

싱크의 이동기능 지원을 위한 사전 경로배정방식 연구

박상준¹ · 이종찬¹ · 김형종^{2*}

A Study of Routing Path Decision Method Supporting Mobility of Sink

Sang-joon Park · Jong-chan Lee · Hyung-Jong Kim

ABSTRACT

If a sink can move in sensor networks, the routing change can be more occur. If the sink has the mobility, it moves in sensor network area so that the connection between the sink system and sensor nodes will be changed continuously. Hence, the overhead can occur caused by the many routing changed. Therefore, the dynamic routing scheme is needed to support the mobile sink connection. In this paper, we propose the previous connection assignment scheme. The mobile sink can have low cost overhead from calculating dynamic rerouting that it determines the new virtual path before the physical path setup.

Key words : Sensor networks, Mobile sink, Routing

요약

센서 네트워크에서 싱크가 이동성을 가지게 되면, 네트워크의 라우팅에 변화가 그렇지 않은 경우 보다 심화된다. 이동싱크의 경우 센서 네트워크 지역을 지속적으로 이동하기 때문에 소스 센서 노드와의 통신상에서도 경로 변경이 발생하게 된다. 싱크의 이동으로 인한 경로변경은 많은 오버헤드를 부과할 수 있기 때문에 동적인 경로 변경에 대처하는 방안이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 동적인 경로 변경을 위하여 사전 경로변경 방식을 제안한다. 동적 경로변경의 계산은 이동 싱크가 수행하여 네트워크의 오버헤드를 줄이며, 물리적 경로변경 이전에 경로를 배정함으로써 경로변경에 따른 지연을 최소화하고자 한다.

주요어 : 센서 네트워크, 이동 싱크, 라우팅

1. 서론

센서 노드의 사용은 일반적인 단순한 반응적 임무수행에서 네트워크 기능을 수용함으로써 점진적으로 그 쓰임이 여러 응용분야로 확대되고 있는 추세이다¹⁻⁵⁾. 센서 네트워크의 응용분야는 공공시설부문, 홈 네트워크와 같은 사설시설부문, 그리고 의료 및 군사부문등으로 다양화 되고 있다⁶⁾.

센서 네트워크의 연구는 기존의 경우 주로 싱크가 고

정된 상태에서 센서 노드에서 수집된 정보를 싱크에게 전달하는 체계를 기반으로 라우팅을 어떻게 수행할 것인가에 초점이 맞추어져 있었다. 하지만 싱크가 특정한 장소에서 정보를 수집하는 형태의 네트워크 방식에서 탈피하여 싱크가 이동하면서 정보를 수집하고, 보고하는 방식의 연구가 최근 제시되고 있다^{2,3)}. 이는 예를 들면 무인지역, 재난지역이나 주요 공공시설이 파괴 등으로 인하여 사람이 직접 들어갈 수 없는 상황에서 센서 네트워크 구성 하에 싱크가 이동하면서 지역의 상태정보를 보고하는 형식이다. 따라서 싱크의 이동은 동적으로 싱크가 이동하면서 원하는 정보를 수집할 수 있지만, 기존의 고정 싱크의 라우팅 방식 보다 복잡해지게 될 것으로 이는 센서 노드의 전원소모에 대해 오버헤드를 가하여 네트워크 유지에 어려움을 제공할 수 있다. 센서 네트워크는 소규모의 전원능력을 가진 센서 노드의 집합체로 이루어져 있기 때문에 노드에 대한 전원소모가 커지면 네트워크의 수명이 줄어

* 이 논문은 2007학년도 군산대학교 신입교수 연구비 지원에 의하여 연구되었음

2007년 11월 9일 접수, 2008년 3월 1일 채택

¹⁾ 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과

²⁾ 서울여자대학교 컴퓨터학과

주 저자: 박상준

교신저자: 김형종

E-mail: hkim@swu.ac.kr

들게 되므로 이동 싱크를 고려한 동적 라우팅 방식이 고려되어야 한다.

