

Ad-hoc 전술 통신망에서 Alternate Routing 알고리즘 적합성 연구

박영철

백석대학교 정보통신학부

ycpark@bu.ac.kr

Compatibility Study of Alternating Routing Algorithm on Ad-hoc Tactical Communications Systems

Young Chul Park

Div. of Information & communication Engineering

Baekseok University

요 약

본 논문에서는 격자형 Ad-hoc 전술통신망에서 Alternating Routing Algorithm의 적합성 연구를 수행하였다. 이 통신망의 신호 방식은 공통선 신호 방식을 사용하며, 경로선정 방식은 Flood search Routing을 사용한다. 분석 결과 alternate routing을 함으로써 좀 더 낮은 차단확률(Blocking Probability)을 기대할 수 있는 것으로 판단되었다.

1. 서론

지난 십년간 많은 나토(NATO)국가는 전술통신 시스템을 개발하고 있으며, 이러한 시스템은 지휘 통제 체계의 사용자 요구 조건을 충족시킨다. 이들 프로젝트의 예로 나토의 TACOMS-Post 2000 (TP2K:Tactical Communications Systems for the Land Combat Zone Post-2000), 미국의 WIN-T (Warfighter Information Network-Tactical), 프랑스의 RITA 2000, 영국의 FALCON/CORMORANT 등이 있다 [1]. 또한 미국의 CECOM (Communications Electronics Command) 연구소는 MOSAIC (Multi-functional On-the-move Secure Adaptive Integrated Communications)개발을 위하여 AMPS(Ad Hoc Mobility Protocol Suite)를 제안하고 있다 [2]. 일반적으로 통신망을 설계할 때에 통신망의 성능에 영향을 미치는 요소, 즉, 망구성, 망에 제공되는 트래픽 양, 경로 설정 방법 등을 고려해 주어야 한다. 이들 중에서 망을 신뢰성 있고 효율적으로 운영하기 위해서는 망 성능에 큰 영향을 미치는 중요한 요소인 경로 설정 방법을 망 설정 단계에서 신중히 선택하여야 한다. 특별히 전술통신망들은 높은 생존성을 갖도록 설계되어야 하며, 기동성이 높아야한다. 통신망 상태에 따라 경로를 설정하기 위하여 통신망 상태와 호(call)에 대한 정보를 인접한 이웃 노드로 전송해주는 기능과 더불어 통신망에 대한 관리 기능을 수행하는 신호 방식이 필요하다. 신호 방식으로는 정보를 노드 간에 전송하기 위하여 사용자가 이용하는 채널을 이용하는 in-band 방식과 별도의 채널을 이용하는 공통선 신호 (common channel signaling 또는 out-of-band)방식이 있다 [3].

본 연구에서는 회선 및 패킷 교환망으로 구성된 전술통신망을 고려하였으며, 이망은 Ad Hoc 망과 같이 노드들이 격자 구조를 이루며, 공통선 신호 방식을 이용하고 Flood Search Routing 알고리즘을 사용한다. 격자 구조망은 높은 신뢰성과 효율성이 요구되므로, Manhattan street network 또는 PCN (Personal Communication Network) 등과 같이 널리 사용되는 통신망의 한 형태이다 [4-5].

2. 시스템 모델링

Flood Search Routing 알고리즘으로 경로선정을 하는 격자형 Ad-hoc 전술통신망에서 alternate routing 과 non alternate routing의 적합성(Compatibility)에 대해 분석하고자 한다. 그림 1에서 노드 S와 노드 D사이의 N개의 가능한 path들이 존재한다고 가정하고 직사각형들은 각 path의 가상채널을 나타낸다. 첫 번째로, 현재 path 1에 $\rho_1 = 1$ 의 traffic이 흐르고 나머지 N-1개 path 들에는 traffic이 전혀 할당되지 않은 경우를 생각하자. 경로 설정 알고리즘이 traffic을 alternate routing하는 정도를 degree of alternative-ness(DOA)라 정의하면 DOA는 $1 - \rho_1$ 와 같다. Alternate routing 함에 따라 $\rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_N$ 이 된다고 가정하면, path 1은 idle 하고 나머지 path들은 busy 일 확률, 즉 preference of non-alternate routing은 $(1 - \rho_1) \cdot \rho_2^{N-1}$ 이다. 또한 path 1은 busy 이고 나머지 path들

