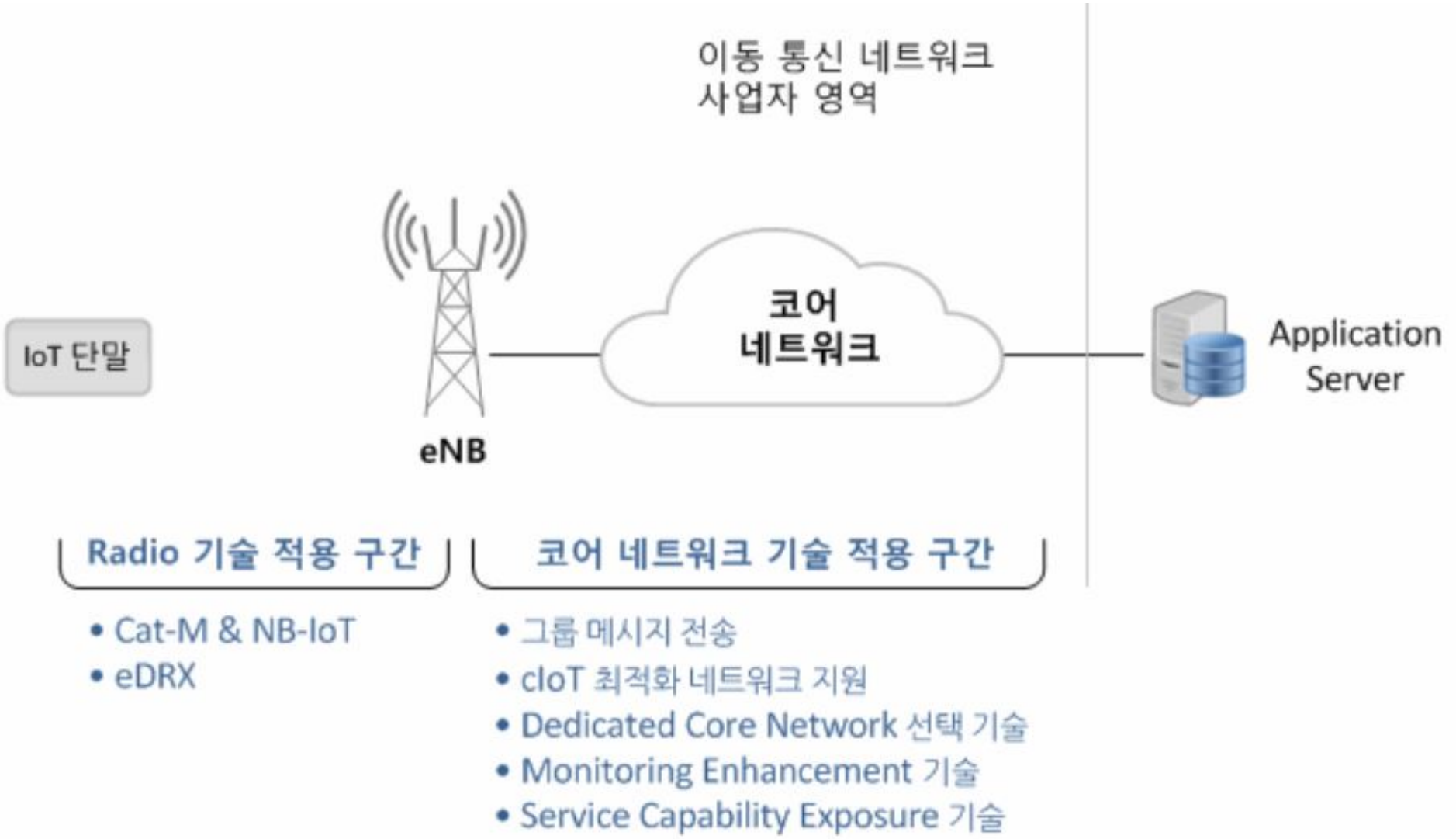
IoT Core (Release 13)

hkim

2019-09-25

1. 경과
2. cIoT 기술 종류
3. cIoT 최적화
   - CP 최적화
   - DP 최적화
4. 그룹 메시지 전송 기술
5. Dedicated Core Network 선택 기술
6. Service Capability Exposure 기술
7. Monitoring Enhancement 기술