최근 제안된 TTDD(Two-Tier Data Dissemination)는 통신상에서 주위 모든 노드들이 통신에 참여하는 것이 아니고 특정 노드를 선택하여 해당 노드가 이동 싱크에 정보를 전달한다^[2]. TTDD는 라우팅을 위하여 계층적 그리드를 형성하며, 그리드 구조를 이루는 센서 노드가 소스 노드와 이동 싱크와의 라우팅을 담당하는 것이다. TTDD의 경우 그리드 구조를 구성하는 특정 센서 노드들만이 라우팅에 참여하므로 라우팅 구성이 간단할 수 있지만 특정 노드들에 통신이 집중되기 때문에 전원소모가 크다는 단점이 있다. 따라서 그리드 라우팅에 참여하는 센서 노드의 전원이 모두 소모될 경우 다른 이웃 노드들의 전원상태가 양호하다 하더라도 통신이 중단될 수 있다. 또한 이러한 경우 재라우팅을 수행하게 되는데, 라우팅을 재구성하기 위하여 그리드 구조 변경이 불가피하며 이에 대한 오버헤드가 발생한다. 또한 센서 네트워크를 일정 크기의 지역을 나누어 지역에 있는 특정 센서 노드들을 우선으로 연결하여 이동 싱크와 통신을 하는 방식이 제안되었다^[3]. 이러한 방식의 경우 센서 노드가 우선으로 연결되어 전원의 고려없이 지속적으로 통신이 가능하다고 할 수 있지만, 앞서 설명한 바와 같이 무선으로 구성된 센서 네트워크에는 적합하지 않다고 볼 수 있다. [4]의 경우 [3]과 마찬가지로 섹션 기반의 통신을 한다. 이동 싱크가 라우팅의 많은 부분의 기능을 수행함으로써 센서 노드의 기능 수행에 대한 오버헤드를 줄일 수 있게 한다. 이동 싱크가 이동하면서 라우팅이 변동되면, 이동 싱크는 시스템 내부적으로 재라우팅을 수행하여 이를 라우팅에 참여하는 섹션의 노드들에게 알리게 된다. [4]의 경우 이동 싱크가 실시간적으로 변동되는 라우팅에 능동적으로 대처함으로써 네트워크의 안정성을 제공할 수 있다. 하지만 이 방식의 경우 라우팅의 변동 후에 이동 싱크가 대처하는 방식으로 지연이 발생할 수 있기 때문에, 본 논문에서는 라우팅 변동에 이동 싱크가 능동적으로 대처하면서, 라우팅 변동에 발생할 수 있는 지연을 방지하기 위하여 사전 경로변경 방식을 제안한다. 사전 경로변경 방식은 이동 싱크의 이동상 발생하는 라우팅 변경을 싱크가 해당 섹션을 벗어나기 전에 재라우팅을 수행하는 방식이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장은 섹션의 구성 및 경로 설정과 본 논문에서 제안하는 사전 경로변경 방식에 대해 부분적 경로변경과 전체 경로변경 방식을 나누어 기술한다. 제 3장에서는 시뮬레이션 및 성능평가에 대해 설명하며, 끝으로 제 4장에서 결론을 맺는다.

2. 이동 싱크를 위한 경로 배정

이동싱크의 경우 고정싱크와 다른 경로변경 상황이 발생할 수 있다. 고정싱크의 경우 기존의 기반 망과의 통신 혹은 사용자 정보수령을 위하여 특정 위치에서 센서 노드와 통신을 하는 방식이다^[7-9]. 따라서 고정싱크는 무선의 통신 시스템이 될 수 있으며, 유선으로 연결된 시스템도 될 수 있다. 또한 고정싱크 기반의 센서 네트워크의 라우팅은 그림 1과 같이 센서 네트워크 형성 시와 노드의 전원상태 변경과 같은 노드의 통신 상태에 따라 변경된다. 그림 1(a)는 초기 네트워크 구성 시에 고정싱크(Static Sink)와 센서 노드들 간의 라우팅 셋업을 보여주고 있다. 고정싱크 방식 같은 경우 초기 네트워크 구성이 완료되면 네트워크의 정상적인 기능이 수행되는 한 정해진 라우팅을 사용하게 된다. 정보발생에 의해 싱크와 센서 노드간 통신이 발생하게 되면 라우팅이 형성되고 라우팅에 참여하는 센서 노드들은 정보 전송에 대한 중계역할을 수행한다. 만일 그림 1(a)에서와 같이 leaf sensor node에서 정보가 발생한다면, leaf sensor에서 중간의 다른 센서 노드들을 거쳐 싱크로 정보가 전달되는 것이다. 고정싱크 방식에서 라우팅 변경의 경우 보통 기존 라우팅 참여 노드들의 상태변경에 따른다.

