

Hybrid Scheduling Algorithm based on DWDRR using Hysteresis for QoS of Combat Management System Resource Control

Gi-Yeop Lee*

*Researcher, SW Team(Naval), Hanwha Systems Co., Gu-mi, Korea

[Abstract]

In this paper, a hybrid scheduling algorithm is proposed for CMS(Combat Management System) to improve QoS(Quality of Service) based on DWDRR(Dynamic Weighted Deficit Round Robin) and priority-based scheduling method. The main proposed scheme, DWDRR is method of packet transmission through giving weight by traffic of queue and priority. To demonstrate an usefulness of proposed algorithm through simulation, efficiency in special section of the proposed algorithm is proved. Therefore, We propose hybrid algorithm between existing algorithm and proposed algorithm. Also, to prevent frequent scheme conversion, a hysteresis method is applied. The proposed algorithm shows lower packet loss rate and delay in the same traffic than existing algorithm.

▶ **Key words:** Combat Management System, Quantum Mechanism, Dynamic Weighted Deficit Round Robin, Hybrid Scheduling Algorithm, Hysteresis

[요 약]

본 논문에서는 전투관리체계의 QoS를 향상시키기 위해 동적 가중 결손 라운드로빈과 우선 순위 기반의 혼합 스케줄링 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘인 DWDRR은 큐의 트래픽과 중요도에 따라 가중치를 동적으로 부여하여 패킷을 전송하는 방법이다. 제안된 알고리즘의 타당성을 분석하기 위해 모의실험을 통해 제안된 알고리즘이 특정구간에서 높은 효율성을 나타내는 것을 증명하였다. 따라서 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘을 혼합하여 사용하는 방법을 제안한다. 또한, 빈번한 기법 전환을 방지하기 위해 히스테리시스 기법을 적용하였다. 제안한 알고리즘은 동일한 트래픽에서 기존 알고리즘보다 낮은 패킷 손실률과 지연 시간을 나타낸다.

▶ **주제어:** 전투관리체계, 쿼텀 메커니즘, 동적 가중 결손 라운드로빈, 혼합 스케줄링 알고리즘, 히스테리시스

I. Introduction

전투관리체계는 다양한 부 체계와 연계되어 전투를 수행한다. 과학 기술의 발전으로 다양한 센서와 무장이 개발되고, 이에 따라 한정된 공간에 여러 장비들을 탑재하기 위한 노력이 이루어졌다.

장비의 다양성으로 인해 무장체계와 센서 체계의 노드 수가 늘어나고 운용자가 모든 정보를 확인하고 통제할 수 없으므로 기본적인 정보 획득과 통제는 전투관리체계가 스스로 판단하여 운용자에게 통보하고 최종 결심은 운용자가 내리도록 설계되었다.

또한, 최근의 전투는 다차원의 공간에서 동시다발적으로 이루어지는 복합전으로 전개되는 추세이다. 이에 따라 플랫폼 중심전에서 네트워크 중심전으로 전환되고 있으므로 전투관리체계 내부에 송수신 되는 메시지의 종류도 다양한 길이와 형태를 지니게 되었다. 이에 따라 각 노드에서 각기 다른 형태를 지닌 메시지를 처리하기 위해 효과적인 스케줄링 기법을 제안하고 있다.^[1]

현재 일반적으로 사용되는 우선 순위 기반의 선점형 스케줄링 방식에서는 높은 우선 순위의 메시지들은 신뢰성을 보장하지만 비교적 낮은 우선 순위의 메시지에 대한 QoS 보장은 제공되지 않고 있다. 우선 순위의 선점형 스케줄링 방식을 사용하면 신뢰성을 보장하는 메시지 이외의 메시지는 트래픽에 따라 완전히 배제되는 경우도 있다. 따라서 낮은 순위의 메시지들의 QoS 보장을 위한 스케줄링 알고리즘이 필요하다.^{[2][3]}

단순한 라운드 로빈 방식은 여러 프로세스들이 중앙처리장치를 돌아가며 순차적으로 할당받아 실행되는 방식으로 계산 복잡도가 낮고 구현이 쉬운 스케줄링 기법이므로 많은 분야에서 사용되고 있다. 그러나 복잡한 시스템에 적용되기에 알고리즘이 너무 단순하고 노드 간 트래픽의 편차가 심한 시스템에서는 패킷 전송 기회가 동등하게 보장되므로 특정 노드는 장기간 유휴(idle) 상태를 유지한다. 높은 트래픽으로 인해 실시간 전송이 불가능 하더라도 우선 순위에 따라 Qos를 만족할 수 있는 알고리즘이 필요하다.^[4]