중 idle 한 경우가 하나라도 존재할 확률, 즉 preference of alternate routing(PRA)은 $\rho_1(1 - \rho_2^{N-1})$ 이다. 전술통신 망에서 alternate routing의 적합성을 분석하기 위하여 preference of alternate routing을 N개 path에 대하여 모의 시험한 결과가 그림 2에 나와 있다. 그림에서 '\$'표시는 N=2, N=3, N=4 일 때 각각의 경우 PRN과 PRA가 같게 되는 DOA를 나타낸다. 이들 평형점들은 N=2 일 때, DOA= 0.5, N=3 일 때, $DOA= 3-2\sqrt{2} = 0.4142$, N=4 일 때, $DOA= 2(\sqrt{2} - 1) = 0.8284$ 이다. 그림 2로부터 낮은 차단 확률을 갖는 시스템에서는 N이 클수록 alternate routing의 적합도가 non-alternate routing의 경우보다 커짐을 알 수 있다. 두 번째로, 그림 3에서 $\rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_N$ 인 부하가 잘 분산된 경우를 생각하자. 이 때 path 1은 idle하고 나머지 path들은 모두 busy일 확률, PRN은 $(1 - \rho) \cdot \rho^{N-1}$ 이고, path 1은 busy이고 나머지 path들 중 적어도 하나는 idle할 확률, PRA, 는 $\rho \cdot (1 - \rho^{N-1})$ 이다. 그림 3는 ρ 의 변화에 따른 PRN, PRA의 변화를 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 현재 부하가 잘 분산된 망의 특정 path로 외부 traffic이 도착할 때 낮은 traffic rate를 갖는 ρ 의 모든 구간 즉, $\rho \in [0,1]$ 에서 alternate routing을 하여 망에 가해진 부하를 분산시키는 것이 바람직함을 알 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 Flood search Routing을 사용하는 격자형 전술통신망에서 alternate routing과 non-alternate routing의 적합성에 대해 연구하였다. alternate routing을 degree of alternateness(DOA) 및 Traffic 양에 대하여 분석한 결과 alternate routing을 함으로써 격자형 전술통신망에서 좀 더 낮은 차단 확률을 기대할 수 있는 것으로 판단되었다.

참고 문헌

[1] Emil Kubera, Joanna Sliwa, Krzysztof Zubel, Adrian Mroczo, "Usage of OPNET simulation tool for validation of routing in ATM backbone networks of tactical communication systems," IEEE MILCOM 2004, pp, 586-592.
 [2] Kenneth C. Young 외, "Ad hoc mobility protocol suite for the MOSAIC ATD," IEEE MILCOM 2003, pp. 1348-1352.
 [3] Marco M. Mostrel, "Issues on the design of survivable common channel signaling networks," IEEE Journal on selected areas in communications, vol. 12, no 3, April, 1994, pp. 526-532.
 [4] L.E. Miller, R.H. French, J.S. Lee, D.J. Torrieri, "MSE routing algorithm comparison," IEEE MILCOM 1989, pp. 0042-0046.
 [5] Victor O.K. Lee, Rong Feng Chang, "Proposed routing algorithms for the U.S. Army Mobile subscriber Equipment (MSE) network," IEEE MILCOM 1986, pp. 39.4.1-39.4.7.

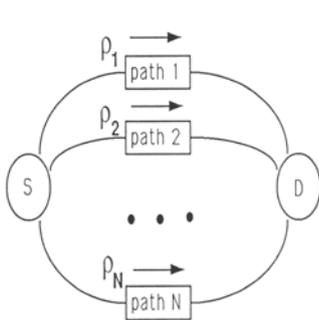


그림1. 간단한 Alternating routing 모델

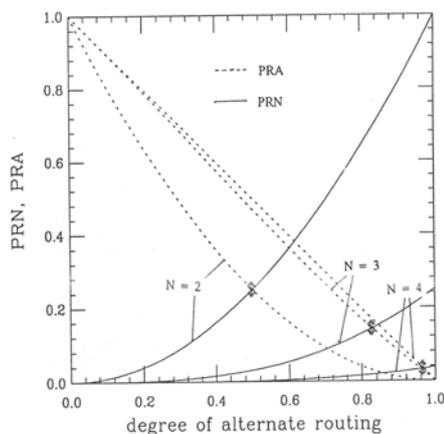


그림2. DOA에 대한 preference of alternate routing

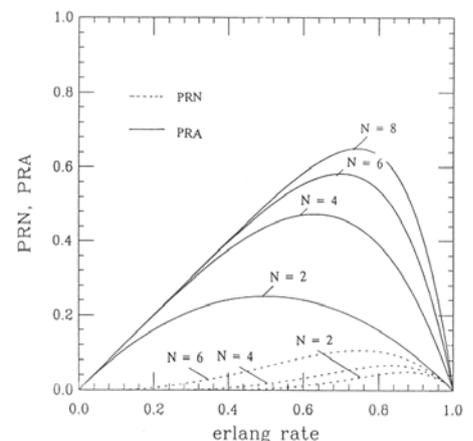


그림3. Traffic에 따른 preference of alternate routing.