으로 나타났다.

사망자의 연령은 70세 이상이 13명으로 43.3%를 차지하였으며 다음은 50대가 6명으로 분석되었다. 이와 같은 피해 원인으로는 먼저 단독주택 거주민의 고령화이다. 2023년 65세 이상 인구는 5,156천명으로 총인구의 18.4%를 차지하고 인구 10명 중 2명이 노인인구로 초고령사회(super-agedsociety)가 되었다. 65세 이상의 노령인구의 증가로 빠른 노령화 사회가 진행됨에 따라 2026년에는 20.0%로서 2030년도의 80세 이상 노령인구는 2006년 보다 5.3배 정도 증가할 것이라고 예상하고 있다.

다음으로는 늦은 초기화재 신고이다. 화재 신고는 화재 발생 거주민이 신고를 하는 것 보다 이웃 및 비거주민들이 신고하는 경우가 많다. 전남 나주소방서에서 2023년 한해 동안 발생한 단독 주택화재 발생건수

36건중 전체70%(24건)가 이웃 및 비거주민들이 신고한 것으로 발표했다. 화재는 초기에 진화가 무엇보다 중요하고 다음으로는 신속한 피난 그리고 빠른 신고가 되어야 한다. 그러나 단독주택은 소방시설이라고는 단독형 감지기와 소화기가 전부인 상황에서 화재가 발생할 경우 고령의 거주민들이 화재를 진압하기는 어렵다. 또한 신고를 한다는 것은 더욱 힘든 일이다. 자신의 몸도 가늠기 힘든 고령의 거주민들은 속수무책으로 화재에 직면하게 되는 것이다. 또한 화재가 발생한 주택에서 단독형감지기가 작동을 한다고 해서 옆집 주민들이 듣고 현장을 확인하기는 극히 힘들고 화재가 성장기에서 최성기로 진행되는 동안에 화재를 인지하고 신고하는 경우가 많다.

그러나 이러한 초기화재 대응에 필요한 기술개발보다는 기존 연구는 단독주택에 설치하는 단독형감지기에 대한 기능적인 부분을 강조하였다.

조대호(2012)는 자신의 논문에서 단독형감지기의 음향특성에 대한 문제점을 고찰하면서 단독형감지기의 음향의 중요성을 강조하였다.

오소영(2017)은 화재상황의 전달 및 거주자의 화재 인지에 연구에서 미국방화협회 기준에 부합하지 않는다는 연구결과를 발표했다.

김경미(2018)는 피난조명기능을 내장한 무선 단독경보형감지기 개발에 관한 연구에서 감지기에 피난조명기능을 자체 내장되고 화재발생 시 점등시킴으로써 신속한 피난이 가능하다고 했다.

선행연구를 살펴본 결과는 단독형 감지기의 기능적인 부분을 강조하고 개선하는 방법을 통해 화재피해를 최소화 하려고 했다.

그러나 이 연구에서는 단독형 감지기의 기능적인 개선을 넘어 화재 발생 시 재산 및 인명피해를 최소화하기를 목적으로 단독주택 화재 초기 알림시스템을 개발하였다. 단독주택 화재 초기 알림시스템은 화재 발생 시 신속하게 외부에 알리고 마을 단위로 화재 초기에 대응함으로써 초기화재 진압, 피난 유도 및 신속한 신고를 통해 인명피해 및 재산상의 손실을 최소로 할 수 있는 차별성을 가진다.

II. 이론적 고찰

공동주택이나 빌딩 등에는 화재 발생을 초기에 발견해 내기 위하여 자동화재탐지설비가 의무적으로 설치

되는데, 경계구역마다 설치되는 화재감지기에서 화재를 감지하면 그 신호가 화재 수신기에 보내져서 해당 경계구역에 화재가 발생했다는 신호 표시와 함께 화재 경보를 자동으로 울리게 된다. 그러나, 일반적인 단독주택의 경우에는 자동화재탐지설비의 의무 설치 대상이 아닐 뿐만 아니라 거실과 침실 등 많아야 4~5개의 작은 공간으로 분리되어 있기 때문에 자동화재 탐지 설비를 설치하기에도 적합하지 않은 구조를 가진다.

