

전술네트워크의 전송효율을 위한 신뢰도(QoS) 분석 및 데이터 전송 향상 방안 연구

양현상^{1†} 오인복² 류한태³ 허화만⁴

내용목차

1. 서론
2. MIL-STD-188-220 메시지 DTR 고려한 QoS 분석
3. DTR 요구사항에 적합한 다중 경로 선택 개선 방법 제안
4. 성능 분석 검증
5. 결론

1† 광운대학교 방위사업학과 박사과정
(교신저자 Tel : 02-2079-1793, E-mail : yhs10386@hanmail.net)
2 광운대학교 방위사업학과 박사과정
(교신저자 Tel : 031-627-6185, E-mail : inbok.oh@solid.co.kr)
3 광운대학교 방위사업학과 박사과정
(교신저자 Tel : 02-527-6445, E-mail : iryuhantae@mnd.mil)
4 광운대학교 방위사업학과 박사과정
(교신저자 Tel : 02-2079-5260, E-mail : hhm64@hanmail.net)

논문접수일 : 2014년 2월 20일 게재확정일 : 2014년 3월 21일
논문수정일 : 2014년 3월 9일(1차), 2014년 3월 17일(2차)

A Study believability (QoS) Analysis of the Transmission Efficiency of Tactical Network and Data Transmission Elevation

Yang, Hyeon sang¹⁺ OH In Bok² Ryu Han Te³ Heo Hwa Man⁴

Abstract

This paper proposes the need to improve the performance of CNR for battle radio network composition. An ad-hoc technology that composes the battle radio network without a base system can be called a point technology for embodiment before the center of the network. However, to apply this technology, Medium Access Control, network management, security problem routing, etc. are the boundaries needed to solve the uncertainty of tactical handling. Especially, applying them in the combat network radio of the U.S. Armed Forces for protocol improvement of the performance of the ad-hoc network that MIL-STD-188-220 protocols and Korean Army's battle radio environment etc. happens confused network circumstance of military special quality, there is a possibility that the requirements of the strategy network will not be fulfilled.

There is a limitation in the selection of a route for the application of the QoS that performs the service in an environment in which a transmission multiplex path exists when the battle radio network message exists. The suggested method enhances the net increasing delay time decrease performance of the network and the probability of success in the selection of the optimum route for the relevant requirements, which confirming the special quality of the existing message of the DTR (Delay, Throughput, Reliability) when a multiplex path improves it.

<Keywords> *MIL-STD-188-220, Topology Update, QoS, DTR(Delay, Throughput, Reliability)*

1. 서론

미래의 전장 환경은 다양한 전장 정보의 신속한 전달을 통하여 전력의 우위를 점하는 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare)으로 변화하고 있다. 현재 한국군의 무기체계는 다양한 전술 데이터링크를 사용함에 따라 상호 무기체계간의 원활한 연동 및 상호 데이터링크를 위한 전술네트워크 단말의 효율적인 전송이 필요하다. 이러한 구현을 위한 전술네트워크의 구성을 위해 전투무선망의 성능향상이 필요하며, 기반 체계 없이 전술망을 구성하는 Ad-hoc기술은 네트워크 중심전 구현을 위한 핵심기술이라고 말할 수 있다. 그러나 이 기술을 적용하기 위해서 매체접근 제어, 망 관리, 보안 문제와 라우팅 등은 전술적 운용을 위해 반드시 해결해야 할 분야들이다. 특히, Ad-hoc 네트워크의 프로토콜 성능향상을 위해 미군의 전투무선망에서 적용하고 있는 MIL-STD-188-220 프로토콜의 제한사항과 한국군의 전투무선 환경 등은 군 특성의 혼잡한 네트워크 상황이 발생할 경우 전술 네트워크의 요구사항을 충족하지 못할 가능성이 있다[1].

송신지 노드에서 2홉 이상의 목적지 노드까지 메시지를 전달할 때, 다중 경로가 존재할 수 있다. 다중 경로 존재 시, 송신 노드는 자신의 토폴로지 테이블을 조회하여 중계 노드를 선택한 후 다중 홉 전송을 시도한다. MIL-STD-188-220 프로토콜은 노드 간에 링크 품질을 제공하는 기능은 있지만 메시지의 DTR 특성을 고려한 링크 품질을 제공하지는 않는다. 다양한 트래픽이 혼재하는 네트워크의 경우 트래픽 별 요구하는 ToS가 상이할 수 있다. 높은 처리율, 낮은 지연 시간, 높은 신뢰도 등을 요구하는 트래픽이 존재하는 경우 토폴로지 테이블에 의존한 경로 선택은 서비스 품질을 만족하지 못할 가능성이 존재한다. 또한, 데이터 링크 Ack를 요구하는 트래픽의 경우 전송 실패 시 새로운 경로를 선택하여 전송을 시도함으로써 지연시간이 증가한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 토폴로지 테이블과 함께 경로 별 "DTR 성능지표"를 저장하여 ToS의 DTR 요구사항에 맞게 경로를 선택하는 알고리즘을 제안한다. DTR 요구사항이 선택되지 않은 프레임은 토폴로지 테이블만을 참고하여 경로를 선택한다. "DTR 성능지표"는 전송에 성공한 경우 해당 경로를 통해 전송한 패킷의 지연시간, 처리량, 데이터링크 Ack 성공여부를 확인하여 누적한 후 저장한다. 경로 선택 시 DTR의 특성을 반영할 수 있는 경로를 선택함으로써 요구사항에 따라 서비스 품질을 보장하고, 네트워크의 성능을 향상시킨다. 실험을 통해 MIL-STD-188-220 알고리즘이 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘에 비해 많은 횟수의 재전송을 수행함을 확인 할 수 있다.

