

USN based Large Scale Glass greenhouses를 위한 에너지 효율적인 라우팅 방법

강현중[†]·강민아^{*}·이명훈[‡]·여 현^{**}

순천대학교

Design of energy-efficient routing method for

USN based Large scale Glass greenhouses

Hyun-joong Kang[†], Min-ah Kang^{*}, Myung-hun Lee[‡], Hyun Yoe^{**}

^{† * ‡ **}Sunchon National University

Email : hjkang[†]@mail.sunchon.ac.kr, { itrc^{*}, leemh777[‡], yhyun^{**} }@sunchon.ac.kr

요 약

Ad-Hoc 통신 기술과 더불어 무선 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Networks) 기술은 최근 관심이 집중되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 핵심 기반기술로서 그 중요성이 점차 대두되고 있다. 이러한 WSN 환경에서 제한된 에너지로 얼마나 효율적으로 네트워크를 운용하느냐가 최근 많은 이슈로 등장하고 있다. 본 논문에서는 Large Scale Glass Greenhouse를 배경으로 센서 노드 간에 Directed Diffusion과 Gossiping concept을 바탕으로 라우팅 경로를 생성하고, 에너지 효율(energy-efficient)적인 경로 설정(routing)을 통하여 센서노드의 에너지 소모를 최소화하여 전체 센서 네트워크의 life-time을 연장하는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

Recently, wireless communication technology and state of art miniaturization has enabled the wireless sensor network with Smart Environmental sensors. The sensor network is a new field which has been researched vigorously in the ubiquitous computing and Ad-hoc network. How to efficiently use the limited energy in this USN(Ubiquitous sensor Networks) has been debated recently. We utilized the Directed Diffusion and Gossiping concept which is based on the Large scale Glass greenhouse and present a method to prolong the lifespan of the sensor network by operating variable time based this routing information on the average energy leftover. In this paper, we present a method to minimize the energy consumption of sensor node within Glass greenhouses and ensure a stable network operation at the same time through energy efficient routing among sensor nodes.

키워드

USN, Sensor, network, Routing, Energy, Glass Greenhouse, Greenhouse

I. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅과 더불어 첨단 기술로 연구되고 있는 USN(Ubiquitous Sensor Networks)[1]은 유무선 네트워크 기반의 다양한 Sensor 디바이스들에 의하여 감지된 환경데이터를 응용서비스들에게 제공하는 시스템과 연동하

는 기술이다[2].

USN의 센싱 기능을 환경측정에 이용하기 위하여 근거리저전력 통신기능, 효율적 메모리 관리 기법, 효율적인 라우팅 알고리즘 기법 등 다양한 방법이 연구, 적용되고 있다[3][4][5][6].

본 논문에서는 Large Scale의 Glass greenhouse에서 Directed Diffusion의 제어패킷을 이용해, 하위 Sensor node가 인근 node의 에너지를 참조하여 적절한 에너지레벨 이하가 되면 제어패킷의 전달 스케줄링을 가변적으로 조절하는 방법을 제안한다[7][8][9][10].

※ 본 논문은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(IITA-2006-(C1090-0603-0047))

이를 통하여 Sensor node간의 무선 통신 사용을 최소화 하므로 node의 생존시간이 길어진다. 또한 이러한 에너지레벨을 기초로 Unicast gossiping을 수행해 보다 효율적인 데이터 전달 경로도 확보한다[9].

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 Glass Greenhouse와 USN, 그리고 논문의 Sensor 네트워크 라우팅에 대해 설명하며 3장에서는 제안된 경로선정 방법에 대해 서술한다. 4장에서는 시뮬레이션을 통해 효율성을 입증하며, 5장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대해 언급한다.

II. 관련 연구

2.1 Glass greenhouse

유리로 외부의 공기를 차단하고 인위적인 공간을 형성한 것이 Glass Greenhouse이다.

이러한 공간은 밀폐되어 있어 태양열이 들어올 경우 외부보다 더워질 수 있다. 이때 환기창 등으로 기온을 조절하지 않을 경우 온실 내부는 외부 기온보다 2.5~3배 정도 상승하게 되며, 야간에는 반대로 찬공을 향한 역 복사가 활발히 진행되는 날에는 보온하지 않는 온실의 경우 외부 온도보다 오히려 떨어지게 된다[11].

따라서 Glass Greenhouse에서는 이러한 온도 변화와 같은 다양한 환경변화에 대비해 적절한 조치를 취할 센싱 수단이 필요하며 이는 인간의 힘이 아닌 다양한 센싱 기능을 갖춘 Sensor들에 의존하는 것으로 변화 되고 있다.

2.2 USN

USN에서 sensor node는 프로세서 무선통신기능, 배터리 등을 탑재하고 현장의 온도, 습도, 등의 환경요소를 관측해 Sink node로 전송해 주게 된다.