이러한 이유로 단독주택에서 발생하는 화재에 대한 대응도 필요 하기 때문에 최근에는 별도의 화재수신기 없이 설치되는 단독형 화재감지기가 개발되어 설치되고 있다. 단독경보형 화재감지기라고도 부르는 단독형 화재감지기는 말 그대로 단독형으로 즉 stand alone 타입으로 작동되는 화재감지기로서 그 설치장소에서 화재가 발생하면 그 장소에 화재경보를 발생시켜 입주민 등이 피난하거나 화재 진압을 위한 조치를 할 수 있게 해 준다. 다만, 화재가 발생한 해당 장소나 인접 장소에서는 그 사실을 알 수 있지만, 거주자가 조금만 떨어진 곳에 있더라도 화재경보 발생을 알 수 없는 경우가 발생한다. 예를 들어 2층 단독주택의 거주자가 한 명만 남은 상태에서 지하실에 갔는데, 2층에서 화재가 발생하여 감지기가 2층에서 아무리 화재경보가 울리더라도 거주자가 알 수 없는 상황이 된다.

이런 문제점을 해결하기 위하여 최근에는 화재 감지시 화재경보를 발하면서 이와 동시에 무선통신 방식으로 화재 신호를 송출할 수 있는 단독형 화재감지기가 개발되어 사용되고 있다. 이와 같은 단독형 화재감지기는, 화재가 발생하면, IoT 통신 등을 이용하여 미리 등록된 전화번호로 화재 발생 사실을 알리거나 소방관서 등에 화재속보로 알려주기도 하고, 무선신호를 수신할 수 있는 화재수신 기와 연동하여 사용되기도 한다.

반면, 농어촌 지역의 마을에는 대부분 단독주택으로 이루어져 있는데, 최근에는 화재 예방을 위하여 각각의 주택에 단독형 화재감지기가 설치되고 있다. 그러나 이와 같은 단독형 화재감지기는 점점 고령화되어가는 시골 마을에서는 비현실적인 화재 탐지 수단이라는 문제점이 있다. 농어촌 주택 중 대부분은 노인들이 거주하고 그나마도 혼자서 거주하는 경우가 많은데, 화재가 발생하여 그 화재감지기에서 화재경보를 울린다고 하더라도 당황하여 119에 신고도 못하는 경우가 많을 뿐만 아니라, 낮에는 대부분 마을 회관이나 논밭에 나가

서 일을 하기 때문에 집에 아무도 없어서 화재감지기에서 화재경보가 울린다고 하더라도 화재 발생 사실을 알 수 없게 되는 문제점이 있게 된다. 또한, 거주자의 스마트폰 등에 화재 신호를 송출할 수 있는 단독형 화재감지기를 사용한다 하더라도 고령층의 경우 전자기기 사용에 익숙하지 못하기 때문에 전화기로 화재 신호를 수신해도 적절한 대처를 하지 못하게 되는 문제점이 있다.

III. 단독주택의 화재 초기 알림시스템 개발

주택 화재 발생 위치 초기 알림시스템 및 알림 장치로 농어촌 등에서 마을 단위 거주지역을 이루는 어느 한 주택에서 화재가 발생하는 경우, 화재 또는 화재경보 발생 초기에 해당 주택의 위치를 마을 공동체 구성원들에게 알리는 장치 및 시스템이다. <그림 1>에서 단독주택 화재 초기 알림시스템의 단독형 화재감지기는 기존 사용하고 있는 단독형 감지기를 그대로 사용하고 MCU를 통해 화재 발생 시 경보를 발하면서 화재 신호를 생성하여 무선 또는 유선으로 외부에 송출할 수 있는 화재감지기이다.

주택 화재 초기알림 시스템은 단독주택에 설치된 화재감지기에서 송출하는 화재 신호를 수신하는 경우, 해당 화재감지기가 설치된 주택의 위치를 전광판 등을 이용하여 마을 주민들에게 자동으로 알려주게 된다. 전광판에는 마을 주민들이 쉽게 알 수 있도록 마을 사람들에게 통용되는 직관적인 명칭으로 주택의 위치를 알려주게 된다. 따라서 마을의 어느 한 곳에서 화재가 발생하는 경우 마을 주민 중 누군가가 그 위치를 쉽게 알아보고 소방관서에 신고하고, 마을 사람들에게 전파하는 등 화재 발생 초기부터 마을 공동체 주민들이 같이 참여하여 공동으로 대응할 수 있게 해 준다.

