

다중캐리어 해상 MANET을 위한 정규화된 전송특성에 의한 경로배정방식 손 주 영[†]

(원고접수일 : 2011년 7월 6일, 원고수정일 : 2011년 8월 30일, 심사완료일 : 2011년 9월 29일)

A Routing Scheme by Normalized Transmission Characteristics (NTCR) for Multi-Carrier MANETs at Sea

Joo-Young Son[†]

요 약 : 해상에서 데이터통신은 전통적으로 위성과 RF로 이루어진다. 그러나 전송률과 비용의 제약으로 새로운 통신체계를 필요로 한다. 최근 육상의 광대역 캐리어를 해상에서 활용하고자하는 노력이 경주되고 있다. 이 논문에서는 자율망 기반의 해상통신망 모델에서 다양한 육상의 캐리어를 해상에 적용한 경로배정방식을 새롭게 제안한다. 그것은 응용과 캐리어의 전송특성의 정규화된 값에 의한 최적 캐리어를 찾은 후 그 캐리어에 의한 최적경로를 선택하는(NTCR) 방식으로 기존의 최다승방식(MWR)과 성능을 비교하였다.

주제어 : 고속 해양통신망, 모바일 애드 혹 네트워크, 다중 캐리어, 정규화된 전송특성, 경로배정

Abstract: Data communications at sea are done by the traditional radio and satellite carriers. Because of the restrictions on the data rate and cost of the carriers, a novel data communication system at sea is needed. Nowadays the efforts to make use of the broadband land carriers at sea have been pursued. This paper proposes a routing scheme (NTCR) using the various carriers on land for a MANET model at sea. The NTCR scheme optimizes the route using a chosen carrier by taking considerations of normalized transmission characteristics (NTC) of applications and carriers. The NTCR scheme is compared with the MWR (max-win based routing) scheme.

Key words: High speed maritime data networks, MANET (Mobile Ad Hoc Networks), Multiple carrier, normalized transmission characteristics, Routing scheme

1. 서 론

현재 연안과 원양을 항해하는 선박들이 데이터 통신을 하기 위해 RF(Radio Frequency)나 위성을 주로 이용하나 이 캐리어(무선전송매체)들은 각각 낮은 대역폭 또는 비싼 사용료로 적합하지 못하다. 따라서 현재 육상에서 쓰이는 광대역 접속기술 (BWA: Broadband Wireless Access)들이 향후 해상에서 활용될 가능성이 크다. 다중 홉에 의한 자율망 방식인 MANET(Mobile Ad-hoc Network)모델도 적용될 것이다[1].

이 논문에서는 해상의 선박이 기존의 무선 캐리어와 육상의 BWA를 모두 활용 가능할 때 이들 캐리어들 가운데 가장 전송성능이 좋은 경로를 배정하는 캐리어로 찾는 경로배정방식을 제안한다. 이 방식에서는 적용할 응용과 캐리어의 전송특성(전송률, 비용, 지연시간, 홉수)들의 값을 정규화하고 응용의 정규화된 전송특성을 가장 적합하게 만족시키는 전송특성을 가진 캐리어를 최적으로 선택하고, 최적 캐리어에 의한 최단거리 경로를 탐색한다.

[†] 교신저자(한국해양대학교 IT공학부 교수, E-mail: mmlab2010@gmail.com, Tel: 051-410-4575)

이 방식은, 기존의 전송특성 각각에 대한 비교우위를 따져서 그 승수가 최대인 캐리어를 선택하는 MWR 경로배정방식[2]과 달리 단순하게 전송특성의 정규화 값들의 산술합이 최대인 캐리어를 선택하기 때문에 경로배정에 걸리는 실행시간을 크게 줄일 수 있었고, 최종적으로 탐색된 경로의 성능도 MWR에 비해 개선된 결과를 얻었다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구를 소개하고, 무선매체와 응용의 전송특성을 보인다. 3장에서는 NTCR 경로배정방식을 제안한다. 4장은 NTCR과 MWR의 성능비교결과를 보이고 5장에서 결론을 내린다.

