산불 발생지역에서의 산불 이동속도 예측 및 안전구역 확보에 관한 연구

우병훈 · 구남경 · 오영준 · 이강환

*한국기술교육대학교

Efficient Multicasting Mechanism for Mobile Computing Environment

Byeong-hun Woo* · Nam-kyoung Koo** · Young-jun Oh** · Kyung-sik Jang** · Kang-whan Lee**

*Korea University of Technology and Education

E-mail : dnqudgns@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 산불 발생 시 화재의 확산경로와 속도 예측에 따른 안전 구역 확보를 통해 화재진압에 소요되는 시간을 줄이고 인명, 산림재산 피해를 최소화 하는 방법을 제안한다. 기존 산불 확산 경로 예측 방법에서는 지형, 기상, 연료인자, 영상정보 등을 통해 산불 확산 모델 및 속도를 예측한다. 하지만 이 경우 범위가 넓은 산을 관제하기엔 비용도 많이 소요가 되고, 확산 모델 예측 및 경로 파악에만 집중하여 안전 구역 확보에 대한 노력이 부족한 문제점들이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 적은 비용으로 산불의 이동방향과 속도를 예측하고 화재 진압을 위한 안전구역을 확보하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 시간에 따른 정보로 온도 변화량 및 연기와 풍향 등의 산불 재난에 따른 속성정보를 분석하여 산불의 이동방향을 예측하고 안전구역을 확보하는 기법이다. 주어진 모의실험 환경에서 산불의 이동 속도 및 이동 방향을 분석함으로써 산불에 대한 피해를 줄이고 빠르게 진압할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method to reduce the fire suppression time. Our suggestions can secure a safe area according to the diffusion path and speed of the fire, forest fire prediction minimize casualties and property damage forests. The existing path prediction method wildfire spread predict the wildfire spread model and speed through topography, weather, fuel factor and the image information. In this case, however, occur to control a large mountain huge costs. Also Focus on the diffusion model predictions and the path identified by the problem arises that insufficient efforts to ensure the safe area. In this paper, we estimate the moving direction and speed of fire at a lower cost, and proposes an algorithm to ensure the safety zone for fire suppression. The proposed algorithm is a technique to analyze the attribute information that temperature, wind, smoke measured over time. According to our algorithm forecast wildfire moving direction and ensure the safety zone. By analyzing the moving speed and the moving direction of the simulated fire in a given environment is expected to be able to quickly reduce the damage to the forest fire fighters.

키워드

안전구역, 센서, 온도 변화량

Ⅰ. 서 론

최근 세계 곳곳에서 산불로 인한 피해가 급증하고 있다. 온도 상승에 따른 건조일 증가로 인해 산불의 발생건수와 피해면적이 증가하고 있다[1]. 산불 피해를 줄이기 위해서는 사전예방이 가장 우선 시 된다. 지속적인 사전예방에도 불구하고 발생한 화재에 인명, 산림피해가 지속적으로 발생하고 있다.

국내에서의 산불예방 활동은 기초 자치단체, 시・군・구의 산불통계 자료와 연소면적, 확산속도, 건당 면적 자료를 이용한다. 이를 토대로 산불특성에 따라 군집을 분류하고, 그 결과를 GIS에 표출한 연구 결과를 보였다[2]. 또한 산불위험예보지수를 개발하기 위해 지역별 산불통계 자료와 관련인자를 분석한 결과를 이용한 연구가 진행중에 있다[3]. 또 다른 연구에는 의성군 일대를 대상으로 산불피해 지역과 임상, 지형 인자와의 관계를 분석한 연구가 존재한다[4]. 해외 연구로는 ROTHERMEL 모델과 호이겐스의 원리에 기초하여 산불확산모델을 정의하고 있다[5]. 이를 보면 실제 산불 발생 좌표와 경계를 이용하여 산불 발생과 확산에 대한 분석을 시도한 연구는 많이 부족한 상황이다.

따라서 본 논문에서는 산불 감지 노드의 좌표를 이용하여 효율적으로 산불의 이동경로 및 이동속도를 예측하는 알고리즘을 제시한다. 예측된 산불 이동경로와 이동속도에 따른 안전구역이 확보되어 신속한 화재 진압과 대피 작업에 도움이 되는 자료 제공할 수 있다.

