

광역 위성 네트워크에서 데이터링크 레이어 프로토콜에 대한 연구

이창영, 조병각*

한화시스템(주), *국방과학연구소

changyoung.lee@hanwha.com, *jobg@add.re.kr

A Study on the implementation of Layer3 IP transmission path function through a satellite link in a wide area satellite network

Lee Chang Young, Byung Gak Jo*

Hanwha Systems., *Agency for Defense Development

요 약

본 논문은 광역 위성 네트워크에서의 데이터링크 프로토콜에 대해서 연구이다. 정지궤도 위성을 이용한 광역 위성 네트워크의 물리적 통신환경은 위성의 물리적 규격은 일반적으로 긴 위성지연으로 인하여 연속적인 소규모 데이터 페이로드를 사용하여 비주기적으로 유입되는 64byte~1500byte 데이터인 MTU의 지상망 IP 패킷을 전송하여야 한다. 이를 위한 데이터링크 프로토콜 구조를 설명하고, 이후 패킷단편화 알고리즘, 단편결합 알고리즘으로 구성하였다.

I. 서 론

본 논문에서는 레이어3에서의 IP 전송로 제공을 위한 기능구현 방안에 대해서 제시한다. 아래 그림1과 같은 물리적인 거리가 떨어진 운영환경에서 위성링크를 통한 전송로 유지 및 구축된 지상 네트워크간의 연동을 위해서는 AS(Autonomous System)에 관계없이 광역적인 ALL IP 연동이 가능한 네트워크 기능이 필요하다. 본 논문에서는 위성의 물리적 규격에 따라, 설계된 데이터링크 프레임 구조는 제3장 위성 PHY 환경의 그림 1과 같다. 위성 PHY 환경에서는 연속적인 실시간 소규모 데이터 페이로드를 사용하여 비주기적으로 유입되는 64byte~1500byte의 MTU의 지상망 IP 패킷을 전송하여야 한다.



그림 1. IP 데이터의 Relay Network

MTU의 물리적인 규격이 상이한 상태에서 IP 통신을 위해서는 Satellite DataLink Layer가 필요하며 IP 패킷을 전송하기 위해서는 물리적 규격이 다른 위성 데이터링크에 대한 프로토콜 변환흐름이 아래 그림2와 같이 발생하게 된다.

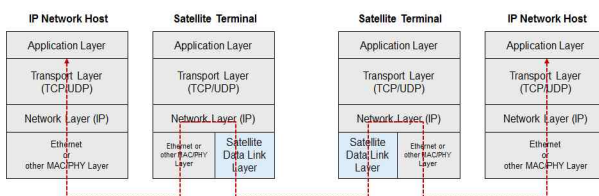


그림 2. 트래픽 채널에 대한 프로토콜 변환

본 논문에서는 기존 지상망 IP 인프라와 광역 Relay Network인 위성망을

통한 타 연동망과의 IP 데이터 유통을 위한 데이터링크 프로토콜에 대해서 제안한다.

II. 본론

위성의 물리적 규격에 따라, 설계된 데이터링크 프레임 구조는 제3장 위성 PHY 환경의 그림 11 위성 PHY Layer와 같다. 위성 PHY 환경에서는 연속적인 실시간 데이터 페이로드를 사용하여 비주기적으로 유입되는 64byte~1500byte의 MTU¹⁾의 지상망 IP 패킷을 전송하여야 한다. 그림 3 위성 PHY 환경에서 본 논문에서 제시하는 데이터링크 프로토콜 프레임 구조이다.

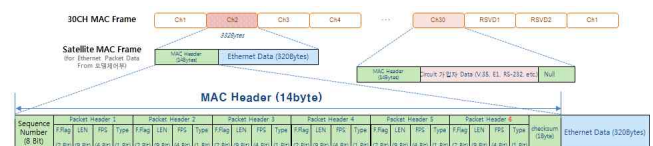


그림 3. 데이터링크 프로토콜 프레임 구조

IP패킷의 최소 전송단위인 64byte 데이터가 연속적으로 들어오는 경우를 고려하여 헤더공간과, 데이터공간으로 구분하였다. 헤더공간에는 PDU의 무결성을 위한 Sequence Number 필드 FSM(Frame Sequence Number, 이하 FSN)와 최대 6개 IP 데이터를 전송 할 수 있도록 6개의 패킷헤더정보를 정의하였다. 각각의 패킷헤더에는 단편화정보(Fragmentation Flag)와 패킷의 길이(Length), 상위 레이어에서 단편화된 패킷의 시퀀스 넘버(SDU Number)와, 제어데이터인지 트래픽데이터인지를 구분하기 위한 필드로 구성된다. SDU Number는 PDU 시퀀스 넘버와 함께 SSN(Sub-frame Sequence Number, 이하 SSN)역할을 수행하게 된다. 또한 FSN frame sequence size(8bit, counter 256)와 SSN sub-frame

1) 해당 레이어가 전송할수 있는 최대전송단위(Maximum transmission unit, MTU)

sequence size(4bit, counter 16)는 배수관계가 아닌 실질적인 sequence size확장을 위하여 sequence size를 15로 제한하였다.

2.1 패킷 단편화 알고리즘

위성터미널은 전송 할 수 있는 채널 별로 TX entity 가 생성되고, entity 별로 상태(state), 변수(variable), 시퀀스 넘버 sequence number를 관리하도록 한다. 위성터미널에서 IP 패킷의 흐름은 그림 4와 같다.