모든 Sensor가 직접 Sink node로 데이터를 보낼 수는 없기 때문에 몇몇 node를 거쳐서 데이터를 전송하게 된다[12].

즉 중간 node는 센싱 하고, 데이터를 전송하는 기능 이외에 다른 sensor node의 데이터를 넘겨주는 라우터 역할까지 하게 되는 것이다.

이러한 방법은 일반네트워크에도 사용 된다. 일반 네트워크에서의 전달 방법은 보통 홉 수가 가장 작은 경로를 선정기준으로 하여 전달된다.

하지만 Sensor네트워크는 그 선정 기준이 일반 네트워크와는 달리 sensor가 가진 배터리량이 가장 큰 기준이 된다. 배터리가 문제가 되다 보니 Camalie vine yard[13]와 같이 태양광을 전원으로 하는 Sensor가 등장하기도 한다.

USN이 이용되는 분야로는 군사, 가정, 교통, 의료, 과학, 농업 등으로 Sensor는 각각의 환경에서 요구되는 환경데이터를 수집해 전송하게 된다.

본 논문에서 제안하는 Glass Greenhouse와 같은 농업에 있어서는 각종 환경데이터를 측정해, 이를 기초로 보다 고품질의 농산물 생산이 가능하도록 하며 환경의 변화를 24시간 자동 관측하여 사람의 노동을 줄이면서 빠른 대처를 가능하도록 해 준다[14].

2.3 Routing and packet flooding

USN에서 센서로부터 추출된 데이터가 싱크 노드로 전달되기 위한 라우팅 방법으로는 플러딩, 평면적 라우팅, 그리고 계층적 라우팅 방법이 있다[15].

본 논문에서 기초로 하고자 하는 라우팅 알고리즘은 평면적 라우팅 기법인 Directed Diffusion과 Gossiping으로 이들의 장점을 취합하고 여기에 평균 에너지 잔량에 기초한 제어패킷전달 가변 스케줄링을 추가로 해 개선된 방법을 제안하고자 한다. Directed Diffusion은 최상의 경로를 결정하고 유지하는 알고리즘이지만 계속적으로 경로를 유지 하므로 해당 노드들은 단기간에 많은 전력을 소모하게 되어 네트워크 생존시간이 짧아진다.

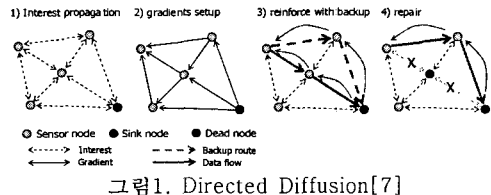


그림1. Directed Diffusion[7]

III. 제안 모델

3.1 Glass Greenhouse를 위한 센서네트워크 구성

Glass Greenhouse에서는 외부의 바람, 눈, 비 등에 노출 되는 센서들에 비해 환경에 덜 영향을 받는다. 또한 면적이 일정하므로 센서를 특정 위치에 고정할 수 있다. 따라서 센서는 미리 정한 다음과 같은 형태로 놓여 질 수 있다.

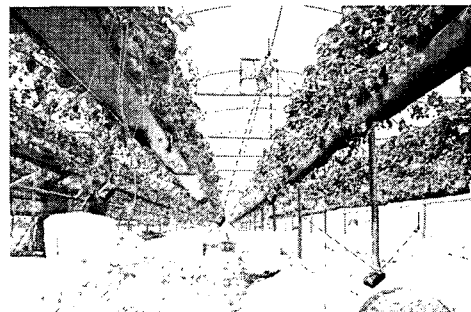


그림2. Glass Greenhouse를 위한 센서네트워크

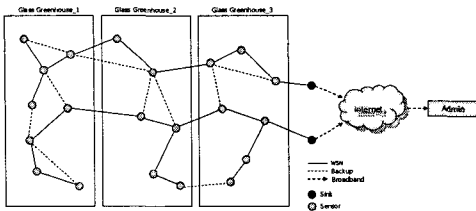


그림3. 센서네트워크 구성

그림3의 Sink 노드는 생성된 데이터를 수집하는 노드로서 전력 고갈의 염려가 없고 데이터를 전달하는 게이트웨이의 역할도 하게 된다. 경로상의 sensor node들은 Sink 노드와 Source 노드 간의 중간 경로로써 패킷 중계 역할을 하며 자신 또한 환경정보를 수집 전송한다.