본 논문에서는 라운드 로빈(Round Robin)의 단점을 보완한 WRR(Weighted Round Robin)과 DRR(Deficit Round Robin)을 소개하고 이 두 가지 알고리즘을 상호 보완한 가중치 메커니즘과 쿼텀 메커니즘을 사용하는 WDRR(Weighted Deficit Round Robin)을 소개한다. 소개된 알고리즘의 장단점을 분석하고 단점을 보완하기 위해 동적으로 쿼텀을 부여하여 유동적인 자원을 제어할 수 있는 DWDRR(Dynamic Weighted Deficit Round

Robin) 알고리즘을 전투관리체계에 적용한다. 적용된 알고리즘의 효율성을 모의실험을 통해 증명하고 기존 사용 중인 알고리즘 대비 예상되는 장점 및 문제점을 비교분석하여 기술한다.

기존 알고리즘

본 논문은 서론에 이어 2장에서 라운드로빈 기반의 다양한 스케줄링 기법을 설명하고 3장에서 성능향상을 위한 스케줄링 기법을 소개하며 모의실험을 통해 기존의 기법과 비교분석하여 4장의 결론을 맺는다.

II. Preliminaries

2장에서는 라운드로빈 기반의 스케줄링 기법의 변화에 대해 소개한다.

1. Related works

1.1 Weighted Round Robin

라운드로빈 방식은 각 프로세서에 대해 순차적으로 큐를 처리하는 방법이다. 따라서 균등하게 작업은 가능하지만 중요도나 가중치에 대한 공평성은 보장하지 못한다.

공평성 보장을 위해 개선된 WRR은 계산방식이 단순하고 저비용, 저전력으로 구현가능한 장점이 있어 중요도가 높은 특정 큐의 접근이 가능하다. 라운드 로빈 방식에서 트래픽이 낮은 노드의 전송 기회를 트래픽이 높은 노드의 전송으로 대체하는 방식이다. 현재 고속 패킷 스위칭 네트워크에서 널리 사용되고 있다.^{[5][6]}

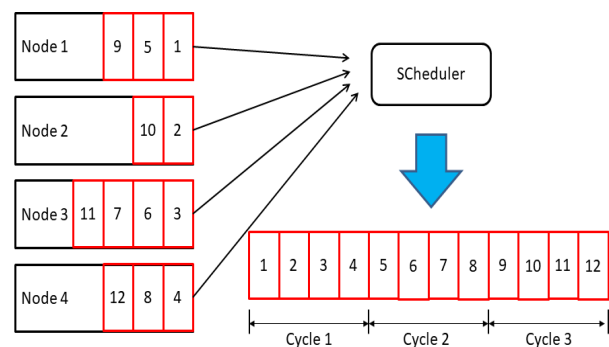


Fig. 1. Weighted round robin scheduling scheme

그림 1에서와 같이 노드 3은 타 노드에 비해 태스크가 가중되고 노드 2는 트래픽이 원활하다. 따라서 한 사이클에서 노드 2 대신 노드 3의 태스크를 할당하여 큐에 대기 중인 패킷을 모두 처리할 수 있다. 그림 1과 같이 트래픽이 가중되는 큐뿐만 아니라 우선 순위 또는 트래픽에 따라

태스크 할당이 가능하다.

그러나 해당 기법은 항상 일률적으로 일을 처리하기 때문에 데이터 수신 패턴이 변하는 전투관리체계에서는 각 노드의 모든 공평성을 보장할 수 없다. 또한, 서로 다른 메시지 종류를 가지고 있거나 전송빈도가 일정하지 않으면 오히려 큐의 효율성이 떨어질 수 있다.

1.2 Deficit Round Robin

WRR의 단점을 보완하기 위해 고안된 DRR은 계산방식이 단순하면서도 큐의 공평성을 보장할 수 있는 대표적인 휴리스틱 기법이다.^[7]

그림 2와 같이 DRR은 WRR과 다르게 단순히 가중치를 주는 방식이 아니라 매 사이클마다 쿼텀이라는 가치를 부여하고 각 큐에 쌓여있는 쿼텀보다 메시지의 크기가 작으면 태스크를 처리하고 누적된 쿼텀이 작으면 다음 사이클에서 쿼텀을 재부여하여 다시 쿼텀과 메시지의 크기를 비교하는 방식이다.

