

Ad-hoc 네트워크에서 TDMA 기반 동적 채널 할당 알고리즘의 최적화 및 성능 평가

이명수*, 조대제**

Optimization and Performance Evaluation of a TDMA-based Dynamic Channel Allocation Algorithm in Ad-hoc Networks

Myungsu Lee*, Daejea Cho**

요약

Ad-hoc 네트워크는 기지국 없이도 동적으로 구성될 수 있는 네트워크로, 특히 군용, 재난 구조 등에서 중요한 역할을 한다. 이러한 네트워크에서 TDMA(Time Division Multiple Access)는 여러 노드가 동일한 주파수를 시간 슬롯으로 나누어 사용하는 방식으로, 네트워크 자원을 효율적으로 활용할 수 있다. 그러나 Ad-hoc 망에서는 노드의 이동성과 동적 변화로 인해 고정된 채널 할당 방식이 비효율적일 수 있으며, 이러한 환경에서는 충돌과 네트워크 성능 저하가 발생할 가능성이 크다. 이에 따라, Ad-hoc 네트워크에서 효율적으로 채널을 할당하는 동적 알고리즘의 필요성이 대두된다. 본 연구는 Ad-hoc 네트워크에서 네트워크 성능을 최적화하기 위한 새로운 TDMA 기반 채널 할당 알고리즘을 제안하고, 이를 수학적 모델링 및 시뮬레이션을 통해 검증한다.

Abstract

An Ad-hoc network is a network that can be dynamically configured without the need for a base station, playing a crucial role in military operations, disaster recovery, and similar scenarios. In such networks, Time Division Multiple Access(TDMA) allows multiple nodes to share the same frequency by dividing it into time slots, enabling efficient utilization of network resources. However, in Ad-hoc networks, the mobility of nodes and dynamic changes can make fixed channel allocation methods inefficient, leading to collisions and network performance degradation. Therefore, there is a growing need for a dynamic algorithm that can efficiently allocate channels in Ad-hoc networks. This study proposes a new TDMA-based dynamic channel allocation algorithm to optimize network performance in Ad-hoc networks and validates it through mathematical modeling and simulations.

Keywords

ad-hoc networks, TDMA, dynamic channel allocation network optimization, collision probability

* 안동대학교 일반대학원 소프트웨어융합학과 박사과정 · Received: Oct. 05, 2024, Revised: Nov. 13, 2024, Accepted: Nov. 16, 2024
- ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-1707-2070> · Corresponding Author: Daejea Cho
** 안동대학교 소프트웨어융합학과 교수(교신저자) Dept. of Software Convergence, College of Engineering, Andong National University, Gyeongdong-ro, Andong-si, Gyeongbuk, [36729] Korea
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2783-6806> Tel.: +82-54-820-6130, Email: djcho@anu.ac.kr

I. 서 론

Ad-hoc 네트워크는 고정된 인프라 없이 자율적으로 구성된 노드들 간의 직접적인 통신을 지원하는 네트워크로, 군사 통신, 재난 구조, 사막 및 해상 탐사 등 인프라 구축이 어려운 환경에서 중요한 역할을 한다[1]. 이러한 네트워크는 노드들이 임의로 이동하며 네트워크 토폴로지가 수시로 변하는 특성을 가지고 있다. 따라서 Ad-hoc 네트워크에서는 노드 간의 효율적인 자원 공유와 통신 충돌 방지가 필수적이며, 이를 관리하는 기술은 네트워크의 성능에 지대한 영향을 미친다.