Ⅱ. 기존 연구

산불 이동과 관련된 알고리즘을 적용하여 안전한 대피소까지 최단거리를 구하는 연구가 진행되었다[6]. 기존 연구는 산불이 발생했을 경우 발생 장소와 인접하게 거주하고 있는 재해 약자들이 쉽게 대피소를 찾아 갈 수 있도록 알려준다[7]. 최단거리 경로를 구하는 알고리즘은 방향성이 없는 출발지점과 도착지점 사이의 최단경로를 계산할 수 있는 dijkstra Algorithm을 적용했다. 하지만 최단경로 알고리즘은 단지 대피소로 이동하는 안전한 경로만을 제시해줄 뿐 산불이 어디서 발생됐고, 언제 어느 방향에서 자신의 거주지로 확산되는지 알지 못하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결해 줄 수 있는 산불의 방향과 거주지에 도착하는 시간을 예측하는 알고리즘을 제안한다.

Ⅲ. 제안하는 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 산불의 이동속도와 이동방향으로 구성된다. 기존 연구들은 인근 거주자들이 최단거리를 통해 대피소로 대피할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 하지만 기존 연구들은 축적된 자료들을 토대로 예측모델을 작성하기 때문에 실제 산불이 발생 했을 시 산불의 이동방향과 이동속도를 알지 못하는 문제점이 있다. 산불의 이동방향과 이동속도를 예측할 수 있다면, 인근 거주자들이 대피에 대한 유무, 대피를 완료해야 하는 시간 등을 알 수 있다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 온도감지노드를 통해 추출된 데이터와 온도 변화량, 시간차를 이용하여 기존 알고리즘의 문제점을 해결한다.

3-1 산불 이동속도 분석 알고리즘

본 논문에서 제안하는 산불 이동속도 분석 알고리즘은 각 노드사이의 거리와 화재의 영향이 미치는 시간차를 이용하여 화재의 이동속도를 예측하는 알고리즘이다.

최초의 산불 감지 노드는 화재 발생 시 화재지역 위치를 생성한다. 화재지역 주변 노드들은 생성된 좌표를 이용하여 온도 데이터를 수집 한다. 또한, 수집한 온도데이터를 이용하여 화재지역을 분석하고, 주어진 임계온도와 비교하여 화재지역을 예측한다. 임계온도의 초과 시점과 시간차를 분석하여 산불의 이동속도를 계산한다.

산불 이동속도 분석 알고리즘 순서도는 그림 1과 같다.

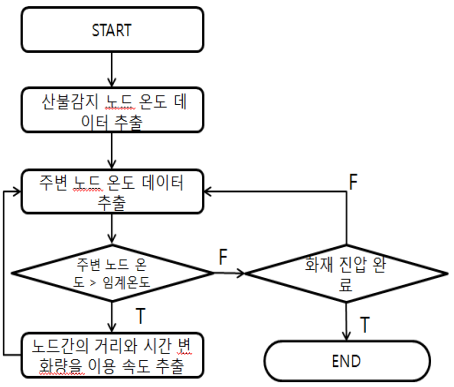

그림 1. 산불 이동속도 알고리즘 순서도

3-2 산불 이동방향 알고리즘

산불 이동방향 알고리즘은 산불의 영향력을 노드의 온도변화량으로 가정하고 산불과 노드사이의 거리 비율을 이용해 이동방향을 예측하는 알고리즘이다. 제안하는 알고리즘은 화재진압을 위한 안전구역을 확보하기 위해 산불의 이동방향과 속도를 이용하여 인근 마을이나 사람이 거주하고 있는 지역에 화재가 접근하는 것을 예측한다.

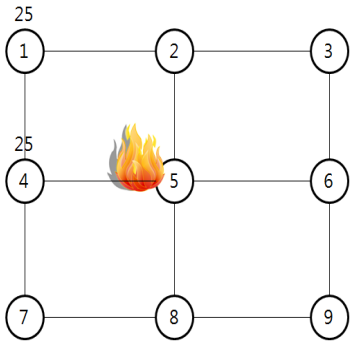

그림 2. 화재 발생 시 주변 노드 온도데이터 추출

그림 2는 초기 화재 발생 시 주변의 온도데이터를 생성한 그림이고, 그림 3은 온도 변화량에 따른 거리의 비율을 이용하여 산불의 이동방향을 예측한 것을 표현한 그림이다.

