
계층적 구조의 WSN 환경에서 에너지 효율적인 라우팅 알고리즘의 시뮬레이션 연구

강문경* · 진교홍*

Simulation Study of Energy-efficient Routing Algorithm in Hierarchical WSN Environments

Moon-kyoung Kang* · Kyo-hong Jin*

이 논문은 2008년도 창원대학교 연구비를 지원받았음

요 약

무선 센서네트워크 환경에서 활용될 수 있는 계층구조 라우팅 프로토콜은 망상의 노드들이 물리적으로 가까운 위치에 존재하더라도 경로는 계층적으로 제공되어 데이터 전달에 많은 흡 수가 소요된다. 또한, Node Failure와 Association Error가 발생했을 때도 관리용 메시지의 발생으로 추가적인 에너지를 소모한다. 본 논문에서는 이러한 경로 배정 시 발생되는 비효율성을 개선하고 싱크(Sink) 주위 노드의 에너지 소모율을 줄일 수 있는 경로 배정 알고리즘인 SHP(Shortest Hop Routing)의 성능을 분석한다. SHP는 Redirect_ACK의 메시지 형식을 추가하고 계층적 라우팅의 NL(Neighbor List)을 효율적으로 사용한 라우팅 알고리즘이다. 본 논문에서 네트워크 크기별과 형태별, Sink Position의 위치별, POS(Personal Operating Space)의 크기별로 나눠 시뮬레이션 하였다. 그 결과, 대표적 계층적 라우팅의 Zigbee Hierarchical Routing과 HiLow보다 나은 성능을 보였다.

ABSTRACT

The hierarchical routing could cause a lot of energy consumption for transferring data by assigning hierarchical routes although actual nodes could be located in physically near spots. Also, when Node Failure or Association Error occurs, the Hierarchical routing could waste more energy to deliver the control messages. This paper evaluate performance of SHP(Shortest Hop Routing) algorithm that suggests short-cut routing algorithm using NL(Neighbor List) and Redirect_ACK message to improve problem of hierarchical routing algorithm. We do a computer simulation by the size of network, deployment of sensor nodes, sink position and POS. As a result of simulation, SHP has better performance than Zigbee Hierarchical routing and HiLow.

키워드

WSN, Hierarchical routing, Zigbee, HiLow, Shortest hop routing(SHP)

* 창원대학교 전자공학과

접수일자 2009. 02. 09
심사완료일자 2009. 04. 09

I. 서 론

무선센서네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)는 유비쿼터스 컴퓨팅 분야의 핵심 인프라 기술 중의 하나로서 사물 및 환경 정보의 수집이 요구되는 지역에 설치된 다수의 센서노드들이 스스로 네트워크를 구축하고 싱크노드(Sink Node)에게 정보를 전달하는 네트워크이다. WSN은 Application-Specific한 특징을 보이며, 다음과 같은 사항이 요구된다. 먼저 센서노드는 배터리 사용이 필수적이므로 최대한 에너지 소모를 줄여야 하며, 많은 센서노드가 배치될 수 있도록 낮은 가격을 유지하여야 한다. 또한 센서노드들의 개별 관리가 어려우므로 자동 주소 할당 기능을 통해 주소 지정과 경로배정이 가능해야 한다[1-3].

무선센서네트워크 환경에서 활용될 수 있는 계층구조 라우팅 프로토콜은 망상의 노드들이 물리적으로 가까운 위치에 존재하더라도 경로는 계층적으로 제공되어 데이터 전달에 많은 흡 수가 소요된다. 또한, Node Failure와 Association Error가 발생했을 때도 관리 MSG의 발생으로 추가적인 에너지를 소모한다[4]. 본 논문에서는 이러한 경로 배정 시 발생되는 비효율성을 개선하고 싱크(Sink) 주위 노드의 에너지 소모율을 줄일 수 있는 경로 배정 알고리즘인 SHP(Shortest Hop Routing)의 성능을 분석해 본다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 SHP 알고리즘에 대해 간단히 살펴보고, III장에서는 SHP 알고리즘의 시뮬레이션 및 성능을 분석하고 평가하였다. 마지막으로 IV장에서는 결론 및 향후 연구 계획을 기술하였다.

