

## NW-TT 의 BMIC 와 PMIC 기능 구현

최승한, 김창기

한국전자통신연구원 초저지연네트워크연구실

shchoi@etri.re.kr, cckim1@etri.re.kr

Implementation of BMIC(Bridge Management Information Container)  
and PMIC(Port Management Information Container) Function  
in NW-TT(Network-side TSN Translator)

Choi Seung Han, Kim Chang Ki

Electronics and Telecommunications Research Institute

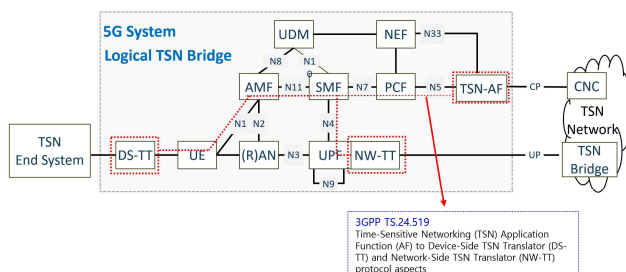
## 요 약

5G 시스템과 IEEE TSN 과의 데이터 계층 통합을 위해서 NW-TT 가 필요하며, NW-TT 는 TSN 트래픽을 제어하기 위한 BMIC/PMIC 메시지를 처리하는 기능이 필요하다. 본 논문에서는 NW-TT 에서 BMIC/PMIC 메시지를 처리하는 기능 구현을 소개하고자 한다.

## I. 서 론

3GPP 에서는 대표적인 고신뢰·초저지연 통신 기술인 IEEE 802.1 시민감 네트워킹(Time-Sensitive Networking: TSN)[1]을 이동통신에 적용하기 위해서 2018 년 Rel-16 이후에 IEEE TSN 과 통합하는 표준화 작업을 진행하고 있다[2]. 본 논문과 관련된 연구 과제에서는 IEEE TSN 과 5G 시스템의 통합을 위한 5G 시스템 구조의 구성요소[3]인 UPF(User Plane Function)/NW-TT(Network-side TSN Translator)를 개발하고 있다. 5G 시스템이 TSN 네트워크와 연동하는 방법은 논리적인 TSN 브릿지(Bridge)로 동작하는 것이다. TSN 네트워크에 5G 시스템이 연결되는 데이터 인터페이스는 NW-TT 와 DS-TT(Device-Side TSN Translator)가 있으며, TSN-AF 는 NW-TT 와는 BMIC(Bridge Management Information Container)를 통해 브릿지 관리 정보를 교환하며, NW-TT/DS-TT 와는 PMIC(Port Management Information Container)를 통해 포트 관리 정보를 교환한다. 본 논문에서는 NW-TT 내에서 BMIC 와 PMIC 기능 구현에 대해서 소개하고자 한다.

## II. 본 론



[그림 1] TSN-AF 와 NW-TT/DS-TT 연결 구조

[그림 1]은 TSN 망의 CNC 와 제어 프로토콜을 송수신하는 TSN-AF, 그리고, TSN-AF 와 제어 프로토콜을 송수신하는 NW-TT/DS-TT 의 연결 구조를 도시한 그림이다. 5G 시스템 TSN 브릿지는 UPF 내에 한 개의 NW-TT 를 가지며, NW-TT 는 트래픽 전송에 사용되는 다수의 포트를 가질 수 있다. NW-TT 와 DS-TT 의 브릿지와 포트 정보는 SMF(Session Management Function)와 PCF(Policy Control Function)를 통과해서 TSN -AF 에게 전달되고, 브릿지의 등록 및 수정을 위해서 CNC 로 전달된다[4]. TSN-AF 와 NW-TT/DS-TT 사이 프로토콜은 3GPP TS 24.519[5] 문서에 정의되어 있다.