DRR은 쿼텀상수에 의해 미세조정이 가능하지만 노드간의 우선 순위나 가중치가 없으므로 특정 큐에 가중하여 쿼텀을 부여하지 못한다. 또한, 패킷의 크기가 쿼텀에 비해 매우 크거나 모든 큐에서 누적된 쿼텀보다 메시지가 크다면 해당 사이클은 어떤 작업도 하지 못하는 유ힴ상태가 된다. 따라서 각 큐의 최대 지연시간이 보장받지 못하는 경우가 생기므로 전투관리체계에서 해당 스케줄링 기법은 효율적이지 못하다.

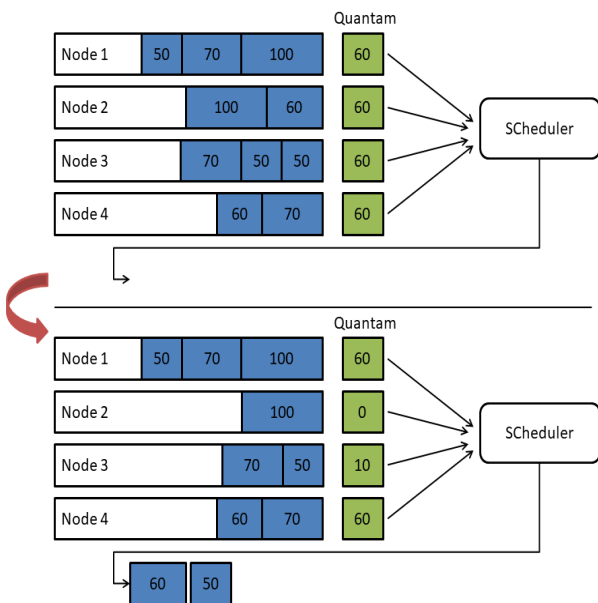


Fig. 2. Deficit round robin scheduling scheme

1.3 Weighted Deficit Round Robin

WDRR은 WRR과 DRR을 혼합한 방식으로 DRR의 쿼텀 메커니즘에 가중치를 부여하여 사용한다.

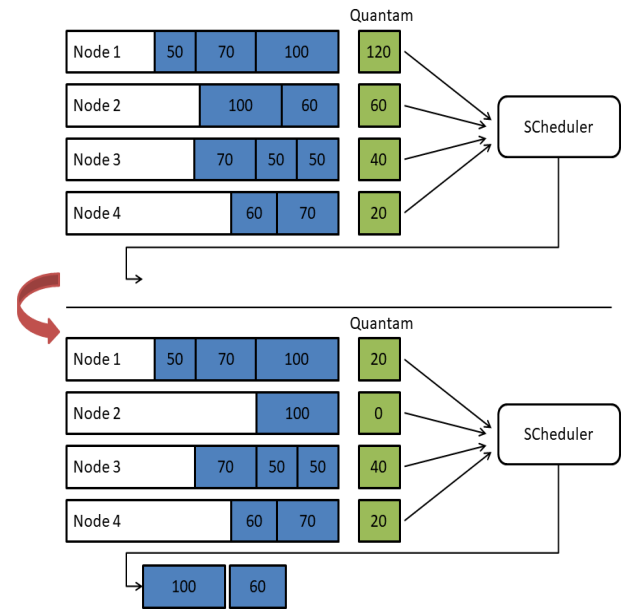


Fig. 3. Weighted deficit round robin scheduling scheme

그림 3은 각 큐에 누적된 쿼텀과 패킷을 보여준다. DRR과 달리 매 사이클에서 부여되는 쿼텀은 큐의 가중치에 의해 다르게 분배된다.

그러나 WDRR도 우선 순위의 변동이 크거나 가변의 패킷을 사용하는 경우에 모든 큐에서 대기하고 있지만 태스크 처리는 하지 않는 유ힴ상태 경우가 있다. 따라서 WDRR은 DRR 보다는 효율적이지만 위험요소를 완전히 제거하지 못했다.