그림 1(b)에서 라우팅 중간 노드 B의 잔류전원이 통신이 불가능한 상태로 떨어졌을 경우 고정싱크는 우회하는 다른 라우팅을 찾아 통신을 지속시킬 수 있다. 그림에서 보면 센서 노드 D가 송신측 소스 노드인 A와 고정싱크 사이의 라우팅에 새로운 멤버로 참여하게 되는 것이다. 이와 같이 고정싱크 기반의 센서 네트워크의 경우 라우팅의 변경이 센서 노드의 통신상태의 변경에 의해 발생하게 된다. 하지만 싱크 시스템이 한 곳의 장소에서 고정된 것이 아니라 이동할 경우 라우팅의 변경은 노드의 상태 변경 이외에도 싱크의 이동에 따라 변경될 수 있다는 것이

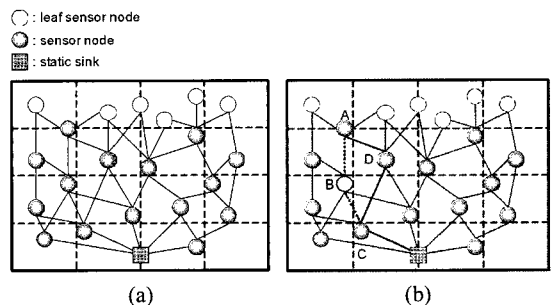


그림 1. 센서 네트워크에서 고정싱크

다. 따라서 싱크의 이동에 따른 라우팅 변경 방식이 고려되어야 한다.

2.1 세션 구성 및 경로 설정

센서 네트워크에서 노드들 간의 라우팅은 네트워크의 수명과 밀접한 관련이 있다. 에너지 소모가 큰 라우팅의 경우 노드들의 전원소모를 가속화시켜 라우팅에 참여하는 노드들의 수명을 줄이게 된다. 라우팅에 참여하는 중간 노드들의 전원이 모두 소모될 경우 라우팅 변동이 불가피해진다. 센서노드 사이에 형성되는 라우팅은 노드의 전송범위에 따라 결정되며 기본적인 이웃 노드들과의 통신은 브로드캐스팅과 gossiping 방식으로 나누어진다. 브로드캐스팅 방식의 경우 노드의 이웃 노드들 모두에게 자신의 정보를 전달하는 경우이며, gossiping의 경우 특정 노드에게만 정보를 전달하는 방식이다. 따라서 브로드캐스팅 방식의 경우 노드들 간의 에너지 소모가 gossiping 방식에 비해 상대적으로 크며, gossiping 방식은 특정 노드에게 정보를 전달함으로써 에너지 소모를 최소화할 수 있는 장점이 있지만 기능적 제한이 있는 센서 노드들이 구성하기에 제약이 클 수 있다. 본 논문에서는 센서 노드의 라우팅을 위하여 센서 기반의 라우팅을 고려한다. 앞서 설명한 바와 같이 센서 네트워크에서는 노드의 수명이 네트워크의 수명에 직접적으로 연결되기 때문에 라우팅을 어떻게 수행할 것인가가 센서 노드의 수명을 결정하게 된다. 센서 네트워크의 수명을 고려한다면 gossiping 방식이 센서 노드에 적합하겠지만, 통신 기능의 제한이 많은 센서 노드들에게는 구현이 어렵기 때문에 브로드캐스팅 방식과 혼합된 형식을 고려하고자 한다. 세션 기반 방식이란 네트워크의 일정 지역을 구분하여 라우팅을 수행하는 것이다. 세션의 구성을 위해 본 논문에서는 센서 노드의 분포가 균일하다고 가정하며, 세션의 분할은 그림 2에서 보는 바와 같이 동일한 크기로 하였다.

그림 2에서 보면 이동 싱크가 있는 세션 $[n_1, n_1]$ 에서 소스 노드가 있는 $[m_1, m_1]$ 으로의 라우팅 거리는 8이다. 라우팅 경로는 $P_{s1} = \{[n_1, n_1], [n_2, n_1], \dots, [m_1, m_0], [m_1, m_1]\}$ 이며, 라우팅 경로 P_{s1} 이외에 복수개의 최단경로가 존재할 수 있으며 여러 최단 경로 중에 이동 싱크는 임의의 경로를 선택하여 통신을 수행한다. 네트워크 셋업 시의 노드들의 전원은 동일한 것으로 가정하며, 이는 세션의 전원 통신상태와 관련을 맺게 된다. 따라서 세션 내부의 센서 노드들의 전원이 소모되어 통신기능이 떨어지게 되면 이동 싱크는 다른 경로를 탐색하여 통신을 수행한다.

