

동물들을 이용한 재난 조기 경보 시스템의 설계 및 분석

*정의종, 이구연

강원대학교 컴퓨터정보통신공학부

e-mail : *jeonge@kangwon.ac.kr, leegyeon@kangwon.ac.kr

Fire detection system and alarm system using wild boars

*Eui-Jong Jeong, Goo-Yeon Lee

Computer, Information and Communication Engineering
Kangwon University

Abstract

Ad hoc networks does not need any wired network infrastructure. Therefore, they have been developed in temporary networks or mainly in military networks. Infostations offer geographically intermittent coverage at high speeds. Up-to-date there have been frequent big forest fires in Korea mountain areas. It is very important to detect them early to prevent them from being big disasters. In this paper, we propose a disaster emergency management system using sensor attached wild boars' mobility combined with infostation system. We also make a numerical analysis of the performance of the system.

I. 서론

산악지형에서의 산불은 초기에 진화 되지 않으면 대형 산불로 발전되며, 많은 피해를 낳기도 한다. 그러므로 산불과 같은 재난의 경우 조기에 발견하여 진화하는 노력이 필수적이다. 한국의 경우에 동해안 산악 지형에서는 매년 1-2 건의 대형 화재가 주기적으로 발생하고 있어 많은 피해를 주고 있다. 이에 한국내에서 산불의 조기 경보 시스템에 대한 여러 가지 방안이 연구 제시되고 있는 상황이나, 아직까지 경제적으로, 현실적으로 뚜렷한 효과를 내는 방안은 제시되고 있지 않다. 이에 본 논문에서는 동물들에 ad-hoc 노드들을 탑재한 이동 ad-hoc 네트워크[3]와 인포스테이션[4]을 결합한 자동화된 재

본 논문은 정보통신부의 IT기초기술연구지원사업(정보통신연구진흥원)으로 수행된 연구결과물입니다.

난 조기 경보 시스템을 제안한다. 동물에 센서를 탑재하여 ad hoc 네트워크를 구축하는 연구가 많이 진행되어 왔으며, 본 연구에서는 국내 산악지역에 많이 분포되어 있는 멧돼지를 이용하여 바이오 ad-hoc 네트워크 모델을 설계한다. 그리고 수식 분석을 통하여 제안된 바이오 ad-hoc 네트워크 구축에 필요한 성능 파라미터를 분석하며, 이를 시뮬레이션을 통하여 검증한다.

II. 시스템 모델 및 분석

본 논문은 국내, 특히 강원도 산악 지역에서의 산불 감지를 대상으로 네트워크를 모델링한다. 소수의 인포스테이션과 다수의 센서가 부착된 노드를 통해 재난 데이터가 한 인포스테이션 도착하면 재난 발생을 인지하게 되고, 재해 관리본부에 연락이 닿아 신속하게 대처할 수 있다. 여기서 RF 안테나를 갖는 센서가 부착된 멧돼지가 노드가 되고, 각 인포스테이션은 적당한 위치-멧돼지의 이동 형태를 고려하여 멧돼지의 먹이원 혹은 보금자리에 세운다. 다음은 동물 노드(멧돼지) 센서의 재난 정보 전송 프로시저이다.

- ① 평상시에 동물 노드들은 재난(화재)을 감지하기 위한 모드로 동작한다. 통신에 관련된 기능은 최소화함으로써 power를 절약한다.
- ② 동물 노드가 화재를 감지한 경우 노드는 만나는 다른 노드에 들에게 화재 발생 정보를 최대 power로서 flooding방식으로 전달한다. 최대 power를 사용함으로써 전달 거리가 평상시보다 멀리 전달되어 질 수 있다.
- ③ 노드를 통하여 전달되어진 정보는 동물들이 이동함에 따라 다른 동물들에게 전달된다. 정보를 전달받은 동물들이 인포스테이션을 만나게 될 때, 인포스테이션으

로 화재 발생정보를 전달한다.

④ 인포스테이션으로 전달된 화재 발생 정보는 소방서에 전달됨으로서 바로 진화 작업에 들어갈 수 있게 된다.