2. 기존연구와 전송특성

2.1 기존 연구

MANET은 이동체들 간의 자율적인 통신망 모델이다. 해상에 있는 선박들도 유사한 환경으로 선박 간의 통신망 모델로 MANET을 활용할 수 있다. MANET에서의 경로배정 프로토콜은 전송 요구 전에 다른 노드에 대한 경로를 파악해 두는 선행적 방식과 데이터 전송이 야기될 때 비로소 경로를 탐색하는 반응적 방식으로 구분된다[3].

통상적으로 선박은 경제적인 이유로 직선거리인 항로를 따르는 이동 경로가 이미 결정되어 있으면서 육상의 이동체(핸드폰 등)와는 달리 전력, CPU, 기억장치 등의 자원이 육상의 고정체(데스크톱 PC)와 유사하게 풍부한 점에서 독특한 특성을 가진다. 이를 반영한 해상통신망 모델과 경로배정 프로토콜로서 항로기반, 교차점기반, 그리고 복합방식이 제안되었다[4-7].

표 1: 해상에서 이용하는 캐리어의 전송특성[2]

	wLAN	HSDPA	LTE	WiMAX	WiBro	VHF	Inmarsat FB	VSAT
전송 범위 (km)	0.1	5	5	50	14.2	50	전세계 (남북위 75°이상제외)	각 국가기준 인근해역
이동성	Ad Hoc 가능	있음	있음	없으나 MMR가능	있음	있음	있음	있음
전송률 (bps)	54M	14.4M (평균1M)	60M	70M	37M (평균3M)	100k	492k	128k
지연시간 (ms)	22	70	10	25	10	0.1	500	250
이용요금	월 약 3만원	월기본료2~4.5만원+대	5만 (예측)	월31달러 (약4만원)	월정액 1~3만원+대	없음	HSD 기준 초당 170원 (월4억이상)	월정액 300만원 (KT)

최대승수기반방식인 MWR[2]은 기존방식과 달리 실제 선박이 활용할 수 있는 다양한 캐리어를 모두 고려하여 이 캐리어들 가운데 최적을 선택하고 그것의 최적경로를 탐색한다. 그러나 이 방식은 응용과 캐리어의 각 전송특성들의 개별적 값을 모두 상호 비교하여 최다승 캐리어를 찾기 때문에 실행시간이 오래 걸리는 단점을 가진다.

흡단위로 최적매체를 최대승수기반으로 찾는 O MH-MW[8] 방식은 경로를 찾을 때 흡 단위로 다른 매체를 최적매체로 선택할 수 있는 환경을 가정한다. 따라서 매체 단위로 형성되는 네트워크들의 중첩성만을 고려하고 최적경로를 중첩된 네트워크 가운데 선택된 가장 적합한 네트워크에서 최적경로를 탐색하도록 이 논문에서 제안하는 NTCR과는 다른 통신환경에서 작동된다.

2.2 캐리어와 응용의 전송특성

모든 선박은 GPS를 통해 자신과 AIS, LRIT를 통해 타 선박의 위치를 파악하고, wLAN, HSDPA, LTE, WiMAX, WiBro, VHF, Inmarsat의 캐리어를 선택적으로 활용하는 것으로 가정한다. 해상에서 이용할 수 있는 캐리어의 특성은 표 1에 잘 정리되어 있다.

응용에 따라 요구하는 전송특성을 달리한다. 표 2는 이 논문에서 예시할 응용의 전송특성 요구값을 보인다.

표 2: 해상통신망 응용의 요구전송특성[2]

응용	요구전송특성			
	흡수	최소전송률	최대지연시간	허용요금
SAFETY(안전)	최소	1Kbps	10ms	10만/월
MAIL(메일,파일)	무관	150Kbps	500ms	2.5만/월
WWW(웹)	무관	1Mbps	400ms	3만/월
VoIP(음성)	최소	500Kbps	20ms	2만/월
IPTV(영상)	최소	1.5Mbps	50ms	5만/월