좀 더 자세히 설명하면 단독주택에서 화재 발생 시 이를 감지하여 주변에 화재경보를 발하면서 화재 신호를 송출할 수 있는 단독형 화재감지기로부터 화재 신호를 수신하는 경우, 화재 신호를 송출한 주택의 위치를 마을 공동체의 주민들에게 알려주는 주택 화재 발생 위치 초기알림 장치로서, 화재감지기를 식별할 수 있는 감지기 식별정보와 화재감지기가 설치된 주택의 주소정보를 정확하게 전광판에 전송하게 한다.

더불어 화재 초기 알림시스템 작동 방법으로는 단

독주택에 단독형 화재감지기를 설치한다. 다음은 화재가 발생 및 오류 발생 시 화재감지기가 작동하게 된다. 화재감지기가 작동하면 주택을 쉽게 식별할 수 있는 주택 식별정보가 저장된 식별정보 저장부에서 화재 신호를 수신할 수 있는 화재 신호 수신부로 저장부에 저장된 정보를 검색하게 된다. 이어 화재 신호를 송출한 주택을 식별할 수 있는 화재 위치 식별부에서 화재 신호를 송출한 주택에 대한 화재정보를 생성할 수 있는 정보 생성부로 화재정보를 화면상에 표출할 수 있게 된다. 다음은 화재 메시지 표시부 및 식별정보 저장부, 화재 신호 수신부, 화재 위치 식별부, 정보 생성부 및 화재 메시지 표시부를 포함하는 구성 수단들의 작동 전반을 제어하는 제어부에서 제어하게 된다. 또한 화재 신호에는, 화재 신호를 송출한 화재감지기에 대한 감지기 식별정보가 포함되어 있으며, 주택 식별정보는, 마을 사람들에게 널리 통용되는 호칭 정보로서, 거주자 중 하나의 통칭, 애칭, 별칭 또는 성명이 포함된 정보이거나 주택의 위치, 모양, 색채, 무늬 또는 특징을 묘사한 정보이다. 결론적으로 화재 신호 수신부가 화재 신호를 수신하면 제어부는, 화재 위치 식별부를 제어하여, 화재 신호에 포함된 감지기 식별정보로 식별 정보 저장부를 검색하여 화재 신호를 송출한 주택에 대한 주택 식별정보를 식별하도록 한다. 식별된 정보는 정보 생성부를 제어하여, 화재 위치 식별부에서 식별한 주택 식별정보와 화재경보가 발생하였다는 정보를 담은 문장을 결합한 화재정보를 생성하도록 한 후, 화재 메시지 표시부의 디스플레이 화면에 화재 정보를 표시하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 주택 화재 발생 초기 알림시스템으로 전달하게 된다.

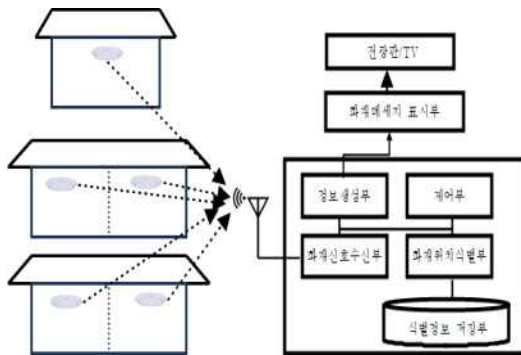


그림 1. 단독주택 화재 초기 알림시스템 개통도

Figure 1. Detached house fire early notification system opening diagram

<그림 2>는 화재 초기 알림시스템 회로도도 화재를 감지하는 원리는 다음과 같다. MCU에 의해 화재 감지기에 감지되는 화재 신호를 감지하여 화재의 위치를 파악하고 화재 위치정보를 RF Modem에 의해 안 내 장치의 RF Modem에 무선으로 전송하고 그 화재 위치정보를 음성안내 시스템으로 음성으로 안내함과 동시에 LED 전광판에 화재의 위치를 표시하고 LTE 모듈에 의해 LTE망으로 관계자에게 문자로 통보하는 시스템이다.

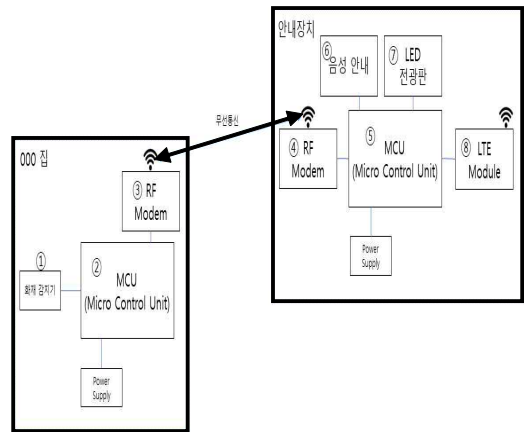


그림 2. 화재 초기 알림시스템 회로도
Figure 2. Fire early notification system a circuit diagram

<그림 3, 4>는 화재 초기 알림시스템을 직접 개발한 내부 회로도 설명과 작동 모습이다.