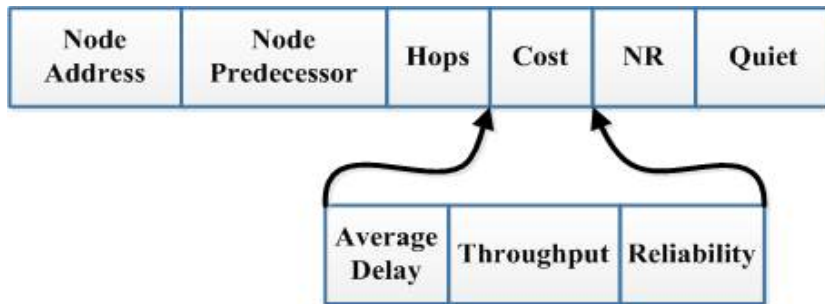
전술네트워크위의 메시지 전송시 다중 경로가 존재하는 환경에서는 서비스가 요구하는 QoS를 적용한 경로 선택을 할 수가 없는 한계가 존재한다. 이를 개선하기 위해 다중 경로 존재시 메시지의 DTR(Delay, Throughput, Reliability) 특성을 확인하여 해당 요구사항에 대한 최적의 우수한 경로를 선택하여 네트워크의 지연 시간 감소 및 성공확률을 증가시켜 망의 성능을 향상하는 방법을 제안하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 MIL - STD - 188 - 220 메시지 DTR을 고려한 QoS 분석에 대하여 간략히 기술하고, 3장과 4장에서는 DTR 요구사항에 맞는 경로 선택 개선 제안방법 및 성능을 분석한다. 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. MIL-STD-188-220 메시지 DTR 고려한 QoS 분석

MIL-STD-188-220 프로토콜을 사용하는 Ad-Hoc 기반의 무선통신 네트워크 구성을 고려해야 할 경우 적용 가능한 QoS 기법들을 사용하여 네트워크 어플리케이션의 상황에 따라서 일관되고, 효율적인 망 성능을 발휘하도록 한다[2]. 궁극적으로 망의 운용개념상 다양하게 설계된 군 및 민수 무선통신 네트워크에서 최적의 트래픽 처리율을 나타낼 수 있는 QoS 적용 방식을 제시하는 것이다.

QoS는 지연, 유실, 응답 시간, 처리량과 같은 측정 단위으로써의 서비스와 어플리케이션의 수용 가능한 수준의 망 효율을 정한다. 네트워크 구조 관점에서 QoS는 보장되고 차별된 기준으로 End User들에게 제공될 수 있는 특정 트래픽 클래스에 대한 서비스를 제공한다. 미군과 한국군이 사용하고 있는 Ad-Hoc 무선 네트워크 프로토콜인 MIL-STD-188-220의 인트라넷 계층은 수행되는 서비스에 관한 정보를 송수신하기 위하여 상위 및 하위 계층 간에 상호 작용을 한다[3]. 이러한 상호 작용을 통하여 전달되는 매개변수로부터 수행되는 서비스가 요구하는 서비스 품질(QoS: Quality of Service)을 확인할 수 있다. 확인된 QoS는 인트라넷 헤더의 DTR(Delay, Throughput and Reliability) 비트로 표시하며, 우선도와 조합되어 데이터 링크 계층에서 운용 타입을 선택하여 QoS를 적용하도록 한다. 하지만 송신지와 목적지 사이에 다중경로가 존재하는 환경에서는 데이터 링크 계층에서 운용 타입을 결정하더라도 QoS를 최대한 보장할 수 있는 경로를 선택할 수 있는 지표를 제공하지 못하는 한계가 있다. 또한, MIL-STD-188-220 프로토콜은 경로의 품질을 확인할 수 있는 기능을 제공하지만, 각 경로의 전달지연시간, 처리량, 신뢰성의 특성을 확인할 수 없다. 토폴로지 변화가 많고, 운용 정책에 따라 상이한 QoS를 요구하는 서비스가 대량으로 통신망을 차지하는 군 통신 환경에서 기존의 MIL-STD-188-220 프로토콜을 적용하는 경우, 요구사항을 충족시키는 최적의 경로를 선택할 수 없으며 망 전체의 효율을 저하시킨다. 수행되는 서비스가 요구하는 QoS를 적용하기 위해 다중 경로의 전달지연시간, 처리량, 신뢰성의 특성을 확인할 필요가 있으며, 다중 경로의 선택 시 서비스 요구사항을 판단하여 최적의 경로를 선택함으로써 망의 성능을 향상시킨다[4]. MIL-STD-188-220 프로토콜은 서비스가 요구하는 QoS를 적용하기 위하여 ToS(Type of Service) 필드의 DTR 및 우선도를 조합하여 확인 응답을 요구하지 않는 Type 1과 확인 응답을 요구하는 Type3를 선택하여 전송한다. Type 1과 Type 3는 운용 방안에 의한 절차로써 확인 응답을 수행하여 QoS의 적용을 위해 노력하지만 다중 경로에서 DTR 요구사항에 맞는 최적의 경로를 선택할 수 없기 때문에 경로 선택에 사용하는 토폴로지 테이블에 평균 지연시간, 처리량, 신뢰성을 성능지표로 포함하도록 제안한다. <그림1> 은 서비스가 요구하는 QoS를 적용하기 위하여 DTR 기반 토폴로지 테이블 구성을 나타낸다. 제안하는 토폴로지 테이블은 경로 선택에 요소인 Node Address, Node Predecessor, Hops, Cost, NR, Quiet로 구성되고, DTR 요구사항에 맞는 경로를 선택할 수 있도록 Cost 필드에 Average Delay, Throughput, Reliability 서브 필드를 구성하여 각 경로의 평균 지연시간, 처리량, 신뢰성을 참고할 수 있다[5]. 이 때, 생성되는 프레임은 MIL-STD-188-220의 프레임 포맷 형식을 준수하여야 한다.



