

U-Health care를 위한 셀 기반 자기 구성 무선센서 네트워크 알고리즘 제안

최재영⁰ 정영지
원광대학교 컴퓨터 공학과
e-mail:{kassaka⁰, yjchung}@wonkwang.ac.kr

Cell based Self Configuring Wireless Sensor Networks Algorithm for U-Healthcare

Jae-Young Choi⁰ Yeong-Jee Chung
Dept. of Computer Engineering, Wonkwang Univ.

요 약

U-Healthcare 서비스는 서비스 이용자가 서비스의 인지없이 이용자의 생체정보와 위치, 주변의 온도와 습도 정보를 수집하고 이를 분석, 가공하여 이용자에게 여러 서비스를 제공하는 것으로 이의 구현을 위해서는 무선 센서 네트워크가 필요하다. 이러한 무선 센서 네트워크에 요구되는 것은 이동성이 있는 모바일 센서 노드의 네트워크 자기 구성과 라우팅에 관한 효율적인 알고리즘이다. 이를 위해 본 논문에서는 실내에 존재하는 여러 이동성이 없는 고정 센서 노드를 기반으로 네트워크 내에 셀을 구성하여, 이 셀을 통해 인접한 이동 모바일 센서 노드의 데이터 전송을 지원하는 계층적 무선 센서네트워크 자기 구성 알고리즘을 제안하였다

1. 서 론

U-Healthcare 서비스는 이용자의 서비스 인지없이 이용자의 생체정보와 위치, 주변의 온도와 습도 정보를 수집, 분석하고 가공하여 이용자에게 여러 서비스를 제공하는 것으로 이러한 데이터 수집 방법으로는 센서 네트워크를 이용하는 것이 가장 적합하다고 평가를 받고 있다.

그러나 무선 센서네트워크는 넓은 실외 지역을 대상으로 특정 위치에 고정되어 주변 환경에 대한 정보를 수집하는 노드의 구성에 대해 연구되어 왔다¹⁾. 하지만 U-Healthcare 서비스는 사람이 거주하는 주거공간인 주택을 그 대상으로 하고 있어 그 적용 범위가 기존의 센서 네트워크에 비하여 현저하게 협소하며, 센서 노드는 서비스의 특성상 서비스 이용자의 신체나 다른 보조 기구에 부착되어 실내 공간을 이동하게 된다. 따라서 기존의 고정된 노드를 대상으로 연구된 센서 네트워크 알고리즘을 이용해 모바

일 센서 노드에 대한 지원이 가능하지만, 그 성능을 기대하기는 어려울 것이다. 그러므로 본 논문에서는 센서 네트워크상에서 이동성을 지닌 모바일 센서 노드의 네트워크 구성을 지원하는 자기 구성 알고리즘을 제안하고자 한다.

2. 셀 기반의 무선 센서네트워크 자기 구성 알고리즘

2.1 알고리즘의 제안

현재까지의 무선 센서네트워크의 자기 구성과 라우팅에 관한 알고리즘은 고정된 센서가 주변 환경을 감시하는 것에 목적을 두고, 이를 위해 이동성 없는 고정된 센서 노드의 데이터를 수집하고 이를 싱크노드로 전송하는 기능 개발에 연구가 집중되었다.

따라서 기존에 연구된 Directed Diffusion, SPIN과 같은 평면 라우팅을 사용하는 경우 이동 노드를 지원하기 위해서는 노드의 위치를 시간의 경과에 따라 작게 분리하여 위치를 특정화하게 된다. 이는 빈번한 라우팅 테이블의 구성 네트워크의 비용을 증가시키게 된다.¹⁾²⁾³⁾

이 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업 헬스케어기술개발사업단의 지원에 의하여 연구되었음.

LEACH, TEEN과 같은 계층적 라우팅을 사용하는 경우 네트워크는 클러스터의 재생성 주기에 따라 재구성되며, 이동성을 지닌 노드의 경우 통신을 위해 클러스터 헤드와 동기를 맞추어야 하는 알고리즘의 특성상 모바일 노드의 이동에 따른 네트워크의 재구성이 빈번하게 발생할 가능성이 존재한다.

그러므로 기존의 자기 구성 알고리즘을 대신하여 U-Healthcare 서비스를 위한 모바일 센서 노드의 이동성을 지원하는 네트워크의 자기구성을 위한 알고리즘이 필요하다.

