

차량의 이동속도와 이동방향을 고려한 SARPE 시스템 설계

(A Design of an SARPE System considering the
moving speed and direction of a vehicle)

이 병 관*, 정 은 희**, 정 이 나***

(ByungKwan Lee, Eun Hee Jeong, and INa Jung)

요 약 본 논문에서는 ITS(Intelligent Transport System)인 VANET 환경에서 사고발생 시에 차량 속도와 방위각을 이용하여 경로 단절을 최소화시키면서 응급메시지를 신속하고 정확하게 전송할 수 있는 SARPE(Speed and Azimuth based Routing Protocol for Emergency) 시스템을 제안한다. SARPE 시스템은 다중 경로 탐색 및 경로 선정 작업 시에 불필요한 메시지 및 작업량을 최소화하기 위하여 방위각을 기반으로 경로 탐색을 수행하고, 근원지와 목적지 차량의 평균 속도와 탐색한 경로 내 차량 속도(최대속도, 최소속도)의 차를 이용하여 경로 단절 발생 확률이 적은 경로를 선택한다. 그 결과, 경로 단절로 인해 생기는 경로 재탐색 작업을 최소화하며, 응급메시지를 신속하고 정확하게 전송할 수 있다.

핵심주제어 : SARPE, MD-AOMDV, 방위각, 최고속도, 최저속도, 속도 차, 다중경로

Abstract This paper proposes a design of SARPE(Speed and Azimuth based Routing Protocol for Emergency) system which transfers an emergency message rapidly and accurately by minimizing path disconnection with a vehicle's speed and azimuth in case of accidents. The SARPE system accomplishes the path search based on an azimuth in order to minimize unnecessary messages and workload. It also selects the paths with the lowest probability that the path disconnection will happen by using the difference between the speed(maximum, minimum) of intermediate nodes and the average speed of a source node and destination node. Therefore, this paper minimizes the path resetting work happening due to path disconnection and transfers an emergency message rapidly and accurately.

Key Words : SARPE, MD-AOMDV, Azimuth, Maximum speed, Minimum speed, Speed Difference, Multipath

1. 서 론

전 세계적으로 차량의 수가 점점 증가하고 있고, 이들의 사고 역시 비례하게 증가하고 있다. 따라서 운전

자들의 사고 방지를 위한 실시간 충돌 방지와 위험 알림 서비스 필요성 역시 증가하고 있다. 그래서 ITS(Intelligent Transportation System)는 점점 중요한 연구주제가 되고 있다. 기존의 ITS 연구들로는 R2V(Road to Vehicle) 통신을 위한 PATH[1]와 Auto21[2]가 있다. 이들의 단점은 기존의 도로에 네트워크 기반 시설을 추가해야 하고, 도로의 크기가 너무

* 관동대학교 컴퓨터학과, 제1저자

** 강원대학교 지역경제학과, 교신저자
(e-mail:jeongeh@kangwon.ac.kr)

*** 관동대학교 전자계산공학과, 제2저자

크기 때문에 기반 시설의 관리를 위한 비용과 노력이 매우 큰 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 V2V(Vehicle to Vehicle)과 RVC를 혼합 사용하는 방법이 연구되었으며, 그 연구로는 DOLPHINE[3]과 DEMO2002[4], FeetNet[5]이 있다. 하지만 여전히 도로의 기반 시설을 사용해야 한다는 단점이 있다. 그래서 모든 기반시설의 비용이 필요 없는 V2V 기술의 연구가 중요하다[6].

하지만, V2V에서는 빈번한 차량 이동으로 인한 잦은 토폴로지 변동으로 차량 간 메시지 전송 경로가 빈번하게 끊어지게 된다. 본 논문에서는 이러한 전송 경로의 단절을 방지하기 위해 차량의 이동속도와 이동방향을 이용하는 SARPE(Speed and Azimuth based Routing Protocol for Emergency) 시스템을 제안한다. SARPE 시스템은 AOMDV를 확장한 다중 경로 프로토콜로 도로 내에서 발생하는 응급메시지를 인근차량, 응급센터에 신속하게 전달하여 낮은 오버헤드, 낮은 패킷 손실율, 그리고 신뢰성을 향상시키고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구인 AOMDV 라우팅 프로토콜을 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제안하는 SARPE 시스템을 설계한다. 그리고 4장에서는 3장에서 설계한 SARPE 시스템을 분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 AOMDV Routing Protocol

AOMDV(Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector) 프로토콜은 단일 경로를 가지는 AODV 프로토콜의 확장으로 경로 상의 루프가 없고 링크 독립 다중 경로를 지원하는 것을 특징으로 하는 라우팅 프로토콜이다. AOMDV의 각 노드는 루프 방지를 위해 공개용 홉 카운트를 이용한다. 공개용 홉 카운트는 시퀀스 번호가 변경될 때마다 즉, 경로를 탐색할 때마다 업데이트되며 현재 노드가 목적지까지 도달하는데 탐색한 경로 중 가장 큰 값을 사용하게 된다. 공개용 홉 카운트(Advertised Hop Count)를 구하는 공식은 식 (1)과 같다[7].

$$\begin{aligned} & Adveritised\ hop\ Count_i^d \\ & = \max_k |(\neq xthop_k, hopcount_k) \in routelist_i^d| \end{aligned} \quad (1)$$

식(1)에서 i 는 현재 노드, d 는 목적지 노드, k 는 발견한 경로 수를 의미한다. 식(1)의 공개용 홉 카운트는 중간 노드에서 경로 설정을 위해 이웃 노드에게 경로를 전달 받았을 경우 자신의 공개 홉 카운트와 전달받은 경로의 홉 카운트를 비교하여 더 작을 경우에만 경로를 추가하여 루프를 방지하는 방식이다.

