

# 드론을 이용한 복합 이벤트 처리 기반 실시간 산림 화재 모니터링 시스템

\*황두현, 김윤기, 정창성  
고려대학교 전기전자공학과

e-mail : doohh88@korea.ac.kr, vardin@korea.ac.kr, csjeong@korea.ac.kr

## A Monitoring System of Forest Fire based on Complex Event Processing Using Drone

\*Du-Hyun Hwang, Yoon-Ki Kim, Chang-Sung Jeong  
Dept of Electric Engineering  
Korea University

### Abstract

The annual economic damage caused by a forest fire is expected to be extremely high. But the monitoring system of the forest fire is insufficient to protect the forest from the fire. For this reason, we propose the monitoring system of forest fire, based complex event processing using drone which can collect the data from sensors. This monitoring system make protect and detect the fire in real time and make rapid response for it.

### I. 서론

최근 5년간 산불발생 건수는 약 1,600건에 다르며, 산불에 따른 피해액은 약 650억에 이른다[1]. 현재 운영되고 있는 산불 예방 시스템은 그림 1.과 같이 무인 감시 카메라를 통해 사람이 직접 모니터링을 하는 실정이다[2]. 그리고 산림청에서 운영하고 있는 국가 산불 위험 예보 시스템의 경우는 실시간적 정보를 통해 즉각적인 산불 발생 여부를 예측하기 보다는 배치 프로세스적 시스템 운용으로 산불 발생 위험 지수로

화재 대한 주의를 주는 수준에 머물러 있다[3]. 따라서 산불로 인한 인적, 경제적 손실을 줄이기 위해 실시간으로 산불을 예측하고 즉각적으로 대응할 수 있는 모니터링 시스템이 필요하다.

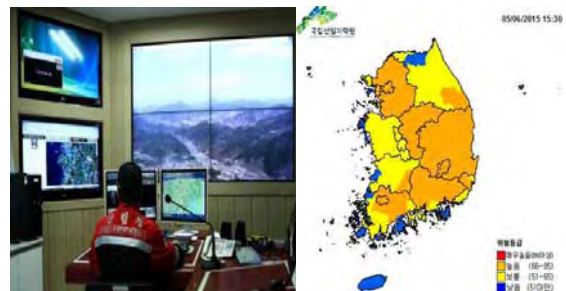


그림 1. 기존 산림 화재 모니터링 시스템[2],[3]

본 논문은 그림 1.과 같이 드론을 활용한 센서 데이터로부터 실시간 복합 이벤트를 처리를 통해, 산불의 발생을 실시간적으로 예측하고 산불 발생에 대한 신속한 대응을 수행할 수 있는 시스템 모델을 제안하고자 한다.

우선 비행하는 드론에 센서를 부착하여 드론의 위치에 따른 온도, 습도 등 산불을 발생시킬 수 있는 요인들에 대한 데이터를 수집한다. 수집된 정보들에 대하여 복합 이벤트 처리를 수행하여, 실시간으로 산불 발생 예측 및 발생 여부를 파악하고 화재를 진압할 수

있는 소방기관에 즉각적으로 정보를 전달해 산불을 예방하고 빠른 시간 내에 진화할 수 있도록 한다.



그림 2. 시스템 모델 흐름

## II. 본론

### 2.1 복합 이벤트 처리

복합 이벤트 처리(Complex Event Processing)는 이벤트 중심의 실시간 대용량 데이터 처리 기술로 EDA(Event-Driven Architecture) 기반 시스템의 한 종류이다. 복합 이벤트 처리는 RFID 및 각종 센서들로부터 발생하는 스트림 이벤트로부터, 복합 이벤트 패턴을 정의하여 원하는 상황을 추출하고자 하는 기법이다.

산불을 야기시키는 요인들은 인적으로 발생하는 요인부터 자연적으로 발생하는 요인까지 매우 다양하며, 이러한 요인들이 복합적으로 작용하여 산불이 발생하게 된다. 본 시스템은 산불 발생 예측을 위해 이러한 각각의 요인들을 단일 이벤트로 정의하고, 정의된 단일 이벤트들을 기반으로 산불을 예측하거나 감지할 수 있는 패턴, 즉 복합 이벤트를 정의하여 실시간적으로 산불을 예방하고 빠른 시간 내에 산불 발생 여부를 파악할 수 있도록 한다.

다음은 화재를 일으킬 수 있는 각각의 요소를 단일 이벤트로 정의하는 방법이며, 온도와 습도를 고려한 상황을 복합이벤트로 간주한 예를 보여준다.

