디지털 트윈 기반 효과적인 화재 대피경로 안내 시스템 설계

김현정*, 유서연*, 임효경*, 김강규*, 윤나리*, 문용민**, 하옥균O
*경운대학교 항공소프트웨어공학과,
O경운대학교 항공소프트웨어공학과,
**인플랩㈜
e-mail: {rgw0525, yooseo, lhg1213, rkdrb98, skfl415}@ikw.kr*, perter@inplab.com**, okha@ikw.ac.krO

A Design of Guidance System for Effective Fire Escape Path based on Digital Twin

HyungJeong Kim*, Seoyeon Yoo*, HyoGyeong Im*, KangGyoo Kim*, NaRi Yun*,
Yong-min Moon**, Ok-Kyoon HaO
*Department of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University,
ODepartment of Aeronautical Software Engineering, Kyungwoon University,
**INPLAB Inc.

● 요 약 ●

다중 이용시설, 학교, 주택 등 사람이 많이 이용하는 곳은 화재 발생 빈도가 높을 뿐만 아니라 대피하기가 어렵고, 기존의 비상등 표시 방법, 일회성 대피 안내 등으로 인해 화재 상황의 다양한 변수에 효과적으로 대처하기 어렵다. 본 논문에서는 디지털 트윈(Digital Twin) 기술을 기반으로 다양한 센서를 통해 인식된 화재 요소를 반영한 화재 대응 및 피난 시뮬레이션(Fire Dynamic Simulator & Pathfinder)을 통해 안전한 대피 경로를 도출하여 안내하는 시스템을 설계한다. 제시하는 방법은 화재 상황에 능동적으로 대처하기 위해 실시간 인원변동 및 변화하는 화재변수에 대비 할 수 있으며, 상황에 따른 적극적인 대피 훈련과 실제 상황에서의 긴급한 상황에서의 대피경로 도출과 안내에 활용할 수 있다.

키워드: 화재 대피 시뮬레이션(fire evacuation simulation), 디지털 트윈(digital twin), 효과적 대피경로(effective escape path)

I. Introduction

현실에서 발생하는 재난 중 화재는 주택, 다중 이용시설, 학교 등에서 다양한 크기의 규모로 빈번하게 발생하고 있다. 건물 내 화재 상황 속에서 대처 및 대피를 위한 훈련과 안내는 지속적으로 이루어지지만, 상황에 직면하게 되면 화재요소의 변화와 질식 및 고립 등으로 인해 시야 미확보와 탈출 경로 확보에 어려움을 겪는 경우가 많다.

본 논문에서는 APC(Auto People Counter), 이산화탄소 감지 센서, 온습도 센서 등 다양한 화재요소의 감지 및 인식을 반영한 시뮬레이션을 통해, 화재 건물 내부의 인원변동 및 화재변수에 대비한 대피경로를 3D그래픽과 CPS(Cyber Physical System)기반의 디지털 트윈(Digital Twin)으로 구현하여 효과적인 대피경로를 안내하는 시스템을 설계한다.

II. Background

화재와 같은 긴박한 상황 속에서 신속한 탈출경로 안내로 인명피해를 감소시키는 것과 동시에 안전한 대피를 돕기 위한 효과적인 모니터링 및 분석 시스템의 연구는 지속적으로 이루어지고 있다[1-2].

기존의 화재 발생 시 건물 내 대피 안내 방법은 비상등 불빛에 의지하여 탈출구를 찾아가는 방법과 현재 위치만을 기반으로 탈출 경로를 안내하고 있다. 그러나 화재의 규모, 발화지점, 실시간 건물 내 인구 현황을 고려하지 않아 적절한 시간 내 필요한 정보를 제공하지 못하거나, 2D 기반의 수치 및 데이터 등의 활용으로 비전문가가 활용하기 어렵게 한다[3].