- 코어 네트워크


이동 통신 네트워크
사업자 영역
IoT 단말
eNB
코어
네트워크
Application
Server
Radio 기술 적용 구간
코어 네트워크 기술 적용 구간
• Cat-M & NB-IoT
• eDRX
• 그룹 메시지 전송
• cIoT 최적화 네트워크 지원
• Dedicated Core Network 선택 기술
• Monitoring Enhancement 기술
• Service Capability Exposure 기술

- 3GPP 초기 Cellular IoT 표준 기술인 Release-10/11은 IoT 단말들이 발생시키는 네트워크 부하를 막는 것에 집중
- Release-12에서 IoT 단말을 지원하기 위한 표준 기술 개발 시작: 저전력과 저가화를 지원하는 Cat-0와 Power Saving Mode
- Release-13에서는 저전력, 간헐적 데이터 전송 등 IoT 단말 특징을 고려한 기술 추가 (표1/그림1)

	Radio 기술		코어 네트워크 기술	
개별 적용 기술	**Cat-M** • 1.4MHz 채널 사용 • Coverage 확장 (+15dB)	**NB-IoT** • 200kHz 채널 사용 • Coverage 확장 (+20dB)	**그룹 메시지 전송** eMBMS 지원 Cat-M IoT 단말들을 위한 메시지 전송 (NOTE1)	**cIoT 최적화 네트워크 (컨트롤 플레인) 지원** 음성 비지원 데이터 전용 NB-IoT 단말의 간헐적 작은 데이터를 송수신할 때 코어 네트워크 사용 최적화 (NOTE2)
공통 적용 기술	**eDRX** (extended discontinuous reception) DRX 주기 확장 connected mode: ~10.24초까지 idle mode: ~44분 또는 ~약 세시간까지		**Dedicated Core Network 선택 기술** IoT 단말을 위한 특정 기능을 지원하는 코어 네트워크를 일반 스마트폰 단말을 지원하는 코어 네트워크와 분리 운영할 수 있도록 특정 단말을 특정 코어 네트워크와 선택적으로 연결하는 기술 **Monitoring Enhancement 기술** IoT 단말이 이동 통신 네트워크에 attach되어 있는가, IoT 단말의 위치가 어디인가 등의 특정 이벤트로 인한 상태 변화를 감시하고 변경 사항을 IoT 사업자가 운용하는 서버로 통보하는 기술 **Service Capability Exposure 기술** IoT 기술을 지원하는 네트워크의 capability에 대한 설정을 사업자 네트워크 외부에 있는 IoT 사업자의 서버에서 할 수 있도록 하는 기술	

Cat-M

- Release-12에서 도입한 Cat-0의 발전된 형태
- Cat-0와 동일하게 단일 안테나와 half-duplex의 사용을 지원
- 송수신 대역폭을 기존 LTE 모뎀에서 사용하는 200MHz에서 대폭 줄어든 1.4MHz를 사용
  - 1.4MHz = LTE 시스템에서 단말이 통신 네트워크를 사용하기 위하여 eNB와 동기화하는 시그널 + 최소 기본 시스템 정보를 담은 시스템 정보 블록 (SIB)을 수신하기 위한 최소 대역폭
  - Cat-M이 LTE 시스템과 호환 설계되었음을 시사
- 기존 23dBm에 추가로 20dBm의 출력 허용 $\rightarrow$ 저전력, 저가화 강화

Cat-M

- 단일 안테나와 저가 부품의 사용에 의해 저하된 수신 성능을 물리 계층에서의 재전송과 signal combining 등을 통해 높임으로써 +15dB 이 커버리지 확장을 지원
- Cat-M은 Cat-0보다는 저전력과 저가화의 특징이 강화되었으나, 경쟁 기술인 LoRa나 SigFox 등에 비해 고가
- 따라서 3GPP는 저가형 IoT를 위해 기존 LTE 시스템과 호환성을 고려하지 않은 NB-IoT 설계