$E1=(SensorID\_1, Temperature, E\_start, E\_end)$

$E2=(SensorID\_2, Humidity, E\_start, E\_end)$

$E3=(SensorID\_3, GasDensity, E\_start, E\_end)$

$E4=(SensorID\_4, Wind, E\_start, E\_end)$

$SELECT [Sensor\_ID, Sensing\_data, Time]$

$FROM [E1, E2]$

$WHERE [SensorID='SensorID\_1']$

$AND [50<Temperature, Humidity<40]$

### 2.2 데이터 형식 통합

서로 다른 기종간의 센서로부터 발생하는 스트림 데이터는 서로 다른 형식을 가지고 있다. 따라서 각 센서로부터 얻은 데이터를 CEP engine을 통해 복합 이벤트 처리를 수행하기 위해서는, 각 데이터의 형식을 통합하고 각 데이터의 값을 서로 대소비교가 가능한 형식으로 바꾸어 주어야 한다. 이기종의 센서로부터 발생하는 데이터를 CEP 처리에 용이하게 하기 위한 데이터 통합 모듈을 정의하고, CEP engine을 통한 이벤트 처리에 앞서 데이터 통합 과정을 수행하도록 한다.

## III. 시스템 구성

그림 3.은 본 논문에서 제안하는 시스템 구성도이다. 우선 각 드론의 센서로부터 산불을 발생시킬 수 있는 요소에 대한 정보들을 수집한다. 수집된 정보는 복합 이벤트 처리를 위해 데이터 형식을 CEP에 적합하게 통일 시켜 준다. 이렇게 수집되어 가공된 데이터로부터 특정 조건을 만족하여 산불을 일으킬 요소가 되는 경우를 단일 이벤트로 정의하여 이벤트를 감지한다. 예를 들어, 대기의 습도가 일정 수치보다 낮아 질 경우 단일 이벤트를 발생시킨다. 감지된 다수의 단일 이벤트들은 CEP Engine 내에서 수집되고, 이렇게 수집된 단일 이벤트로부터 사용자에게 의해 선언된 사고 규칙, 즉 화재 발생 패턴에 따라 복합 이벤트를 정의하여 이벤트 발생 여부를 감지하고, 복합 이벤트에 따라 각각의 대응 수행한다. 예를 들어, 습도가 매우 낮은 가운데 온도가 일정 수준 이상 증가하고, 대기의 이산화탄소의 양이 급격히 증가한다고 판단될 경우 모니터링 시스템을 통해 화재 경보를 발생시킨다.

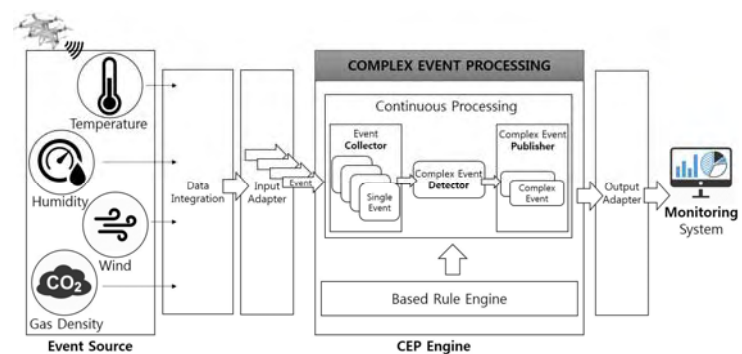


그림 3. 시스템 구성

#### IV. 결론 및 향후 연구 방향

앞으로 미래의 환경은 군용 목적을 넘어 상업적, 개인적 목적으로 드론의 활용이 많아질 것이다. 이러한 환경에서 드론으로부터 수집된 데이터의 처리는 중요한 기술 중 하나가 될 것이다. 따라서 본 논문은 복합 이벤트 처리 기술을 이용하여 드론의 센서로부터 수집된 데이터 처리를 통해 산림 화재 모니터링 시스템을 제안한다. 복합 이벤트 처리 기반의 산림 화재 모니터링 시스템은 기존의 인력을 통한 수동적 관측 방식과 특정 시간을 기준으로 지역적으로 화재 발생 확률만을 나타내는 배치성 처리 방식의 시스템에서 실시간적 처리를 통한 화재를 즉각적 예측 대응할 수 있도록 하여, 산림 화재로 인한 피해를 줄이는데 기여할 것이다. 향후에는 드론으로부터 수집될 비정형의 영상 데이터로부터 발생될 영상 이벤트 처리를 연구해 볼 예정이다.

#### IV. Acknowledge

본 연구는 2015년도 BK21 플러스 사업과, 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학ICT연구센터 육성 지원사업 (IITP-2015-H8501-15-1004)과, 2015년도 정부 (미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보컴퓨팅기술개발사업 (NRF-2014039205)의 연구결과로 수행되었음.

#### 참고문헌

- [1] [http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1309](http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1309), 산불피해현황, 통계청
- [2] <http://www.domin.co.kr/news/articleView.html?idxno=1061985>, 무주국유림관리소, 무인감시카메라로 산불 조기 진화, 전국도민일보
- [3] <http://forestfire.kfri.go.kr/menu.action>, 국가산불위험예보시스템, 산림청
- [4] Omran Saleh, Distributed Complex Event Processing in Sensor Networks, 2013 IEEE 14th International Conference on Mobile Data Management, Volume 2, Page 23-26, 2013