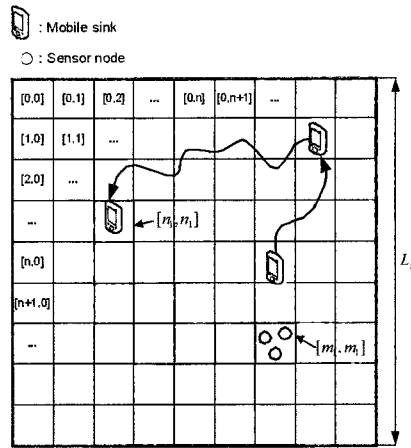


그림 2. 세션 구성

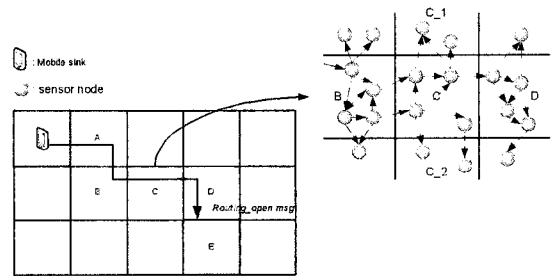


그림 3. 라우팅 설정

이를 위하여 센서 노드들의 전원 소모에 대한 임계치를 두며 해당 임계치 이하로 내려갈 경우 세션에 대한 통신 능력의 저하로 판단을 하게되는 것이다. 세션 구성이 끝난 후에 이동 싱크와 세션의 노드들과의 통신에 대한 기능은 다음과 같다.

이동 싱크와 소스 세션과 라우팅 수행 네트워크의 세션이 분할되고 센서의 기능이 정상적으로 운영되면 이동 싱크는 원하는 정보를 수집할 수 있다. 만일 이동 싱크가 이동 중에 특정 세션에 있는 센서 노드들과 통신을 연결할 경우 이동 싱크는 해당 특정 세션을 소스 세션으로 정하고, 소스 세션으로의 라우팅을 설정한다. 이동 싱크와 소스 세션과의 최초 라우팅 설정은 앞서 설명한 바와 같이 통신 가능한 세션을 통해서 이루어지며 최단거리를 기반으로 한다. 라우팅을 결정한 이동 싱크는 routing_open 메시지를 소스 세션에게 전송한다. routing_open 메시지에는 소스 세션의 정보와 라우팅에 참여하는 중간 세션들의 정보로 구성된다.

그림 3은 이동 싱크에서 소스 세션으로 routing_open

메시지 전송의 예를 보이고 있다. 그림 3에서 보면 이동 싱크와 소스 섹션과의 경로는 $P_s = \{Sink, A, B, C, D, E\}$ 로 구성되며, 섹션 E가 소스 섹션이 되며 Sink는 싱크가 있는 섹션을 의미한다. 이동 싱크는 소스 섹션과 중간섹션 정보를 담은 경로 정보를 routing_open 메시지에 저장한 후 이웃 섹션으로 전송한다. 섹션 C에 있는 노드들이 섹션 B에 있는 노드들로부터 routing_open 메시지를 받게 되면, 해당 메시지 안에 노드 자신이 속한 섹션이 경로 정보에 포함되어 있는지 확인한다. 그림과 같이 경로 정보에 자신의 섹션이 포함되어 있는 것을 확인하고 이웃 섹션으로 routing_open 메시지를 재전송하는 것이다. 섹션 C의 이웃섹션인 C_1과 C_2의 노드들은 섹션 C로부터 routing_open 메시지에 자신의 섹션이 포함되어 있지 않음을 확인하고 더 이상의 재전송을 하지 않는다. 이와 같이 자신의 섹션이 경로 정보에 포함되어 있는지에 대한 유무를 통하여 섹션기반의 gossiping 전송을 하게 되는 것이다. 그림 4는 섹션의 전원 상태에 따른 라우팅 변경의 예를 보이고 있다. 섹션 D에 속해는 있는 센서 노드들의 전원상태가 임계치 이하로 떨어져 통신 기능을 수행하지 못할 경우 power_warning 메시지를 통하여 자신들의 전원 상태를 이동싱크와 소스 섹션에게 보고한다. power_warning 메시지를 전달 받은 이동 싱크는 네트워크의 섹션 상태를 파악하여 라우팅 변경을 수행한다. power_warning 메시지를 전달 받은 소스 섹션의 경우 정보 전송을 중단하고 이동 싱크의 변경된 경로 정보를 받을 때까지 기다리게 된다. 그림 4에서 이동 싱크는 섹션 C의 이웃 섹션인 C_2를 변경 섹션으로 지칭하는 것을 나타낸다. 라우팅 변경 설정이 수행되면, 이동 싱크는 변경 경로를 routing_alteration 메시지를 통하여 소스 섹션에게 전달한다. routing_alteration 메시지를 전달받은 소스섹션은 routing_alteration_ack 메시지를 통하여 이동 싱크에게 응답한다.