NB-IoT

- eNB와 동기화하는 시그널부터 SIB를 전송하는 블록을 포함한 채널 구조 뿐만 아니라 데이터를 전송하는 채널까지 모두 새로 디자인
- NB-IoT 표준화는 2G 시스템인 GSM 표준 조직에서 먼저 시작
  - 최종 표준 규격은 LTE Radio 표준 조직에서 완성
- 까닭에 NB-IoT의 디자인에는 GSM의 200kHz 대역폭 사용
  - GSM 주파수 대역을 용도 변경하여 NB-IoT를 deployment하기 용이 (stand alone 모드)
- GSM을 가지지 않은 통신 사업자도 경쟁력을 갖게 하기 위해 In-band mode와 Guard band mode도 지원

NB-IoT

- Cat-M과 동일하게 23dBm 및 20dBm의 출력 이용 가능
- Cat-M 대비 월등한 저전력 및 저가화 지원
  - Connected 상태의 이동성인 핸드오버를 지원하지 않음 → 이웃 기지국에 대한 measurement report 불필요
- 물리 계층에서 재전송 및 signal combining 등을 사용하여 +20dB 까지의 커버리지 확장을 지원
- NB-IoT는 저가형 IoT 단말용, Cat-M은 중가 이상의 IoT 단말용

Release 13의 코어 네트워크 변화

- eMBMS를 이용하여 그룹으로 묶인 IoT 단말들에게 동일한 메시지를 전달하는 그룹 메시지 전송 기술
  - Release-13: Cat-M 단말은 eMBMS를 지원, NB-IoT 단말은 미지원 → Release-14: NB-IoT 단말도 eMBMS를 지원
- cIoT 단말이 최소의 시그널링으로 코어 네트워크를 이용하여 데이터를 전송할 수 있도록 최적화
- cIoT의 control plane (CP) 최적화는 스마트폰에는 부적합
  - 음성 서비스 사용에 필수적인 QoS 지원 GBR (Guaranteed Bit Rate) 베어러의 사용이 불가능
  - 제한된 데이터 연결만 가능
  - 핸드오버 및 inter RAT 이동 미지원