<그림 1> DTR 기반 토폴로지 테이블 구성도

3. DTR 요구사항에 적합한 다중 경로 선택 개선 방법 제안

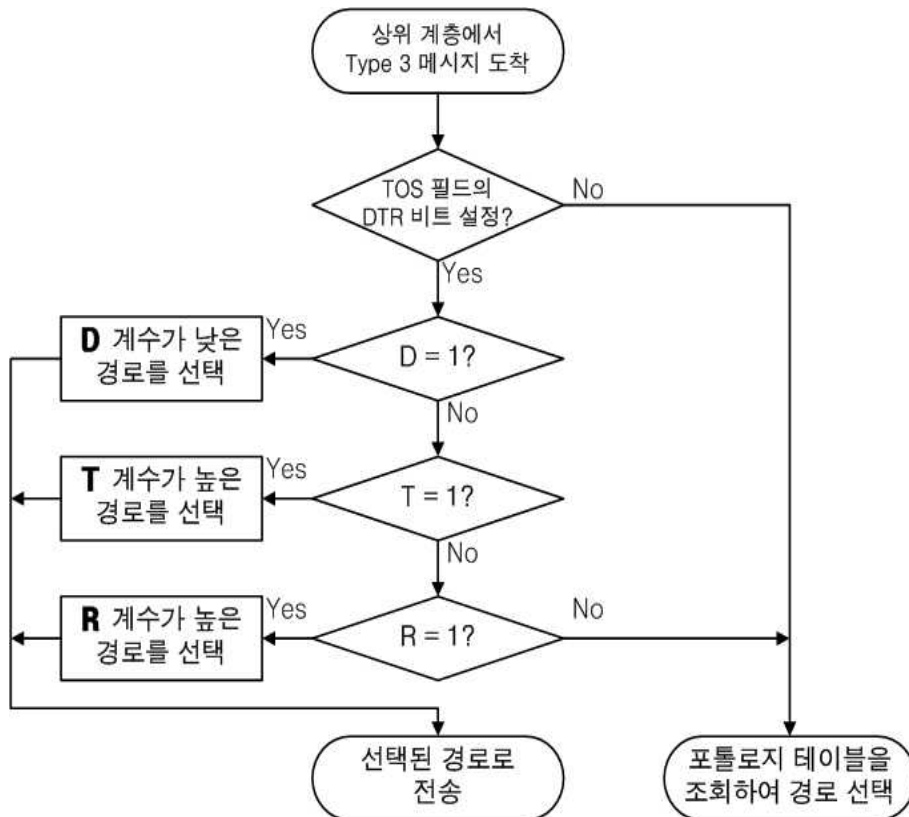
3.1. 운용방안

ToS 필드의 DTR이 설정된 Type 3 메시지 전송을 2홉 이상의 다중 홉 전송을 시도하는 경우 우선 토폴로지 테이블을 검색하여 다중 경로가 존재하는지 확인한다[6]. 다중 경로가 존재하면 송신 노드는 ToS 필드의 DTR을 확인하여 요구하는 서비스 품질을 확인한다. 높은 처리율을 요구하는 메시지는 T 비트가 1, 낮은 지연 시간을 요구하는 메시지는 D 비트가 1, 높은 신뢰도를 요구하는 메시지는 R 비트가 1로 설정되어 있음을 확인하고, 모든 경로의 성능지표인 D, T, R 계수를 확인한다. D 비트가 설정된 메시지는 낮은 D 계수를 저장하고 있는 경로를 선택한다. T 비트가 설정된 메시지는 높은 T 계수를 저장하고 있는 경로를, R 비트가 설정된 메시지는 높은 R 계수를 저장하는 경로를 선택하여 전송한다. 각 경로의 D, T, R 계수 반영 방법은 전송에 성공된 Type 3 메시지에 대한 데이터 링크 Ack 메시지를 통해서 수행된다. D 계수는 전송에 성공된 패킷의 전송 지연 시간을 수신하여 평균 지연 시간을 저장한다. 단, 전송에 실패한 경우에는 타임아웃 시간을 반영하여 평균 지연시간을 누적한다[7]. T 계수는 지연 시간과 전송된 메시지의 크기를 고려하여 처리량을 누적한다. R 계수는 데이터 링크 Ack의 수신여부를 판단해 성공률을 누적하여 저장한다. DTR이 설정되지 않은 Type 3 메시지나 Type 1 메시지는 성능지표 계수를 확인하지 않고, 토폴로지 테이블을 확인하여 경로를 선택하여 전송한다.

1) DTR기반 다중 경로 선택 알고리즘

<그림2>은 다중 경로 선택 알고리즘의 순서도를 나타낸다. 다중 경로 선택 알고리즘은 네트워크 계층(SDR 프로세서 모듈)에서 수행되며, 상위 계층에서 Type 3 메시지가