AOMDV에서 근원지 노드가 목적지 노드까지의 경로를 필요로 할 때, 근원지 노드는 RREQ 메시지를 브로드캐스팅함으로써 경로 탐색 절차를 시작한다. 이때 중간 노드는 서로 다른 곳에서 온 RREQ를 버리지 않는데, 이것은 RREQ에서 얻어진 정보를 통해 잠재적인 역경로를 찾을 수 있을지도 모르기 때문이다. 만약 새로운 RREQ 메시지가 Loop-free한 상태를 보장하고 다른 마지막 홉 노드에서 온 것이라면, 근원지 노드로 향하는 새로운 역경로가 중간 노드에 기록된다. 만약 중간 노드가 하나 혹은 그 이상의 목적지 노드로의 유효한 전달 경로를 알고 있다면 RREP 패킷은 그 역경로를 따라 근원지 노드로 전달된다. 목적지 노드에서는 복수의 링크 독립 경로를 얻기 위해 하나 이상의 RREQ를 받을 때, 각 RREQ에 대한 복수의 RREP 메시지를 전송하게 된다[8].

AOMDV의 라우팅 테이블은 AODV 라우팅 테이블과 거의 비슷하다. 표 1은 AODV와 AOMDV 라우팅 테이블을 설명한 것이다[9,10]. 표 1(b)의 AOMDV의 라우팅 테이블에는 루프 방지에 이용하는 공개용 홉 수(Advertised hop count)와 다중 경로를 저장하는 Route list가 있다. 이때 경로를 식별하기 위해 first hop을 사용한다.

<표 1> AODV와 AOMDV 라우팅 테이블
<Table 1> The routing table AODV and AOMDV

(a) AODV 라우팅 테이블

Destination	Sequence	hop count	next hop
-------------	----------	-----------	----------

(b) AOMDV 라우팅 테이블

Destination	Sequence	Advertised hop count	Route list		
			hop count	next hop	first hop
		
			hop count	next hop	first hop

표 2는 AOMDV의 RREQ와 RREP 메시지의 구조를 설명한 것이다. AOMDV의 RREQ 메시지에는 Time stamp와 First hop이 추가되었고, AOMDV의 RREP 메시지는 RREP ID와 First Hop이 추가 되었다.

<표 2> AOMDV의 RREQ, RREP 메시지

<Table 2> The RREQ and RREP message of AOMDV

(a) RREQ 메시지 구조

Type	Reserved	Reserved	Hop count
RREQ ID			
Destination IP Address			
Destination Sequence Number			
Source IP Address			
Source Sequence Number			
Time Stamp			
First hop			

(b) RREP 메시지 구조

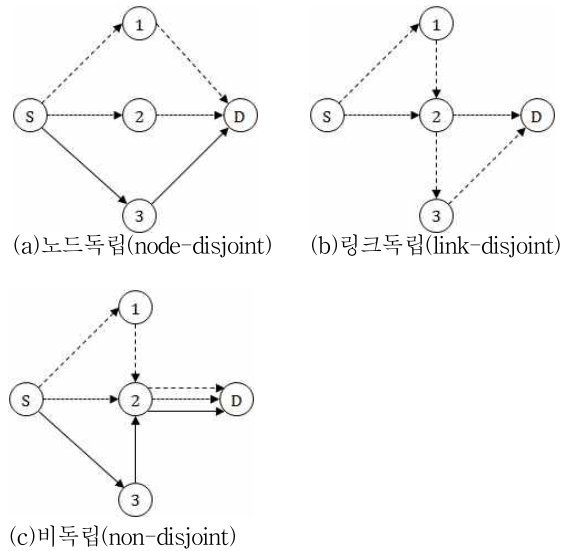
Type	Reserved	Reserved	Hop count
Destination IP Address			
Destination Sequence Number			
Source IP Address			
Life Time			
Time Stamp			
RREP ID			
First hop			

본 논문에서 제안하는 SARPE 시스템은 다중 경로 라우팅 기법인 AOMDV에 차량 이동 속도와 이동방향에 따른 메시지 전송 범위를 선정하여 메시지 전송 경로를 선정하도록 설계하여 차량 이동 속도로 인한 경로 단절 발생을 줄이고자 한다.

2.2 다중 경로 라우팅

다중 경로 라우팅 프로토콜은 그림 1에서 설명하고 있는 것처럼 노드 독립, 링크 독립, 비독립(노드와 링크 중복)으로 분류할 수 있다[7,8].

그림 1(a)는 근원지 노드와 목적지 노드를 제외한 나머지 노드들은 하나의 경로에서만 사용될 수 있는 노드 독립 방식이고, 그림 1(b)는 각 노드들이 복수의 경로에 공유는 되지만 링크가 중복되지 않는 링크 독립 방식이다. 그리고 그림 1(c)는 노드와 링크가 모두 공유하는 비독립 방식을 설명한 것이다.