2.2 사전경로 변경

이동 싱크의 위치는 실시간적으로 변할 수 있으므로, 이것은 그대로 라우팅에 영향을 미치게 된다. 이는 앞서 설명한 섹션의 전원상태 변화에 따른 경로변경 보다 빈번하게 발생할 수 있으며, 라우팅 변경에 대한 오버헤드도 크다고 할 수 있다. 하지만 고정적인 싱크 운용에 한계가 있는 센서 네트워크 지역에서는 이동 싱크 기반의 네트워크를 구성할 수밖에 없으며, 따라서 이동 싱크를 고려한 라우팅 방식이 필요하게 된다. 사전 경로변경 방식은 크게 이동 싱크의 이동 경로결정, 사전 경로설정, 경로변경으

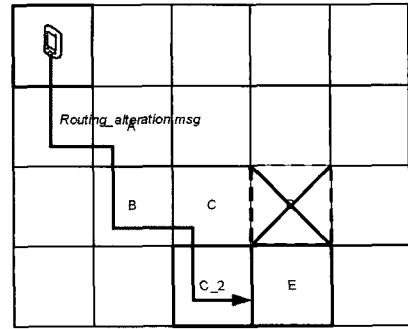


그림 4. 전원상태에 따른 라우팅 변경

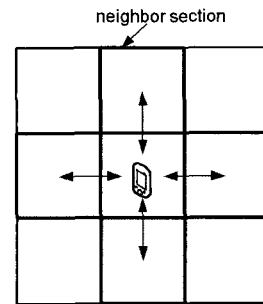


그림 5. 이동경로 결정

로 나누어진다.

싱크의 이동으로 변경되는 섹션의 방향은 그림 5와 같이 하나의 섹션을 기준으로 대각선 방향을 제외한 이웃 섹션으로 한다. 싱크의 이동 또한 이웃한 섹션의 방향에 따르며, 하나의 섹션에 이동하면 다음 이동할 섹션을 결정하게 된다. 이 경우 소스 섹션과 통신을 수행하는 과정에서 발생할 수 있다.

사전 경로설정 다음 이동 섹션을 결정한 싱크는 라우팅 변경을 미리 결정한다. 라우팅의 변경은 [4]과 같이 전체적인 라우팅을 변경하는 방식과 부분적인 경로를 변경하는 방식으로 나누어진다. 전체적인 라우팅 변경은 현재 설정된 이동 싱크와 소스 섹션과의 라우팅 대신 새로운 라우팅을 형성하는 방식이다. 그림 6의 경우 전체적인 경로변경의 예를 보이고 있다. 그림에서 보면 이전 경로 $P_{s1} = \{Sink, A, B, C, C_2, E\}$ 로 구성되었다가 싱크가 이동하면서 전체적인 경로가 $P_{s2} = \{Sink, a, b, c, D, E\}$ 로 변경된 것을 보이고 있다. 부분 경로변경은 그림 6과 같이 경로변경을 전체적으로 수행하는 것이 아니고 필요한 부분만 수행하는 것이다. 즉, 불필요한 섹션이 경로에 추가되었거나 특정한 방향으로 지속적으로 이동할 경우 전

체적인 경로변경이 필요 없을 때에 수행될 수 있다. 그림 7은 부분적인 경로변경의 예이다. 싱크가 섹션 A_1에 대한 결정하게 되면 라우팅을 변경해야 한다. 섹션 A_1로의 경로를 현재의 경로에 더할 경우 경로는 $P_s = \{Sink, a_1, a, b, c, D, E\}$ 가 되어서 최단거리 경로 보다 통신에 대한 에너지 소비가 증가할 것이다.