TDMA(Time Division Multiple Access)는 이러한 Ad-hoc 네트워크 환경에서 노드들이 주파수 대역을 시간 슬롯으로 나누어 사용하는 방식을 제공하여, 여러 노드가 하나의 주파수를 공유하면서도 충돌을 최소화할 수 있게 한다[2]. TDMA 방식은 정해진 시간 동안 각 노드가 독점적으로 자원을 사용할 수 있어 자원의 효율적인 분배가 가능하며, 네트워크 지연을 줄이는 데 효과적이다. 그러나 Ad-hoc 네트워크의 동적인 특성으로 인해, 고정된 TDMA 채널 할당 방식은 그 한계가 명확하다[3]. 예를 들어, 노드의 위치 변화, 트래픽 양의 급변, 그리고 네트워크 토폴로지의 빈번한 변동은 고정적인 할당 방식에서 많은 충돌과 자원 낭비를 초래할 수 있다[4].

특히, Ad-hoc 네트워크에서는 기지국과 같은 중앙 관리자가 없기 때문에 각 노드가 독립적으로 동작하며, 상황에 맞추어 채널 자원을 자율적으로 할당할 수 있어야 한다. 노드 간의 통신을 최적화하기 위해서는 각 노드의 상태와 인접 노드의 정보를 바탕으로 동적으로 채널을 할당하는 방법이 필요하다. 이때 효율적인 채널 할당이 이루어지지 않으면, 자원 충돌이 발생하여 네트워크 성능이 저하되고, 통신 지연 및 패킷 손실이 급격히 증가할 수 있다.

본 연구의 목적은 이러한 문제를 해결하기 위해 Ad-hoc 네트워크에서 노드 간의 동적 상황을 고려한 TDMA 기반의 채널 할당 알고리즘을 제안하는 것이다. 제안된 알고리즘은 각 노드가 자신의 상태 정보와 인접 노드의 트래픽 정보를 주기적으로 교환하여, 충돌을 최소화하고 네트워크 자원을 최적화하는 방향으로 TDMA 슬롯을 동적으로 할당한다.

이를 통해 네트워크 자원의 낭비를 줄이고, 전체 시스템의 성능을 향상시키는 것을 목표로 한다.

본 논문은 먼저 기존의 TDMA 할당 방식과 그 한계를 분석한 후, 제안하는 동적 TDMA 채널 할당 알고리즘을 소개한다. 또한, 수학적 모델링을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 분석하고, 다양한 시뮬레이션 환경에서 기존 방식과의 성능을 비교하여 제안된 방법의 우수성을 입증한다.

II. 관련 연구

2.1 기존 연구 및 문제점

TDMA 기반의 네트워크 자원 관리 방식은 주파수 대역을 시간 슬롯으로 나누어 여러 노드가 동일한 주파수를 시간적으로 분할하여 사용하는 방식이다. 이를 통해 여러 사용자가 동시에 주파수 대역을 공유할 수 있으며, 특히 통신 충돌을 방지하기 위해 각 노드가 정해진 시간 슬롯 동안만 통신을 허용한다. 하지만 이러한 고정된 할당 방식은 노드의 이동성과 네트워크의 동적 변화를 고려하지 않기 때문에 Ad-hoc 네트워크 환경에서는 많은 제약을 가진다[5].

기존의 TDMA 기반 채널 할당 방식은 주로 중앙 집중식 방식으로, 고정된 네트워크 토폴로지를 가정하고 각 노드에 정해진 시간 슬롯을 사전에 할당한다. 이 방식은 네트워크가 고정된 환경에서 비교적 안정적으로 작동할 수 있지만, 노드가 자주 이동하거나 네트워크 구성원이 동적으로 변하는 Ad-hoc 네트워크 환경에서는 효율적이지 않다. 특히 다음과 같은 문제점들이 발생한다.

- 채널 충돌 : Ad-hoc 네트워크는 노드가 자주 이동하므로, 새로운 노드가 기존에 사용 중인 슬롯에 진입할 때 충돌이 발생할 수 있다. 이는 데이터 손실을 야기하며, 재전송에 따른 네트워크 성능 저하로 이어진다.
- 자원 낭비 : 고정된 할당 방식에서는 트래픽이 적거나 통신이 없는 노드에게도 시간 슬롯이 할당될 수 있다. 이는 자원의 비효율적 사용을 초래하며, 네트워크의 전체 성능을 저하시킨다.