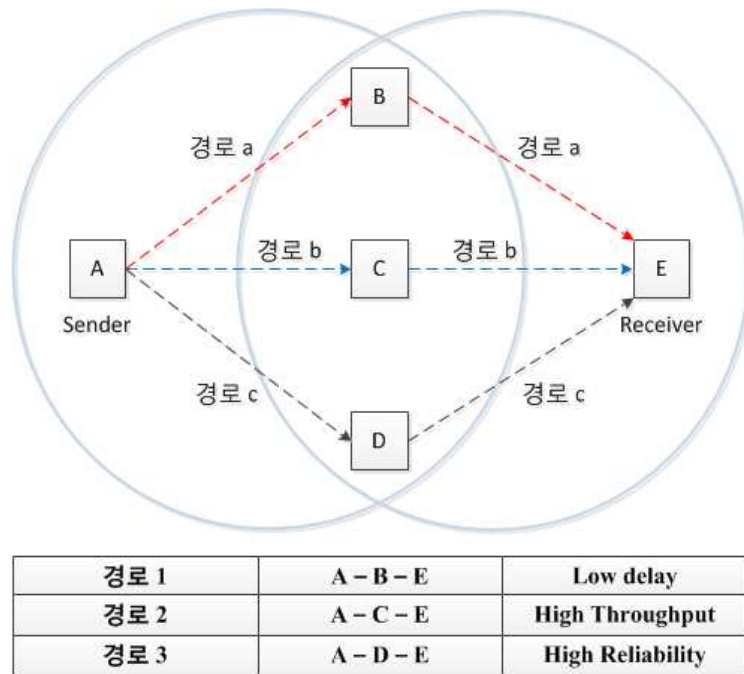
도착함으로써 시작된다[8]. 수신된 메시지의 ToS 필드의 DTR 비트가 설정되었는지 확인한 후, 설정되지 않았으면 포트폴리 테이블을 조회하여 경로를 선택하여 전송을 시도한다. DTR 비트가 설정된 경우 D, T, R 비트 중 설정된 비트를 확인하고, D 비트가 설정된 경우에는 다중 경로 중 D 계수가 낮은 경로를 선택한다. T 비트가 설정되면 T 계수가 높은 경로를, R 비트가 설정되면 R 계수가 높은 경로를 선택한 후 전송을 시도하는 과정으로 동작한다.



<그림 2> 다중 경로 선택 알고리즘의 순서도

서비스의 목적지가 다중 경로를 가지고 있으면 DTR 기반의 토폴로지 테이블을 참고하여 DTR 요구사항에 맞는 최적의 경로를 선택한다[9]. [그림2]는 다중 경로 선택 알고리즘의 흐름도에서 볼 수 있듯이 상위 계층에서 프레임이 수신되면 토폴로지 테이블에서 목적지까지 다중 경로가 존재하는지 확인한다. 다중 경로가 존재하는 경우 요구하는 QoS를 적용하기 위하여 DTR 요구사항을 확인한다. 서비스가 요구하는 QoS를 적용할 수 있는 경로를 선택하여 프레임을 구성한 후 하위 계층으로 프레임을 송신한다. <그림 3>은 다중 경로에서 토폴로지 테이블에 포함된 DTR 성능지표를 사용하여 경로를 선택하는 방법을 나타낸다. 송신을 시도하는 노드는 토폴로지 테이블을 참고하여 목적지 노

드까지의 모든 경로를 작성한다. 각 경로는 평균지연시간, 처리량, 신뢰성을 산출하고 모든 경로와 비교하여 낮은 지연시간, 높은 처리량, 높은 신뢰성을 가지는 경로를 판단한다. QoS 요구사항이 D=1인 경우 낮은 지연시간을 가지는 경로를 선택한다. T=1인 경우 높은 처리량을 가지는 경로를 선택하고, R=1인 경우 높은 신뢰성을 가지는 경로를 선택한다. DTR 기반 다중 경로 선택 알고리즘은 MIL-STD-188-220 인트라넷 계층의 프레임 생성 절차를 준수하여야 하고, 이때 생성된 경로 정보는 인트라넷 헤더에 포함되어야 한다.



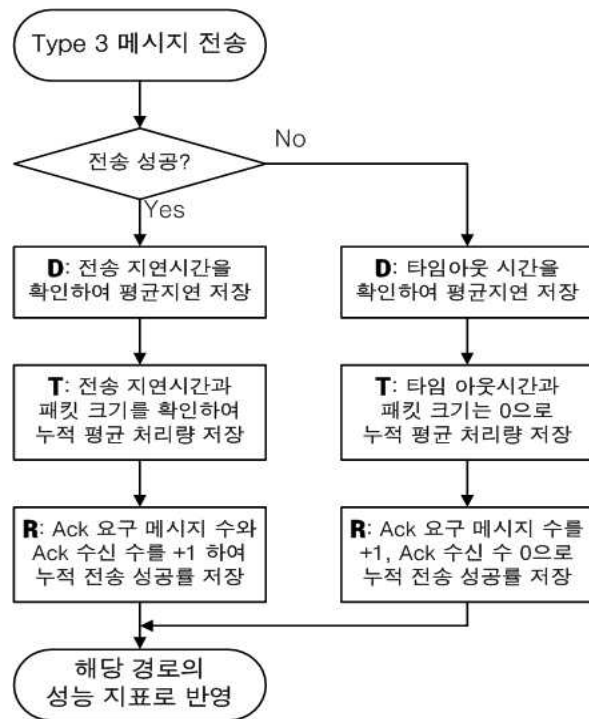
<그림 3> 경로 선택 방법 개념도

2) DTR기반 경로 품질 설정 알고리즘

<그림4>는 DTR 계수 설정 알고리즘의 순서도를 나타낸다. DTR 계수 설정 알고리즘은 Type 3 메시지를 전송함으로 시작된다. 전송/실패를 확인하여 해당 경로의 D, T, R 계수를 계산하여 반영한다. 전송이 성공하면 D 계수는 전송 지연시간을 확인하여 이전의 D 계수와 평균 지연시간을 계산하고, T 계수는 전송 지연시간과 전송된 패킷의 크기를 고려하여 이전 T 계수와 누적 평균 처리량을 계산한다. R 계수는 Ack 요구 메시지 수와, Ack 메시지 수신 수를 +1 하여 누적 전송 성공률을 계산한다. 계산된 D, T, R 계수를 해당 경로의 성능 지표로 설정된다. 전송이 실패한 경우 D 계수는 타임아웃 시간을 반영하여 이전의 D 계수와 평균 지연시간을 계산하고, T 계수는 타임아웃 시간과 전송된 패킷의 크기를 0으로 고려하여 이전 T 계수와 누적 평균 처리량을 계산한다. R