II. SHP 라우팅 알고리즘

SHP(Shortest Hop Routing) 알고리즘은 Neighbor List와 Redirect_ACK를 이용하여 계층구조 라우팅의 문제점인 Sub-optimal 경로설정을 개선한 Short-cut Routing이 가능하도록 한다[5].

2.1. 이웃 리스트 (Neighbor List, NL)

노드 자신과 통신 가능한 거리 POS(Personal Operating Space) 내에 위치한 노드들을 이웃 노드(Neighbor Node)라 하고, Neighbor Node들의 정보를 목록화한 것

을 Neighbor List(이하 NL)라고 정의한다. SHP는 Neighbor Table에 부모노드와 자식노드뿐만 아니라 이웃노드도 인식할 수 있도록 Relationship Field에 Neighbor를 추가한다. 주소 할당 과정(이하 Addressing)에서, 각 노드는 다른 노드들이 교환하는 메시지들을 Overhearing(엿듣다)하여 이웃노드의 정보를 NL에 추가한다.

2.2. 리다이렉트 응답 (Redirect_ACK)

SHP는 노드가 계층적 경로뿐만 아니라 이웃노드의 정보도 이용하여 소스노드에서 목적지노드까지의 최단경로를 찾으려 한다. 하지만 목적지노드의 정보를 가지는 센서노드가 다수인 경우, 목적지노드에 다른 경로를 지나온 메시지가 중복으로 도착한다. 이를 방지하기 위해 Redirected Acknowledge(이하 Redirect_ACK)라는 새로운 프레임 타입을 도입한다. 프레임 형식은 Acknowledge의 메시지 형식에 소스 주소(Source Address)와 시퀀스 넘버(Sequence Number)가 추가된 형태이다.

2.3. 라우팅 알고리즘

노드 67이 노드 20에게 메시지를 전송하려면 노드 67의 이웃노드들은 메시지를 Overhearing하여 메시지를 처리한다. 노드 15는 자신의 NL에 노드 20이 존재 하므로 다른 노드들에게 Redirect_ACK를 브로드 캐스트하고, 노드 20에게 메시지를 직접 전송한다.

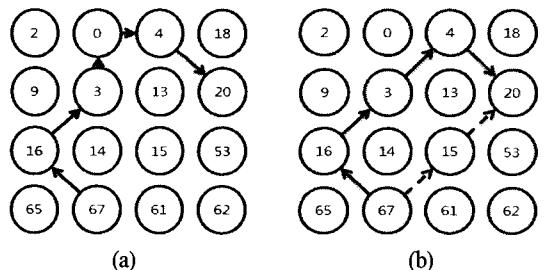


그림 1. 알고리즘 동작 예
Fig 1. The example of algorithm operation

그림 1의 a)는 계층적 경로를 나타내고, 그림 1 (b)의 실선은 NL만을 이용한 SHP이며 점선은 Redirect_ACK도 이용한 SHP의 예이다. 그림 1에서 보는바와 같이 Redirect_ACK 기능을 포함한 SHP가 최단거리의 경로 배정을 보여준다.

2.4. 경로 관리

기존 계층구조 라우팅에서 Node Failure(노드 고장)나 Association Error(연결 에러)가 발생하면 계층적 Addressing이 다시 수행되어야하고, 모든 노드들의 NL를 수정해야 하기 때문에 많은 관리 메시지의 발생이 예상된다. 제안된 알고리즘 SHP에서도 여전히 이런 문제점이 발생하지만, 이웃노드를 이용하여 상대적으로 적은 흡수의 경로를 선택하기 때문에 관리 메시지 수가 줄어들 것으로 예상한다.

III. 시뮬레이션 및 성능 분석

이 절에서는 컴퓨터 시뮬레이션으로 SHP의 성능을 대표적 계층구조 라우팅 Zigbee, HiLow와 비교 분석하였다. 시뮬레이션은 C언어를 이용하였다.