2.3 전송특성의 정규화

이 논문의 NTCR에서는 캐리어와 응용의 각각 전송특성별 절대값들을 일률적으로 최소값을 0, 최대값 100으로 하는 상대값으로 변환한 값을 활용

하는데, 이렇게 상대적인 값을 변환하는 것을 정규화(normalization)라 한다. 여기서는 2.2절에 소개된 캐리어와 응용의 전송특성(성능지표인 전송률, 비용, 지연시간)을 정규화하고 그것으로 최적 캐리어를 판단한다. 정규화하는 이유는 각 전송특성의 실제 값들은 서로 그 값의 범위가 크게 다르고 전체 전송특성의 적합성 판단을 서로 다른 범위를 가지는 특성값을 단순하게 산술적인 합한 값으로 하는 것은 불합리하기 때문이다. 위성(Inmarsat과 VSAT)은 정규화에서 제외한다. 그것은 위성의 경우 다른 캐리어에 대한 경로탐색이 모두 실패한 경우에 적용되는 캐리어로서 사실상 경로배정방식이 무의미한 경우이기 때문이다.

정규화된 값(정규값)은 식 (1)에 의해 구해진다.

$$(\max - \min) : 100 = (x - \min) : n \quad (1)$$

식 (1)에서 max와 min은 캐리어와 응용의 각 전송특성의 최대 또는 최소값이다. x는 정규값(n)을 구하고자하는 특정 전송특성 값이다. 예를 들어, 전송률에서 max는 WiMAX의 70Mbps이고 min은 안전응용의 1Kbps이다. 정의에 의해 이 두 값의 정규값으로 각각 100과 0이 된다. 그리고 wLAN의 전송률(x) 54Mbps의 정규값(n)은 77.14가 되는 것이다.

표 3과 표 4에 캐리어와 응용에 대한 전송특성의 정규값을 각각 정리하였다.

표 3: 캐리어의 전송특성 정규값

	wLAN	HSDPA	LTE	WiMAX	WiBro	VHF
전송률	77.14	20.57	85.71	100.00	52.86	0.141
요금	20.00	45.00	50.00	40.00	30.00	0.00
지연시간	4.21	13.83	1.80	4.81	1.80	0.00

표 4: 응용의 전송특성 정규값

	안전	메일	웹	VoIP	IPTV
전송률	0.00	0.21	1.43	0.71	2.14
요금	100.00	25.00	30.00	20.00	50.00
지연시간	1.80	100.00	79.96	3.81	9.82

3. NTCR 경로배정방식

3.1 해상통신망 모델

[2]의 다중 캐리어로 중첩된 MANET 해상통신망 모델을 따른다. 요약하면, 해상데이터통신망 $N=(V,E)$ 은 노드(V)로 항구, 선박, 그리고 에지(E)로 노드간 캐리어로 이어지는 무선링크로 구성된다. 이를 좀 더 구체적으로 표현하면 식 (2)와 같다.

$$N = \bigcup_{i=1}^7 N_i, N_i = (V_i, E_i) \quad (2)$$

where $V_i = \{\text{선박, 항구}\}, E_i = \{(v_i, w_i) | \text{거리}(v_i, w_i) \leq \text{전송범위}(C_i)\}$

식 (2)에서 C_i 는 캐리어 집합 C의 원소이고, $C = \{wLAN, HSDPA, LTE, WiMAX, WiBro, VHF, Inmarsat\}$ 이다. 에지는 각 노드의 상대적인 지리적 위치에 따른 노드간 거리가 특정 캐리어의 전송범위 이내이면 해당 캐리어로 그 노드간에 형성된다.

3.2 NTCR 경로배정방식

NTCR에서는 우선 받고자하는 응용의 요구 전송특성을 가장 적절하게 만족하는 캐리어를 선정한 후 최적 캐리어에 의한 네트워크에서 최단거리 경로를 찾는다. NTCR 경로배정방식은 다음과 같다.

