

6G를 위한 NGAP/NAS 인터페이스 연구

최승한, 타이광통, 고남석

한국전자통신연구원 모바일코어네트워크연구실

shchoi@etri.re.kr, tqtung@etri.re.kr, nsko@etri.re.kr

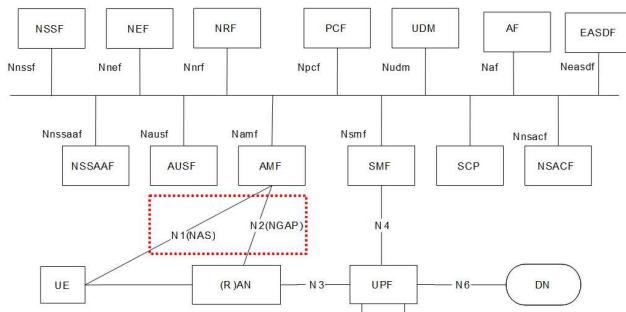
A Study on NGAP(NG Application Protocol)/ NAS(Non Access Stratum) Interface for 6G network

Seunghan Choi, Quang Tung Thai, Namseok Ko
Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

기존 PDU 세션 설정 절차에서 AMF에서 처리해야 하는 시그널링 트래픽이 증가하면, 시그널링 트래픽의 지연 문제가 발생할 수 있으며, 해결하기 위한 개선 방법이 필요하다. 본 논문에서는 문제를 해결하기 위한 NGAP/NAS 인터페이스를 개선한 연구에 대해서 소개한다.

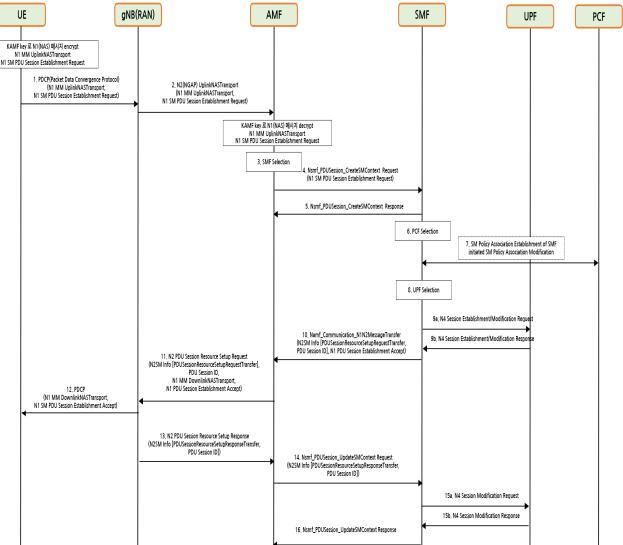
I. 서 론



[그림 1] 5G System Architecture[1]

[그림 1] 에서와 같이 3GPP 의 5G 코어 시스템 구조에서는 UE 와 AMF 사이의 NAS(N1) 인터페이스, RAN 과 AMF 사이의 NGAP(N2) 인터페이스를 통해서 5G 코어 시스템과 등록 및 세션 처리 기능을 수행한다. NAS 메시지에는 AMF 와 접속 및 이동성 관리 기능을 수행하는 내용 뿐만 아니라, SMF 와 세션 관리 기능을 수행하는 내용을 포함하고 있다. 사실 세션 관리 기능은 AMF 와 관련이 거의 없고, SMF 와 관련이 있지만, 모든 NAS 메시지가 AMF 로 먼저 전달 되기 때문에, 모든 NAS 메시지가 AMF 로 전달되고, AMF 에서 NAS 메시지를 확인해서 SMF 와 같은 해당 NF 로 재전송한다. 또한 NGAP 메시지도 UPF 와 RAN 사이의 N3 인터페이스 처리 정보는 SMF 와 RAN 사이에 필요하지만, 모든 NGAP 메시지는 우선 AMF 에서 처리 되어야 하기 때문에, AMF 에서 NAS 메시지를 확인하고 SMF 에게 재전송한다. 항상 모든 NAS/NGAP 메시지가 AMF 를 통해서 전달되기 때문에, AMF 에서 병목 문제가 발생하고, AMF 에서 처리해야 하는 시그널링 트래픽이 증가하면 시그널링 트래픽의 지연 문제가 발생 할 수 있다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해서 NGAP/NAS 인터페이스를 개선한 연구에 대해서 소개하고자 한다.