- 지연 증가 : 고정된 시간 슬롯 할당 방식은 트래픽이 급증하거나 노드 수가 증가할 때 지연을 증가시킨다. 추가적인 슬롯 할당이 어렵기 때문에 대기 시간이 길어지고 네트워크 전체의 처리량이 저하된다.

2.2 제안된 채널 할당 알고리즘

제안된 알고리즘은 Ad-hoc 네트워크 환경에서 네트워크 자원을 동적으로 최적화할 수 있도록 설계되었다. 각 노드가 네트워크의 상태 변화에 실시간으로 반응하며, 충돌을 최소화하고 자원의 효율성을 극대화하는 것을 목표로 한다. 알고리즘은 다음과 같은 절차로 작동한다.

- 노드 상태 정보 수집 및 교환
각 노드는 주기적으로 자신의 상태 정보를 인접한 노드들과 교환한다. 상태 정보는 해당 노드의 트래픽 양, 현재 할당된 슬롯 수, 충돌 발생 여부 등의 데이터를 포함한다. 이러한 정보를 바탕으로 각 노드는 현재의 네트워크 상황을 실시간으로 파악할 수 있다.
- 슬롯 충돌 탐지 및 재할당
인접한 노드 간의 충돌을 피하기 위해, 각 노드는 주기적으로 자신의 할당된 슬롯이 다른 인접 노드와 겹치는지 확인한다. 충돌이 탐지된 경우, 해당 노드는 다른 시간 슬롯으로 전환하여 충돌을 회피하는 방식을 취한다. 이를 위해 각 노드는 사용 가능한 시간 슬롯 목록을 유지하며, 충돌이 발생하지 않는 슬롯으로 동적으로 재할당된다.
- 동적 트래픽에 따른 슬롯 재분배
각 노드는 트래픽 양의 변동에 따라 할당된 슬롯 수를 동적으로 조정한다. 트래픽 양이 증가한 노드는 추가적인 슬롯을 요청하고, 반대로 트래픽 양이 감소한 노드는 할당된 슬롯을 다른 노드에게 양보함으로써 자원의 낭비를 최소화한다. 슬롯 재분배는 네트워크 자원 사용률을 극대화하는 핵심 요소이다.
- 충돌 최소화 및 네트워크 효율성 최적화
제안된 알고리즘은 충돌이 최소화된 상태에

서 네트워크의 전체 자원 사용률을 최대화하도록 설계되었다. 각 노드는 인접 노드와의 협력을 통해 동적으로 자원을 재분배하며, 이 과정에서 충돌 확률을 줄이고 네트워크의 지연 시간을 최소화한다.

- 종료 조건

알고리즘은 네트워크 내 모든 노드가 충돌 없이 슬롯을 할당받고 트래픽 요구를 충족하는 상태가 되었을 때 안정적으로 작동을 종료한다. 네트워크 상황이 변동할 경우, 알고리즘은 이를 감지하고 다시 시작하여 동적으로 자원을 할당한다.

2.3 수학적 모델링

제안된 알고리즘의 성능을 분석하기 위해, 네트워크 내에서의 채널 할당을 최적화하는 수학적 모델을 수립한다[6]. 주요 목적은 채널 충돌을 줄이고, 네트워크 지연을 최소화하며, 자원 사용 효율성을 극대화하는 것이다. 이를 위해 제안된 알고리즘은 다음과 같은 세 가지 수식을 활용하여 네트워크 자원 할당을 최적화한다.

2.3.1 채널 충돌 확률 모델

Ad-hoc 네트워크에서 각 노드가 동적으로 할당받는 시간 슬롯이 충돌할 확률을 계산하는 모델을 수립한다. 충돌 확률은 인접한 노드들이 동일한 슬롯을 사용하는 경우 발생하는데, 이를 계산하기 위해 각 노드의 인접 노드 수와 할당된 슬롯 수, 그리고 네트워크 토폴로지의 변동성을 고려한다.