① 응용 A와 각 캐리어 i의 전송특성 정규값의 차 (B_i, C_i, D_i)를 구한다.

$$B_i = k \cdot (NB_i - NB_A), \text{where } \begin{cases} k=1, & \text{if}(NB_i \geq NB_A) \\ k=w(>1), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$C_i = k \cdot (NC_i - NC_A), \text{where } \begin{cases} k=1, & \text{if}(NC_i \leq NC_A) \\ k=w(>1), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$$D_i = k \cdot (ND_i - ND_A), \text{where } \begin{cases} k=1, & \text{if}(ND_i \leq ND_A) \\ k=w(>1), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

식 (3)에서 B_i 는 응용 A가 요구하는 최소대역폭의 정규값 NB_A 에 대해 캐리어 i가 제공하는 최대대역폭의 정규값 NB_i 와의 차이이다. 식 (4)에서 C_i 는 응용 A를 받을 때 사용자들이 생각하는 최대요금에 대한 정규값 NC_A 에 대해 캐리어 i가 제시하는 요금에 대한 정규값 NC_i 와의 차이이다. 식 (5)에서 D_i 는 응용 A를 받기 위한 최대지연시간의 정규값 ND_A 에 대해 캐리어 i가 제공하는 지연시간에 대한 정규값 ND_i 와의 차이이다.

이 차이값들을 구할 때 가중치 k (1 또는 w(>1))

가 적용된다. 이는 캐리어가 응용이 요구하는 전송 특성을 만족하는 경우 $k=1$ 이 되고, 그렇지 않으면 수용불가능한 의미로 $k=w$ 를 가중치로 곱한다.

② 최종적으로 응용에 가장 적합한 캐리어의 선택은 식 (6)으로 구해지는 각 캐리어 i 의 적합도(goodness)에 따른다.

$$G_i = B_i + C_i + D_i \quad (6)$$

식 (6)에 의해 각 캐리어 i 의 적합도(goodness)값을 구한 후 이 값들을 상호 비교한다. 그 가운데 최소값(min(G_i))인 캐리어를 최적 캐리어 g 로 선택한다.

③ 해상 MANET N 가운데 최적 캐리어 g 만으로 구성되어있는 $N_g=(V_g, E_g)$ 만을 대상으로 s (출발 노드)와 d (도착 노드) 사이에 최단경로를 검색한다. 알고리즘은 전체 그래프 정보를 알고 있는 경우 적용하는 Dijkstra 알고리즘을 적용한다.

4. 성능평가

4.1 평가환경

NTCR의 성능은 기존 MWR과 동일하게 표 5의 환경에서 시뮬레이션되었다.

표 5: 시뮬레이션 실험 환경[2]

변수	설정값
망 최대 범위	200Km x 200Km
노드 수	102 (s, d 제외하고 100)
Carrier(무선매체, MAC, PHY)	wLAN(IEEE 802.11) WCDMA(HSDPA) WiBro(IEEE 802.16e) WiMAX MMR(IEEE 802.16j) LTE(Long Term Evolution) Abstract VHF (digital VHF)
응용 서비스	Safety and Distress e-Mail or FTP World Wide Web Voice over IP IP Television
실험횟수	1000회

시뮬레이터는 MS VS2005에서 C++로 구현하였다. 노드는 200Km x 200Km 정방형 평면(바다) 내 임의의 위치에 배치하였고 노드의 총수는 최초 10

2개에서 실험하였다. 만약 위의 두 경로배정방식이 경로를 찾지 못하면 낮은 노드 밀도로 노드간 거리가 전송범위보다 멀어 노드간 링크가 형성되지 않은 경우이다. 실제 상황에서는 대체 캐리어로 Inmarsat을 이용하면 되나, 이 경우는 프로토콜의 성능 측정이 무의미하므로 이를 배제하고 대신 노드 수를 100개씩 늘려 적어도 하나의 방식이 최적경로를 찾을 때까지 실험하였다. 최종실험결과는 1000개의 서로 다른 망을 생성하여 실험한 결과들의 평균치이다.