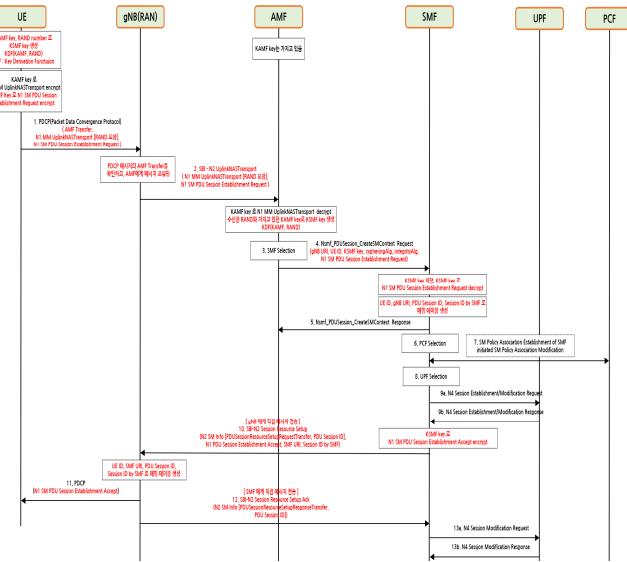
II. 본 론



[그림 2] PDU Session Establishment 절차[2]

[그림 2]는 기준 3GPP 표준[2]의 PDU 세션 설정 절차를 나타낸다. UE 와 AMF 와의 Registration 절차 이후에 UE 로부터 전달되는 N1 SM PDU Session Establishment Request 메시지는 gNB 에서 먼저 AMF 로 전달되고, AMF 에서는 이 메시지가 SMF 로 전송되는 것을 메시지 타입을 보고 인식 한다. AMF 는 이 메시지를 SMF 에게 전송하게 되며, 이것은 AMF 에서 불필요한 지연과 컴퓨팅 자원을 소모하는 문제점이 발생한다. SMF 가 N1 SM PDU Session Establishment Request 메시지에 대한 응답으로 N1 SM PDU Session Establishment Response 메시지뿐만 아니라, N2 SM info 인 PDU Session Resource Setup Request Transfer 메시지를 AMF 에게 보낸다. N1 SM PDU Session Establishment Response 메시지와 N2 SM info 인 PDU Session Resource Setup Request Transfer 메시지 둘

다, AMF 는 단순히, gNB 에게 전달하기 위한 목적이며, 이것 또한 AMF 에서 불필요한 지연과 컴퓨팅 자원을 소모하는 문제점이 발생한다.



[그림 3] NGAP/NAS 메시지를 SMF에게 직접 전달하는 PDU
Session Establishment 절차

[그림 3]은 기존 PDU 세션 설정 절차를 개선한 NGAP/NAS 메시지를 SMF에게 직접 전달하는 PDU 세션 설정 절차를 나타낸다. 메시지 절차는 다음과 같다.

- 기존 5G 코어 구조에서는 N1(NAS) 메시지에 대해서 UE 와 AMF 에서만 암호화하는 방식을 했지만, N2 와 N1 메시지를 gNB 에서 구분해서 AMF 와 SMF 로 직접 보내는 구조에서는 UE 와 AMF, UE 와 SMF 사이에 각각 암호화 하는 구조로 변경이 되어야 한다.

- UE 와 SMF 사이에 N1 메시지를 암호화 하기 위해서는 UE 와 SMF 모두 암호화키를 가지고 있어야 한다. UE 와 AMF 사이에 Registration 절차를 완료하면, UE 와 AMF 는 모두 N1 메시지를 암호화 하는데 필요한 KAMF 키를 저장하게 된다. UE 는 KAMF 키와 생성한 RAND(Random Number) 값을 입력값으로 KDF(Key Derivation Function) 함수에 넣어서 KSMF 키를 생성하고 저장한다.