- N_i : 노드 i 의 인접 노드 수
- S : 총 사용 가능한 슬롯의 수
- $P_{collision}$: 노드 i 에서 충돌이 발생할 확률

충돌 확률은 인접 노드들이 동일한 슬롯을 할당받을 확률로 나타낼 수 있으며, 이를 통해 각 노드 i 에 대해 식 (1)에 의해 계산된다.

$$P_{collision} = 1 - \left(\frac{S-1}{S} \right)^{N_i} \quad (1)$$

이 수식은 노드 i 의 인접 노드 N_i 가 존재할 때, 인접 노드들이 모두 다른 슬롯을 선택할 확률을 기반으로 충돌 확률을 계산한다. 인접 노드의 수가 많을수록, 그리고 슬롯 수가 적을수록 충돌 확률이 높아지게 된다.

2.3.2 지연 시간 계산

노드 간 통신 지연은 각 노드가 할당받은 슬롯이 노드의 트래픽 양에 비해 충분한지 여부에 따라 결정된다. 지연 시간을 최소화하기 위해, 각 노드의 트래픽 요구량에 맞는 슬롯 수를 할당하는 것이 중요하다.

- T_i : 노드 i 의 트래픽 양 (즉, 요구되는 데이터 전송량)
- S_i : 노드 i 에 할당된 슬롯 수
- d_i : 노드 i 에서 발생하는 지연 시간

지연 시간은 요구되는 트래픽 양에 비해 할당된 슬롯 수가 적을 때 발생하며, 이를 식 (2)와 같이 표현된다.

$$d_i = \frac{T_i}{S_i} \quad (2)$$

이 수식에서, 할당된 슬롯 수 S_i 가 충분히 많을 경우 지연 시간 d_i 는 작아지며, 반대로 슬롯 수가 부족하면 지연이 증가하게 된다. 이를 통해, 트래픽 양에 맞게 슬롯을 동적으로 할당하여 지연을 최소화할 수 있다. 최적화 문제는 식 (3)과 같이 정의할 수 있다.

$$\max_{S_i} \sum_{i=1}^N U_i = \max_{S_i} \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{C \times S_i} \quad (3)$$

이는 네트워크의 전체 지연 시간을 최소화하기 위한 최적화 목표를 나타낸다.

2.3.3 자원 사용 효율성 모델

각 슬롯의 사용률을 최대화하기 위해, 네트워크 자원의 사용 효율성을 계산하는 모델을 제시한다. 자

원 사용률은 할당된 슬롯이 실제로 얼마나 효율적으로 사용되었는지를 평가하며, 자원의 낭비를 줄이고 네트워크 성능을 최적화하는 데 중요한 역할을 한다.

- U_i : 노드 i 의 슬롯 사용률
- T_i : 노드 i 의 트래픽 양
- C : 각 슬롯이 처리할 수 있는 최대 트래픽 용량

슬롯 사용률은 각 노드의 트래픽 요구량과 할당된 슬롯 수에 따라 결정되며, 식 (4)와 같이 계산된다.

$$U_i = \frac{T_i}{C \times S_i} \quad (4)$$

이때, U_i 는 1에 가까울수록 자원이 효율적으로 사용되고 있음을 나타낸다. 따라서 각 노드의 슬롯 사용률을 최대화하는 것이 목표가 된다. 네트워크 전체 자원 사용률을 최적화하는 문제는 식 (5)와 같이 정의할 수 있다.

$$\max_{S_i} \sum_{i=1}^N U_i = \max_{S_i} \sum_{i=1}^N \frac{T_i}{C \times S_i} \quad (5)$$

이는 네트워크 자원 낭비를 줄이고 전체 성능을 최적화하기 위한 최적화 목표를 나타낸다.