따라서 이동전에 싱크는 새로운 경로를 설정하게 되는데, 이러한 경우 전체적인 경로의 변경대신에 그림 7(a)의 점선 안에서와 같이 부분적인 경로를 변경하는 것이다. 부분적인 경로 수정 후에 새로운 경로는 그림 7(b)에서와 보는 같이 $P_s = \{Sink, A, C_1, d, D, E\}$ 가 된다.

경로변경 - 이동 싱크와 소스 섹션과 라우팅이 형성되면 이동 싱크는 소스 섹션으로부터 필요 정보를 이동하면서 제공받을 수 있다. 이동 싱크가 소스 섹션과 최초의 라우팅 형성 섹션을 벗어나 다른 섹션으로 들어가게 되면 라우팅 변경이 불가피하게 된다. 따라서 이동 싱크는 자신의 이동에 따른 라우팅 변동을 라우팅에 참여하는 소스 섹션과 중간 섹션들과 함께 수행하여야 한다. 앞서 설명한 바와 같이 이동 싱크의 이동성이 시스템 내부적으로 판단되기 때문에 라우팅 변동 예측이 시스템 내부적으로 가능할 수 있다. 따라서 이동 싱크는 다른 이웃 섹션으로 이동하기 전에 라우팅 변동을 참여 섹션에게 알릴 수 있으므로, 라우팅 변동에 능동적으로 대처할 수 있다. 우선 이동 싱크가 이웃 섹션으로 이동하는 것에 대해 결정하면

routing_ alteration 메시지를 소스 섹션에 전송한다. routing_ alteration 메시지를 받은 소스 섹션은 자신이 수집한 정보를 변경된 경로정보를 통하여 전송하며, 이웃 섹션으로 진입한 이동 싱크는 소스 섹션으로부터 지속적으로 원하는 정보를 수집할 수 있게 되는 것이다. 그림 8은 싱크의 이동으로 인하여 새로운 섹션이 라우팅에 추가되는 것을 보이고 있다.

3. 시뮬레이션 및 성능평가

본 장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안한 방식과 경로 변경 시에 반응적 방식과의 성능 비교를 기술한다. 반응적 방식은 섹션의 이동 후에 라우팅을 변경하는 방식이며, 라우팅에 속하지 않은 새로운 섹션은 선형방식으로 연결된다. 시뮬레이션을 위하여 센서 네트워크의 크기를 $300m \times 300m$ 로 하며, 싱크의 이동은 자유이동으로 임의로 방향을 정하여 이동함을 가정하며, 싱크는 1대로 가정하였다.

센서 노드의 전체 수는 500개로 하였으며, 네트워크 지역에 균일하게 분포되어있음을 가정한다. 표 1은 센서 노드의 기능별 에너지 소모에 대한 시뮬레이션 파라미터이다^[10]. Transmit 모드에서는 제어 신호의 전송 및 수집 정보를 전송할 수 있다. Receive 모드에서는 라우팅 정보의 수신과 같은 제어 정보의 수신이나 소스측에서 넘어온

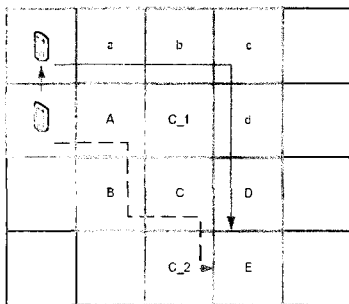


그림 6. 사전 전체 경로변경

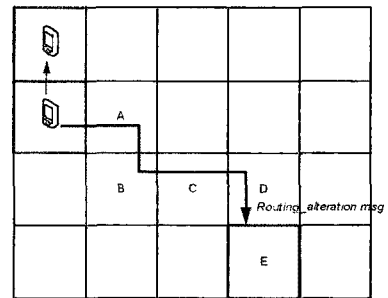


그림 8. 이동 싱크에 의한 라우팅 변경

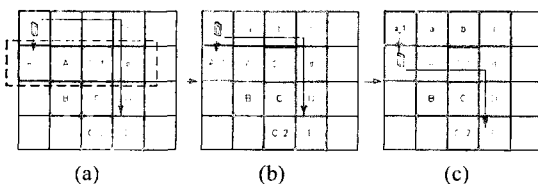


그림 7. 사전 부분 경로변경

표 1. 시스템 파라미터

System mode	Value (W)
Transmit mode	0.66 W
Receive mode	0.395 W
Idle mode	0.035 W
Node Initial Energy	0.5 W