- UE는 기존 절차와는 다르게, N1 MM UplinkNASTransport 메시지에 RAND 값을 새롭게 넣고, KASMF 키로 N1 MM UplinkNASTransport[RAND 포함] 메시지를 인크립트(encrypt)하고, N1 SM PDU Session Establishment Request 메시지는 KSMF 키로 인크립트한다.

- UE는 메시지를 AMF에게 전달하라는 것을 의미하는 AMF Transfer 정보, 인크립트한 N1 MM UplinkNASTransport 메시지, 그리고, N1 SM PDU Session Establishment Request 메시지를 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 메시지에 넣어서 gNB로 전송한다.

- gNB는 UE로부터 수신한 PDCP 메시지내의 AMF Transfer를 확인하고, PDCP 메시지내의 N1 메시지를 포함한 N2 UplinkNASTransport 메시지를 SBI로 AMF에게 전송한다.

- N1 메시지를 수신한 AMF는 KAMF 키로 N1 MM UplinkNASTransport 메시지를 디크립트(decrypt)하고, N1 MM UplinkNASTransport 메시지에 포함된 RAND 값을 저장한다.

- AMF는 가지고 있던 KAMF 키와 RAND 값을 KDF(Key Derivation Function) 함수에 넣어서 KSMF 키를 생성하고 저장한다.

- AMF는 SMF를 선택하고,
Nsmf_PDUSession_CreateSMContext Request
메시지에 gNB URI, UE ID, KSMF key, cypheringAlg,
integrityAlg을 넣어서 SMF에게 송신한다.

- `smf_PDUSession_CreateSMContext Request` 메시지를 수신한 SMF는 KSMF 키를 저장하고, KSMF 키로 N1 SM PDU Session Establishment Request 메시지를 디크립트한다.

- SMF 는 UE ID, gNB URI, PDU Session ID, Session ID by SMF 로 매핑 테이블 생성한다. SMF 는 UPF, PCF 와 PDU 세션 설정 절차를 수행한다.

- SMF 는 KSMF 키로 N1 SM PDU Session Establishment Accept 메시지를 인크립트하고, N2 Session Resource Setup 메시지에 N2 SM Info [PDUSessionResourceSetupRequestTransfer, PDU Session ID], N1 PDU Session Establishment Accept, SMF URI, Session ID by SMF 를 넣어서 SBI 로 AMF 가 아닌 gNB 에게 직접 전송한다.

- N2 Session Resource Setup 메시지를 수신한 gNB는 UE ID, SMF URI, PDU Session ID, Session ID by SMF로 매핑 테이블을 생성한다. gNB는 PDCP 메시지에 N1 SM PDU Session Establishment Accept 메시지만 넣어서 UE에게 전송한다.

- SMF 는 N2 Session Resource Setup Ack 메시지에
 N2 SM Info
 [PDUSessionResourceSetupResponseTransfer, PDU
 Session ID]를 넣어서 SBI 로 AMF 가 아닌 SMF 에
 직접 전송한다.

III. 결 론

본 논문에서는 기존 PDU 세션 설정 절차에서 AMF에서 처리해야 하는 시그널링 트래픽이 증가하면 시그널링 트래픽의 지역 문제가 발생할 수 문제를 해결하기 위해서 NAS/NGAP 인터페이스를 개선한 연구에 대해서 소개하였다. 향후 6G 모바일 통신 표준에 본 연구를 반영하기 위한 활동을 계획하고 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 정부(과학기술정보통신부) 재원으로
정보통신기획평가원의 정보통신·방송 기술개발사업의 일환으로
수행하였음 [RS-2024-00405354, Evolved SBA 프레임워크
및 제어/유저평면 NF 핵심기술 개발]

참고문헌

- [1] 3GPP TS 23.501, "System Architecture for the 5G System; Stage 2", Dec. 2024.
 - [2] 3GPP TS 23.502, "Procedures for the 5G System; Stage 2", Sep. 2024.