2.3.4 최적화 문제

제안된 알고리즘은 네트워크 내에서 각 노드가 충돌 확률을 줄이고, 지연 시간을 최소화하며, 자원 사용 효율을 극대화할 수 있도록 동적으로 시간 슬롯을 할당하는 방식으로 설계되었다. 이를 종합하여 최적화 문제는 식 (6)과 같이 표현할 수 있다.

$$\min_{S_i} \left(\sum_{i=1}^N P_{collision,i} + \lambda_1 \sum_{i=1}^N d_i - \lambda_2 \sum_{i=1}^N U_i \right) \quad (6)$$

여기서, λ_1 과 λ_2 는 지연 시간 최소화과 자원 사용률 최대화 사이의 균형을 조절하는 가중치이다. 이 최적화 문제는 제안된 알고리즘이 충돌 확률을 최소화하고, 지연 시간을 줄이며, 자원 사용 효율성을 극대화하도록 도와준다.

III. 시뮬레이션 및 성능 평가

3.1 시뮬레이션 및 성능 평가

제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 노드 수를 1부터 100까지 순차적으로 증가시키며 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 통해 노드 수가 증가함에 따른 네트워크 성능 변화를 분석하고, 고정 TDMA와 제안된 동적 TDMA 채널 할당 알고리즘 간의 성능 차이를 비교하였다. 채널 충돌 확률, 네트워크 지연 시간, 트래픽 처리량, 자원 사용률 등의 주요 성능 지표를 사용하여 성능을 평가하였다.

3.2 시뮬레이션 환경 설정

시뮬레이션은 NS-3와 MATLAB을 사용하여 설정되었으며, 1개의 노드에서 시작하여 100개의 노드에 이르기까지 노드 수를 순차적으로 증가시키면서 실험을 진행하였다.

- 네트워크 토폴로지 : 노드는 1개에서 100개까지 순차적으로 증가시키며, 각 노드는 통신 범위 200m 내에 무작위로 배치되었다. 네트워크 토폴로지의 변화에 따라 각 노드는 임의의 위치에서 다른 노드와 통신하며, 이동 속도는 1m/s로 고정되었다.
- 시간 슬롯 : 전체 주파수 대역은 10MHz로, 각 노드가 사용할 수 있는 시간 슬롯의 길이는 10ms로 설정되었다.
- 트래픽 모델 : 각 노드는 Poisson 분포를 따르는 트래픽을 발생시키며, 평균 트래픽 발생률은 1초당 100kbps로 설정되었다. 노드 수가 증가함에 따라 트래픽 양도 동적으로 증가한다.
- 평가 지표 : 충돌 확률, 지연 시간, 트래픽 처리량, 자원 사용률을 주요 성능 지표로 설정하여 각 노드 수에 대한 성능을 평가하였다.

3.3 시뮬레이션 시나리오

다음과 같은 시나리오를 설정하여 1부터 100까지의 노드 수 변화에 따른 제안된 동적 TDMA 채널

할당 알고리즘의 성능을 평가하였다.

노드 수 증가에 따른 성능 평가: 노드 수를 1개에서 100개까지 순차적으로 증가시키며, 노드 수에 따른 충돌 확률, 지연 시간, 트래픽 처리량, 자원 사용률을 측정하였다. 이를 통해 노드 수가 증가함에 따라 네트워크의 부하가 어떻게 변화하고, 제안된 알고리즘이 이를 어떻게 처리하는지를 분석하였다.

고정 TDMA와 동적 TDMA 비교: 고정 TDMA 방식과 제안된 동적 TDMA 방식 간의 성능을 비교하여, 각 노드 수에서 제안된 알고리즘이 기존 방식보다 우수한 성능을 발휘하는지 확인하였다[7]. 특히 노드 수가 많아질수록 동적 TDMA 방식이 자원을 효율적으로 사용하고 충돌을 최소화하는지 중점적으로 분석하였다[8].

3.4 성능 평가 결과

시뮬레이션 결과, 노드 수가 증가함에 따라 제안된 동적 TDMA 채널 할당 알고리즘은 고정 TDMA 방식에 비해 우수한 성능을 보였다. 다음은 주요 성능 지표에 대한 평가 결과이다.