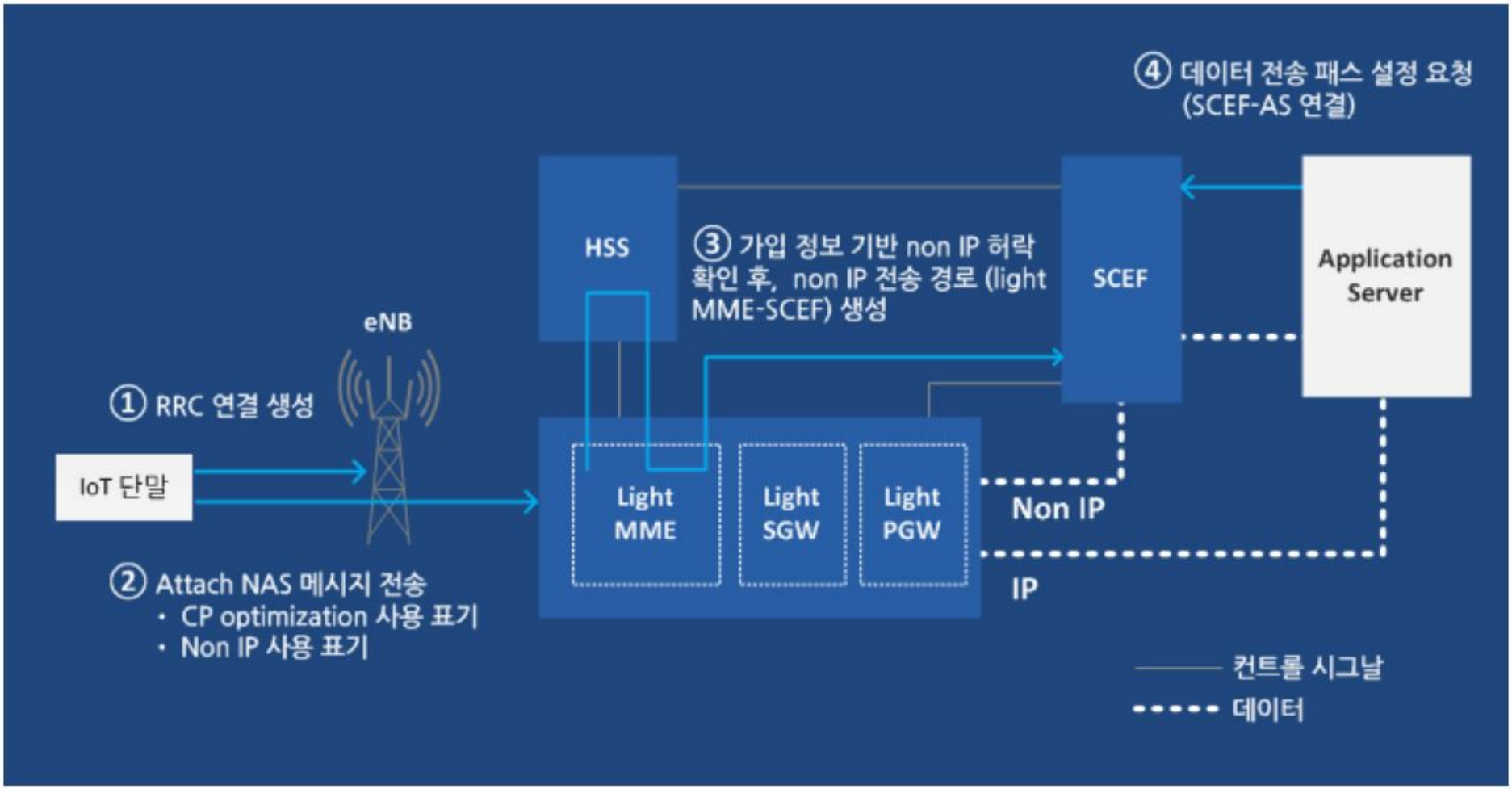
Release 13의 코어 네트워크 변화

- IoT 기술을 지원하는 코어 네트워크를 선택하여 IoT 단말을 연결하는 Dedicated Core Network 선택 기술
- IoT 단말이 정의된 특정 상태로 변하였는지 감시하여 알려주는 Monitoring enhancement 기술
- IoT capability 정보 (e.g. 단말이 사용할 이동 통신 자원 한도, 요금 지불 주체 등)를 IoT 사업자의 응용 서버에서 설정할 수 있도록 해주는 Service Capability Exposure 기술

CP 최적화

- IoT 단말이 작은 데이터를 간헐적으로 송수신하는 것에 필요한 최소한의 기능만을 네트워크에서 지원하는 기술
- '작은 데이터'는 IP 패킷 또는 IoT 사업자의 Application Server(이하 AS)와 단말내의 Application Client 사이에 약속된 구조를 사용하는 unstructured non-IP 데이터
- 어떤 형태든 특정 bit rate를 지원하는 QoS 지원 없이 best effort로 송수신