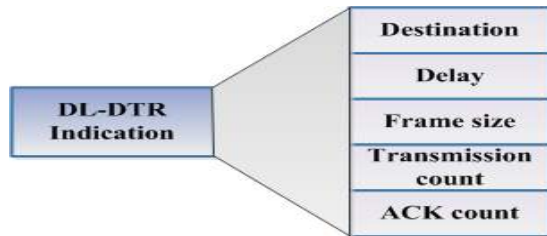
계수는 Ack 요구 메시지 수를 +1, Ack 메시지 수신 수를 0으로 하여 누적 전송 성공률을 계산한다. 마찬가지로 계산된 D, T, R계수를 해당 경로의 성능 지표로 설정한다.

데이터 링크 계층에서 확인 응답을 요구하는 프레임을 수신하는 지국은 이에 대한 응답으로 ACK를 구성한다. 메시지를 송신한 지국은 확인 응답이 도착하면 전송에 소요된 지연시간과 프레임의 크기, 송신 시도 수, 확인 응답 수신 수를 확인한다. 확인된 정보는 DL-DTR Indication 프리미티브(Primitive)로 상위 계층으로 전달한다. <그림5> DL-DTR Indication 프리미티브의 구성도를 나타내며, Destination, Delay, Frame size, Transmission count, ACK count 파라미터로 구성된다[10].



<그림 4> DTR 계수 설정 알고리즘의 순서도

<그림5> 수신된 프리미티브로부터 경로 품질을 설정하는 과정으로 하위 계층에서 DTR 프리미티브가 수신되면 평균 지연시간, 처리량, 신뢰성 정보를 갱신한다. 확인 응답의 수신 여부로 전송 성공 여부를 판단한 후, 성공한 경우 프리미티브 파라미터의 지연시간과 프레임 크기를 사용하여 평균 지연 시간 및 처리량 정보를 갱신한다. 확인 응답을 수신 하지 못한 경우 지연시간은 최대 재전송 타이머의 시간을 적용하고, 프레임 크기는 0으로 적용하여 평균 지연시간 및 처리량을 갱신한다. 신뢰성은 송신을 시도한 총 횟수와 확인응답을 받은 횟수를 사용하여 계산하여 토폴로지 테이블에 반영한다.

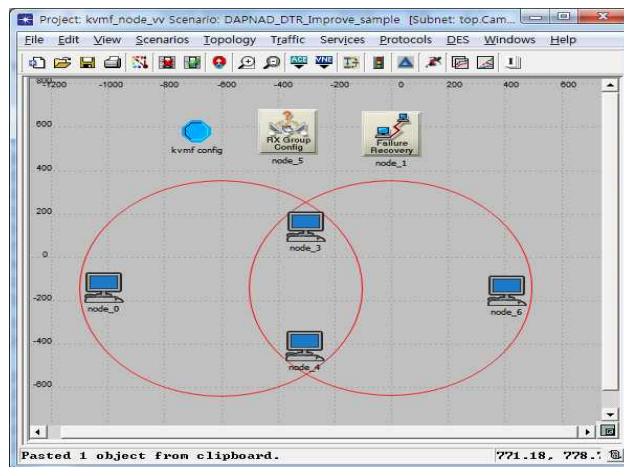


<그림 5> DL-DTR Indication 프리미티브 구성도

4. 성능분석 및 검증

4.1. 실험환경(M&S 도구: OPNET Modeler 16.0)

(1) 시나리오



<그림 6> 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘 성능평가 시나리오 구성 화면

2) 메시지 트래픽

<표 1> 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘 성능평가 시나리오 트래픽

메시지 종류	메시지 타입	메시지 생성주기[초]	메시지 생성길이[bit]	Precedence	DTR	주소 할당
사격명령	Type 3	900~2400	98	Urgent	001	유니캐스트
정찰보고1	Type 3	900~2400	2206	Priority	010	유니캐스트
정찰보고2	Type 3	900~2400	2206	Priority	100	유니캐스트
위치보고	Type 1	60	250	Routine	000	유니캐스트
Topology Update	Type 3	120 (R-NAD) 180 (DAP-NAD)	136	Priority	000	브로드캐스트

메시지 전송	Source		Leader	Member_1, 2	Member_3
	Destination				
	Leader		-	Routine,	Priority, Routine,
	Member_1, 2		-	-	-
	Member_3		Urgent	-	-

※ 제한사항 : R-NAD와 DAP-NAD 모두 4대의 노드만을 사용하여 시뮬레이션 하였다. 해당 알고리즘의 성능을 확인하기 위해서는 선택적으로 중계 노드의 링크 품질만을 저하시켜야 하기 때문에 많은 수의 노드를 사용하지 않았다. 트래픽 설정은 DTR 요구사항을 만족하기 위하여 Type3 메시지들의 DTR을 001, 010, 100으로 설정하였다. 다중 홉 전송을 하는 노드만이 Type 3 메시지를 전송하고, 중계 노드들은 Routine 메시지만 전송한다. 모든 노드들은 TU 메시지를 주기적으로 브로드캐스트 방식으로 전송한다. 또한, Fail/Recovery 노드를 사용하여 중계노드들을 일시적으로 Fail 시켜 링크 품질이 저하되도록 설정하였다. node_3 중계노드는 12시간의 시뮬레이션 시간 중 2~4시간 동안 동작을 멈추고, node_4 중계노드는 8~10시간 동안 동작을 멈추도록 설정되었다. 망의 토폴로지는 변화가 없으므로 다중 홉 전송을 시도하는 노드들은 중계노드로 인식하여 패킷을 전송하고, 동작을 멈춘 노드로 전송을 시도하면 Ack를 미수신하여 재전송을 수행하도록 구성되었다.