<그림 1> 다중 경로 분류

<Fig 1> Classification of multipath

그림 1(a)의 노드 독립 방식은 그림 1(b)의 링크 독립 방식에 비해 보다 안정적이고 특정 노드의 문제로 인한 경로 단절 시 크게 영향을 받지 않고 대체 경로를 사용하여 전송할 수 있는 장점이 있다. 하지만 그만큼 조건이 엄격하기 때문에 링크 독립 방식에 비해 다양한 경로를 획득하기 어려운 단점이 있어, 링크 독립 방식이 노드 독립 방식에 비해 효과적이라고 할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 SARPE 시스템은 그림 1(c)의 노드와 링크를 모두 공유하는 비독립 방식을 사용하여 다중 경로를 생성하도록 설계한다. 하지만 제안하는 SARPE 시스템은 차량이동 방향에 따라 메시지 전송 범위가 제한되므로 기존의 AOMDV에서 생성되는 다중 경로의 수에 비해 적게 생성하고, 다중 경로 생성 시간을 줄이고자 한다.

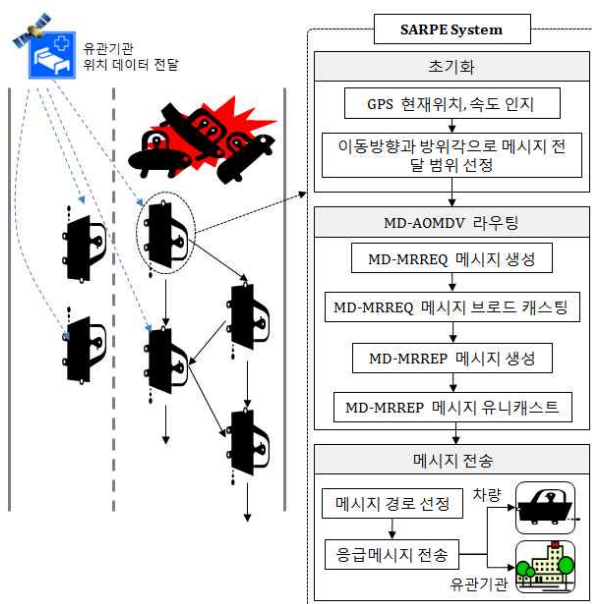
3. SARPE 시스템 설계

본 논문에서는 차량 속도와 방위각을 이용하여 V2V통신에서 빈번하게 발생하는 경로 단절을 해결하고, 응급 메시지를 인근 차량으로 신속하게 전달하거나 유관기관을 목적지 좌표로 설정하여 사고 발생 메시지를 가장 최적화된 경로로 전송하는 SARPE 시스템

템을 제안한다.

SARPE 시스템은 모든 차량에 GPS가 부착되어 있어 차량의 이동방향과 이동속도를 감지할 수 있고, SARPE 시스템은 도로에 진입한 모든 차량에게 차량의 위치에서 가장 가까운 병원에 위치를 브로드캐스트 한다고 가정한다.

그림 2는 SARPE 시스템의 구성과 전체 흐름도를 설명한 것이다.



<그림 2> SARPE 구성 및 흐름도

<Fig 2>The component and flowchart of SARPE

3.1 초기화 설정

SARPE 시스템은 도로에 진입하는 모든 차량은 다음과 같은 초기화작업을 진행한다.

첫째, 모든 차량은 차량의 GPS를 이용하여 현재 차량 위치를 파악한다.

둘째, 모든 차량은 차량의 현재 속도를 감지한다.

셋째, 모든 차량은 SARPE 시스템으로부터 현재 차량의 위치에서 가장 근접한 응급센터 등의 유관기관 정보를 수신 받는다.

넷째, 모든 차량은 차량 이동 방향에 따라 응급메시지 또는 경로설정요청 메시지인 MD-MRREQ를 전송할 범위를 설정한다.

3.2 MD-AOMDV 라우팅 설계

본 논문에서는 경로 단절이 빈번한 도심 환경에서 발생하는 응급메시지를 차량의 이동 방향을 고려한 방위각과 차량의 최대속도, 최소속도를 이용하여 최적화된 경로를 선정하여 전송하는 MD-AOMDV (Maximum speed and Direction-AOMDV) 라우팅을 설계한다.

3.2.1 MD-AOMDV 메시지

본 논문에서 제안하는 MD-AOMDV의 경로 선정 요청 메시지인 MD-MRREQ(MD- Multipath RREQ) 메시지 구조는 표 3(a)와 같다.

MD-MRREQ메시지는 기존의 AOMDV의 RREQ 메시지 구조에 Maximum speed of intermediate nodes 필드, Minimum speed of intermediate nodes 필드, 그리고 Direction ID 필드를 추가하였다. Maximum speed of intermediate nodes 필드에는 중간 노드들의 속도 중에서 최고 속도를 저장하고, Minimum speed of intermediate node 필드에는 중간노드들의 속도 중에서 최저 속도를 저장한다. SARPE 시스템은 이 필드 값을 이용하여 근원지와 목적지와 비슷한 속도를 갖는 중간 노드를 선택하여 메시지를 전달함으로써 속도 차이로 발생하는 경로 단절을 해결하고자 한다. 차량의 이동방향 ID를 저장하는 Direction ID 필드는 이동방향에 맞는 방위각 범위를 설정하고, 이 방위각 내에 있는 노드에게만 브로드캐스팅 함으로써 불필요한 메시지 생성 및 오버헤드를 감소시켜 채널의 자원 또한 절약할 수 있도록 한다.

