

재난상황을 고려한 스마트 더스트 데이터 처리과정 연구

민연아*, 장민우^o

*한양사이버대학교 응용소프트웨어공학과,

^o한양사이버대학원 기계IT융합공학과 대학원

e-mail: {yah0612*, 2022200231^o}@hycu.ac.kr

A Study on the Data Processing Process of Smart Dust Considering the Disaster Situation

Min Youn A*, Min-Woo Jang^o

*Dept. of Applied Software Engineering, Hanyang Cyber university,

^oDept. of Mechanical & IT Convergence Engineering, Hanyang Cyber university

● 요약 ●

본 논문에서는 무인 로봇 스마트 더스트(Smart Dust)의 사례연구를 통하여 재난, 재해 등 불확실한 상황에서 실시간 정보제공 등 기능에 대한 활용 사례를 살펴보고 전장에서 활용할 수 있는 방법으로 처리 프로세스를 수정 연구한다. 스마트 더스트 기술은 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT) 기술이 적용된 1mm³ 이하 크기의 센서이며, 전시 및 재난 등의 위급상황에서 다양한 용도로 적용 및 전략수립에 활용될 수 있다. 본 연구를 통하여 전장 및 재해 상황에서의 위기대응에 효율성을 증대할 수 있을 것으로 사료된다.

키워드: 스마트 더스트(Smart Dust), 인공지능(AI), 사물 인터넷(IoT)

I. Introduction

스마트 더스트 기술이란 먼지 크기의 매우 작은 센서들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 먼지처럼 뿌려 주위의 온도, 습도, 가속도, 압력 등의 정보를 무선 네트워크로 감지하고 관리할 수 있는 기술이다[1,2,3].

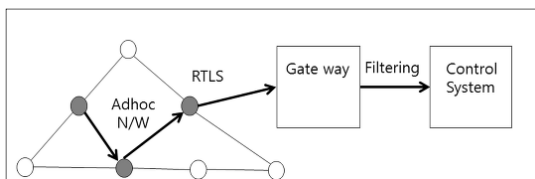


Fig. 1. Processing of Smart Dust Data[1,2,3]

스마트 더스트 또는 모트(mote)들은 1mm³ 이하 크기의 초소형 센서이지만, 데이터를 수집하고 간단한 데이터 분석 등의 컴퓨팅을 수행한다[1,2]. 본 논문에서는 스마트 더스트의 처리과정에 대하여 살펴보고 전장 및 재해상황에서 효율적으로 작동될 수 있도록 처리 프로세스를 수정하여 제안하였다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 스마트 더스트의 재난상황 활용 사례

스마트 더스트의 재난상황 활용사례로 재난 방지 프로젝트와 환경 모니터링 분야에서 활발히 연구되고 있다[4,5]. 특히, 네덜란드 TWENTE 대학의 텔레커뮤니케이션 연구실에서는 스마트 더스트를 활용한 산불 화재감시, 위치 파악, 확산방향 예측 알고리즘을 연구하였다. 스마트 더스트를 광범위한 산악지역에 살포하고 무선 네트워크를 통해 각각의 센서 뿐만 아니라 중앙의 서버에 기상 이상 정보를 전송함으로써 산불의 감지를 쉽게 하도록 하였다[4,5,6]. 또한 단순히 산불을 감지하는 기능에 그치지 않고 산불의 크기, 대피 및 진압을 위한 최적의 경로, 화재의 이동방향 등을 예측하는 복합적인 기능을 제공하는 기술을 연구하였다[3].

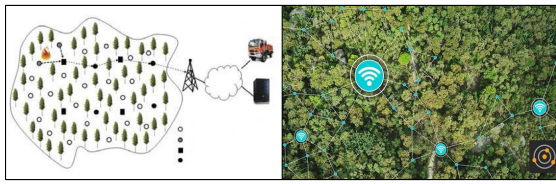


Fig. 2. Concept of Smart Dust in Forest Fire Disaster[3]

국내에서도 상황인지 센서를 활용하여 화재 발생 예측 및 탐지 방법을 연구하고 있다. 센서를 활용하여 실시간으로 온도, 습도, Co2, 불꽃유무정보를 습득하여 화재를 판단하는 알고리즘과 그에 따른 화재의 확산경로와 속도예측 및 안전구역 확보 알고리즘을 제안하고 있다[1,2,3,4]. 2021년 10월에는 강원도 속초와 고성 일대에 산불 감시 센서 68개가 시범 도입되어 운용중이다. 센서는 주변 연기와 열기, 수목 수액의 이동 등을 감지해 산불 발생 가능성을 조기에 산림 당국으로 통보한다. 산림청은 시범사업을 통해 산불 피해를 줄일 수 있는 최적의 방안을 찾아내고 이를 전국으로 확대할 계획을 가지고 있다[1,2,3,5].