성능은 기존의 MWR과 비교되었다. 비교치는 각 응용에 대해 최적경로 R 이 가지는 평균 B_R, C_R, D_R, H_R 과 평균실행시간(T_R)(단위 ms)이다. 여기서 B_R, C_R, D_R 는 식 (3), (4), (5)로 각각 구한 차이들의 평균값이다. 이들은 전송률, 비용, 지연시간, 홉수 측면에서 각 응용이 요구하는 값에 얼마나 최적경로가 적합한지를 표현한 것으로 작을수록 더욱 최적함을 나타낸다. H_R 는 최적경로 R 의 홉수이다. 평균 T_R 은 경로배정방식에 의해 최적경로 R 을 찾는 데 소요되는 시간의 평균값이다.

식 (3), (4), (5)를 계산할 때 적용되는, 캐리어가 응용의 요구 특성을 만족시키지 못함을 표현하는 가중치 w 를 1.3, 1.5, 2.0, 1000.0으로 각각 달리한 결과를 구해 비교하였다. 앞의 세 값은 수용불가능 캐리어에 대해 가해지는 불이익을 점차 키워 수용불가능 캐리어가 최적 캐리어로 선택되는 것을 점차 어렵게 하는 상황을, 마지막 값은 수용불가능 캐리어가 거의 채택되지 않도록 하여 응용의 요구를 만족시키는 캐리어만을 채택되는 상황을 모사한 것이다.

4.2 성능분석

표 6의 가중치 w 가 1.3일 때 안전응용을 제외하고 모든 응용에 대해 대역폭 적합도가 크게는 21%에서 작게는 1%정도 개선된 결과를 얻었다. 실행시간은 안전과 음성응용에서는 22~37%정도 평균적으로 더 소요되었으나 다른 세 응용을 위한 실행시간은 32~48%정도 빨랐다. 다른 성능기준들은 거의 서로 비슷한 결과를 얻었다.

표 6: $w = 1.3$ 일 때 성능비교

가중치 $w=1.3$	응용	SAFETY	MAIL	WWW	VoIP	IPTV
평균대역폭(β_d)	NTCR(A)	3,024.80	2,916.19	5,229.80	4,786.76	4,877.28
	A/B(%)	100.00%	82.28%	79.40%	99.79%	92.59%
	MWR(B)	3,024.80	3,544.25	6,586.40	4,796.76	5,267.36
평균비용(C_d)	NTCR(A)	98,310.00	24,787.50	28,993.00	20,385.00	48,150.00
	A/B(%)	100.00%	100.20%	101.19%	100.06%	100.52%
	MWR(B)	98,310.00	24,738.00	28,653.00	20,372.00	47,900.00
평균지연시간(D_d)	NTCR(A)	9.42	498.03	397.58	18.23	47.91
	A/B(%)	100.00%	100.04%	100.12%	100.00%	100.27%
	MWR(B)	9.42	497.82	397.10	18.23	47.78
평균활용수(H_d)	NTCR(A)	7.89	7.91	7.92	7.99	7.92
	A/B(%)	100.00%	100.00%	99.37%	100.13%	99.87%
	MWR(B)	7.89	7.91	7.97	7.98	7.93
평균실행시간(T_d)	NTCR(A)	0.11	0.11	0.03	0.11	0.14
	A/B(%)	137.50%	68.75%	60.00%	122.22%	51.85%
	MWR(B)	0.08	0.16	0.05	0.09	0.27

표 7: $w = 1.5$ 일 때 성능비교

가중치 $w=1.5$	응용	SAFETY	MAIL	WWW	VoIP	IPTV
평균대역폭(β_d)	NTCR(A)	4,143.20	3,822.85	3,833.05	3,621.60	5,210.80
	A/B(%)	100.00%	85.89%	73.91%	100.00%	93.84%
	MWR(B)	4,143.20	4,450.83	5,186.05	3,621.60	5,552.80
평균비용(C_d)	NTCR(A)	97,670.00	24,895.00	29,475.00	20,455.00	48,110.00
	A/B(%)	100.00%	100.09%	101.03%	100.00%	100.40%
	MWR(B)	97,670.00	24,872.50	29,175.00	20,455.00	47,920.00
평균지연시간(D_d)	NTCR(A)	9.76	497.73	398.14	18.50	47.89
	A/B(%)	100.00%	100.04%	100.12%	100.00%	100.29%
	MWR(B)	9.76	497.52	397.66	18.50	47.75
평균활용수(H_d)	NTCR(A)	7.97	7.97	7.91	7.94	7.89
	A/B(%)	100.00%	100.00%	99.50%	100.00%	100.00%
	MWR(B)	7.97	7.97	7.95	7.94	7.89
평균실행시간(T_d)	NTCR(A)	0.11	0.08	0.08	0.08	0.14
	A/B(%)	50.00%	47.06%	47.06%	88.89%	280.00%
	MWR(B)	0.22	0.17	0.17	0.09	0.05