III. The Proposed Scheme

1. Requirement of CMS(Combat Management System) Resource Management

여러 무장 및 센서를 사용하는 전투관리체계에서는 기본적으로 실시간성을 만족해야 한다. 다양한 전술과 장비를 사용하므로 다양한 길이의 데이터를 전송할 수 있어야 하고 다양한 구조를 가진 데이터 타입을 지원해야 한다. 같은 데이터 타입이라도 상황에 따라 우선 순위가 달라질 수 있고 표적의 개수에 따라 길이가 달라지는 가변형 구조를 가지기 때문에 가변메시지도 지원되어야 한다.

이처럼 전투관리체계는 주어진 환경과 운용자의 결심에

따라 패킷의 타입과 길이가 달라지기 때문에 여러 변수들을 고려하여 설계된 휴리스틱 알고리즘을 적용하기에 적합하다.

2. DWDRR Scheme

1.3 장에서 소개했던 WDRR 스케줄링 기법은 쿼텀이 패킷보다 커서 태스크를 처리하지 못했다 하더라도 다음 사이클에서 고정된 쿼텀을 동일하게 부여한다. 쿼텀의 양에 비해 수배 이상 큰 패킷이 존재한다면 수 사이클동안 패킷이 전송되지 못하므로 QoS를 만족할 수 없다. 또한, 큐에 트래픽을 고려하지 않으므로 빈번하게 유힬 상태에 빠질 수 있다.^[8]

예를 들어, 패킷의 길이가 100으로 주어진 노드의 쿼텀 할당량이 20이라면, 5 사이클동안 유힬 상태로 쿼텀을 누적하게 된다.

제안하는 Dynamic WDRR은 WDRR의 보완점으로 쿼텀을 고정으로 부여하는 방식이 아닌 우선 순위와 트래픽을 고려하여 동적으로 부여하는 방식으로 태스크를 처리한다.

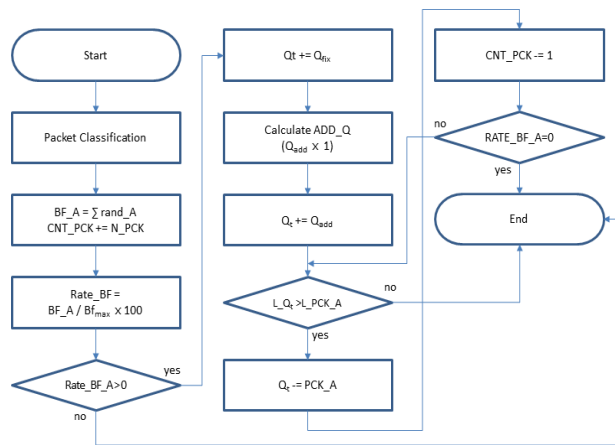


Fig. 4. Flow chart of DWDRR

시퀀스는 그림 4와 같다. 메시지 수신 후 패킷 식별하여 각 노드로 분류하고 큐에 넣는다. 큐의 최대길이 대비 데이터의 크기를 산정하여 Rate_BF에 저장한다. 대기 큐에 데이터가 없다면 해당 사이클은 종료된다. 큐 안의 데이터가 0보다 클 경우 우선 순위에 따른 쿼텀 Q_{fix} 를 잔여쿼텀 Q_t 에 더한다. Rate_BF에 따라 추가적으로 부여되는 쿼텀 Q_{add} 를 계산하여 잔여쿼텀에 더한다. 잔여쿼텀의 길이 L_{Q_c} 와 가장 먼저 전송될 데이터 패킷의 길이인 L_{PCK_A} 를 비교하여 데이터가 잔여쿼텀보다 크다면 사이클은 종료된다. 그러나 잔여쿼텀이 전송될 데이터보다 크다면 해당 패킷은 전송되고 잔여쿼텀에서 전송된 패킷의 길이만큼 빼준다. 큐에 아무것도 없을 때까지 잔여쿼텀

과 패킷의 길이를 비교하여 데이터를 전송하고 큐가 비어 있다면 해당 사이클은 종료된다.