III. The Proposed Scheme

본 논문에서는 기존 스마트 더스트의 처리과정에 대하여 다음과 같이 수정된 처리과정을 제안하였다.

식 1은 수정된 스마트 더스트 처리과정 시 제안한 중심 센서간의 연산식(a)과 위세중심성 센서의 연산식(b-1, b-2)이다.

[식 1]

$$Max\ Betweeness\ Centrality = \frac{(N-1) \times (N-2)}{2} \quad (\because N = No. of\ Node) \quad \text{-(a)}$$

$$C_e(V_i) = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1} A_{j,i} C_e(v_j) \quad \text{-(b-1)}$$

$$AX_d = \lambda X \quad \text{(Centrality vector) (Eigenvector Centrality) -(b-2)}$$

스마트 더스트의 네트워크는 지파이(Gephi)를 통해 구성할 수 있는 노드(node)와 연결선(edge)의 형태를 띠고 있다. 따라서 각각의 센서 관계에서 발생할 수 있는 4가지 특징을 적용하였다.

첫째, 연결중심성(Degree Centrality)이다. 어떤 센서가 다른 센서와 많이 연결되어 있는지 직접적인 영향력을 측정할 수 있다. 스마트 더스트가 최종적으로 사용자에게 정보를 제공해야 됨을 고려했을 때, 필요시에는 방향성을 부여하여 내향연결중심(In-Degree) 또는 외향연결중심(Out-Degree) 센서로 구분할 수 있다. 둘째, 근접중심성(Closeness Centrality)이다. 연결된 노드와의 거리 또는 횟수를 기반으로 도출되며, 정보를 빠르게 전달할 수 있거나 가장 빨리 정보를 수집할 수 있는 센서를 정의한다. 연결중심성이 동일한 센서 중에서도 네트워크내에서 영향력이 있는 센서가 존재하기 때문이다. 셋째, 매개중심성(Betweenness Centrality)이다. 정보를 빠르게 전달하고 획득하는 문제도 있지만, 신속하게 전파해야 할 때 중요한 역할을 하는 센서도 필요하다. 이러한 역할을 하는 센서가 고장나거나, 제거되

면 네트워크가 분리되고 전체 흐름에 영향을 미칠 수 있다.

마지막으로 위세중심성(Eigenvector Centrality)이다. 센서가 다른 중요한 센서와 얼마나 많이 연결되어 있는지를 나타낸다.

그림 3은 제안한 스마트 더스트 처리과정을 그림으로 도식화 한 것이다. 그림 3을 통해 산불 현장에서 바람이 강한지역, 건조한 지역, 민가와 가까운 지역에서 중요도가 높은 것을 알 수 있다.

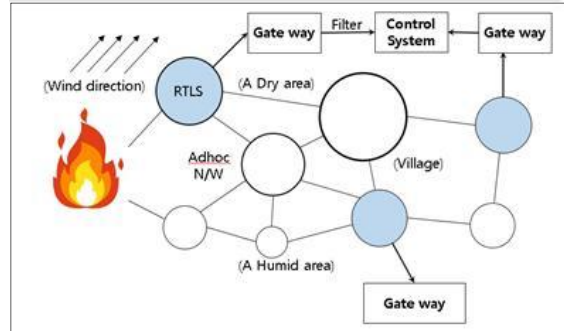


Fig. 3. Modified Processing of Smart Dust Data

본 논문의 제안을 통하여 기존 스마트 더스트 처리과정 대비 인지 시간 및 정확성에 대한 효율성을 확인하였다.

IV. Conclusion

본 논문에서는 재난상황을 고려한 스마트 더스트 데이터 처리과정을 살펴보고 수정된 스마트 더스트 처리과정을 제안하였다. 본 논문의 제안을 통하여 재난상황에 대한 감시 및 정찰활동 강화가 가능하며 처리과정에서 인지 시간 및 정확성을 5~8% 이상 높일 수 있음을 확인하였다. 향후 다양한 데이터셋을 통하여 정확성을 향상시키는 연구를 지속할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Chun-woo Yang, "The principles and applications of war", The Army Military Research Institute, pp.17-22, 2016.
- [2] Republic of Korea Army, "Army Vision 2050 Rev. No. 1", pp.57-59, 2022.
- [3] National Defence and Technology, "A Study on the Military Utilization of Smart Dust Based on IoT", pp.160-161, 2020.
- [4] Hyeng-jun Kim et al., "A Study on forest fires Prediction and Detection Algorithm using Intelligent Context-awareness sensor", 2015.
- [5] KBS News, "Pilot Project for Early Detection of Wildfires, Half Expectations Half Concerns", 2021.
- [6] Smart Dust, <http://toparapa.tistory.com/m/entry/SmartDust%EB%9E%80-23033902>

- [7] Centrality Analysis - Copying Social Network Analysis
Using 'Gephi' Program, [http://youtu.be/ xNnmirF9Wxs](http://youtu.be/xNnmirF9Wxs)