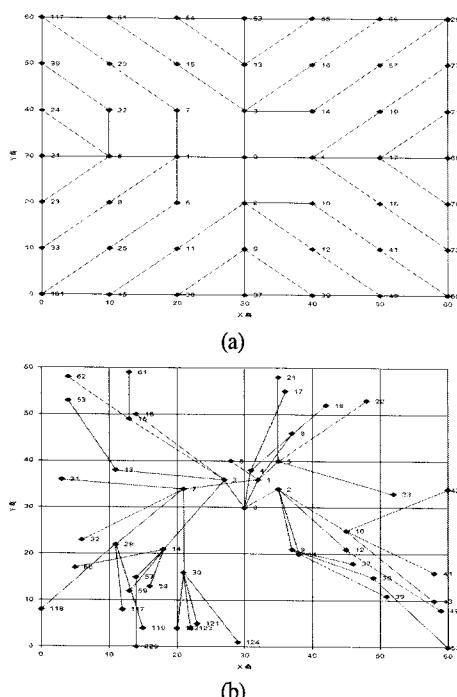


그림 2. 7x7 시뮬레이션 모델

- (a) 격자 모델 : 싱크노드의 위치(30,30)
- (b) 랜덤 모델 : 싱크노드의 위치(30,30)

Fig 2. The 7x7 simulation model.

- (a) Gird Model : Sink Position(30,30)
- (b) Random Model : Sink Position(30,30)

시뮬레이션 모델은 센서노드들의 위치를 행과 열의 형태로 유지하는 Grid Model과 규칙성 없는 형태로 존재하는 Random Model이다. 센서노드의 통신 가능한 거리를 나타내는 POS는 20으로 가정한다. 어드레싱은 HiLow[4]의 어드레싱 방법을 따른다. 싱크 노드의 16비트 주소는 0이다. 그림 2에서 센서노드를 이어주는 선은 계층적 구조를 나타내는 것이다.

Zigbee[6] 네트워크의 변수 L_m 과 C_m 이 5이고, R_m 이 4인 Zigbee 네트워크는 MC가 4인 HiLow 네트워크와 동일한 계층구조를 가지기 때문에 계층구조 라우팅에 따라 소스노드에서 목적지노드까지의 흡수 계산결과가 같다. 시뮬레이션 시나리오는 노드들이 소스노드 와 목적지노드가 되는 모든 경우에 대한 흡수와 각 노드별 메시지 전송 횟수를 알아본다.

3.1 평균 흡수 비교

표 1은 네트워크의 크기와 Sink Position에 따른 Zigbee & HiLow 그리고 SHP에 대한 평균 흡수를 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 결과 (평균 흡수, POS=20)

Table 1. The simulation results (average hop count, POS=20).