본 논문에서의 동물 노드를 이용한 재난 정보의 평균 전달 시간 분석에서는 [1]에서 유도된 다음의 식을 이용한다.

$$f(t) = \gamma \left[\frac{N}{1 + e^{-\beta Nt}} \right] \left[1 - \frac{\pi t x_{buoy}^2 M}{\text{area of grid}} \right] \left[\frac{N}{e^{\beta Nt} + N - 1} \right]^{\frac{\gamma}{\beta}}$$

위의 식은 정보가 최초 전달되는 시간 t에 대한 pdf 이다. 위의 식에서 N은 동물노드의 수이고, M은 infostation의 수이고, x_{buoy} 는 infostation의 인식반경이고, β 는 노드들의 접근율이며, γ 는 노드와 infostation의 접근율이다. 우리는 재난 정보의 평균 전달시간이 원하는 기간 T 안에 인포스테이션에 도달하여야 한다고 가정한다. 즉 $E(t) = \int t f(t) dt < T$ 를 만족하는 인포스테이션의 수와 동물노드의 수를 구할 수 있다.

III. 성능분석

그림 1은 수식 분석에 의한 동물 노드의 수에 대한 평균 전달 시간과의 관계이다. 수식에 의한 분석은 근사적인 분석값으로서 수식분석 결과를 검증하기 위하여 그림 2에 시뮬레이션 분석을 병행 제시 하였다. 그림 1과 2를 분석하여 보면 두 개의 그래프가 동물 노드의 수가 클 때에 근접하는 것을 알 수 있고, 동물 노드의 수가 작을 때

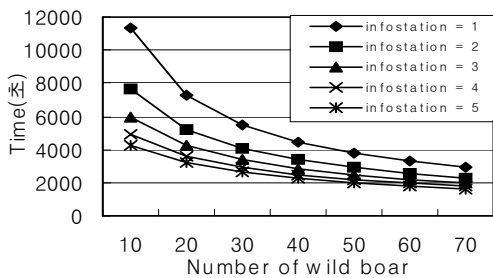


그림 1. 수식 분석에 의한 평균지연시간

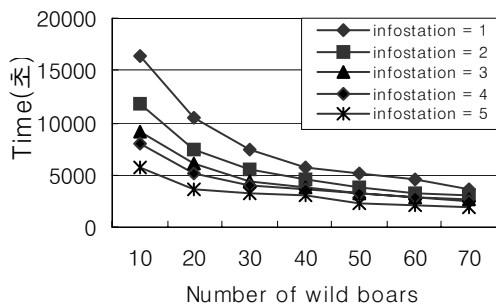


그림 2. 시뮬레이션분석에 의한 평균지연시간

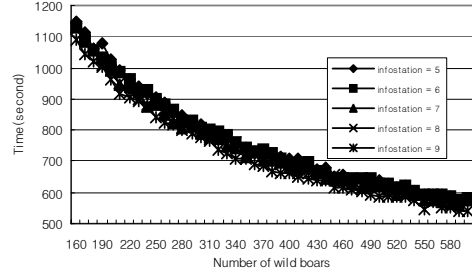


그림 3. T=10분일때의 최소 동물노드

에도, 즉 동물 노드의 수가 10일 때에도 약 30% 이내의 오차가 나는 것을 알 수 있다. 본 시스템의 응용은 동물의 수가 어느 이상일 경우에 효과적이므로 시스템 설계시에 수식분석의 결과의 사용이 가능하다. 산불 같은 재해의 경우 산불인식 후 10분정도 안에 소방서에 전달이 되면 바람직하다는 가정하에 T=10분(600초)으로 설정하고 이를 만족하는 최소의 동물노드의 수와 인포스테이션의 수의 관계를 그림 3에 나타내었다.

IV. 결론

본 논문에서는 동물들을 이용한 ad-hoc 네트워크 노드와 인포스테이션을 결합하여 산악지형에서의 재난 조기 경보 시스템을 설계하고, 이의 성능을 수식을 통하여 분석하였다. 본 논문의 분석 결과는 추후 동물들을 이용한 바이오 ad-hoc 네트워크 구현시에 필요한 파라미터 설정에 유용하게 이용될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] "The Shared Wireless Infostation Model- A New Ad Hoc Networking Paradigm(or Where there is a Whale, there is a Way)", Tara Small and Zygmunt J. Haas. MobiHoc'03, June 1-3, 2003, Annapolis, Maryland, USA
- [2] "Energy-efficient Computing for Wildlife Tracking: Design Tradeoffs and Early Experiences with ZebraNet", Philo Juang, Hidekazu Oki, Yong Wang, Magaret Martonosi, Li-Shiuan Peh, and Denial Rubenstein, ACM 2002
- [3] "Location-Aided Routing(LAR) in mobile ad hoc networks", Young-Bae Ko and Nitin h. Vaidya. J.C. Baltzer AG, Science Publishers.2000
- [4] "The infostations Challenge: Balancing Cost and Ubiquity in Delivering Wireless Data", Richard H. Frenkiel, B.R. Badrinath, Joan Borrás and Roy D. Yates, Wireless Information Network Laboratory Rutgers, 1999