MD-AOMDV는 근원지 노드로부터 맨 처음에 MD-MRREQ를 전달받은 노드의 ID를 First Hop 필드에 기록하여, 다중 경로를 설정할 때 사용한다.

본 논문에서 제안하는 MD-AOMDV의 경로 선정 요청 메시지인 MD-MRREP(MD-Multipath RREP) 메시지 구조는 표 3(b)와 같다. MD-MRREP에도 MD-MRREQ 메시지와 마찬가지로 경로의 중간 노드들의 최고 속도와 최저 속도를 각각 저장하는 Maximum speed of intermediate nodes 필드와 Minimum speed of intermediate node 필드, 그리고 목적지 노드의 속도를 기록하는 Destination speed 필드를 추가한다.

추가된 이 필드들은 SARPE 시스템이 최종 경로를

설정할 때, 근원지 속도와 MD-MRREP의 Destination speed 필드에 저장되어 있는 목적지 속도의 평균값과 Maximum speed of intermediate nodes 필드, Minimum speed of intermediate nodes 필드의 값과 비교하여 속도 차이가 작은 경로를 최종 경로로 설정한다.

<표 3> MD-AOMDV 메시지
<Table 3> The message of MD-AOMDV

(a) MD-MRREQ 메시지 구조

Type	Reserved	Reserved	Hop Count
Broadcast ID			
Destination IP Address			
Destination Sequence Number			
Source IP Address			
Source Sequence Number			
Time Stamp			
Maximum speed of intermediate nodes		Minimum speed of intermediate nodes	
First Hop		Direction ID	

(b) MD-MRREP 메시지 구조

Type	Reserved	Reserved	Hop Count
Destination IP Address			
Destination Sequence Number			
Source IP Address			
Lifetime			
Time Stamp			
Maximum speed of intermediate nodes		Minimum speed of intermediate nodes	
Destination Speed			
First Hop			

3.2.2 MD-AOMDV 라우팅 테이블 설계

본 논문에서 제안하는 MD-AOMDV 라우팅 테이블의 구조는 표 4에서 설명하고 있다. SARPE 시스템에서 근원지 노드는 여러 개의 MD-MRREP를 전달받고, 전달받은 MD-MRREP의 메시지에서 목적지 노드의 차량 속도를 저장하고 있는 Destination speed 필드를 확인한다. 그리고 근원지 노드는 목적지 노드의 속도로 평균 속도를 구한다. 그리고 이 평균 속도와 MD-MRREP 메시지의 Maximum speed of intermediate nodes 필드와 Minimum speed of intermediate nodes 필드에 저장되어 있는 중간노드들의 최대 속도와 최소속도를 이용하여 각각의 차이를 계산한 후, 차이가 큰 값을 MD-AOMDV 라우팅 테이블의 SD(Speed difference) 필드에 저장한다.

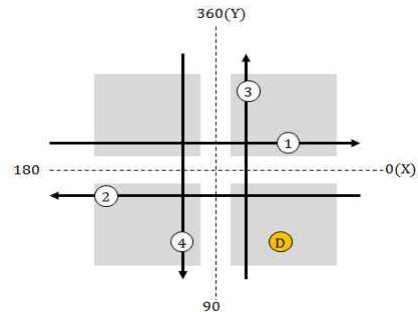
<표 4> MD-AOMDV 라우팅 테이블
<Table 4> The routing table of MD-AOMDV

Destination	Sequence	Advertised hop count	Route list			
			hop count	next hop	first hop	SD
		
			hop count	next hop	first hop	SD

SARPE 시스템은 응급 메시지를 전달할 때 다중 경로 중에서 SD가 가장 작은 경로를 선정함으로써 차량 이동 속도에 따른 경로 단절 문제점을 줄이고자 한다.

3.3 메시지 전송 경로 선정

SARPE 시스템은 차량의 이동 방향에 따라 MD-MRREQ 메시지 전달 범위를 설정하기 위하여, 차량 GPS로 현재 자신의 위치를 기준으로 이동 방향에 맞는 이동방향 ID를 정하고, 목적지의 위치에 따라 이동방향 ID에 맞는 방위각을 찾는다.