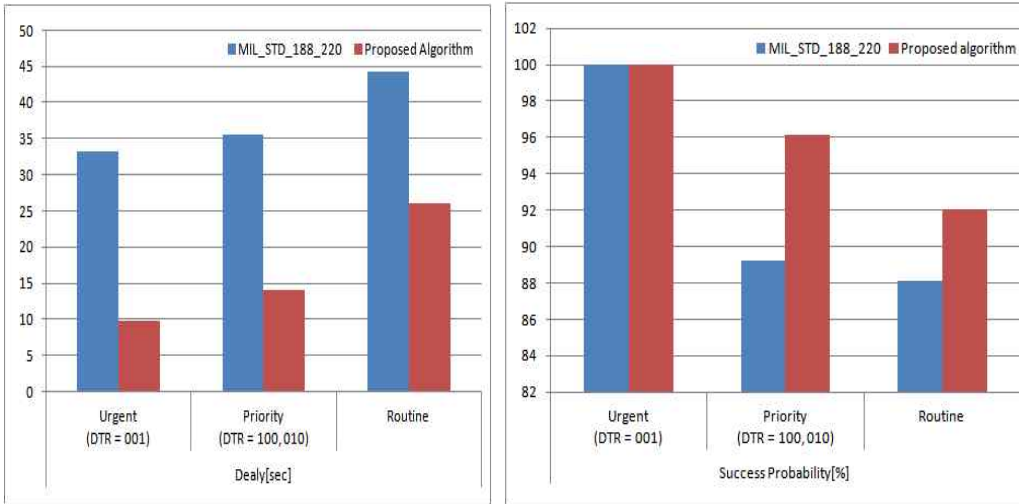
4.2. 시험 절차

- ① <그림6>과 같이 시나리오를 구성한다.
- ② 트래픽 설정을 확인한다.
- ③ 메시지 타입 별 송수신양 및 지연시간을 확인한다.
- ④ 데이터 링크 계층의 프로세스 모델을 MIL-STD-188-220 모델로 교체한 후

시뮬레이션을 진행한다.

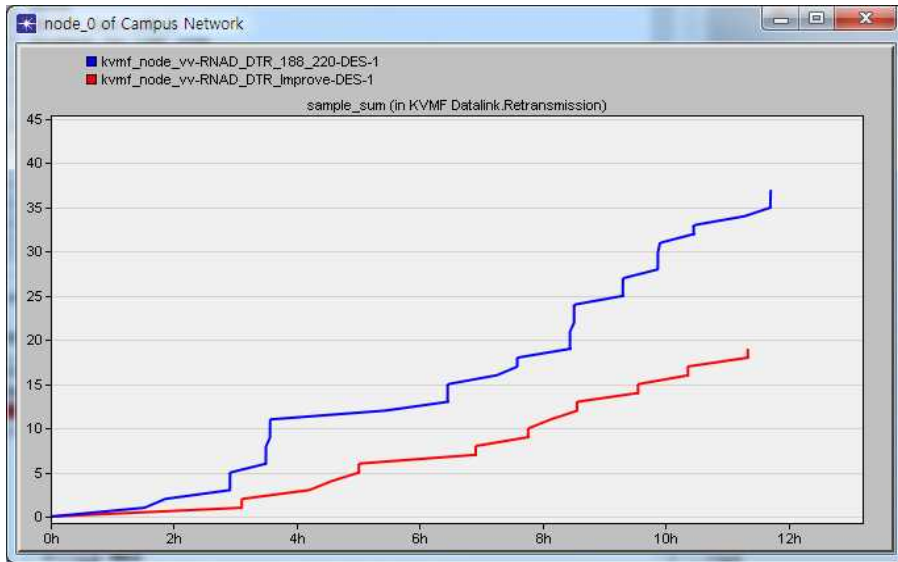
4.3. 성능분석

성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘 적용한 메시지 지연 및 성공확률을 비교분석하면 <그림7>과 <그림8>과 같다.



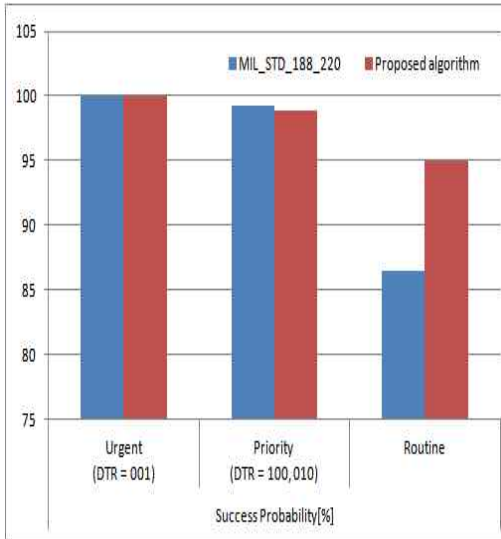
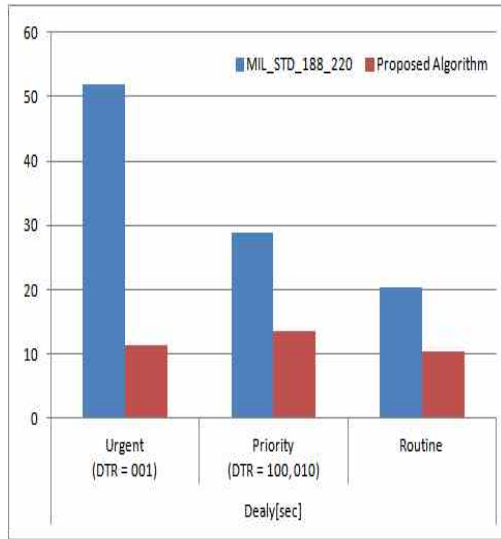
<그림 7> 메시지 지연시간 비교(R-NAD) <그림 8> 메시지 성공확률 비교(R-NAD)