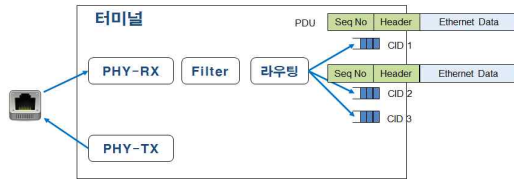


그림 4. 터미널에서의 IP 패킷 흐름

제안된 데이터링크 프레임 구조에서 모든 MTU를 수용 할 수 있도록 단편화 포맷을 8가지 타입의 PDU²⁾를 정의하여 알고리즘에 활용하였다. 첫 번째 포맷은 64byte 패킷 6개 연속 유입시에는 그림5와 같이 SDU(1~6 SDU³⁾s)만으로 구성된 PDU 포맷으로 전송 가능하다.



그림 5. PDU format 1 - SDU only

페이로드 이상의 큰 패킷 유입시 SDU는 단편화 될 것이며, 그에 따라 두 번째, 세 번째, 네번째 포맷은 그림31. 단편화 시작 PDU

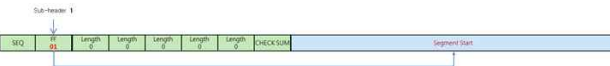


그림 6. PDU format 2 - SDU 단편화 시작

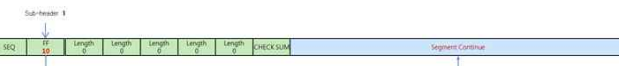


그림 7. PDU format 3 - 단편화 계속

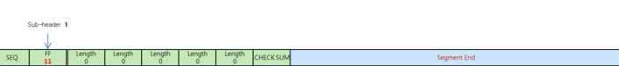


그림 8. PDU format 4 - SDU 단편화 종료

다섯 번째, 그림9와 같이 SDU의 단편화 마지막과 1~5 SDUs 구성된 PDU



그림 9. PDU format 5

여섯 번째, 1~5 SDUs 와 SDU 단편화 시작으로 구성된 PDU 포맷



그림 10. PDU format 6

일곱 번째, SDU 단편화 종료와 SDU의 시작으로 구성된 PDU 포맷

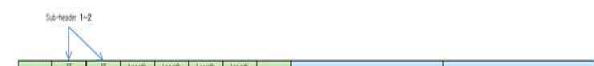


그림 11. PDU format 7

여덟 번째, SDU 단편화 종료와 1~4 SDUs + SDU단편화 시작으로 구성



그림 12. PDU format 8

PDU에 두 개의 SDU단편화 조각은 서로 다른 SDU가 된다.

상기와 같이 정의된 8가지의 PDU 포맷을 이용한 패킷 단편화 알고리즘은 아래 그림 13 패킷 단편화 알고리즘과 같다.

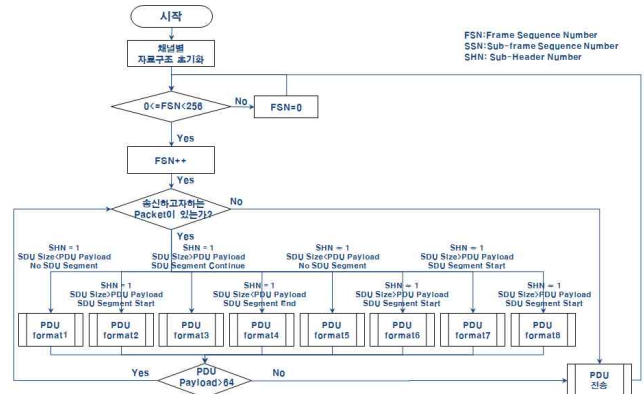


그림 13. 패킷 단편화 알고리즘

2.2 단편화 결합 알고리즘

위성터미널에서의 단편결합 알고리즘은 단편화 알고리즘과 같이 먼저 CID 별로 RX entity 가 생성되고, entity 별로 상태(state), 변수(variable), 시퀀스 넘버sequence number를 관리된다. 단편화 결합 알고리즘을 위해서 수신된 PDU에 대하여 FSN과 SSN을 통한 무결성 알고리즘을 수행하 결합알고리즘을 수행한다. 유효하지 않은 PDU의 경우 재전송 하지 않고 폐기 처리한다. 유효성이 확인된 PDU에 대하여 패킷 결합 알고리즘을 수행하며 세부 절차는 그림 14 단편화 결합 알고리즘과 같다.

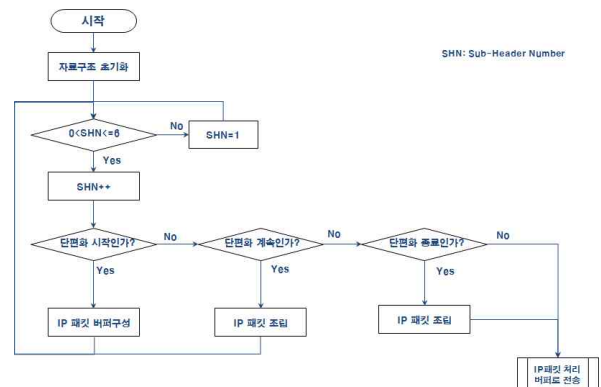


그림 14. 단편화 결합 알고리즘

III. 결론

본 논문은 광역 위성 네트워크에서의 데이터링크 프로토콜에 대해서 연구이다. 정지궤도 위성을 이용한 광역 위성 네트워크의 물리적 통신환경은 위성의 물리적 규격은 일반적으로 긴 위성지연으로 인하여 연속적인 소규모 데이터 페이로드를 사용하여 비주기적으로 유입되는 64byte~1500byte 데이터인 MTU 의 지상망 IP 패킷을 전송하여야 한다. 이를 위한 데이터링크 프로토콜 패킷단편화 알고리즘, 단편결합 알고리즘으로 제시하여 광역링크를 통한 ALL IP 연동이 가능이 가능하다.

2) 프로토콜 데이터 단위(Protocol Data Unit)

3) 서비스 데이터 단위(Service Data Unit)