가장 큰 방향 변경 좌표	이동 방향 ID	방위각 범위 (목적지위치 기준)
X축의 양수 변경	1	180~360 90~180
X축의 음수 변경	2	0~90 360~0
Y축의 양수 변경	3	0~90 90~180
Y축의 음수 변경	4	180~360 360~0

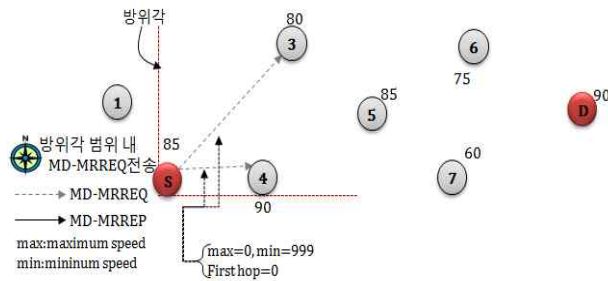
<그림 3> 이동 방향 ID 에 따른 방위각 범위

<Fig 3> The range of azimuth according to direction ID

SARPE 시스템은 그림 3에서처럼 ③번 방향으로 이동하는 차량에서 사고가 발생하였다면, Direction ID

필드에 3을 지정하고, 목적지 D의 위치에 따라 방위각 범위를 0~90으로 정하여 MD-MRREQ 메시지를 전달한다. 즉, MD-MRREQ 메시지를 전달받을 범위는 사고가 발생한 지역을 기준으로 목적지 D가 있는 방위각 0~90 범위에 있는 차량에게만 MD-MRREQ를 전달함으로써 자신보다 앞에 있는 차량을 제외하고 뒤따르는 차량에게만 메시지를 전달한다.

본 논문에서 제안하는 MD-MRREQ와 MD-MRREP 메시지 전송 경로 선정 절차는 다음과 같다. [1 단계] 근원지 노드 S는 자신의 이동 방향 ID에 따라 방위각 범위에 있는 노드에게 MD-MRREQ를 생성하여 브로드캐스트 한다. 즉, 그림 4의 근원지 노드 S의 이동방향 ID가 2이라고 할 때, 목적지 D로 방위각 360~0에 있는 이웃 노드인 ③, ④에게 Maximum speed of intermediate nodes=0, Minimum speed of intermediate nodes=999, First hop=0을 가진 MD-MRREQ 메시지를 브로드캐스트 한다.

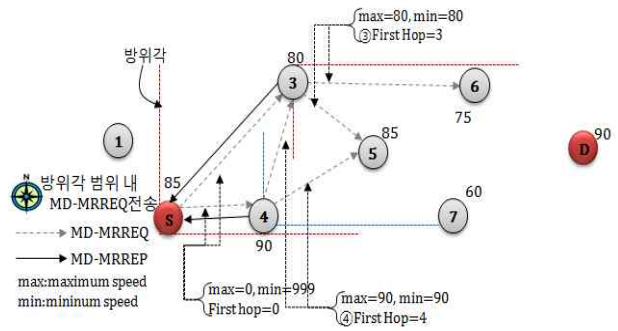


<그림 4> MD-AOMDV의 다중경로요청절차(1)

<Fig 4> the multipath request procedure of MD-AOMDV(1)

[2 단계] 그림 5처럼 MD-MRREQ를 전달받은 중간 노드인 ③, ④는 역경로를 기록하고, 노드 ③은 MD-MRREQ의 Maximum speed of intermediate nodes 필드와 Minimum speed of intermediate nodes 필드에 노드 ③ 자신의 속도를 저장하고, First hop은 노드 ③을 저장한다. 그리고 노드 ③은 목적지를 기준으로 방위각 0~90 범위 내에 있는 노드 ⑤, ⑥에 MD-MRREQ 메시지를 브로드캐스팅 한다.

노드 ④는 MD-MRREQ의 Maximum speed of intermediate nodes 필드와 Minimum speed of intermediate nodes 필드에 노드 ④ 자신의 속도를 저장하고, First hop은 노드 ④를 저장하고, 방위각에 속

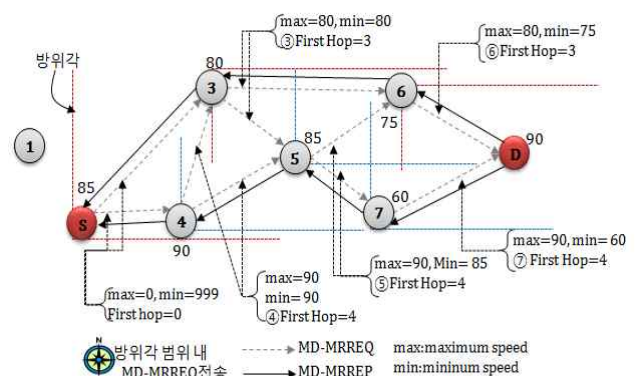


<그림 5> MD-AOMDV의 다중경로요청절차(2)

<Fig 5> The multipath request procedure of MD-AOMDV(2)

하는 이웃 노드인 ③, ⑤, ⑦에게 MD-MRREQ 메시지를 브로드캐스트 한다. 이때, 중간노드 ③은 ⑤와 ④로부터 MD-MRREQ 메시지를 중복하여 받지만 라우팅 테이블에 기록은 하지 이웃노드에 브로드캐스팅 하지 않는다.

[3 단계] 그림 6처럼 중간 노드인 ⑤, ⑥, ⑦는 목적지 노드가 아니므로 MD-MRREQ의 Maximum speed of intermediate nodes 필드의 속도와 자신의 속도를 비교하여 큰 값을 구한 후, 다시 Maximum speed of intermediate nodes 필드에 저장하고, Minimum speed of intermediate nodes 필드의 속도와 비교하여 작은 값을 Minimum speed of intermediate nodes 필드에 저장한다. 그리고 MD-MRREQ 메시지 내의 Direction ID 필드 값에 해당되는 노드들에게 MD-MRREQ를 브로드캐스트 한다.