3. Simulation and analysis

3.1 Configuration of environment

Table 1. Type of Lower Priority Packet

Priority	Type
Priority #1	Large Data
Priority #2	Batch QoS
Priority #3	Best Effort
Priority #4	Batch data
Priority #5	Unreliable

Table 2. Node type

Type	
전술정보처리 #1-1	지원정보처리 #2
전술정보처리 #1-2	합기준센서 연동단
지원정보처리 #1	시스템 캐비닛 #1
전술정보처리 #2-1	무장연동단 #1
전술정보처리 #2-2	센서연동단 #1

모의실험은 최근 개발된 함형인 한산도함 전투체계를 기준으로 모델링 하였고 실제 전투관리체계의 일부분을 사용하여 시뮬레이션 테스트베드 응용을 개발하였다.^[9] 현재 한국형 전투관리체계의 DDS(Data-Distribution Service)에서 제공하는 QoS를 적용하였으며 DDS를 사용하는 전투관리체계에서는 QoS의 종류와 우선 순위에 따라 고속 신뢰성 패킷부터 저속 비신뢰성 패킷까지 15개 이상의 분류를 하고 50개 이상의 노드를 설정한다.^[10] 그러나 본 논문에서는 표 1과 같이 하위 우선순위 패킷 중 사용 빈도가 높은 5개 데이터 종을 택하여 표 2와 같이 10개 노드를 설정하여 모의 실험을 한다. 무장연동단과 센서연동단은 합기준센서 연동단을 제외하고 부하가 가장 높은 임의 장비를 선택하였다. 다시 말해, 모의실험 환경은 전투체계가 동작하는 최소한의 노드만으로 구성된 미니 테스트베드이므로 실제 전투관리체계와는 분명한 차이가 있다. 본 논문은 하위 우선 순위의 QoS 보장이 목표이므로 실시간 및 신뢰성이 보장되어야 하는 Fast Reliable, Bursty Reliable 등 상위 우선 순위의 패킷 종류는 모의실험에서 배제한다.

모의실험 환경은 모든 장비와 연동하여 아무것도 하지 않는 상태에서 0에서 2000Mbps까지 점차적으로 트래픽을 높인다. 현재의 전투관리체계는 CPU와 메모리의 점유율을 66%를 넘지 않아야 하고 모의실험환경은 최대부하까지의 트래픽을 만족하지만 전투관리체계의 부분고장인

기능저하 환경을 고려하고 임의 패킷 손실을 유도하기 위해 최대부하 임계치의 두 배까지 실험한다. 훈련용 시나리오를 별개로 구성하지 않고 표적 개수와 탐색률을 서서히 높이며 시험하고 교전채널 할당과 구역탐색, 임의표적 전시를 통해 전투관리체계의 기능들을 모두 사용할 수 있도록 하였다. 모의 실험은 매 회 동일한 조건에서 총 10회로 이루어지며 평균값을 최종 결과값으로 사용한다.

제안된 알고리즘의 성능 평가는 QoS를 보장하는 기존의 선점형 스케줄링과 비교하여 평균 대기열 지연시간과 오버플로우 환경에서 각 패킷들이 손실되어 전송하지 못하는 비율을 토대로 비교하게 된다.

3.2 Simulation

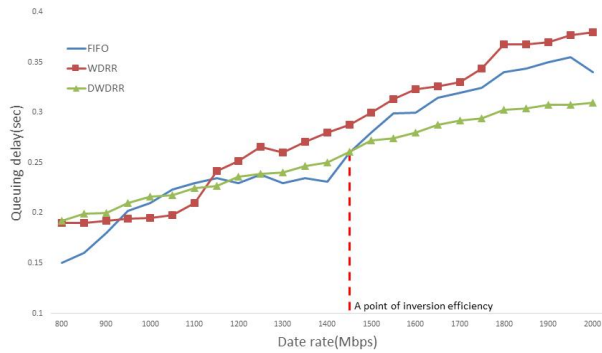


Fig. 5. Comparison of queuing delay for algorithms

그림 5는 기존의 알고리즘인 우선 순위 스케줄링과 WDRR, 그리고 제안된 알고리즘인 DWDRR의 큐잉 지연 시간을 비교한 그래프이다. 전투관리체계에 트래픽을 조금씩 가중하여 지연시간을 분석하였다. 1200Mbps 이하의 구간에서는 우선 순위 스케줄링이 낮은 지연시간을 보이고 있으나 1450Mbps 이상의 구간에서는 제안된 알고리즘의 지연시간이 낮음을 확인할 수 있다.