<그림7>과 <그림8>은 R-NAD에서 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘을 적용한 경우와 기존의 MIL-STD-188-220 알고리즘을 적용하였을 때의 지연시간과 성공확률을 보여준다. 성능평가에 적용한 트래픽이 망을 운용하는데 무리가 없는 수준이기 때문에 두 알고리즘 모두 지연시간이 크지 않음을 확인할 수 있다. 하지만 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘을 적용한 경우 모든 트래픽에서의 지연시간이 감소함을 확인할 수 있다. MIL-STD-188-220 표준을 적용한 경우는 중계노드를 토폴로지 정보로만 선택하기 때문에 시뮬레이션 중 동작을 멈춘 노드에게도 동일하게 전송을 시도하므로, 상대적으로 지연시간이 크다. 하지만 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘은 동작을 멈춘 노드로 전송을 시도하는 경우 몇 회가 지나면 DTR 계수의 변화로 링크의 품질이 좋은 노드를 선택하여 재전송의 횟수가 적게 발생한다. 성공확률 측면에서 보면 동일한 이유로 MIL-STD-188-220보다 DTR 운용 알고리즘의 성공확률이 높다. <그림9>은 두 알고리즘의 재전송 횟수를 비교한 그림이다. MIL-STD-188-220 알고리즘이 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘에 비해 많은 횟수의 재전송을 수행함을 확인할 수 있다.



<그림 9> 노드의 Type 3 메시지 재전송 횟수 비교(R-NAD)

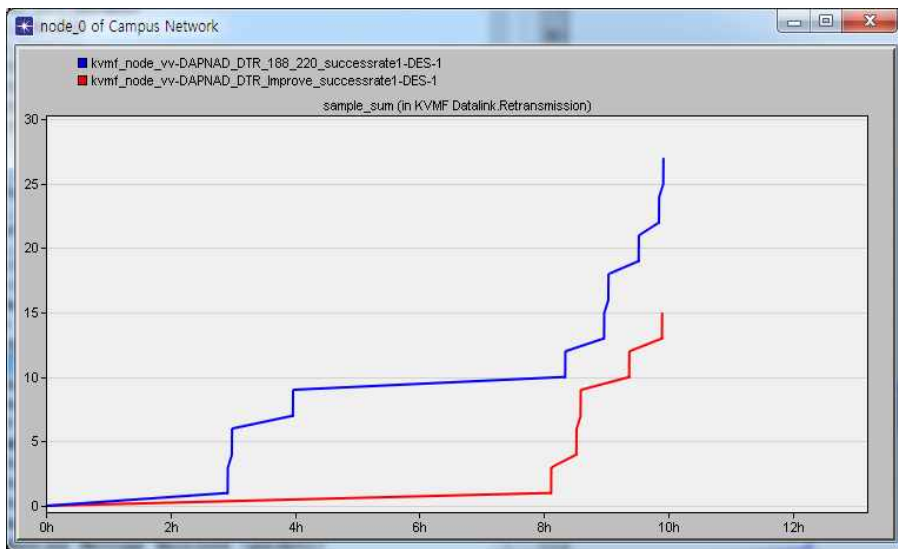
<그림10>과 <그림11>은 DAP-NAD에서 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘을 적용한 경우와 기존의 MIL-STD-188-220 알고리즘을 적용하였을 때의 지연시간과 성공 확률을 보여준다. R-NAD와 마찬가지로 성능평가에 적용한 트래픽이 망을 운용하는데 무리가 없는 수준이다. 지연시간은 R-NAD 결과와 같이 성능지표를 활용한 DTR 운용 알고리즘을 적용한 경우 모든 트래픽에서의 지연시간이 감소함을 확인할 수 있다. 성공 확률은 DAP-NAD 특성상 Type 3의 경우 유사하게 나타나며, 성능지표를 활용한 DTR 요구사항을 고려한 DAP-NAD 운용 시 TU 운용방안 개선 알고리즘 적용한 성능분석 결과이다.



<그림 10> 메시지 지연시간 비교(DAP-NAD)

<그림 11> 메시지 성공확률 비교(DAP-NAD)

알고리즘을 적용한 경우에 재전송 횟수가 감소하여 Routine 메시지의 성공확률이 개선된다. <그림12>는 두 알고리즘의 재전송 횟수를 비교한 그림이다. MIL-STD-188-220 알고리즘을 적용한 경우에 많은 횟수의 재전송을 수행함을 확인할 수 있다.



<그림 12> 노드의 Type 3 메시지 재전송 횟수 비교(DAP-NAD)

1) 성능분석 비교

<표2>와 같은 통신환경에서 R-NAD 운용 시 MIL-STD-188-220 프로토콜 대비하여 <표 3>와 같이 향상된 네트워크 성능을 발휘한다. 시뮬레이션 상에 품질이 좋게 설계된 경로를 탐지할 수 있어 지연시간이 감소하고 성공확률은 증가한다. 단일 경로에서는 MIL-STD-188-220 프로토콜 표준 방법과 동일하게 운용된다. <표2>와 같은 통신환경에서 DAP-NAD 운용 시 MIL-STD-188-220 프로토콜과 대비하여 <표4>와 같이 향상된 네트워크 성능을 발휘한다. 시뮬레이션 상에 품질이 좋게 설계된 경로를 탐지할 수 있어 응답을 요구하는 Type 3 프레임 지연시간의 개선 효과가 크다. 체인 방법을 적용시 다양하고 이질적인 네트워크/어플리케이션의 상황에서 양호한 성능을 기대할 수 있어 군 및 민간 무선통신장비에 동일 알고리즘 활용이 가능하다.