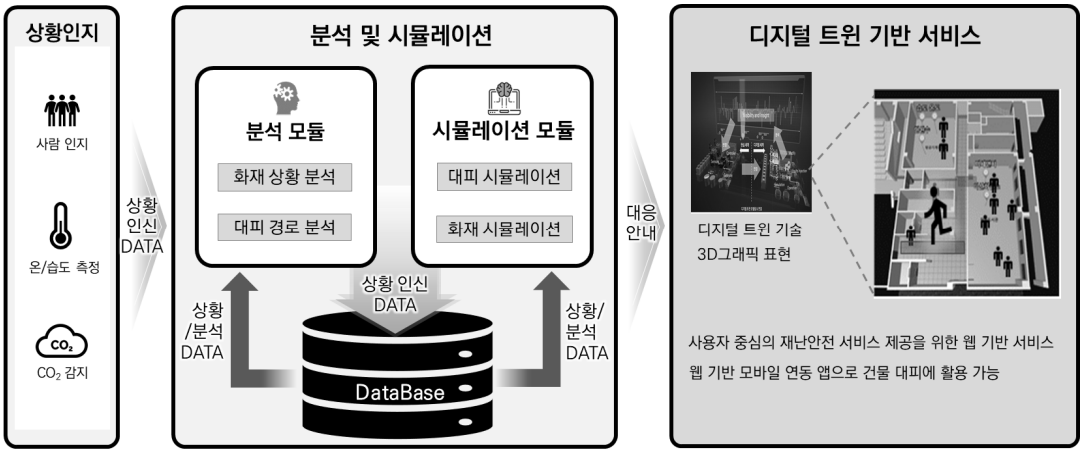

Fig. 1. The Overview of Guidance System for Digital Twin based Effective Fire Escape Path

III. Design

1. Overview

건물 내 화재 발생 시 공황으로 인한 시야 미확보, 고립으로 인한 인명피해를 줄이기 위해 건물 내 화재 발생 시 효과적인 대피경로를 안내를 하기 위한 시뮬레이션 결과를 효과적이면서도 쉽게 전달하는 것이 중요하다.

본 논문에서 제시하는 실시간 화재 대피경로 안내 시스템은 화재 발생 정보를 수집하는 센서들과 통신을 위한 상황인지 과정, 화재 상황분석 및 대피경로 분석을 위한 시뮬레이션과 상황 인지 Data 분석 및 시뮬레이션 과정, 정보 제공을 위한 디지털 트윈 기반 웹 서비스로 구성된다. Fig. 1.은 디지털 트윈 기반 효과적인 대피경로 안내 시스템의 개념도로 모듈별 Flow를 나타낸다.

2. Situational Awareness

상황인지 단계에서는 건물 내에 설치된 APC(Auto People Counter), 온/습도, CO_2 감지 등의 여러 화재 요인 감지 센서들을 통해 수집된 정보를 실시간으로 획득하여 네트워크를 통해 전달된다.

3. Analysis and Simulation

분석 및 시뮬레이션 과정은 분석 모듈과 시뮬레이션 모듈로 구성된다. 분석 모듈은 상황인지 획득한 상황인지 Data를 기반으로 화재 상황분석, 피해 예측, 대피경로 분석 등을 실시한다. 시뮬레이션 모듈은 분석 모듈에서 분석된 화재 상황 및 피해 예측 등을 기반으로 화재 대피 시뮬레이션을 통해 화재의 위험 가능성과 탈출 가능성을 파악한다.

4. Digital Twin based Web Service

디지털 트윈 기반 웹 서비스 단계에서는 건물을 CPS기반의 디지털 트윈으로 구현하여 나타낸 후 건물 내 인구 수, 발화 지점 표시, 대피로 안내를 3D 그래픽으로 나타내고 웹과 웹 기반 모바일 연동 앱으로 제공한다. 이를 통해 가상의 화재 훈련뿐만 아니라 실제 상황에서의 화재 감시에 따른 효과적인 화재 피난경로의 도출과 안내가 이루어질 수 있다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 건물 내 여러 감지 센서들을 사용하여 화재상황을 종합적으로 인지할 수 있고, 분석 및 시뮬레이션 단계를 통해 화재 위험 가능성을 평가 한 후, CPS와 3D 그래픽 기반의 디지털 트윈을 통해 효과적인 화재 대피경로 안내 시스템을 설계하였다. 효과적인 대피 경로 안내 시스템 활용을 통한 신속한 대피로 인명피해를 줄이고 향후 다양한 유형의 재난을 대비한 훈련 시스템 및 건물 안전 관리 시스템으로 확장되어 활용이 가능하다.

REFERENCES

[1] Kim, Deaill, et al. "A study on the Application of Optimal Evacuation Route through Evacuation Simulation System in Case of Fire," Journal of the Society of Disaster Information, Vol. 16, No. 1, pp. 96-110, March 2020.

[2] Jang, Byeong Ok, "Design and Implementation of Evacuation Simulation of Indoor Environment Fire," Journal of The Korea Society for Simulation(JKSS), Vol. 19, No. 2, pp. 1-8, June. 2010.