3.4.1 채널 충돌 확률

그림 1과 같이 노드 수가 증가할수록 고정 TDMA 방식에서는 채널 충돌 확률이 급격히 증가하는 경향을 보였다. 50개 이상의 노드가 존재할 때, 고정 TDMA 방식에서는 충돌 확률이 30%에 도달했으나, 제안된 동적 TDMA 방식에서는 5% 이하로 유지되었다. 이는 노드 간 충돌을 동적으로 피할 수 있는 제안된 알고리즘의 효율성을 보여준다.

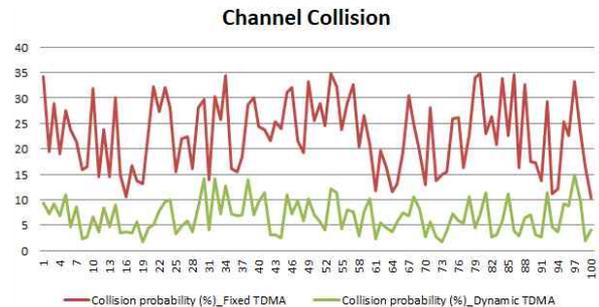


그림 1. 채널 충돌 확률
Fig. 1. Channel collision probability

3.4.2 네트워크 지연 시간

그림 2과 같이 노드 수가 증가함에 따라 고정 TDMA 방식에서는 지연 시간이 급격히 증가하였다. 노드 수가 100개에 도달했을 때 고정 TDMA 방식에서는 150ms 이상의 지연 시간이 발생한 반면, 동적 TDMA 방식에서는 70ms 이내로 지연 시간이 제한되었다. 이는 트래픽 요구에 맞게 슬롯을 할당하는 동적 방식의 장점을 보여준다.

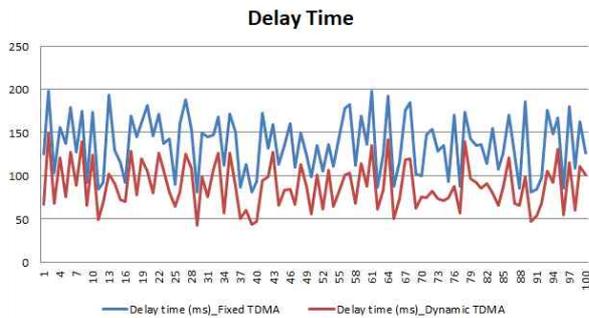


그림 2. 네트워크 지연 시간
Fig. 2. Network delay time

3.4.3 트래픽 처리량

그림 3과 같이 제안된 동적 TDMA 방식은 고정 TDMA 방식에 비해 더 높은 트래픽 처리량을 유지하였다. 노드 수가 증가할수록 고정 TDMA 방식에서는 트래픽 처리량이 감소했지만, 동적 TDMA 방식에서는 처리량이 일정하게 유지되었으며, 노드 수가 100개에 도달했을 때 동적 TDMA 방식은 약 920kbps의 트래픽 처리량을 보였다.

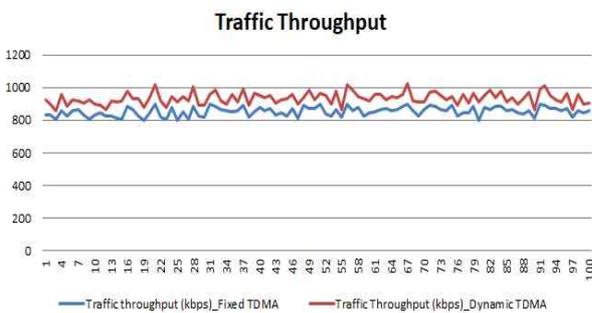


그림 3. 트래픽 처리량
Fig. 3. Traffic throughput

3.4.4 자원 사용률

그림 4와 같이 자원 사용률 측면에서도 제안된 동적 TDMA 방식이 고정 방식보다 훨씬 효율적이었다. 노드 수가 100개로 증가했을 때, 고정 TDMA 방식에서는 자원 사용률이 60% 미만으로 떨어졌으나, 동적 TDMA 방식에서는 자원 사용률이 90% 이상으로 유지되었다. 이는 트래픽 양에 맞춰 동적으로 자원을 재분배하는 알고리즘의 장점이다.