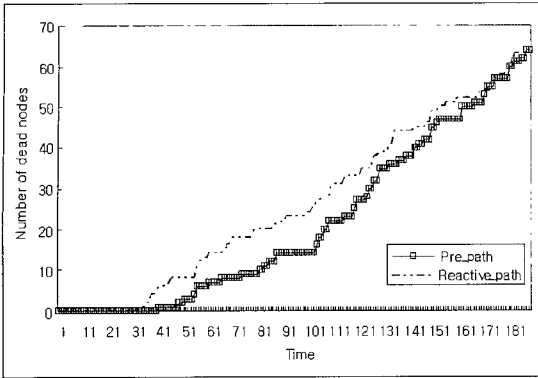


그림 9. 시간에 따른 Dead 노드 수 (전체 경로 변경)

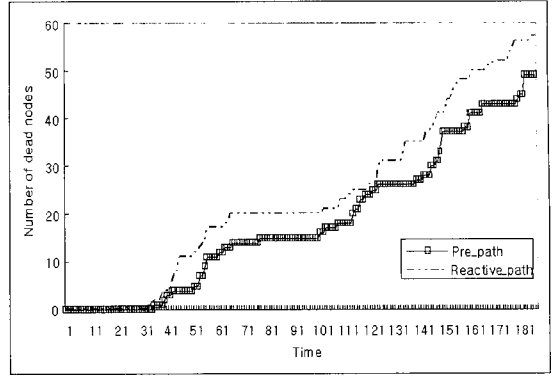


그림 10. 시간에 따른 Dead 노드 수 (부분 경로 변경)

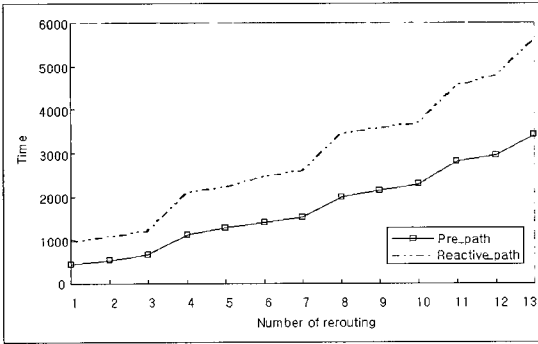


그림 11. 경로 변경에 따른 지연 (전체 경로 변경)

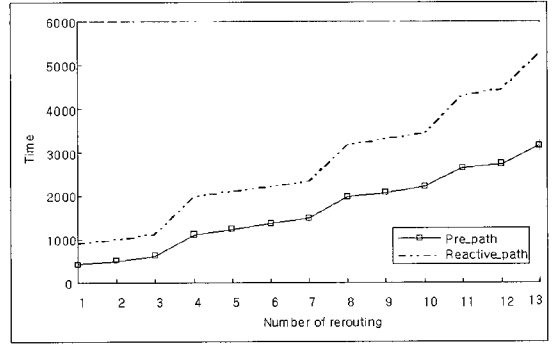


그림 12. 경로 변경에 따른 지연 (부분 경로 변경)

수집 정보를 다음 섹션이나 이동 싱크에게 전달하는 모드이며, Idle 모드의 경우 제어 및 정보 신호의 송수신을 하지 않는 ready 상태를 의미한다.

그림 9와 그림 10은 시뮬레이션 시간의 흐름에 따라 센서 노드의 전원상태가 소모되어 정상적인 기능을 하지 못하는 노드의 수를 나타낸다.

그림 9와 그림 10에서 보는 바와 같이 사전 경로 변경 방식이 반응적 경로 변경방식 보다 노드의전원소모의 대한 높은 성능을 보이고 있다. 이는 반응적 방식의 경우 라우팅 변경에 대한 수행이 센서노드 레벨에서부터 이루어져 오버헤드가 커졌음을 나타낸다. 그림 11와 그림 12의 경우 경로의 변경에 따른 네트워크의 지연을 나타낸다. 센서 노드의 경우 기존 통신 시스템 보다 많은 기능적 제한이 있기 때문에 수집한 정보에 대한 기능적 전달이 힘들어 정보 전달의 신속성 및 안정성이 요구된다.