Sink Position	Grid			Random		
	Zigbee & SHP (A)	SHP (B)	Offset (A-B)	Zigbee & HiLow (A)	SHP (B)	Offset (A-B)
(20,20)	3.322	1.859	1.463	3.296	1.700	1.596
	3.635	1.869	1.766	3.524	1.760	1.764
	4.442	1.963	2.479	3.452	1.811	1.641
	3.800	1.897	1.903	3.424	1.757	1.667
	4.488	2.659	1.829	4.321	2.341	1.980
(0,20)	5.226	2.739	2.487	4.810	2.481	2.329
	6.682	3.232	3.450	5.127	2.538	2.589
	5.465	2.877	2.589	4.753	2.453	2.299
	5.674	3.527	2.147	5.334	3.211	2.123
	6.814	3.763	3.051	6.503	3.626	2.877
(0,40)	8.933	4.749	4.184	6.686	3.651	3.034
	7.140	4.013	3.127	6.174	3.496	2.678
	7.442	4.442	3.000	6.814	3.861	3.034
	7.750	4.750	3.200	7.140	4.013	3.127
	8.058	5.058	3.400	7.442	4.442	3.000
(0,60)	8.366	5.366	3.600	7.750	4.750	3.200
	8.674	5.674	3.800	8.058	5.058	3.400
	9.082	6.082	4.000	8.366	5.366	3.600
	9.390	6.390	4.200	8.674	5.674	3.800
	9.698	6.698	4.400	9.082	6.082	4.000
(0,80)	10.006	7.006	4.600	9.390	6.390	4.200
	10.314	7.314	4.800	9.698	6.698	4.400
	10.622	7.622	5.000	10.006	7.006	4.600
	10.930	7.930	5.200	10.314	7.314	4.800
	11.238	8.238	5.400	10.622	7.622	5.000
(0,100)	11.546	8.546	5.600	11.238	8.238	5.200
	11.854	8.854	5.800	11.546	8.546	5.400
	12.162	9.162	6.000	11.854	8.854	5.600
	12.470	9.470	6.200	12.162	9.162	6.000
	12.778	9.778	6.400	12.470	9.470	6.200
(0,120)	13.086	10.086	6.600	12.778	9.778	6.400
	13.394	10.394	6.800	13.086	10.086	6.600
	13.702	10.702	7.000	13.394	10.394	6.800
	14.010	11.010	7.200	13.702	10.702	7.000
	14.318	11.318	7.400	14.010	11.010	7.200
(0,140)	14.626	11.626	7.600	14.318	11.318	7.400
	14.934	11.934	7.800	14.626	11.626	7.600
	15.242	12.242	8.000	14.934	11.934	7.800
	15.550	12.550	8.200	15.242	12.242	8.000
	15.858	12.858	8.400	15.550	12.550	8.200
(0,160)	16.166	13.166	8.600	15.858	12.858	8.400
	16.474	13.474	8.800	16.166	13.166	8.600
	16.782	13.782	9.000	16.474	13.474	8.800
	17.090	14.090	9.200	16.782	13.782	9.000
	17.408	14.408	9.400	17.090	14.090	9.200
(0,180)	17.716	14.716	9.600	17.408	14.408	9.400
	17.924	15.024	9.800	17.716	14.716	9.600
	18.232	15.332	10.000	17.924	15.024	9.800
	18.540	15.640	10.200	18.232	15.332	10.000
	18.848	16.048	10.400	18.540	15.640	10.200
(0,200)	19.156	16.356	10.600	18.848	16.048	10.400
	19.464	16.664	10.800	19.156	16.356	10.600
	19.772	17.072	11.000	19.464	16.664	10.800
	20.080	17.380	11.200	19.772	17.072	11.000
	20.388	17.688	11.400	20.080	17.380	11.200
(0,220)	20.696	18.096	11.600	20.388	17.688	11.400
	20.904	18.404	11.800	20.696	18.096	11.600
	21.212	18.812	12.000	20.904	18.404	11.800
	21.520	19.220	12.200	21.212	18.812	12.000
	21.828	19.628	12.400	21.520	19.220	12.200
(0,240)	22.136	20.036	12.600	21.828	19.628	12.400
	22.444	20.444	12.800	22.136	20.036	12.600
	22.752	20.852	13.000	22.444	20.444	12.800
	23.060	21.260	13.200	22.752	20.852	13.000
	23.368	21.668	13.400	23.060	21.260	13.200
(0,260)	23.676	22.076	13.600	23.368	21.668	13.400
	23.984	22.484	13.800	23.676	22.076	13.600
	24.292	22.892	14.000	23.984	22.484	13.800
	24.600	23.300	14.200	24.292	22.892	14.000
	24.908	23.708	14.400	24.600	23.300	14.200
(0,280)	25.216	24.116	14.600	24.908	23.708	14.400
	25.524	24.524	14.800	25.216	24.116	14.600
	25.832	24.932	15.000	25.524	24.524	14.800
	26.140	25.340	15.200	25.832	24.932	15.000
	26.448	25.748	15.400	26.140	25.340	15.200
(0,300)	26.756	26.156	15.600	26.448	25.748	15.400
	27.064	26.564	15.800	26.756	26.156	15.600
	27.372	26.972	16.000	27.064	26.564	15.800
	27.680	27.380	16.200	27.372	26.972	16.000
	28.008	27.788	16.400	27.680	27.380	16.200
(0,320)	28.316	28.196	16.600	28.008	27.788	16.400
	28.624	28.604	16.800	28.316	28.196	16.600
	28.932	29.012	17.000	28.624	28.604	16.800
	29.240	29.420	17.200	28.932	29.012	17.000
	29.548	29.828	17.400	29.240	29.420	17.200
(0,340)	29.856	30.236	17.600	29.548	29.828	17.400
	30.164	30.644	17.800	29.856	30.236	17.600
	30.472	31.052	18.000	30.164	30.644	17.800
	30.780	31.460	18.200	30.472	31.052	18.000
	31.088	31.868	18.400	30.780	31.460	18.200
(0,360)	31.396	32.276	18.600	31.088	31.868	18.400
	31.704	32.684	18.800	31.396	32.276	18.600
	32.012	33.092	19.000	31.704	32.684	18.800
	32.320	33.500	19.200	32.012	33.092	19.000
	32.628	33.908	19.400	32.320	33.500	19.200
(0,380)	32.936	34.316	19.600	32.628	33.908	19.400
	33.244	34.724	19.800	32.936	34.316	19.600
	33.552	35.132	20.000	33.244	34.724	19.800
	33.860	35.540	20.200	33.552	35.132	20.000
	34.168	35.948	20.400	33.860	35.540	20.200
(0,400)	34.476	36.356	20.600	34.168	35.948	20.400
	34.784	36.764	20.800	34.476	36.356	20.600
	35.092	37.172	21.000	34.784	36.764	20.800
	35.400	37.580	21.200	35.092	37.172	21.000
	35.708	37.988	21.400	35.400	37.580	21.200
(0,420)	36.016	38.396	21.600	35.708	37.988	21.400
	36.324	38.804	21.800	36.016	38.396	21.600
	36.632	39.212	22.000	36.324	38.804	21.800
	36.940	39.620	22.200	36.632	39.212	22.000
	37.248	40.028	22.400	36.940	39.620	22.200
(0,440)	37.556	40.436	22.600	37.248	40.028	22.400
	37.864	40.844	22.800	37.556	40.436	22.600
	38.172	41.252	23.000	37.864	40.844	22.800
	38.480	41.660	23.200	38.172	41.252	23.000
	38.788	42.068	23.400	38.480	41.660	23.200
(0,460)	39.096	42.476	23.600	38.788	42.068	23.400
	39.404	42.884	23.800	39.096	42.476	23.600
	39.712	43.292	24.000	39.404	42.884	23.800
	40.020	43.700	24.200	39.712	43.292	24.000
	40.328	44.108	24.400	40.020	43.700	24.200
(0,480)	40.636	44.516	24.600	40.328	44.108	24.400
	40.944	44.924	24.800	40.636	44.516	24.600
	41.252	45.332	25.000	40.944	44.924	24.800
	41.560	45.740	25.200	41.252	45.332	25.000
	41.868	46.148	25.400	41.560	45.740	25.200
(0,500)	42.176	46.556	25.600	41.868	46.148	25.400
	42.484	46.964	25.800	42.176	46.556	25.600
	42.792	47.372	26.000	42.484	46.964	25.800
	43.100	47.780	26.200	42.792	47.372	26.000
	43.408	48.188	26.400	43.100	47.780	26.200
(0,520)	43.716	48.596	26.600	43.408	48.188	26.400
	43.924	48.904	26.800	43.716	48.596	26.600