<표 2> R-NAD/DAP-NAD 운용시 통신환경

메시지 종류	메시지 타입	생성주기[초]	생성길이[bit]	DTR 설정	Ack 수신여부
Urgent	Type 3	900 ~ 2400	98	001	수신 필요
Priority 1	Type 3	900 ~ 2400	2206	010	수신 필요
Priority 2	Type 3	900 ~ 2400	2206	100	수신 필요
Routine	Type 1	60	250	000	수신 불필요
Topology Update	Type 3	120	136	000	수신 불필요

<표 3> 트래픽 조건에서의 네트워크 성능 (R-NAD)

분 류		MIL_STD_188_220 (표준 프로토콜)	제안 기술 적용
지연시간[초]	Urgent	33.26	9.78
	Priority	35.55	13.95
	Routine	44.22	26.14
성공확률[%]	Urgent	100	100
	Priority	89.19	96.15
	Routine	88.14	92.06
데이터 링크 총 재전송 수		37회	19회

<표 4> 트래픽 조건에서의 네트워크 성능 (DAP-NAD)

분 류		MIL-STD-188-220 (표준 프로토콜)	제안 기술 적용
지연시간[초]	Urgent	51.83	11.49
	Priority	28.82	13.60
	Routine	20.45	10.32
성공확률[%]	Urgent	100	100
	Priority	98.67	98.88
	Routine	86.43	94.92
데이터 링크 총 재전송 수		27회	15회

군이 전투무선망에 적용하고 있는 Ad-Hoc 무선 네트워크 통신 프로토콜인 MIL-STD-188-220은 송신지와 목적지 사이에 다중 경로가 존재하는 환경에서는 서비스가 요구하는 QoS를 적용한 경로를 선택할 수 없는 한계가 존재한다. 이를 개선하기 위해 다중 경로 존재 시 DTR 요구사항을 판단하여 경로를 선택한다. DTR 요구사항에 맞는 최적의 경로를 선택하기 위하여 평균 지연시간, 처리량, 신뢰성의 성능지표가 포함된 토폴로지 테이블을 구성하며, 각 경로의 품질은 확인 응답 절차를 기준으로 갱신한다. 또한 MIL-STD-188-220 표준을 준수하면서, 다중 경로에서 QoS를 적용할 수 있는 최적의 경로를 선택함으로써 네트워크의 지연 시간의 감소 및 성공 확률을 증가시켜 망의 성능을 향상됨을 알 수 있다.

5. 결론

주기적으로 전송되는 토폴로지 갱신 메시지 등 통신환경에서 오버헤드로 인한 성능감소 및 네트워크 및 메시지의 우선순위에 의한 전송시 다중경로가 존재하는 환경에서 서비스가 요구하는 QoS 보장에 대한 방법이 반영되어야 한다. 제안 방법은 군 전술네트워크의 개발을 위해 MIL-STD-188-220 사용시 적용 가능하며, 전술 데이터 링크 기반의 망 운용에 있어 데이터 패킷 기술적용방법으로 적용될 수 있다. 미래의 전장 환경은 다양한 전장 정보의 신속한 전달을 통하여 전력의 우위를 점하는 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare)으로 변화하고 있다. Ad-hoc 네트워크의 프로토콜 성능향상을 위해 미군의 전투무선망에서 적용하고 있는 MIL-STD-188-220 프로토콜의 제한사항과 한국군의 전투무선 환경 등은 군 특성의 혼잡한 네트워크 상황이 발생할 경우 전술 네트워크의 요구사항을 충족하기 위해 "DTR 성능지표"를 저장하여 ToS의 DTR 요구사항에 맞게 경로를 선택하는 알고리즘을 제안한다. 이에 따라 한국군의 무기체계는 다양한 전술 데이터링크를 사용함에 따른 상호 무기체계간의 원활한 연동 및 상호 데이터링크를 위한 전술네트워크 단말의 효율적인 전송에 기여 할 것이다.

참고문헌

- [1] 국방과학연구소, “VMF급 전술데이터링크 프로토콜 연구개발제안서”, 2005. p.29.
- [2] 오행록, 구홍서, “VMF 전술데이터링크 기술”, 2007. p.43.
- [3] Dusseau D. and Brock C, *Network centric interoperability-using a variable message format(VMF) based data-link to improve situational awareness and close air support(CAS)*, IEEE Aerospace and Electronic System Magazine, Vol.19(9), 2004. p.8-13.
- [4] K. G. Lee, S. J. Lee, Y. G. Kim, K. H. Kwon, and W. G. Lim, *A study for hop count on the Ad-hoc of wireless cmmunication*, Proc. 2012 14th International Conf. on ICACT, PyeongChang, The South Korea, no.176, 2012. p.931-935.
- [5] MIL-STD-188-220D *Digital message transfer device subsystems*, DoD, 2005. p.35-40.
- [6] Air Land Sea Application Center, *Tactical Radios, Multi Communications Procedures for Tactical Radios in a Joint Environment*, 2002. 6. p.50.
- [7] TRW Systems, *Force XXI Battle Command Brigade-and-Below, Tactical Internet System Design Document (TISDD)*, 2001. 12. p. 6570.
- [8] OFT DoD *A Network Centric Operation Case Study : US/UK Coalition Combat Operations During Operation Iraqi freedom*, 2005. 2. p.20.
- [9] Paul Manz, *Battle Command Migration, Partnering Day*, 2005. 11. p.35.
- [10] DOD, Office of Force Transformation, *The Implementation of Network Centric Warfare*, 2003. p. 25-30..