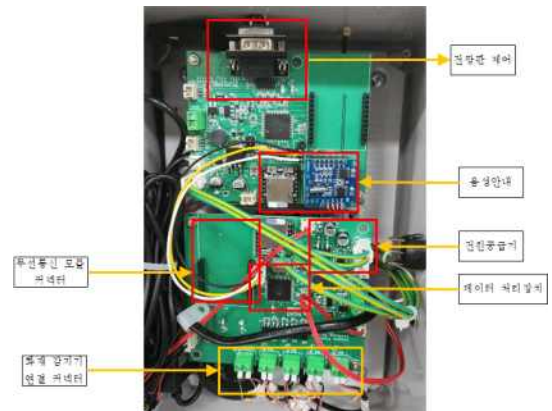


그림 3. 화재 초기 알림시스템 설명
Figure 3. Description of Fire early notification system



그림 4. 화재 초기 알림시스템 작동
Figure 4. Operation of Fire early notification system

IV. 결론

단독주택에서 화재가 발생할 경우에 거주자의 생명과 재산 및 안전한 피난을 위하여 화재 발생에 대한 신속한 알람을 제공하고, 화재의 정확한 위치와 거주자의 보다 빠른 피난을 할 수 있는 화재 초기 알림시스템을 개발하는 것이 목적으로 한다.

이 장치의 개발 효과는 다음과 같다.

1. 화재로 인해 단독형 감지기가 작동을 하게 되면 마을 관계자 및 관련 기관에 화재를 휴대폰 등 통신장비를 통해 전달하고, 마을 방송 및 전광판을 통해서 빠르게 화재정보를 전파하여 화재 유무를 파악하고 화재 발생 시에는 초기화재 진압이 가능할 수 있다.

2. 개발된 화재 초기 알림시스템은 거주자와 마을 관계자 및 119에 화재정보를 즉시 제공하여 신속하고 빠른 초동대응으로 주택 거주자의 화재진압, 안전한 피난 및 재산 피해를 최소화할 수 있다.

3. 이러한 개발은 주택의 거주자가 고령일 경우 화재 발생 상황에서 화재진압 및 피난을 원활하게 할 수 있고, 위험한 상황을 혼자 대처하는 것이 아니라 함께 살아가는 마을 사람들이 자신의 생명과 재산을 지켜주는 마을 공동체 의식을 만들어 갈 수 있다.

이 연구에서 개발된 단독주택의 화재 초기 알림시

스템은 화재 초기에 효과적인 화재 알림과 진압 그리고 안전한 피난을 유도함으로써 인명과 재산 피해를 최소화할 수 있는 매우 유용한 시스템이다. 그러나 본 연구는 개발된 시스템이 직접 단독주택에 적용한 실험은 할 수 없었다. 개발 단계를 넘어 단독주택에 적용하여 데이터를 모집하는 후속 연구가 필요하다. 이는 화재 초기 알림시스템의 작동의 정확도를 높이기 위한 추가 연구가 필요하다.

References

- [1] Housing act article 2 (Definitions) 2.
- [2] [https://www.nfa.go.kr/nfa/publicrelations/residentialfire/present/\(2023\)](https://www.nfa.go.kr/nfa/publicrelations/residentialfire/present/(2023)).
- [3] [https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=427252\(2023\)](https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&act=view&list_no=427252(2023))
- [4] Naju fire station statistics(2023)
- [5] Act on Installation and management of firefighting systems article 2(Definitions) (1)6
- [6] Jo dea ho, A experimental study on sound features of the solo arming detector. *Department of Fire Protection System Graduate School Dongshin University*, 2012.
- [7] Kim young mi, A study on the development of wireless single detector with evacuation lighting functions, *Department of safety Engineering The Graduate School Hoseo University*, 2018.
- [8] Oh so young, A Study on the Improvement of the Speech Intelligibility of Emergency Fire Alarm System, *Disaster Management and Fire Safety Engineering Graduate School University of Seoul*, 2017.
- [9] <http://ipact.kr/eng/iconf/jcct/sub05.php>