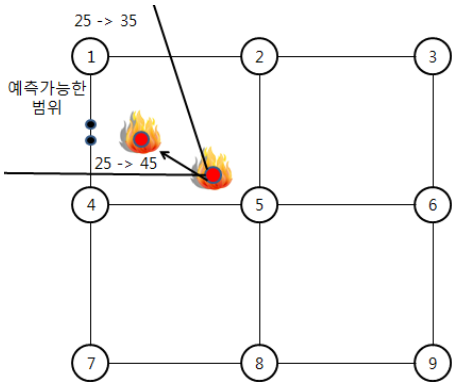

그림 3. 온도변화량과 거리의 비율로 화재 이동방향 예측

그림 3에서 보는 바와 같이 노드 1번의 온도변화량은 10도이며, 노드 4번의 온도변화량은 20도이다. 산불에너지로부터 받은 에너지의 크기의 비율이 1:2이기 때문에 산불과의 거리가 2:1이라고 예측이 가능하다. 다음 산불의 이동방향에 따른 비율을 노드 1번과 4번을 잇는 직선에 표시하면 예측 가능한 범위가 설정된다. 따라서 다음 노드까지의 산불의 이동방향을 예측할 수 있다.

3-3 안전구역 확보

안전구역 확보 알고리즘은 산불 이동속도 알고리즘의 결과와, 산불 이동방향 알고리즘의 결과를 통하여 화재 발생구역 내 위험 구역과 안전 구역을 구분하고, 시간 별 산불 위치 변화에 따라 안전구역을 새로이 확보 하는 알고리즘이다.

안전구역 확보 알고리즘은 먼저 산불 이동방향 알고리즘과 산불 이도속도 알고리즘이 실행되어 산불의 이동방향과 이동속도를 알게 되고, 식별된 방향, 속도 인자에 따라 해당 지역 노드들을 중심으로 구역이 설정 된다. 각 구역은 적색(위험), 황색(경보), 녹색(안전) 상태로 구분된다.

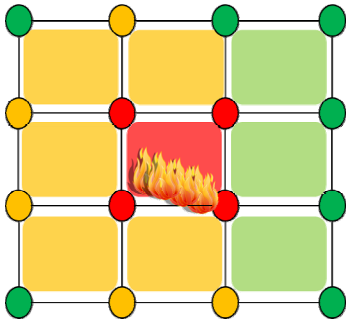

그림 4. 화재 발생 시 화재단계 별 구역 설정을 통한 안전 구역 확보

그림 4에서 보는바와 같이 산불 이동방향 알고리즘과 이동속도 분석 알고리즘에 따라 각 노드 위치 좌표 위험등급이 정해진다. 4개의 노드 위치 좌표마다 구역이 생성되고 좌표의 위험등급들에 의해서 구역 상태가 정의된다.

Ⅳ. 시뮬레이션 결과

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 효율성을 증명하기 위하여 시뮬레이션 프로그램을 제작하였다. 그림 5, 6, 7에서 원형은 산불의 영향력이 미치는 범위를 나타내고, 작은 점들은 각각의 노드들을 나타낸다. 처음 단계는 산불이 이동하여 산불의 범위에 있지 않던 노드가 산불 범위내로 들어오게 되는 시간을 측정한다. 그 다음 또 다른 노드가 범위내로 들어오는 시간차와 노드간의 거리를 이용하여 산불의 이동속도를 계산한다. 마지막으로 계산한 값이 시뮬레이션 프로그램에서 나온 값과 같은지 비교한다.

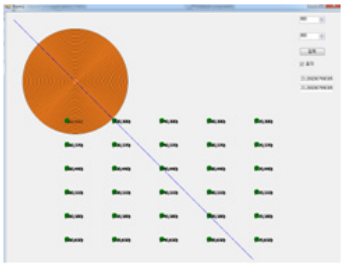

그림 5. t = 1 일 때의 시뮬레이션 프로그램 실행 화면

그림 5는 시뮬레이션상의 시간 t = 1 일 때의 프로그램 화면이다. 원형은 산불의 영향력이 미치는 범위를 나타낸 것이고, 점은 각 각 좌표에 위치하는 노드들을 나타낸 것이다. 산불은 그림 5에 보이는 직선을 따라 움직이게 설정을 했다. t = 1일 때 산불은 한 노드와 인접하게 된다. 이 때

t = 1의 시간을 저장한다.