그림에서 보는 바와 같이 사전 경로변경 방식의 경우 기존의 반응적 방식 보다 네트워크 지연이 줄어들음을 보이고 있다. 또한 그림 11와 그림 12에서 부분 경로변경 방식의

지연이 전체 경로변경 방식 보다 낮음을 보이고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 센서 네트워크에서 싱크의 이동에 대해서 고려하였다. 기존의 고정된 싱크 방식에서 싱크에 이동성을 부여함으로써 보다 고도화된 기능을 수행하여 사용자의 필요한 정보를 능동적으로 제공할 수 있다. 또한 싱크의 이동에 따라 발생하는 라우팅 변경을 대처하기 위하여 사전 경로변경 방식을 제안하였다. 이는 싱크가 통신을 유지하면서 다른 섹션으로 이동할 경우, 섹션 이동 수행 전에 사전에 라우팅을 결정하여 경로변경을 수행하는 것이다. 시뮬레이션 결과를 통하여 제안한 방식이 기존의 섹션 변경에 따른 반응적 방식 보다 노드의 전원소모와 지연에 대해 높은 성능을 보임을 확인하였다. 향후 여러 대의 이동 싱크를 적용하였을 경우 싱크와의 통신 등과 같은 라우팅에 대한 연구가 고려되어야 할 것이다.

참고 문헌

1. Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 8, pp. 102-114, August 2002.
2. H.Luo, F.Ye, J.Cheng, S.Lu and L.Zhang, "TTDD: Two-tier Data Dissemination in Large-scale Wireless Sensor Networks," ACM/Kluwer Mobile Networks and Applications (MONET), pp. 148-159, Sept. 2003.
3. G. Sharma and R. Mazymdar, "Hybrid Sensor Networks: A Small World," Mobile Ad Hoc Networking and Computing 2005: Urbana-Champaign, IL, UAS, pp. 366-377, March 2005.
4. 황미영, 박상준, 길아라, 김병기, "센서 네트워크에서 이동 싱크 라우팅 기법," 한국사물레이선학회논문지, 제 15권, 4호, pp. 107-117, 12월, 2006.
5. S. Madden, M. Franklin, J. Hellerstein. "The Design of an Acquisitional Query Processor for Sensor Networks," In Proc. OF SIGMOD, pp. 491-502, 2003.
6. C. Intanagonwiwat et al., "Directed diffusion for wireless sensor networking," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 11, No. 1, pp. 2-16, Jan. 2003.
7. M. Gaynor, S.L. Moulton, M. Welsh, E. LaCombe, A. Rowan and J. Wynne, "Integrating Wireless Sensor Networks with the Grid," Internet Computing, IEEE, Vol. 8, No. 4, pp. 32-39, July-Aug 2004.
8. G. Barrenechea, B. Beyerull-Lozano and M. Vetterli, "Lattice sensor networks_capacity limits, optimal routing and robustness to failures," Information Processing in Sensor Networks, 2004. IPSN 2004. Third International Symposium on, pp. 186-195, April 2004.
9. Liang Song and Hatzinakos, "Dense wireless sensor networks with mobile sinks," Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005. Proceedings. (ICASSP '05). IEEE International Conference on, Vol. 3, pp. 677-680, March 2005.
10. W.B. Heinzelman, A.P. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Trans. on Wireless Communications, Vol. 1, No. 4, pp. 660-670, Oct. 2002.



박 상 준 (Lubimia@kunsan.ac.kr)

1998 송실대학교 컴퓨터학과 석사
2002 송실대학교 컴퓨터학과 박사
2002~2003 런던대 ISG 박사후과정
2004~2007 송실대학교 정보미디어기술연구소 전임연구교수
2007~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과 전임강사

관심분야 : B3G 이동통신, 센서 네트워크, 인터넷 망 분석



이 종 찬 (chan2000@kunsan.ac.kr)

1996 송실대학교 대학원 전자계산학과 석사
2000 송실대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사
2005~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과 조교수

관심분야 : 이동체 추적, 무선 멀티미디어, B3G 시스템 구조, 센서 네트워크



김 형 중 (hkim@swu.ac.kr)

1996 성균관대학교 정보공학과 공학사
1998 성균관대학교 정보공학과 공학석사
2001 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 공학박사
2001~2007 한국정보보호진흥원 수석연구원
2004~2006 미국 카네기멜론대학 CyLab Visiting Scholar
2007~현재 서울여자대학교 컴퓨터학부 전임강사

관심분야 : 취약점 분석 및 모델링, 이산사건 시뮬레이션 방법론, 침입감내기술