## ❖ BMIC parameter

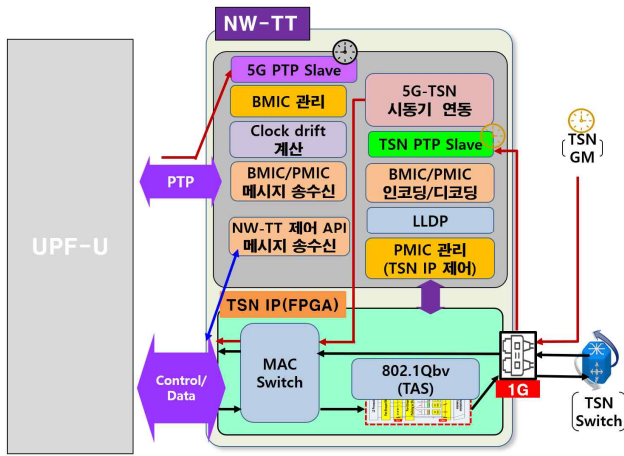
- 0001H Bridge Address
- 0003H Bridge ID
- 0004H NW-TT port numbers
- 0008H Static filtering entries
- 0020H lldpV2PortConfigAdminStatusV2
- 0021H lldpV2LocChassisIdSubtype
- 0022H lldpV2LocChassisId
- 0023H lldpV2MessageTxInterval
- 0024H lldpV2MessageTxHoldMultiplier
- 0050H DS-TT port neighbor discovery configuration for DS-TT ports
- lldpV2LocPortIdSubtype
- lldpV2LocPortId
- 0051H Discovered neighbor information for DS-TT ports
- lldpV2RemChassisIdSubtype
- lldpV2RemChassisId
- lldpV2RemPortIdSubtype
- lldpV2RemPortId
- lldpTTL

## ❖ PMIC parameter

- 0001H txPropagationDelay;
- 0002H Traffic class table;
- 0003H GateEnabled;
- 0004H AdminBaseTime;
- 0005H AdminControlListLength;
- 0006H AdminControlList;
- 0007H AdminCycleTime;
- 0008H Tick granularity;
- 0040H lldpV2PortConfigAdminStatusV2;
- 0041H lldpV2LocChassisIdSubtype;
- 0042H lldpV2LocChassisId;
- 0043H lldpV2MessageTxInterval;
- 0044H lldpV2MessageTxHoldMultiplier;
- 0060H lldpV2LocPortIdSubtype;
- 0061H lldpV2LocPortId;
- 00A0H lldpV2RemChassisIdSubtype;
- 00A1H lldpV2RemChassisId;
- 00A2H lldpV2RemPortIdSubtype;
- 00A3H lldpV2RemPortId;
- 00A4H lldpTTL;

[그림 2] BMIC 와 PMIC 파라미터

브릿지 관리 정보는 BMIC 프로토콜을 사용하고, 포트 관리 정보는 PMIC 프로토콜을 사용한다. BMIC 정보에는 브릿지 속성을 나타내는 브릿지 파라미터가, PMIC 정보 내부에는 포트의 속성을 나타내는 포트 파라미터가 포함되어 있다[그림 2].



[그림 3] NW-TT 구조

[그림 3]는 개발한 NW/TT 구조를 도시한 그림이다. TSN-AF 는 BMIC/PMIC 메시지를 SMF, UPF-C, 그리고, UPF-U 를 거쳐서 전달받는다. NW-TT 에는 BMIC/PMIC 메시지를 처리하기 위한 BMIC 관리 모듈과 PMIC 관리 모듈을 구현했다. 이 관리 모듈에서는 BMIC/PMIC 메시지를 분석해서 NW-TT 의 데이터 계층을 직접 제어하게 된다.

```

⑤ encode_adminctrllist_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_adminctrllist_set(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_admincycletime_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_admincycletime_set(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_tickgranularity_read(stream *, para_node_s *)
⑤ decode_msg_mng_ethernet_command(stream *, bpmic_head_s *, int16_t)
⑤ decode_pmic_message(stream *, bpmic_head_s *, int16_t)
⑤ encode_brdgaddress_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_brdgid_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_portnumbers_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_disco_conf_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_disco_neigh_read(stream *, para_node_s *)
⑤ encode_msg_mng_bridge_complete(stream *, bpmic_head_s *)
⑤ encode_bmic_message(stream *, bpmic_head_s *)
⑤ decode_paraname_brdgaddress(stream *, uint8_t, bpmic_head_s *)
⑤ decode_paraname_brdgid(stream *, uint8_t, bpmic_head_s *)
⑤ decode_paraname_portnumbers(stream *, uint8_t, bpmic_head_s *)
⑤ decode_paraname_disco_conf(stream *, uint8_t, bpmic_head_s *)
⑤ decode_paraname_disco_neigh(stream *, uint8_t, bpmic_head_s *)
⑤ decode_msg_mng_bridge_command(stream *, bpmic_head_s *)
⑤ decode_bmic_message(stream *, bpmic_head_s *)

```

[그림 4] BMIC/PMIC 메시지 인코딩/디코딩 함수

[그림 4]는 NW-TT 에서 BMIC/PMIC 메시지를 인코딩/디코딩 처리하는 함수를 나타낸다.