<그림 6> MD-AOMDV의 다중경로 선정절차(3)

<Fig 6> the multipath request procedure of MD-AOMDV(3)

[4 단계] SARPE 시스템은 MD-MRREQ 메시지의 임계치(k)를 지정하여 임계치 간격만큼 전달받은 MD-MRREQ에 대해 MD-MRREP를 전달한다. 이때, 목적지 노드는 MD-MRREP에 MD-MRREQ의 Destination speed 필드에 목적지 노드의 속도를 저장하여 전달한다.

[5 단계] 근원지 노드는 S-③-⑥-D와 S-④-⑤-⑦-D인 다중 경로를 전달받고, MD-MRREP의 Destination speed 필드를 확인하여 근원지 속도와 목적지 속도의 평균값을 구한다. 그리고 이 평균값과 Maximum speed of intermediate nodes 필드, Minimum speed of intermediate nodes 필드의 최대 속도와 최저 속도의 차를 계산한 후, 둘 중 큰 값을 라우팅 테이블의 SD에 기록한다.

[6 단계] SARPE 시스템은 근원지의 라우팅 테이블 SD필드의 값이 적을수록 근원지와 목적지가 가장 비슷한 속도로 이동하는 차량이므로 이동 속도로 인한 경로 단절을 줄일 수 있다고 판단하여, SD가 적은 경로를 최종 메시지를 보낼 경로로 선택한다.

[7 단계] SARPE 시스템은 6단계에서 선정된 경로로 응급메시지를 전달한다.

4. 성능 분석

본 논문에서 제안한 SARPE 시스템은 차량 이동 속도와 이동방향을 고려한 방위각을 이용한 MD-AOMDV로 경로단절 및 불필요한 메시지 생성을 최소화 하는데 목적을 두고 있다. MD-AOMDV에서 사용되는 방위각은 기존의 AODV 및 AOMDV에서 사용되는 RREQ 메시지의 브로드 캐스팅 전달 범위를 설정하는 것이다.

SARPE 시스템의 MD-AOMDV 평가는 NS-2 시뮬레이터[11]를 이용하였고, AOMDV의 소스를 수정하여 실험하였다[12]. 모의실험은 10개의 노드를 그림 7과 같이 배치하고, 근원지 노드로부터 목적지 노드 D로 정하였으며, 그 외 실험 파라미터는 표 5와 같다.

노드의 이동 속도는 1에서 10 사이로 선정하였으며, 그림 8(b)는 노드의 이동 속도에 따라 노드의 위치가 변경된 것을 설명한 것이다.

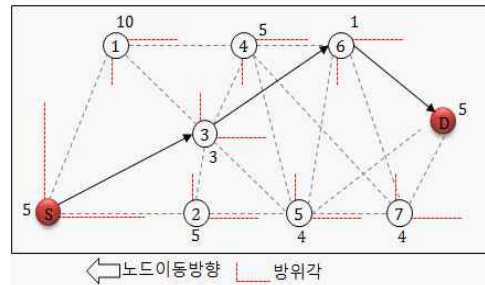
각 노드의 이동 속도가 그림 7(a)과 같다고 가정하였을 때, 기존 AOMDV의 다중 경로 중 가장 우선순

<표 5> 실험 파라미터

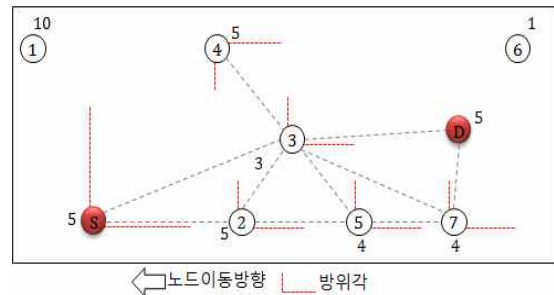
<Table 5> The simulation parameters

파라미터 이름	파라미터 값
Protocol	AOMDV, MD-AOMDV
Simulation time	10 sec
Simulation Area	1000×1000m
Nodes numbers	9
Transmission range	250m
Max. speed(m/s)	10
Min. speed(m/s)	1
Packet type	UDP, CBR
Packet size	1000 Bytes
CBR rate	512KB/s

위 되는 경로는 근원지 S로 시작하여 노드 3, 노드 6을 거쳐 목적지 D에 도달하는 경로이다. 하지만 그림 7(a)과 같은 속도로 이동하는 경우 시간이 지남에 따라 그림 7(b)과 같이 경로를 이탈하거나 근원지와 목적지 근방에 존재하지 않는 경우가 발생한다.



(a) 차량 속도(이동전)



(b) 차량속도(이동후)

<그림 7> 시뮬레이션을 위한 노드 위치 및 속도

<Fig. 7> Node position and speed for simulation

즉, 그림 7(a)의 경우 노드 1은 근원지와 이웃되어 있었으나 매우 빠른 속도로 인해, 그림 7(b)처럼 근원지보다 앞으로 이동하게 되므로 MD-AOMDV의 메시

지 전달 범위에 해당하지 않아 메시지 전달 경로에서 제외된다. 그리고 그림 7(a)의 노드 6은 느린 이동 속도로 인해 그림 7(b)처럼 목적지 노드의 뒤로 이동하게 되므로 메시지 전달 경로에서 제외된다.