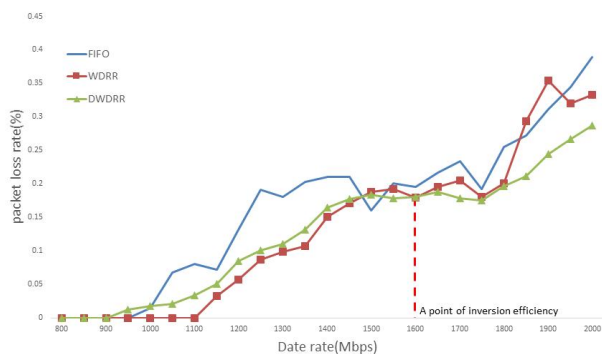


Fig. 6. Comparison of packet loss rate for algorithms

그림 6은 알고리즘 별로 최대 지연시간을 초과하여 전송실패가 이루어지는 비율을 나타낸다. 약 1520Mbps 이상의 구간에서 제안된 알고리즘의 성능이 우수함을 확인하였다. 큐잉 지연시간에서는 1450Mbps 이후부터 제안된 알고리즘의 성능이 우수하지만 최대 지연시간 초과 이후 패킷이 손실되기 때문에 패킷 손실률은 더 높은 트래픽에서 제안된 알고리즘이 우수하다.

각 알고리즘의 우선 순위 별로 패킷 손실률을 봤을 때 우선 순위 스케줄링의 경우 우선 순위가 가장 낮은 Priority #5의 패킷 손실이 가장 먼저 이루어지고 패킷 손실률이 100%가 될 경우 Priority #4의 패킷 손실이 이루어진다. 상위 우선 순위에 대해서도 동일한 방식으로 적용되며 더 높은 트래픽에서는 낮은 우선 순위의 메시지는 점차적으로 배제된다.

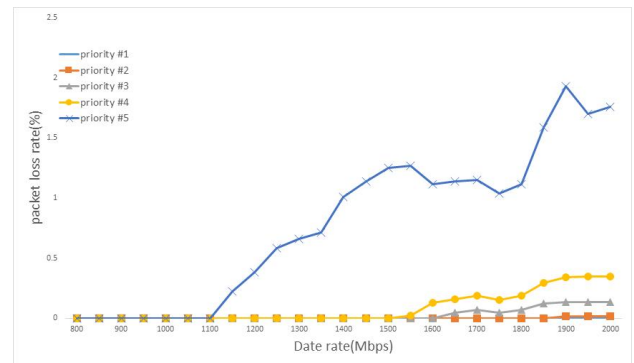


Fig. 7. Comparison of packet loss rate for WDRR

그림 7은 WDRR에서 우선 순위에 따른 패킷 손실률을 나타낸다. WDRR에서는 상대적으로 Priority #5의 패킷 손실률이 높게 나타나지만 큐잉에서 완전히 배제되지 않는다. 또한, 낮은 확률이지만 아무 일도 하지 않는 유휴 사이클이 나타난다.

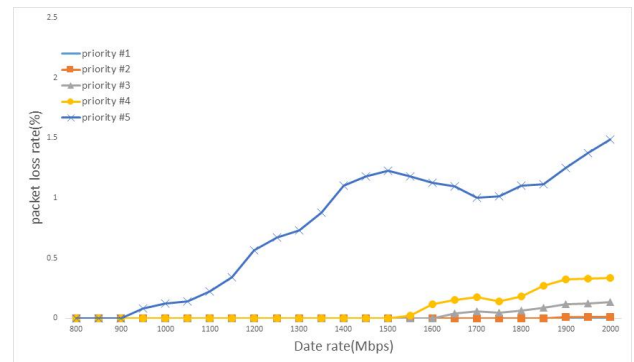


Fig. 8. Comparison of packet loss rate for DWDRR

그림 8은 제안된 알고리즘에서 우선 순위에 따른 패킷 손실률을 나타낸다. WDRR의 그래프보다 낮은 손실률을 보이고 있으며 WDRR에서 나타난 유희 사이클은 나타나지 않는다.

3.3 Simulation Analysis

제안된 알고리즘은 1400Mbps 이상에서 기존의 우선 순위 스케줄링을 사용하였을 때보다 큐잉 지연시간이 작고 1550Mbps 이상에서 전반적인 패킷손실이 적다. 또한 우선 순위가 낮은 데이터에 대해서도 평균 데이터 손실률이 감소하였다.