점차 가중치를 높여 그 성능을 비교하여 보자. 표 7의 가중치 w 가 1.5일 때 대역폭 적합도는 더욱 좋아져서 웹응용에서는 22% 개선이 있었고, 실행 시간은 메일과 웹응용에서 약 53%의 시간단축을 달성하였다. w 가 2.0일 때는 대역폭에서는 약 10%, 실행시간은 최대 28%의 개선이 있었다. 두 경우 모두 다른 성능기준에서는 상호 비슷한 결과를 얻었다.

표 8: $w = 2.0$ 일 때 성능비교

가중치 $w=2.0$	응용	SAFETY	MAIL	WWW	VoIP	IPTV
평균대역폭(β_d)	NTCR(A)	3,444.20	3,507.75	3,873.20	3,479.30	6,242.10
	A/B(%)	100.00%	100.00%	90.57%	100.00%	94.57%
	MWR(B)	3,444.20	3,507.75	4,276.40	3,479.30	6,600.60
평균비용(C_d)	NTCR(A)	98,070.00	25,265.00	29,710.00	20,780.00	47,840.00
	A/B(%)	100.00%	100.00%	100.20%	100.00%	100.36%
	MWR(B)	98,070.00	25,265.00	29,650.00	20,780.00	47,670.00
평균지연시간(D_d)	NTCR(A)	9.98	497.84	398.27	18.65	47.79
	A/B(%)	100.00%	100.00%	100.04%	100.00%	100.36%
	MWR(B)	9.98	497.84	398.13	18.65	47.62
평균활용수(H_d)	NTCR(A)	7.95	7.93	7.91	7.88	7.94
	A/B(%)	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.13%
	MWR(B)	7.95	7.93	7.91	7.88	7.93
평균실행시간(T_d)	NTCR(A)	0.08	0.11	0.14	0.08	0.09
	A/B(%)	72.73%	122.22%	100.00%	88.89%	81.82%
	MWR(B)	0.11	0.09	0.14	0.09	0.11

표 9: $w = 1000.0$ 일 때 성능비교

가중치 $w=1000.0$	응용	SAFETY	MAIL	WWW	VoIP	IPTV
평균대역폭(β_d)	NTCR(A)	3,803.70	50,913.06	870,061.94	386,439.63	684,733.88
	A/B(%)	98.20%	100.00%	102.35%	100.00%	99.97%
	MWR(B)	3,873.60	50,913.06	850,118.50	386,439.63	684,933.94
평균비용(C_d)	NTCR(A)	97,880.00	713,850.44	398,927.88	849,168.25	28,270.00
	A/B(%)	100.04%	100.00%	62.51%	100.00%	99.30%
	MWR(B)	97,840.00	713,850.44	638,209.44	849,168.25	28,470.00
평균지연시간(D_d)	NTCR(A)	803.52	497.90	398.15	218.23	36.49
	A/B(%)	98.17%	100.00%	100.14%	100.00%	100.83%
	MWR(B)	818.51	497.90	397.58	218.23	36.19
평균활용수(H_d)	NTCR(A)	7.97	7.92	7.90	7.90	9.41
	A/B(%)	100.00%	100.00%	99.50%	100.00%	101.18%
	MWR(B)	7.97	7.92	7.94	7.90	9.30
평균실행시간(T_d)	NTCR(A)	0.03	0.08	0.06	0.11	0.08
	A/B(%)	37.50%	400.00%	120.00%	78.57%	57.14%
	MWR(B)	0.08	0.02	0.05	0.14	0.14