표 6는 그림 7과 같은 속도와 이동방향으로 이동하는 노드들로 탐색된 경로 27개중에 Hop count가 4이한 것만을 발췌한 것이다. SARPE 시스템은 27개의 경로를 모두 근원지 노드의 라우팅 테이블에 저장하는 것이 아니라, 그 중에서 Hop count가 3이하인 경로만을 라우팅 테이블에 저장하여 다중 경로에 포함시킨다.

기존의 AOMDV에서는 평균적으로 홉 카운트가 가장 짧은 경로로 메시지를 전달한다. 즉, 기존의 AOMDV는 그림 7(a)와 같은 경우 표 5에서 탐색한 경로 중 홉 카운트가 가장 짧은 S-3-6-D를 선택하여 메시지가 전송 되겠지만 그림 7(b)와 같이 이동 속도로 인한 경로 단절이 발생할 가능성이 매우 높다. 이때마다 AOMDV는 경로를 계속 변경하여야 하며 라우팅 테이블을 계속 참조 및 조회하게 된다.

<표 6> MD-AOMDV의 다중 경로

<Table 6> The multipath of MD-AOMDV

근원지	중간노드	목적지
S	1-3-4-6	D
	1-3-4-5	
	1-3-6	
	1-3-6-7	
	1-4-6	
	1-4-5	
	1-4-7	
	1-4-5-6	
	1-4-5-7	
	3-4-6	
	3-4-5	
	3-4-5-6	
	3-4-5-7	
	3-4-6-7	
	3-6	
	2-3-4-6	
	2-3-6	
	2-3-4-5	
	2-5-7	
	2-5-6	
	2-5-6-7	

본 논문에서는 제안하는 MD-AOMDV는 이를 방지하기 위하여 경로의 중간 노드에 대한 최대 속도와

최소 속도를 계산하여 근원지와 목적지의 평균 속도와 가장 유사한 노드를 가진 경로를 선택하도록 한다.

<표 7> MD-AOMDV 다중경로의 SD 비교

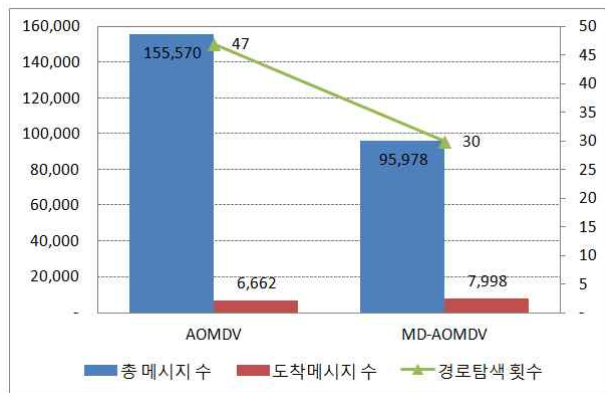
<Table 7> The SD comparison of multipath on MD-AOMDV

경로	최대값	최소값	최대값SD	최소값SD	SD
S-1-3-6-D	10	1	5	4	5
S-1-4-5-D	10	4	5	1	5
S-1-4-6-D	10	1	5	4	5
S-1-4-7-D	10	4	5	1	5
S-2-3-6-D	5	1	0	4	4
S-2-5-7-D	5	4	0	1	1
S-2-5-6-D	5	1	0	4	4
S-3-4-6-D	5	1	0	4	4
S-3-4-5-D	5	3	0	2	2
S-3-6-D	3	1	2	4	4

표 6에서 홉 카운트가 3이하인 경로에 대한 중간노드들의 최대 속도와 최소 속도를 찾고, 이 값들로 각각의 최대값 SD와 최소값 SD를 계산한 후, 두 값 중에서 큰 값이 SD로 선정한 결과가 표 7이다. 이때, SARPE 시스템은 SD가 가장 적은 S-2-5-7-D를 경로로 선택하여 경로 단절을 줄인다.

본 논문에서 제안한 MD-AOMDV와 기존 AOMDV에서 선택한 경로를 그림 8과 같이 설정하여 패킷을 지속적으로 전송하면, 그 결과는 그림 8과 같다. AOMDV에서 경로 탐색 및 메시지 전송 과정에서 생성되는 총 메시지는 155,570개가 생성되었으며 도착 메시지는 6,662개로 4.28%의 전송률을 가지며 MD-AOMDV는 경로 탐색 및 메시지 전송에 95,978개의 메시지를 생성하고 7,998개의 도착 메시지가 전송되어 전송률 8.33%를 갖는다. 또한 경로 탐색 메시지는 AOMDV는 47개가 생성하는 반면 MD-AOMDV는 30개의 메시지를 생성하여 17개의 불필요한 메시지 생성을 줄인 것을 볼 수 있다.

이와 같이 차량의 이동속도와 이동 방향에 따라 메시지를 전달하는 방위각을 정하여 메시지 전송 경로를 선정하는 MD-AOMDV는 차량 이동 속도로 인한 경로단절로 발생하는 줄임으로써 같은 시간에 더 많은 메시지를 전송하는 것으로 나타났다.