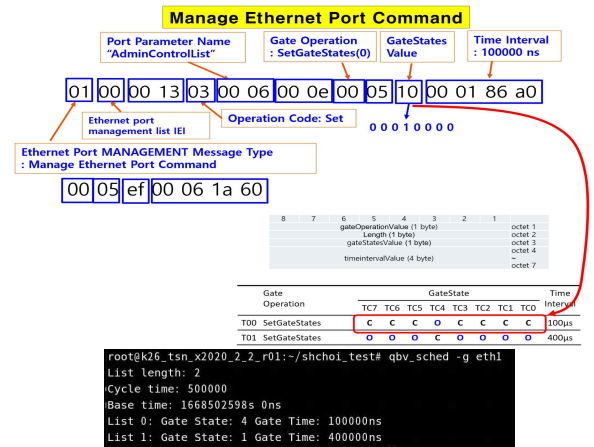
```

>> decode_paraname_trafficclassable
PMIC_OP_READ
>> decode_paraname_gateenabled
PMIC_OP_READ
>> decode_paraname_adminbasetime
PMIC_OP_READ
>> decode_paraname_adminctrllistlength
PMIC_OP_READ
>> decode_paraname_adminctrllist
PMIC_OP_READ
>> decode_paraname_admincycletime
PMIC_OP_READ
<< decode_pmic_message
>> encode_pmic_message
>> encode_msg_mng_ethernetport_complete
<Send PMIC encoding> Length 86
0x000000: 02 47 00 52 07 00 01 00 08 00 00 00 00 01 c9 00 .G.R.....
0x000010: 00 00 02 00 09 00 07 03 00 e3 01 0c 02 10 00 03 .....
0x000020: 00 01 00 04 00 0a 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x000030: 00 00 05 00 02 00 02 00 06 00 0e 00 05 01 00 01 .....
0x000040: 86 a0 00 05 00 00 00 0d bb a0 00 07 00 08 00 00 00 ...B.
0x000050: 01 00 0f 42 00 00
send to Octeon

```

[그림 5] BMIC/PMIC 메시지 인코딩/디코딩 처리 로그

[그림 5]는 NW-TT 에서 BMIC/PMIC 메시지를 처리한 결과를 로그로 출력한 결과이다.



[그림 6] "AdminControlList" PMIC 파라미터의 Command 메시지 구조와 NW-TT 802.1 Qbv 설정값 결과

[그림 6]은 TSN-AF 로부터 전달된 "AdminControlList" PMIC 파라미터의 Command 메시지 구조와 이 파라미터 값을 가지고 NW-TT 의 802.1Qbv FPGA 에 설정한 결과값을 나타낸 그림이다. TSN 망에서는 트래픽 스케줄링을 위한 방법으로 802.1Qbv[6]방식을 사용한다. 한 사이클을 여러 개의 타임 슬롯으로 나누고, 그 타임 슬롯에 할당된 트래픽은 정해진 시간에 포워딩 되는 시간 인식 셰이퍼(Time-Aware Shaper:TAS)로 동작한다. NW-TT 의 eth1 인터페이스로 출력되는 패킷에 대해서 스케줄링되며, eth1 의 TAS 설정값을 확인하는 명령어를 통해서 정상적으로 TAS 스케줄링 값이 설정된 것을 확인할 수 있다.

### III. 결 론

본 논문에서는 NW-TT 의 BMIC/PMIC 모듈 기능의 구현을 소개하였다. 구현된 BMIC/PMIC 모듈은 TSN-AF 와 연동해서 TSN 트래픽 제어 기능을 시험하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2023 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-00974, 고신뢰·저지연 5G+ 코어 네트워크 및 5G-TSN 스위치 기술 개발)

### 참 고 문 헌

- [1] Janos Farkas et al., "Time-Sensitive Networks Standards", IEEE Comm. Magazine, June 2018, pp. 20-68.
- [2] 3GPP TS 23.501, "System Architecture for the 5G System; Stage 2", Dec. 2020.
- [3] 최승환, 김창기, "5G 시민감 통신을 위한 UPF/NW-TT 의 설계", 제 31 회 통신정보융합학술대회(JCCI 2021), 2021.
- [4] 김경수 외, "Industrial IoT 를 위한 5G-TSN 기술 동향," 전자통신동향분석 제 35 권 제 5 호, 2020.
- [5] 3GPP TS 29.519, "Time-Sensitive Networking (TSN) Application Function (AF) to Device-Side TSN Translator (DS-TT) and Network-Side TSN Translator (NW-TT) protocol aspects", Dec. 2020.
- [6] IEEE Std 802.1Qbv-2015, "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Bridges and Bridged Networks-Amendment 25: Enhancements for Scheduled Traffic," 2015.