본 논문에서는 이를 위해 위치를 특정화 할 수 없는 모바일 센서 노드를 제외하고 우선, 실내에 존재하는 여러 이동성이 없는 고정 센서 노드를 기반으로 네트워크 내에 셀을 구성하여, 이 셀을 통해 인접한 이동 모바일 센서 노드의 데이터 전송을 지원하는 계층적 무선 센서네트워크 자기 구성 알고리즘을 제안하고자 한다.

셀 기반 자기 구성 네트워크에서 사용되는 주요 파라미터는 다음과 같다.

R	전체 노드를 셀 헤드로 설정하기 위한 라운드 수
P	네트워크에서 셀 헤드 설정 확률
CID	셀 헤드 설정 메시지 ID
NID	센서 노드 ID
T	셀 헤드 설정 판별 값

<표 1> 제안된 알고리즘에 사용되는 파라미터

네트워크의 자기 구성은 다음 순서로 진행된다.

```

begin
  set up  $P$ 
  calculate  $R$  by  $R = \partial(100/P)$ 
  Broadcasting Cell Creation Message From Sink
  while(if a good enough do)
    begin
      Broadcasting Cell Creation Message From Cell Head
    end
  end
end
    
```

2.2 파라미터 P 와 R 의 설정

제한한 자기구성 알고리즘은 센서노드의 셀 구성을 기반으로 이동성 노드의 네트워크 구성을 이루게 된다. 따라서 본 알고리즘에서 센서 필드 상에 셀 구성은 중요한 문제 중 하나이다.

센서네트워크를 구성하는 센서 노드들은 그 자체가

노드 주변의 환경 정보를 수집하고 이를 싱크 노드로 전송하는 한편 주변의 센서 노드들이 전송하는 정보를 싱크노드로 중개하는 하나의 셀 헤드 역할도 수행해야 한다. 그렇지만 센서 필드상의 전체 노드가 각각의 셀을 구성하는 것은 비효율적이므로 센서 노드중 일부만이 셀 헤드로 동작하여 셀을 구성하여 전체 네트워크의 에너지 소모를 감소시키는 것이 필요하다.

이를 위해 센서 노드들은 주기적으로 노드 중 일부를 P 로 설정하여, 이 노드들이 셀 헤드로 동작하게 된다.

그리고 이러한 설정 주기를 라운드라 말하며 네트워크는 R 라운드를 수행하게 되면 네트워크는 초기화된다. 이를 위한 R 은 P 를 이용하여 구한다.

$$R = \partial(100/P) \text{ ----- [수식 1]}$$

파라미터 P 와 R 은 각 센서 노드 설정시 결정된다.

2.3 싱크 노드에서의 Cell Creation Message브로드캐스팅

싱크 노드는 각 라운드의 초기에 자신의 주변 노드로 Cell Creation Message를 전송하게 된다. 이 메시지는 셀 구성 메시지 전송 노드의 ID, Cell Creation Message ID(CID), 싱크노드로의 라우팅 매트릭 값을 갖는다.

Cell Creation Message는 고유한 CID 를 가지고 있으며, CID 는 정수로서 각 라운드마다 증가하게 된다. 이 CID 는 한 라운드에 전송되는 모든 셀 구성 메시지에 있어 동일하다. 각 노드는 CID 를 통해 자신이 몇 번째 라운드에 참가하는지 여부를 판별하여 셀 헤드 선발 메시지에 대한 수행을 결정하며, 중복으로 셀 헤드 선발에 참여하는 것을 방지한다. 라우팅 매트릭값은 싱크 노드로의 홉 수를 의미한다.

Cell Creation Message를 받은 센서 노드는 [수식 2]를 통해 셀 헤드로 동작 여부를 결정하게 된다.

$$T = ((NID \bmod R) - ((CID \bmod R) - 1)) \text{ - [수식 2]}$$

각 센서 노드는 정해진 수식을 계산 T값이 0인 경우 셀 헤드로 동작하며, 그 외의 경우 센서노드로 동작하게 된다. 셀 헤드가 되지 못한 센서 노드는 현 라운드에는 센서 노드로 동작하며, 다음 라운드에 셀 헤드 선발에 참여하게 된다.

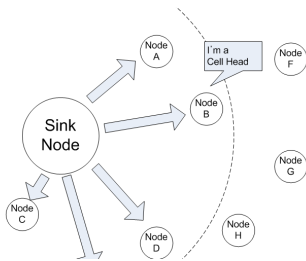
한번 셀 헤드로 동작한 센서노드는 전체 라운드가 끝나는 시점까지 더 이상 셀 헤드로 동작하지 않는

다. 각 센서노드는 현재 진행되는 라운드의 숫자를 파악하여 전체 노드가 셀 헤드를 수행한 시점에서 센서 노드를 초기화하고 셀 헤드 설정에 참여한다.