캐리어가 응용의 요구특성을 만족하지 못하면 그 캐리어를 채택하지 못하게 하는 의미를 가지는 가중치 w 가 1000.0일 때(표 9) 대역폭과 비용 측면에서 부분적으로 다소간의 개선결과를 얻었고, 실행시간은 안전응용에서 최대 62% 줄여 결과를 얻었으나 메일응용에서는 4배의 시간이 드는 결과가 나왔다. 이것은 응용의 요구를 만족하는 캐리어만으로 경로를 만드는 과정에서 메일 응용의 특성에 맞는 캐리어를 찾는 시간이 더 소요되었음을 뜻한다. 그러나 NTCR 방식이 최적 캐리어를 찾는 방법이 MWR에서 전체 특성을 개별적으로 캐리어간에 모두 비교하여 그 우위에 있는 특성을 가장 많이 가진 캐리어를 찾는 것보다 훨씬 단순하기 때문에 전반적으로 실행시간을 크게 단축할 수 있었다. 거기다 대역폭 활용측면에서도 MWR에 비해 유의미한 성능개선이 이루어짐을 확인하였다.

5. 결 론

선박에서 이용할 수 있는 여러 캐리어를 선택적으로 이용하여 최적의 성능을 보이는 전송경로를 찾는 기존의 MWR 경로배정방식의 최적 캐리어 선택방식의 시간복잡도를 크게 개선시킨 정규화된 전송특성을 이용한 NTCR 경로배정방식을 제안하였다. MWR에 비해 알고리즘 실행시간이 전반적으로 크게 짧아졌음을 실험을 통해 확인하였다. 거기에 더하여 탐색된 경로의 성능을 규정하는 지표 가운데 하나인 대역폭적합도 측면에서도 의미 있는 성능개선효과를 얻었다.

참고문헌

- [1] I.Chlamtac, M. Coti, J J.-N. Liu, "Mobile ad hoc networking: imperatives and challenges," Ad Hoc Networks 1, pp. 13-64, Elsevier, 2003.
- [2] 손주영, 문성미, "다중무선매체 해상통신망을 위한 최대승수기반 경로배정 프로토콜(MWR)", 한국마린엔지니어링학회지, 제34권, 제8호, pp. 1159-1164, 2010.
- [3] M. Abolhasan, T. Wysocki, E. Dutkiewicz, "A review of routing protocols for mobile ad hoc networks," Ad Hoc Networks 2, pp. 1-22, Elsevier, 2004.
- [4] 이윤도, 이호진, 권태경, 최양희, 손주영, "해상 MANET을 위한 항로 기반 버텍스 중심 라우팅 프로토콜", 한국통신학회 하계종합학술발표회 논문초록집, pp. 283-283, 2006.
- [5] 손주영, "선박 애드 혹 네트워크를 위한 확장탐색구역 경로배정 프로토콜", 한국마린엔지니어링학회지, 제32권, 제8호, pp. 1269-1277, 2008.
- [6] 손주영, "선박 애드 혹 네트워크를 위한 부채꼴 탐색구역 경로배정 프로토콜", 한국정보과학회 논문지, 제35권, 제6호, pp. 521-528, 2008.
- [7] 손주영, 문성미, "선박 애드 혹 네트워크에 적합한 복합적 항로기반 경로배정 프로토콜", 한국마린엔지니어링학회지, 제32권, 제5호, pp. 77-84, 2008.
- [8] 손주영, "다중무선매체로 중첩된 해상데이터망을 위한 최다승기반 홉 단위 최적매체 경로배정 프로토콜", 한국마린엔지니어링학회지, 제35권, 제5호, pp. 667-674, 2011.

저자소개



손주영(孫周永)

1981년~1985년 서울대학교 계산통계학과 졸업, 1991년~1993년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업 공학석사, 1993년~1997년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업 공학박사, 1985년~1998년 LG전자(주) 미디어통신연구소 책임연구원, 1998년~현재 한국해양대학교 IT공학부 정교수. 관심분야: 고속 해양통신망 프로토콜, e-Navigation, Ad-hoc AIS & GMDSS, MANET, WMN