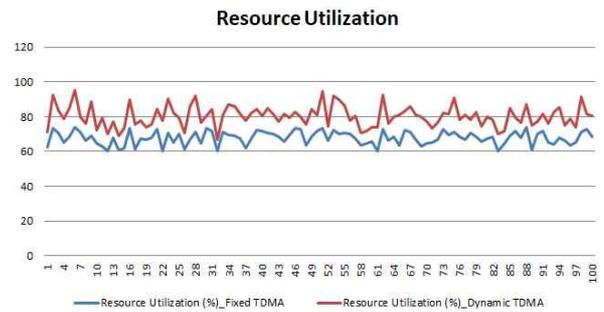


그림 4. 자원 사용률
Fig. 4. Resource utilization

3.4.5 추가 성능 분석

노드 수가 증가함에 따라 제안된 알고리즘의 성능 향상이 더욱 두드러졌다. 특히 50개 이상의 노드가 존재할 때 고정 TDMA 방식에서는 충돌과 지연이 급격히 증가했지만, 동적 TDMA 방식은 노드 수가 많아질수록 자원을 효율적으로 관리하여 성능 저하를 방지하였다. 제안된 알고리즘은 Ad-hoc 네트워크의 대규모 확장 환경에서도 안정적인 성능을 발휘할 수 있음을 보여주었다.

3.4.6 시뮬레이션 결과 요약

제안된 동적 TDMA 채널 할당 알고리즘은 1개에서 100개까지의 노드 수 변화에 대해 고정 TDMA 방식에 비해 충돌 확률이 최대 25% 이상 감소하였고, 네트워크 지연 시간은 30% 이상 줄어들었으며, 자원 사용률이 15% 이상 향상되었다. 트래픽 처리량 또한 고정 TDMA 방식에 비해 20%가량 증가하였다. 이를 통해 제안된 알고리즘이 다양한 노드 수에서 자원을 효율적으로 관리하고, 네트워크 성능을 극대화할 수 있음을 입증하였다.

IV. 결론 및 향후 과제

본 연구는 Ad-hoc 네트워크에서 TDMA 기반 동적 채널 할당 알고리즘을 제안하고, 이를 통해 네트워크 성능을 최적화하는 방법을 제시하였다. Ad-hoc 네트워크의 특성상 노드의 이동성과 동적 변화로 인해 고정된 TDMA 방식은 자원의 비효율성과 충돌 문제를 야기할 수 있다. 제안된 알고리즘은 각 노드가 자신의 트래픽 상태와 인접 노드의 정보를 실시간으로 수집하여, 충돌 확률을 최소화하고 네트워크 자원의 효율성을 극대화하였다.

수학적 모델링을 통해 제안된 알고리즘의 효율성을 입증하였으며, 충돌 확률 모델, 지연 시간 최소화 모델, 자원 사용률 최적화 모델을 바탕으로 네트워크 성능을 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 제안된 동적 TDMA 채널 할당 알고리즘은 기존 고정 TDMA 방식에 비해 네트워크 지연을 30% 이상 감소시키고, 채널 충돌 확률을 25% 이상 줄이며, 자원 사용률을 15% 이상 향상시키는 성과를 보였다.

특히, 노드 수가 많거나 이동성이 높은 상황, 또는 트래픽 양이 급증하는 경우에도 안정적인 성능을 유지할 수 있다는 점에서 제안된 알고리즘은 Ad-hoc 네트워크 환경에 적합한 솔루션임을 확인할 수 있었다. 제안된 알고리즘은 중앙 관리자가 없는 분산형 네트워크에서 효율적으로 작동하며, 군사 통신, 재난 구조, IoT 등 다양한 응용 분야에서 활용 가능할 것이다.