3.2 제안 모델

3.2.1 흐름도

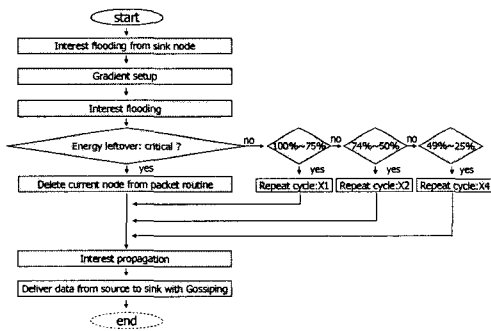


그림4. 제어패킷 흐름도

그림4. 에서 보듯이 interest를 flooding 하는 과정에서 에너지 잔량을 이용해 제어 패킷 (advertise or interest)이 전달되는 주기(repeat cycle)를 변화 시킨다.

3.2.2 초기 경로 설정

Directed Diffusion에서 flooding된 interest를 통해 인근 node의 평균 에너지 잔량 정보를 각각의 Sensor가 가지게 된다.

그리고 Sink node는 sensor node에 센싱 값의 특정 범위를 지정하여 해당 범위에서만 데이터 패킷을 전송하도록 설정하여 지속적으로 패킷을 전송하지 않도록 한다.

3.2.3 제어 패킷

Sensor 네트워크 node 간에는 주기 적으로 제어패킷을 전송하여 상대가 깨어 있는지 확인하게 된다.

중요한 데이터가 교환 되는 경우에는 암호화와

같은 이유로 랜덤하게 전송될 수 있겠지만 Glass Greenhouse 에서는 그러한 문제가 없기 때문에 보통 일정한 시간 간격을 두고 전달하게 된다 [14]. 이때 시간 간격을 얼마로 할지가 문제가 되는데 이는 전체 node의 수에 따라 유동적이 될 것이며, 에너지 소모가 적도록 수 초 에서 수 분 주기로도 줄 수도 있겠다.

본 논문에서는 node의 에너지 소모를 줄이기 위해 이러한 제어 패킷의 전달주기를 유동적으로 조정하고자 하며, 최초에 주어진 time_gap(control packet broadcast interval)을 기초로 에너지잔량이 75%일 때까지 time_gap×1, 이후 에너지잔량이 75%미만에서 50%일 때까지 time_gap×2, 50%미만에서 인근node와 패킷교환을 할 수 있는 최소 에너지 시점까지 time_gap×4으로 에너지가 줄어들수록 크게 늘려 나간다. 반대로 에너지가 회복될수록 interval은 크게 줄어든다[16].

3.2.4 Gossiping

Sensor node가 데이터 패킷을 Sink node로 전송할 때는 Unicast 기반의 Gossiping을 이용하게 된다. 이 때 Gossiping에서 Advertise 및 데이터가 전달되는 경로는 Directed Diffusion의 제어패킷을 통해 모아진 에너지잔량 정보를 이용하며, 이는 이웃node를 랜덤 하게 선택하여 전송하는 기존 방식 보다 효율적이다[9].

IV. 검 증

제안하는 기법에 대해 ns-2[17]를 이용해 시뮬레이션을 수행하였으며 Directed Diffusion과 제안하는 방법을 비교하기 위해 800 X 800의 2차원 공간에 임의의 위치에 30개의 node를 위치시키고 200초/초간 수행 하였다.

여기서, 앞에서 밝혔듯이 본 논문에서 제안한 Glass Greenhouse상의 node들은 고정되어 있으므로 node의 이동성은 고려하지 않고 시뮬레이션 되었다. 그리고 함께 제안한 gossiping 방법은 시뮬레이션 되지 않았다.

시뮬레이션에 사용된 node들은 ns-2 version 2.29에서 제공되는 topology와 Traffic scenario를 이용하였으며, 시나리오 상에서 일부 node는 동일한 시간에 패킷을 보내도록 스케줄 되어 있기도 하였다.

여기서 노드의 initial energy는 8 joule, tx는 0.660 joule, rx는 0.395 joule, idle은 0.035 joule이다.

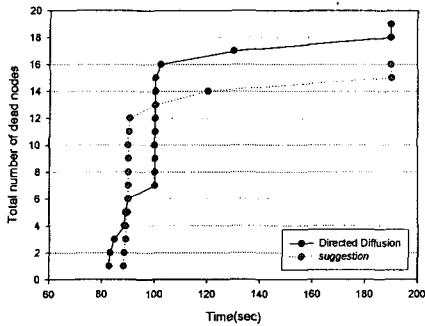


그림5. 시간에 따른 죽은 노드 수

그림5. 는 시간이 변화에 따라 에너지를 잃고 동작을 멈춘 노드들의 수를 나타낸 것으로, 그래프에서 보는 바와 같이 제안된 기법은 Directed Diffusion에 비해 노드의 생존율이 높다. 형태가 유사한 것은 제안된 기법이 에너지 소모를 줄이기 위해 전달하는 비율은 줄었지만, 두 기법 모두 flooding을 사용하기 때문인 것으로 보인다.