경우, SHP의 결과가 Zibee&HiLow의 결과보다 1.829 작은 평균 흡 수를 가진다는 것을 알 수 있다. Random의 경우도 SHP의 결과가 Zibee&HiLow의 결과보다 1.980 작은 평균 흡 수를 가진다. 두 환경에서 모두 SHP가 Zibee& HiLow보다 앞선 결과를 보여주고 있다. 또한, Grid한 환경보다 랜덤한 환경에서 더 좋은 결과를 얻었다. 센서노드간의 평균 거리가 짧은 Grid한 형태가 어드레싱 과정에서 많은 중간경로들은 만들어 내기 때문이다.

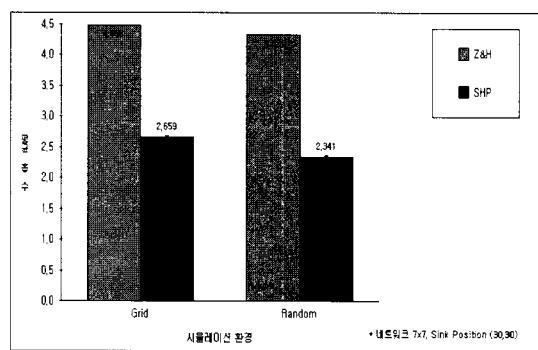


그림 3. Grid와 Random인 경우 평균 흡 수
Fig 3. The average hop count by simulation model.

- Sink Position의 결과 비교

end-to-end의 시뮬레이션 환경에서 계층적 라우팅의 경로는 항상 Sink Node를 지나기 때문에 Sink Position이 성능의 중요한 요소가 된다.