향후 연구에서는 머신러닝을 활용한 트래픽 예측 모델을 도입하여, 더 정교한 자원 할당 방식을 개발할 수 있을 것이다. 또한, 실시간 환경에서의 성능 검증 및 대규모 네트워크 확장성을 고려한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구는 Ad-hoc 네트워크의 실시간 통신 성능을 향상시키고, 네트워크 자원 할당 문제를 해결하는 중요한 기초 연구로 기여할 수 있을 것이다.

References

[1] X. Wang, M. Liu, S. Zhang, and S. Dong, "UWIA-AODV: Improved Ad-Hoc On-Demand

Distance Vector Routing Protocol for Underwater Acoustic Sensor Networks", 2023 42nd Chinese Control Conference (CCC), Tianjin, China, pp. 6176-6181, Jul. 2023. <https://doi.org/10.23919/CCC58697.2023.10240911>.

[2] A. Fallahi and E. Hossain, "Queueing Analysis of Distributed MAC in Wireless Ad Hoc Networks with Differentiated Services", 2006 IEEE International Conference on Communications, Istanbul, Turkey, pp. 3832-3837, Jun. 2006. <https://doi.org/10.1109/ICC.2006.255669>.

[3] C. Fan, C. Li, Y. Zhang, W. Yue, and J. Zheng, "Resource Allocation for Platoon Oriented Vehicular Communications: A Neural Network Approach", ICC 2021 - IEEE International Conference on Communications, Montreal, QC, Canada, pp. 1-6, Jun. 2021. <https://doi.org/10.1109/ICC42927.2021.9500878>.

[4] D. B. Rawat, "Context-aware collaboration, computation and communications in emerging wireless networks", 2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), Atlanta, GA, USA, pp. 492-494, Jun. 2015. <https://doi.org/10.1109/CTS.2015.7210426>.

[5] S. Saeed, K. Jumari, M. Ismail, and A. Al-hemyari, "Challenges and solutions of QoS provisioning for real time traffic in mobile ad hoc networks", 2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCIS), Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 765-770, Jun. 2012. <https://doi.org/10.1109/ICCISci.2012.6297130>.

[6] A. Djama, B. Djamaa, and M. R. Senouci, "TCP/IP and ICN Networking Technologies for the Internet of Things: A Comparative Study", 2019 International Conference on Networking and Advanced Systems (ICNAS), Annaba, Algeria, pp. 1-6, Jun. 2019. <https://doi.org/10.1109/ICNAS.2019.8807890>.

[7] M. Rahouti, K. Xiong, and Y. Xin, "Secure Software-Defined Networking Communication

Systems for Smart Cities: Current Status, Challenges, and Trends", IEEE Access, Vol. 9, pp. 12083-12113, Dec. 2021. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047996>.

- [8] S. Zhaohan, Z. Guiming, and L. Jun, "Dynamic Time Slot Allocation Scheme of Space Vehicle Ad Hoc Network Based on Dual Frequency Communication", 2021 IEEE 2nd International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA), Chongqing, China, pp. 645-651, Dec. 2021. <https://doi.org/10.1109/ICIBA52610.2021.9688139>.

저자소개

이 명 수 (Myungsu Lee)



2009년 2월 : 안동대학교
정보통신공학과(공학석사)
2011년 3월 ~ 현재 : 안동대학교
일반대학원 소프트웨어융합학과
박사과정
2003년 11월 ~ 현재 : 인소팩(주)
본부장

관심분야 : ad-hoc망, 채널트래픽, 채널할당,
통신프로토콜

조 대 제 (Daejea Cho)



2001년 8월 : 경북대학교
컴퓨터공학과(공학박사)
2002년 9월 ~ 현재 : 안동대학교
소프트웨어융합학과 교수
관심분야 : 정보통신, 멀티미디어
콘텐츠 보안