제안된 알고리즘은 우선 순위에 따른 쿼터덤 Q_{fix} 와 추가쿼터덤인 Q_{add} 의 비율에 따라 성능이 달라진다. Q_{add} 에 가중치를 주었을 때 변화하는 전송 패턴에 적응이 빠르지만 유희 사이클이 증가함을 보이고 Q_{fix} 에 가중치를 주었을 때 유희 사이클이 감소하였지만 데이터 증가량에 대한 응답성이 떨어진다. 따라서 전투관리체계 환경 구성 후 모의실험을 통해 전송 패턴을 분석한 후 비율조정을 통해 적절한 해를 구해야 한다.

3.4 Hybrid scheduling algorithm

제안된 알고리즘은 기존의 알고리즘 보다 지연시간적 측면에서 1450Mbps 이후부터, 패킷손실 측면에서 1520Mbps 이후부터 상대적으로 높은 효율성을 보인다. 다시 말해, 제안된 알고리즘은 체계에 복잡한 전투관리체계 응용과 많은 표적을 전시할수록 효율적이다.

따라서 본 논문에서 제안하는 알고리즘과 기존의 알고리즘을 혼합하여 사용한다면 기존의 알고리즘 방법과 제안된 알고리즘을 사용하는 방법의 높은 성능 구간만을 이용할 수 있는 것이다.

기존의 방법을 사용하다가 특정 구간이 되면 제안된 알고리즘으로 계산하는 방식을 사용한다. 전환되는 구간은 우선 순위에 따른 고정쿼터덤을 어떻게 부여하느냐와 추가적으로 부여되는 쿼터덤 상수를 어떻게 설정하느냐에 따라 전환구간이 이동된다.

4. Hysteresis method

혼합 스케줄링 알고리즘 기법은 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘의 장점만을 살려 효율성을 높이는 적합한 방법이다. 그러나 전환점에서 작은 값으로 증감이 계속된다면 빈번한 기법 전환으로 인해 계산하는 시간이 늘어나고 잔여쿼터덤이 안정화 되지 않으므로 기존의 알고리즘보다 효율성이 낮아진다.

따라서 기존 기법에서 제안된 기법으로의 전환점과 제안된 기법에서 기존 기법으로의 전환점을 다르게 설정하여 빈번한 기법 전환을 방지하는 히스테리시스 방지 기법을 적용한다. 특정 값 이상 또는 특정 값 이하의 트래픽에서 기법전환이 이루어지도록 밴딩을 만든다.^[11]

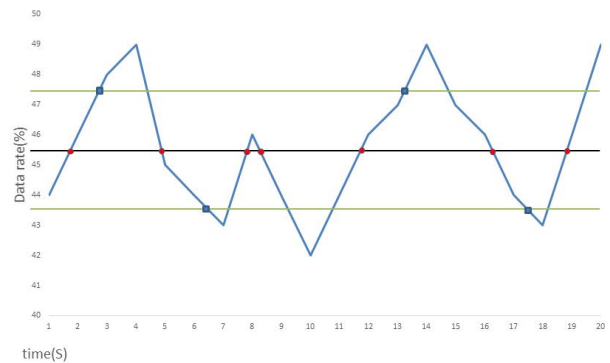


Fig. 9. Conversion scheme by traffic

그림 9는 히스테리시스 기법을 적용하기 전과 히스테리시스 기법을 적용하였을 때의 기법 전환 시점 차이를 나타낸다. 해당 모의기법전환 시점을 트래픽률 45.7%로 설정하였다. 적색 점은 히스테리시스 방지 기법을 적용하기 전의 기법전환 횟수를 나타내고 녹색 점은 히스테리시스 방지 기법을 적용한 후의 기법전환 횟수를 나타낸다.

히스테리시스 방지 기법 미적용 전환법은 전환점인 45.7%에서 20초 동안 7번 전환되었다. 그러나 히스테리시스 방지 기법 적용 전환법은 우선 순위 스케줄링에서 DWDRR로 전환할 때에 47.5% 전환점을 적용하였고 DWDRR에서 우선 순위 스케줄링으로 전환할 때에 43.9% 전환점을 적용하였다. 그림 5와 같이 히스테리시스 방지 기법 미적용 전환법은 20초간 7회, 히스테리시스 방지 기법 적용 전환법은 4회로 히스테리시스 방지 기법을 적용하여 빈번한 기법전환을 방지한다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 DWDRR 스케줄링 기법을 기반으로 하여 트래픽에 따라 우선 순위 스케줄링과 혼합하여 사용하는 하이브리드 스케줄링 알고리즘을 제안하였다.