V. 결 론

본 논문에서는 USN기반의 Glass Greenhouse에서 node의 평균 에너지 잔량을 참조로 제어패킷 전송을 가변 하는 스케줄링을 적용해 네트워크의 수명을 연장해가는 적응형 Directed Diffusion and unicast gossiping Method를 설계하고 이를 시뮬레이션으로 증명하였다.

sensor가 에너지 잔량을 기초로 제어패킷을 가변적으로 스케줄링해 전송하는 것은 sensor의 에너지 효율을 극대화함으로써 sensor 네트워크의 운용 시간을 증가 시켜 전체 네트워크가 보다 오랫동안 유지 될 수 있도록 해 줄 것이다.

그러나 이러한 알고리즘은 우리가 제안 하는 Glass Greenhouse와 같은 공간에서만 적당할 것이며, 지속적으로 데이터를 보내거나 수 초 사이의 차이로 심각한 문제가 발생할 수 있는 네트워크에서는 부적당할 것이다.

향후 연구로는 Glass Greenhouse내 node들의 에너지 소비율을 보다 평균화하기 위해 경로를 선정하는 기준을 달리하여, 보다 효율적인 망운용이 이루어지는 방법에 대한 연구와 실제 노드를 현장에 배치하여 test bed를 구성해 보는 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] Lei Xie, Yongjun Xu, Xiaowei Li, Yuefei Zhu, "A Lightweight Scheme for Trust Relationship Establishment in Ubiquitous sensor Networks", Computer and

Information Technology, 2006. CIT apos; 06. The Sixth IEEE International Conference on Volume, Issue, Sept. 2006 Page(s):229 - 229.

[2] heinzelman, W.B, Murphy, "Middleware to Support Sensor Network Applications," IEEE Network, Vlo.18, no.1, pp.6-14, Jan/Feb 2004.

[3] Ian F. Akyildiz, Tommaso Melodia, and Kaushik R. Chowdhury, "A survey on wireless multimedia sensor networks, elsevier journal of computer networks".

[4] Hedetniemi, S. M.; Hedetniemi, S. T.; and Liestman, A. L. "A Survey of Gossiping and Broadcasting in Communication Networks." Networks 18, 319-349, 1988.

[5] S.-J. Lee, M. Gerla, and C.-K. Toh, "A Simulation Study of Table-Driven and On-Demand Routing Protocols for Mobile Ad-Hoc Networks," IEEE Network, vol. 13, no. 4, Jul. 1999, pp. 48-54.

[6] W. R. Heinzelman, A. Vhandrakasan and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless MicroSensor Networks," in Proc. Of IEEE Proc. Hawaii Int'l. Conf. Sys. Sci., Jan 2000, pp.1-10.

[7] C. Intanagonwivat, R. Govindan, and D. Estrin, "Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks," in Proceedings of the 6th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM '00), pp. 56-67, Boston, Mass, USA, August 2000.

[8] C. Intanagonwivat, R. Govindan, D. Estrin, J. Heidemann, and F. Silva, "Directed diffusion for wireless sensor networking," IEEE Trans. Networking, vol. 11, no. 1, pp. 2-16, Feb. 2003.

[9] Francesco Chiti, Andrea De Cristofaro, Romano Fantacci, Daniele Tarchi, Giovanni Collodi, Gianni Giorgetti, Antonio Manes, "Energy Efficient Routing Algorithms for Application to Agro-Food Wireless Sensor Networks".

[10] An Kyu Hwang, Jae Yong Lee, Byung Chul Kim, "Design and Performance Evaluation of Maximum Remaining Energy Constrained Directed Diffusion Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks".

[11] S. W. Jeong, J. H. Chung, K. H. Lim, S. H. Kong, "A study on Indoor Temperature Distribution of Cultivated Paprika at Greenhouse in Summer", SAREK, 1998, pp. 435-440.

- [12] R.C Shah and J.M. Rabaey, "Energy Aware Routing for Low Energy Ad Hoc Sensor Networks", IEEE WCNC 2002, Vol. 1, pp. 350-355, Mar 2002.
- [13] Camalie vine yard: www.camalie.com, Crossbow: www.xbow.com.
- [14] Mi-yoon Yoon, Kwang-kyun Lee "An Uniform Routing Mechanism with Low Energy Consumption over Wireless Sensor Network", KICS, 2006, Vol 31-2B, 80-90.
- [15] J. N. Al-Karaki and A. E. Kamal, "Routing Techniques in Wireless sensor Networks: a Survey", IEEE Commun. Mag., Dec. 2004.
- [16] Hong-ryeol Gil, Joon Yoo and Jong-won Lee, "An On-demand Energy-efficient Routing Algorithm for Wireless Ad hoc Networks", Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Number 2713, pages 302-311, Springer-Verlag, June 2003.
- [17] K. Fall, K. Varadhan: The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation). The VINT Project, A Collaboration between researches at UC Berkeley, LBL, USC/ISI and Xerox PARC.