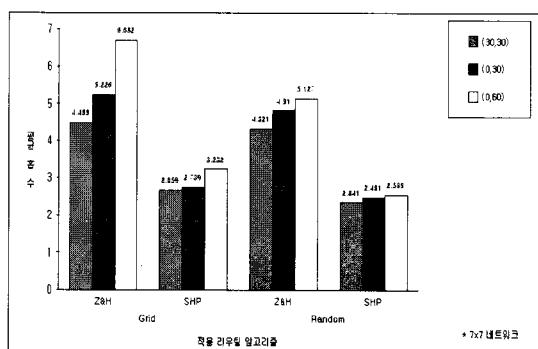


그림 4. Sink Position에 따른 평균 흡 수
Fig 4. The average hop count by Sink Position.

그림 4는 시뮬레이션 모델이 7x7이고 Grid와 Random 환경에서 Sink Position에 대한 평균 흡 수에 대한 결과이다. 시뮬레이션에서 싱크 노드의 위치는 정중앙(30,30), 한쪽면의 중앙(0,30), 모서리(0,60) 이렇게 3가지의 경우이다. 시뮬레이션 결과는 그림 4에서 알 수 있듯이, 평균 흡 수는 정중앙(30,30)<한쪽면의 중앙(0,30)<모서리(0,60)의 순서였다. 평균 흡 수가 적은 정중앙(30,30)일 때 라우팅 효율이 높다. 싱크 노드의 위치는 모든 센서노드와 평균적으로 짧은 위치에 있는 정중앙이 적당하다는 결론이다.

- 네트워크의 크기의 결과 비교

표 1을 바탕으로 싱크 노드의 위치가 정중앙인 (30,30), (40,40), (50,50)일 때, Grid와 Random 환경에서 네트워크의 크기에 따라 라우팅의 성능이 어떻게 변화하는지 알아본 결과가 그림 5이다.

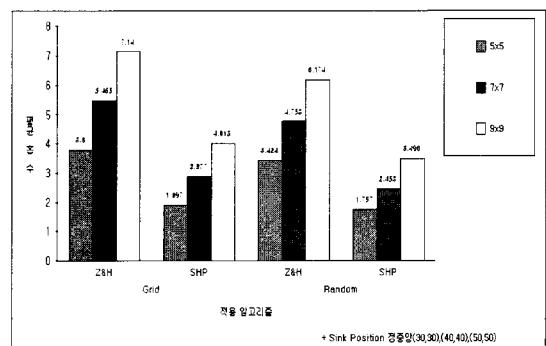


그림 5. 네트워크 크기에 따른 평균 흡 수
Fig 5. The average hop count by network size.

네트워크가 커질수록 센서노드의 수도 증가하도록 하였으며, 네트워크가 클수록 라우팅 알고리즘의 평균 흡 수가 커짐을 알 수 있다. 하지만, 7x7 네트워크의 Zigbee&HiLow의 결과보다 9x9 네트워크의 SHP의 결과가 더 작으므로 큰 네트워크에서 SHP가 보다 효율적임을 알 수 있다.

- POS의 변화에 따른 결과 비교

Grid와 Random Model에서 네트워크 크기와 싱크 노드의 위치를 고려하여 POS가 20,25,30일 때의 라우팅 알고리즘의 평균 흡 수를 구하였고 표 2를 구성하였다.

표 2를 바탕으로 시뮬레이션 모델이 7×7 이고 Sink Position이 (30,30)인 경우, Grid와 Random 환경에서 POS 값의 변화가 시뮬레이션 결과에 어떠한 영향을 주는지 알아보았다.

표 2. 시뮬레이션 결과 (POS별 평균 흡 수)
Table 2. The simulation results (average hop count by POS).