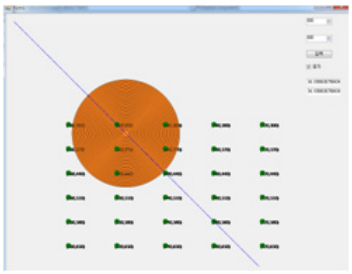

그림 6. t = 2 일 때의 시뮬레이션 프로그램 실행 화면

그림 6은 시뮬레이션상의 시간 t = 2 일 때의 프로그램 화면이다. t = 2 일 때의 산불은 또 다른 노드와 인접하게 된다. 프로그램 내에서 t = 1과 t = 2의 시간차는 40초였다. t = 1, t = 2에서 인접했던 노드는 각 각 (300, 300), (440, 440)에 위치한다. 노드간의 거리는 약 197.98로 계산된다. 시간차와 거리를 이용하여 4.9495 d/sec의 결과가 나온다.

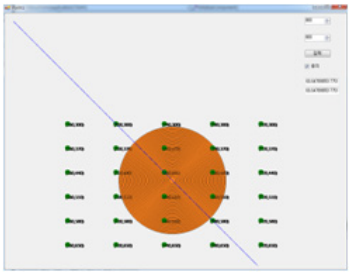

그림 7. t = 3 일 때의 시뮬레이션 프로그램 실행 화면

그림 7은 시뮬레이션 시간 t = 3일 때 좌표 (580, 580)인 노드와 산불의 영향력이 인접하는 그림이다. 산불의 이동속도가 4.9495 d/sec일 때 t = 2에서의 산불이 t = 3에서 인접하는 노드 (580, 580)까지 걸리는 시간은 40초가 계산된다. 시뮬레이션을 실행시켜 본 결과 40초가 나와 계산된 결과와 같은 값이 나온다.

V. 결 론

기존 연구에서는 주로 이미 측정된 산불 통계 자료를 통해서 산불위험지수를 만들었다. 본 연구에서는 현재 발생한 상황을 좀 더 정확히 통제하기 위해 산불 감지 노드에서 수집된 상황정보와 신호를 보낸 노드의 좌표를 이용하여 산불의 이동경로 및 이동속도를 예측하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘을 사용하여 각 노드가 위치한 지역에 단계별 경보를 설정하고 이에 따라 그 지역을 위험구역, 경계구역, 안전구역으로 구분한다. 구분된 지역에 따라 화재 진압의 자료로 활용 및 인명 피해도 최소화 할 수 있다. 본 알고리즘에서 이동방향을 구하는 알고리즘이 100% 정확한 값을 내지는 못한다. 다른 데이터나 다른 방법을 이용하여 100%에 가까운 예측결과를 만들어 내는 것이 앞으로의 해결 과제이며, 온도 데이터뿐 아니라 습도, 이산화탄소 등의 데이터까지 활용하여 좀 더 정확한 예측결과를 도출해 낼 수 있도록 연구할 필요가 있다.

<감사의 글>

본 연구는 정보통신산업진흥원의 산학협력 특성화 지원 사업 (NIPA-2014-H0808-14-1007) 및 한국기술교육대학교 교육연구 진흥비 프로그램의 지원에 의하여 수행된 결과입니다.

참고문헌

[1] 이시영, “우리나라 산불발생과 세계의 연구동향”, 한국방재학회지, 제13권, 제5호, pp.21-28, 2013.

[2] 이병두, 이명보, “1991년부터 2007년까지 산불의 공간적 특성”, 한국화재소방학회 논문지, 제23권, 제1호, pp.15-20, 2009.

[3] 안상현, 이시영, 원명수, 이명보, 신영철, “공간분석에 의한 산불발생확률모형 개발 및 위험지도 작성", 한국지리정보학회, 제7권, 제4호, pp.57-64, 2009

[4] 이시영, 안상현, 원명수, 이명보, 임태규, 신영철, “GIS를 이용한 산불발생위험지역 구분", 한국지리정보학회지, 제7권, 제2호, pp.37-46, 2004

[5] Li Cunbin, Zhou Jing, Tang Baoguo and Zhang Ye, “Analysis of Forest Fire Spread Trend Surrounding Transmission Line Based on Rothermel Model and Huygens Principle”, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, 제9권, 제9호, pp.51-60, 2014

[6], [7] 김명훈, 이병두, 김응식, “산불대피지도 작성 알고리즘에 관한 연구”, 한국화재소방학회 학술대회 논문집, pp.289-293, 11, 2011