2.3.1 셀 설정의 예

(그림 1)에서 싱크노드는 자신의 통신 범위 내의 센서 노드를 대상으로 셀 헤드의 설정을 시도한다. 싱크노드는 Cell Creation Message를 브로드캐스트하고 이를 수신한 센서 노드는 셀 설정을 한다.

셀 헤드로 결정된 노드는 메시지를 보낸 싱크노드로 자신의 노드 ID를 전송하여 싱크 노드의 라우팅 테이블에 자신을 등록하고 자신의 라우팅 테이블 또한 갱신한다. 셀 헤드로 설정되지 못한 노드는 같은 메시지 ID의 셀 구성 메시지가 도착 하더라도 더 이상 셀 헤드 설정에 관여하지 않는다.



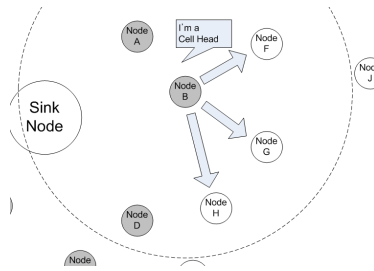
(그림 1) 싱크 노드에서의 셀 구성 메시지 전송

2.4 셀 헤드의 Cell Creation Message 브로드캐스팅 과정을 통해 셀 헤드로 결정된 노드는 Cell Creation Message를 주변에 브로드캐스트 한다. 이 메시지는 싱크노드로 받은 Cell Creation Message와 같은 CID를 사용하여 센서 노드의 셀 설정시 중복된 설정 참가를 막는다. Cell Creation Message를 받은 주변 노드는 [수식 2]를 통해 셀 헤드 설정에 참가한다. 다른 센서 노드부터 정해진 응답 기간 동안 응답이 없는 경우 Cell Creation Message 전송은 종료된다. 이러한 Cell Creation Message 전송은 전체 네트워크 구성시까지 반복된다.

2.4.1 셀 설정의 예

(그림 1)에서 Node B가 셀 헤드로 설정된 경우 (그림 2)에서 보듯이 싱크 노드와 마찬가지로 Cell Creation Message를 브로드캐스트 한다. 싱크 노드에서의 셀 구성 메시지 전송 때와는 다르게 셀 헤드로부터의 셀 구성 메시지는 한 노드가 다수의 셀 헤드로부터 메시지를 수신 받게 된다. 센서 노드는 먼저 자신이 셀 헤드로 동작할 지 여부를 설정하게 된다. 셀 헤드로 설정된 센서 노드는 자신이 받은 메시지 중 가장 라우팅 메트릭 값이 적은 셀 헤드로

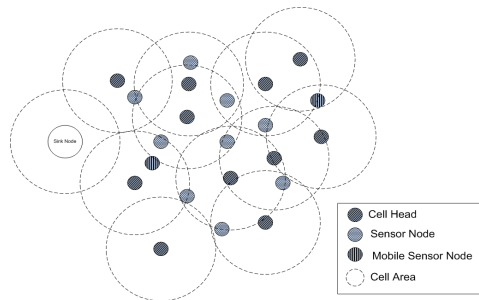
자신의 노드 ID를 전송하여 라우팅 테이블을 구성한다.



(그림 2) 설정된 셀 헤드의 셀 구성 메시지 전송

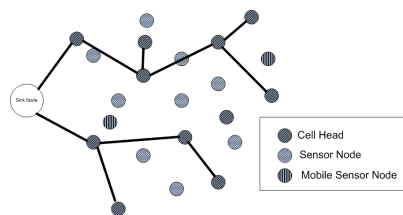
2.5 셀 기반 네트워크

이렇게 전체 네트워크에 셀 구성 메시지가 전달되면, 네트워크는 설정된 셀 헤드만을 대상으로 네트워크를 구성하게 된다.



(그림 3) 셀 기반 무선센서 네트워크

이러한 셀 기반 네트워크는 각 셀 헤드가 설정시 제공한 노드 ID를 통해 라우팅 테이블을 구성하게 된다.