Sink Position	Grid			Random		
	Zigbee & HiLow (A)	SHP (B)	Offset (A-B)	Zigbee & HiLow (A)	SHP (B)	Offset (A-B)
5 x 5	POS=20	3.322	1.859	1.463	3.296	1.700
	POS=25	3.238	1.472	1.766	3.238	1.370
	POS=30	3.238	1.318	1.920	3.230	1.226
7 x 7	POS=20	4.488	2.659	1.829	4.321	2.341
	POS=25	4.187	2.002	2.185	4.212	1.819
	POS=30	4.172	1.706	2.466	4.157	1.558
9 x 9	POS=20	5.674	3.527	2.147	5.334	3.211
	POS=25	4.972	2.571	2.401	4.979	2.470
	POS=30	4.856	2.126	2.730	5.147	2.167

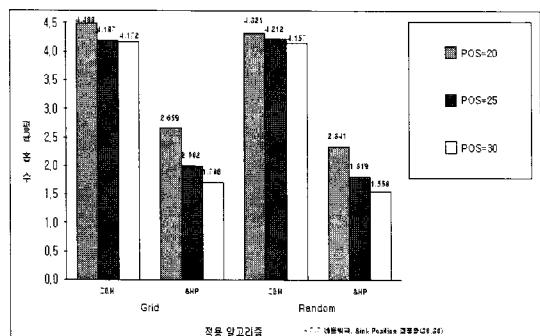


그림 6. POS 값에 따른 평균 흡 수 비교
Fig 6. The average hop count by POS.

POS가 $20 > 25 > 30$ 순서로 평균 흡 수가 작다. 이것은 POS가 넓을수록 많은 수의 센서노드에 대한 정보를 NL의 정보로 가질 수 있기 때문이다. 또한, POS가 변화할 때 Zigbee&HiLow 결과 변화보다 SHP의 결과 변화가 더 크다. 이것은 SHP가 NL 정보에서 다음 흡 노드뿐만 아니라 목적지노드에 가까운 노드들도 검색하기 때문에,

Zigbee&HiLow보다 NL을 많이 이용한다. 하지만, POS 가 클수록 메시지를 전달할 때 많은 에너지를 소모하기 때문에 어플리케이션 환경에 적당한 POS 크기를 찾는 것이 중요하다.

3.2 네트워크상의 모든 메시지 수 비교

네트워크의 수명을 고려하기 위해 네트워크상의 모든 메시지수를 비교하였다. 네트워크상의 모든 메시지 수란 시뮬레이션 동안 센서네트워크상에 존재할 수 있는 메시지수를 말한다. 즉, 모든 센서노드들의 메시지 전송회수를 합친 것을 말한다. 이를 이용하여 시뮬레이션 동안에 센서네트워크상에 존재할 수 있는 메시지의 수를 계산할 수 있다. 시뮬레이션 결과(표 3) 7×7 네트워크 크기, Sink Position이 (0,60)이며, POS=30인 테스트 모델에서 Grid Model과 Random Model이 각각 61.332%와 64.536%로 HiLow, Zigbee보다 메시지가 적음을 알 수 있다.

이 같은 결과로 SHP 알고리즘이 기존의 방법보다 네트워크의 수명 향상에도 도움이 될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 다른 크기의 네트워크에서도 같은 양상의 결과를 확인하였다.

표 3. 전송되는 모든 메시지의 수
Table 3. The total number of transmitted messages.

구 분	Grid Model	Random Model
Zigbee & HiLow (A)	10,792	10,388
SHP (B)	4,173	3,684
Offset (A-B)	6,619 [61.332%]	6704 [64.536%]

3.3 각 노드별 전송한 메시지의 수 비교

3.2와 같은 환경에서 각 노드가 메시지를 전송한 횟수를 그림 7을 통해 Zigbee&HiLow와 SHP를 비교할 수 있다. 평균 흡 수가 줄어든 만큼 센서노드의 메시지 전송 횟수가 줄어들 것으로 예상된다.

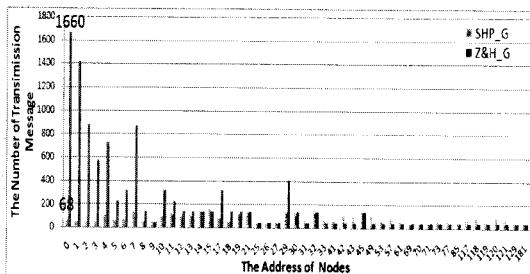


그림 7. 각 노드별 전송된 메시지의 수(Grid Model)
Fig 7. The number of transmitted message for nodes.