제안된 하이브리드 알고리즘의 장단점과 타당성을 분석하기 위해 모의실험을 통해 기존의 우선 순위 스케줄링을 사용한 전투관리체계와 DWDRR을 적용한 환경을 비교분석하였다. 제안된 DWDRR 알고리즘은 기존의 전투관리

체계 스케줄링 알고리즘인 우선 순위 스케줄링에 비해 특정구간에서 더 효율적이므로 두 기법을 혼합하여 사용하는 방법을 선택하였다.

계산 노력을 감소시키고 알고리즘의 안정화를 위해 전환점에 히스테리시스 방지 기법을 적용하면 빈번한 기법 전환을 방지할 수 있다.

동적인 환경으로 구성된 모의훈련 실험을 통해 기존의 스케줄링 방법과 비교하고 장단점을 분석하여 실제 적용에 필요한 환경변수 수집과 스케줄링 기법 전환의 적절한 시기를 찾아야 한다.

향후 과제로 실제 전투관리체계에 제안된 스케줄링 알고리즘을 적용하여 트래픽 이외의 변화에 따라 쿼텀상수가 미치는 영향에 대해 알아본다. 그리고 기존 알고리즘 대비 장단점을 비교분석하고 히스테리시스 방지 기법을 적용하여 기법 전환에서 생기는 전환시간 등의 부작용에 대한 분석 및 대책이 있다.

REFERENCES

- [1] J. S Kim, K.Y Park and J.Y Lee, S.M Bae, J.J Pyun, C.M Kim "A Survey Study of the Combat Effectiveness Analysis Models and Future Research Areas", Korean Journal of Computational Design and Engineering, Vol. 4, No. 19, pp. 305-315, Dec 2014
- [2] S.R Kim and Y.H Yoo, "Mathematical Modeling on Energy Management and Packet Scheduling for QoS Guarantee of Multi-level Priority Packets in Energy Harvesting Sensor Networks", Journal of The Korean Institute for Information Scientists and Engineers, Vol. 1, No. 40, pp. 19-25, Feb 2013
- [3] P. Samal and M. Pranati, "Analysis of Variants in Round Robin Algorithm for Load Balancing in Cloud Computing", Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 4, No. 3, pp. 416-419, 2013
- [4] J.W Kim, J.H Kim and S.B Choi,, "Packet scheduling Algorithm for QoS Enhancement in WBAN", Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 12, No. 51, pp. 99-108, Dec 2014
- [5] D.Y Kim, Y.J Chae and D.R Shin, "Applying Weighted Round Robin Scheduling considering Task Waiting Time on Map Reduce Cluster", Domestic Conference of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 297-298, Jun 2015
- [6] Sören Sonntag and Helmut Reinig, "An Efficient Weighted-Round-Robin Algorithm for Multiprocessor Architectures", IEEE 41st Annual Simulation Symposium, pp. 193-199, 2008
- [7] K.P Pyun, S.I Cho and J.Y Lee, "A Hierarchical Deficit Round-Robin Algorithm for Packet Scheduling", The Korean

- Institute fo Information Scientists and Engineers, Vol. 32, No. 2, pp. 147-155, Apr 2005
- [8] G.Y Lee, K.S Song and D.S Kim, "Scheduling Algorithm for Military Satellite Networks using Dynamic WDRR(Weighted Deficit Round Robin)", Vol. 1, No. 50, pp. 196-204, Jan 2013
- [9] Korea Defense Industry Association, "Defense & Technology", Vol. 478, pp. 26-27, Dec 2018
- [10] Y.W Jeong, "A Study on Usages of DDS Middleware for Efficient Data Transmission and Reception", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 11, No. 23, pp. 59-66, Nov 2018
- [11] J.H Lee, E. S Lee and D.S Kim, "Method for joining Mobile Nodes in Wireless Sensor Networks using Dynamic Hysteresis", The Institute of Electronics Engineers of Korea - Computer and Information, Vol. 4, No. 48, pp 68-76, Jul 2011

Authors



Gi-Yeop Lee received the B.S. and M.S. degrees in Electronic Engineering from Kumoh Institute of Technology, Korea, in 2009 and 2012, respectively. He is currently working in Hanwha Systems Co. from 2014.

He is interested in scheduling algorithm, computer networks and Combat Management System.