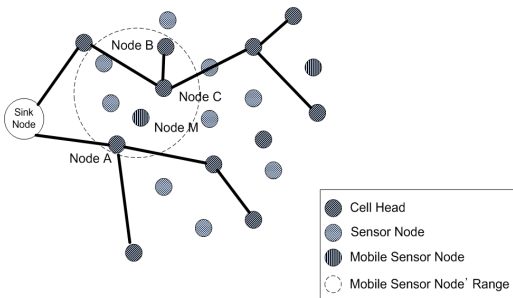
(그림 4) 셀 기반 무선 센서 네트워크의 라우팅

2.6 이동성 노드의 지원

상기와 같이 센서 네트워크가 구성되면 구성된 센서 네트워크는 각 각의 셀을 기반으로 구성되게 된다. 이동성을 지닌 센서 노드는 전송할 데이터가 발생하는 경우 이의 전송을 위해 가장 가까운 셀 헤드를 찾게 된다.

이동 무선 센서 노드는 셀 구성에 참여하지 않으며, 데이터 전송이 필요한 경우를 제외하면 네트워크를 구성하지 않는다. 다만 데이터 전송이 필요한 경우

자신의 전송 범위내의 셀 헤드를 선택하여 데이터 전송을 일임하게 된다.

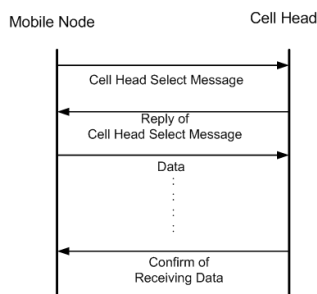


(그림 5) 이동 노드의 데이터 전송

(그림 5)의 경우 노드 M은 데이터 전송을 위해 주변 셀 헤드에 셀 헤드 선택 메시지를 방송한다. 이를 수신한 셀 헤드는 이에 대한 응답으로 자신이 가진 싱크노드로의 라우팅 메트릭 값, 노드 ID를 전송한다.

센서 노드는 이 메트릭 값을 판별하여 가장 메트릭 값이 적은 셀 헤드를 선택하고 이 셀 헤드에 자신의 데이터를 전송하게 된다.

데이터 전송을 위한 메트릭 값은 단순 함수를 이용하며, (그림 5)의 경우 셀 헤드인 노드 A의 함수가 가장 적으므로 노드 M은 노드 A에 자신의 데이터를 전송하게 된다.



(그림 6) 셀헤드와 Mobile Node의 통신

모바일 노드는 데이터 전송후 일정 시간 데이터 전송에 대한 확인을 기다린후 확인이 없으면, 새로운 셀 헤드 선택 메시지를 브로드캐스트 하여 다시 데이터를 전송하게 된다. 이는 모바일 노드의 셀간 핸드오프와 셀 헤드의 결함에 대해 대비하기 위한 것이다.

셀 헤드로 설정되지 않은 이동성이 없는 일반 센서 노드의 데이터 전송은 모바일 센서노드와 같은 방법으로 이루어지게 된다.

2.7 네트워크의 유지

네트워크는 정해진 라운드마다 네트워크를 새로 구

성하여 네트워크 토폴로지의 변화에 대비한다.

그리고 셀 헤드는 주기적으로 HELLO 메시지를 브로드캐스팅한다. 각 노드는 자신의 라우팅 테이블에 있는 셀 헤드로부터 정해진 시간동안 HELLO메시지가 없는 경우 이를 싱크 노드로 보고하고, 싱크 노드는 전체 네트워크를 재구성 한다.

3. 결론

본 논문에서는 U-Healthcare를 위한 모바일 센서 노드의 네트워크 구성과 데이터 전송을 지원하기 위한 셀 기반 자기 구성 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 센서 노드 중 정해진 비율로 각 라운드마다 셀 헤드를 선발하여 네트워크를 여러 셀의 중첩으로 구성하고 이 셀 헤드에 데이터 전송을 일임하여 네트워크 전체의 구성을 간소화하고 모바일 센서 노드의 데이터 전송을 지원하도록 설계되었다. 향후 연구에서는 제안된 알고리즘의 효과적인 셀 헤드의 비율과 모바일 노드의 셀간 이동시 보다 효율적인 핸드오프 방안에 대해 연구해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] I. F. Akyildiz et al., "Wireless sensor networks: a survey", Computer Networks, Vol. 38, pp. 393-422, March 2002.
- [2] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks, Proceedings of the ACM MobiCom'00, Boston, MA, 2000
- [3] W.R. Heinzelman, J. Kulik, H. Balakrishnan, Adaptive protocols for information dissemination in wireless sensor networks, Proceedings of the ACM MobiCom'99, Seattle, Washington, 1999
- [4] W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks, IEEE Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences, January 2000
- [5] Arati Manjeshwar et al., "TEEN: A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks," Proc. Second Int'l Workshop Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile Computing, 2001. Sensor Networks", in the Proceedings of IEEE Infocom 2002, New York, NY, June 2002.