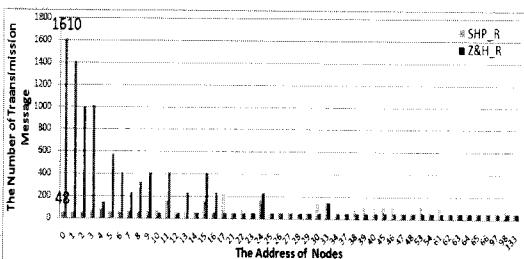


그림 8. 각 노드별 전송된 메시지의 수(Random Model)
Fig 8. The number of transmitted message for nodes.

Zigbee&HiLow에서 메시지를 전송하는 노드가 노드 0과 그 주위 노드에 집중되어 있는 양상이다. 하지만 SHP를 통해 노드 0과 주위 노드에 부담을 덜어 주고 있다. 특히, 노드 0은 Grid Model에서 약 96%와 Random Model에서 약 97%의 감소율을 보여주고 있다. 이로써 Sink Node에 집중되던 라우팅 알고리즘이 각 노드들의 에너지 분배에도 효율적이라는 것을 알 수 있다.

IV. 결론 및 앞으로의 연구

무선센서네트워크에서 활용되는 계층적 라우팅 알고리즘의 문제점을 해결하기 위해 제안된 SHP 알고리즘을 네트워크 크기별과 형태별, Sink Position의 위치별, POS의 크기별로 나눠 성능의 기준이 되는 평균 흡수를 측정하였다. 그 결과, 대표적 계층적 라우팅의 Zigbee와 HiLow보다 나은 성능을 보였다.

또한, 싱크 노드 주변 노드에 집중되던 메시지 전송은 분산되어, 집중되던 노드의 메시지 전송률이 줄어든 결과를 보였다. 이러한 결과를 바탕으로, 제안된 라우팅 알고리즘의 성능은 계층적 라우팅을 기반으로 하여 적은 메모리와 낮은 에너지 소모율을 가짐을 알 수 있었다.

계층적 라우팅 프로토콜에서 주소 할당 시 주소가 16비트이기 때문에 9x9를 초과하는 네트워크를 시뮬레이션 할 수 없었던 점을 미루어 볼 때, 앞으로는 더 큰 네트워크에서도 성능을 측정할 수 있도록 좀 더 확장된 어드레싱 방법의 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 박준성, 임채성 외 5명, “IPv6 기반의 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기술”, 한국정보처리학회, VOL. 13, NO. 04, pp. 79-87, July. 2006.
- [2] 임채성, Waleed Mansoor 외 4명, “IPv6 기반 센서 네트워크(6LoWPAN)을 위한 라우팅 프로토콜 기술”, 전자공학회지, 제33권, 제8호, pp.854-863, Aug. 2006.
- [3] N. Kushalnagar, G. Montenegro and C. Schumacher, “6LoWPAN : Overview, Assumptions, Problem Statement and Goals”, IETF(RFC4919), Feb. 2007.
- [4] K. Kim, Ed., J. Park, S. Daniel Pard, Ed. and J. Lee, “Hierarchical Routing over 6LoWPAN”, draft - daniel - slowpan - HiLow - hierarchical - routing - 00.txt (work in progress), Jun. 2007.
- [5] MoonKyoung Kang and KyoHong Jin, “SCRO : Short-cut Routing Algorithm Improving hierarchical Routing in WSN,” Korea Information Processing Society, 2nd ICUT, Dec. 2007.
- [6] Zigbee Specifications, “ZigbeeDocument 053474r06. ver 1.0,” Zigbee Alliance, July. 2005.

저자소개



강문경(Moon-Kyoung Kang)

2007 창원대학교 전자공학과
공학사
2007~현재 창원대학교
전자공학과 석사과정

※관심분야: 유비쿼터스컴퓨팅, 센서네트워크



진교홍(Kyo-Hong Jin)

1991 부산대학교 컴퓨터공학과
공학사
1993 부산대학교 컴퓨터공학과
공학석사

1997 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1995~1997 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소
전문연구요원
1997~2000 국방과학연구소 선임연구원
2003~2004 동의대학교 멀티미디어공학과 조교수
2004~현재 창원대학교 전자공학과 부교수
※관심분야: 데이터통신, 센서네트워크, 유비쿼터스
컴퓨팅, 홈네트워크