<그림 8> AOMDV와 MD-AOMDV 비교
 <Fig. 8> The comparison of AOMDV and MD-AOMDV

5. 결 론

본 논문에서는 차량 이동 속도와 이동 방향으로 인한 잦은 토폴로지 변경으로 발생하는 빈번한 경로 단절을 방지하기 위해 차량의 이동속도와 이동 방향을 이용하는 SARPE(Speed and Azimuth based Routing Protocol for Emergency) 시스템을 제안하였다.

모의실험 결과에 따르면, 기존의 AOMDV보다 본 논문에서 제안한 MD-AOMDV의 경로 탐색 횟수가 17회 감소하였으며, 총 메시지 수의 생성이 약 62% 감소되었으며, 메시지 전송률은 약 4%가 증가하였다.

따라서 본 논문에서 제안한 SARPE 시스템은 차량 이동 속도를 고려하여 메시지 전송 경로를 선정함으로써 차량 속도로 인한 경로 단절을 감소시켜 경로 탐색 횟수를 줄였고, 차량 이동 방향에 따라 메시지 전송 범위를 선정함으로써 불필요한 메시지 생성을 줄였을 뿐만 아니라 메시지 전송률은 향상시켰다고 볼 수 있다.

그 결과, SARPE 시스템은 도로 내에서 발생하는 응급메시지를 인근차량, 응급센터에 신속하게 전달하여 낮은 오버헤드, 낮은 패킷 손실율, 그리고 신뢰성을 향상시켰다고 할 수 있다.

REFERENCES

- [1] J. Luo and J. Hubaux, "A survey of inter-vehicle communication," EPFL, Lausanne, Switzerland, Technical Report IC/2004/24, 2004.
- [2] AUTO21, "Auto21-The Automobile of the 21st Century-L'automobile du XXIe siècle," <http://www.auto21.ca/en/index.php>, 2006.
- [3] K. Tokuda, M. Akiyama, and H. Fujii, "DOLPHIN for inter-vehicle communications system," Intelligent Vehicles Symposium, Dearborn MI, pp. 504-509, 2000.
- [4] S. Tsugawa, K. Kato, T. Matsui, and H. Fujii, "An overview on DEMO 2000 cooperative driving," pp. 327-332.
- [5] H. Hartenstein, B. Bochow, A. Ebner, M. Lott, M. Radimirsch, and D. Vollmer, "Position-aware ad hoc wireless networks for inter-vehicle communications: the Fleetnet project," Proceeding MobiHoc '01 Proceedings of the 2nd ACM international symposium on Mobile ad hoc networking & computing, pp.259- 262, 2000.
- [6] 오용석, "VANET 환경에서 효율적인 메시지 전달을 위한 라우팅 알고리즘과 MAC 프로토콜," <http://ysoh.files.wordpress.com/2010/07/routing-and-mac-protocols-for-vanets.pdf>, 2010.
- [7] M. Marina and S. Das, "On-demand multipath distance vector routing in ad hoc networks," Proceedings of the International Conference on Network Protocols (ICNP), Riverside, CA November, 2001. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.83.3033&rep=rep1&type=pdf>
- [8] Fu-Quan Zhang and Yong-Jin Park, "A Way to Evaluate Path Stability for Multipath Routing in Wireless Ad Hoc Networks," Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, TC, Vol.47, no.4, pp.9-17, 2010.
- [9] 이장수, 김성천, "AOMDV(Ad hoc On-demand Multipath Distance Vector)에서의 전력을 고려한 동적 경로 선택 기법," 전자공학회논문지, 제45권 TC편 제1호, pp.42-50, 2008.
- [10] 이광용, 차미향, 이제기 "MANET에서 에너지를

고려한 다중 경로 라우팅 프로토콜,” 정보과학회
논문지 : 정보통신, 제40권, 제1호, pp.78-83, 2013.

[11] NS2 Simulator, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>

[12] AOMDV source code(aomdv.tcl),
[http://code.google.com/p/ns2-wimax-awg/
/source/browse/trunk/branches/tud/ns-2.34
/tcl/ex/aomdv.tcl?r=8](http://code.google.com/p/ns2-wimax-awg/source/browse/trunk/branches/tud/ns-2.34/tcl/ex/aomdv.tcl?r=8)



정 이 나 (INa Jung)

- 학생회원
- 관동대학교 컴퓨터학과 공학사
- 관동대학교 전자계산공학과 석·
박사과정 재학 중

• 관심분야 : 네트워크 보안, 빅 데이터



이 병 관 (ByungKwan Lee)

- 정회원
- 부산대학교 기계공학과 공학학사
- 중앙대학교 전자계산공학과 공학
석사

- 중앙대학교 전자계산공학과 공학박사
- 관동대학교 공과대학 컴퓨터학과 교수
- 관심분야 : 네트워크 보안, IoT, 빅 데이터, 센서 네
트워크

논 문 접 수 일 : 2013년 11월 13일

1차수정완료일 : 2013년 11월 29일

게 재 확 정 일 : 2013년 12월 02일



정 은 희 (Eun Hee Jeong)

- 정회원
- 강릉대학교 통계학과 이학사
- 관동대학교 전자계산공학과 공학
석사

- 관동대학교 전자계산공학과 공학박사
- 강원대학교 인문사회과학대학 지역경제학과 부교수
- 관심분야 : 네트워크 보안, 인터넷보안, 전자상거래
보안