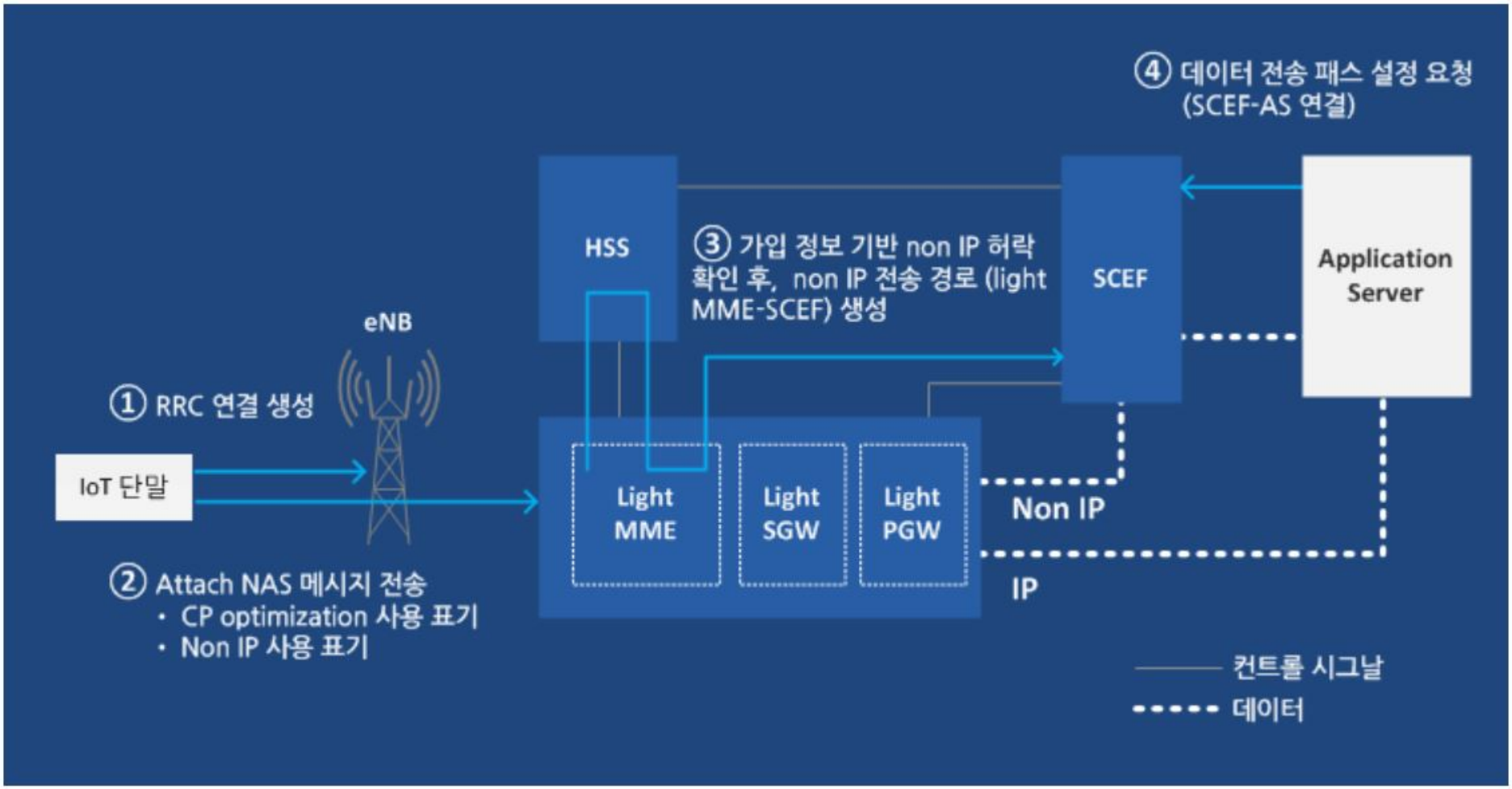
CP 최적화 기반 non-IP 데이터 전송



CP 최적화

- non-IP 데이터를 이용하는 경우, IoT 단말은 먼저 NB-IoT를 지원하는 cell을 찾은 후 그 cell의 eNB와 RRC 연결을 생성 (①)
  - NB-IoT 단말은 CP 최적화 사용이 의무 (Cat-M은 선택)
- RRC 연결을 이용, IoT 단말은 CP 최적화 기술을 사용하여 unstructured non-IP 데이터를 전송하겠다는 tag를 포함한 attach request NAS 메시지를 Cellular IoT Serving Gateway Node(C-SGN) 내의 light MME로 전송 (②)
- light MME는 가입 정보를 기반으로 non-IP 전송이 허용되는지 확인

CP 최적화 기반 non-IP 데이터 전송



CP 최적화

- Non-IP access point name (APN) 정보에 기반, 이통 사업자 네트워크 내의 장비들을 IoT 서비스 사업자의 AS와 연결하는 역할을 하는 Service Capability Exposure Function (이하 SCEF)를 선택
- C-SGN내의 light MME와 SCEF를 연결하는 데이터 전송 패스 설정 (③)
  - 단말과 eNB는 기존 LTE 시스템에서 데이터를 전송하는데 사용하던 data radio bearer(이하 DRB)를 생성하지 않고 단말과 MME 사이에 교환되는 컨트롤 메시지인 NAS 메시지를 전송할 때 사용하는 signaling radio bearer (SRB)만을 이용
  - 단말과 기지국 사이의 보안 설정을 하지 않고 단말과 MME 사이에 사용하는 보안 설정만 이용함으로써 기존 LTE 시스템에서는 필수적이던 절차 대부분 간소화

CP 최적화

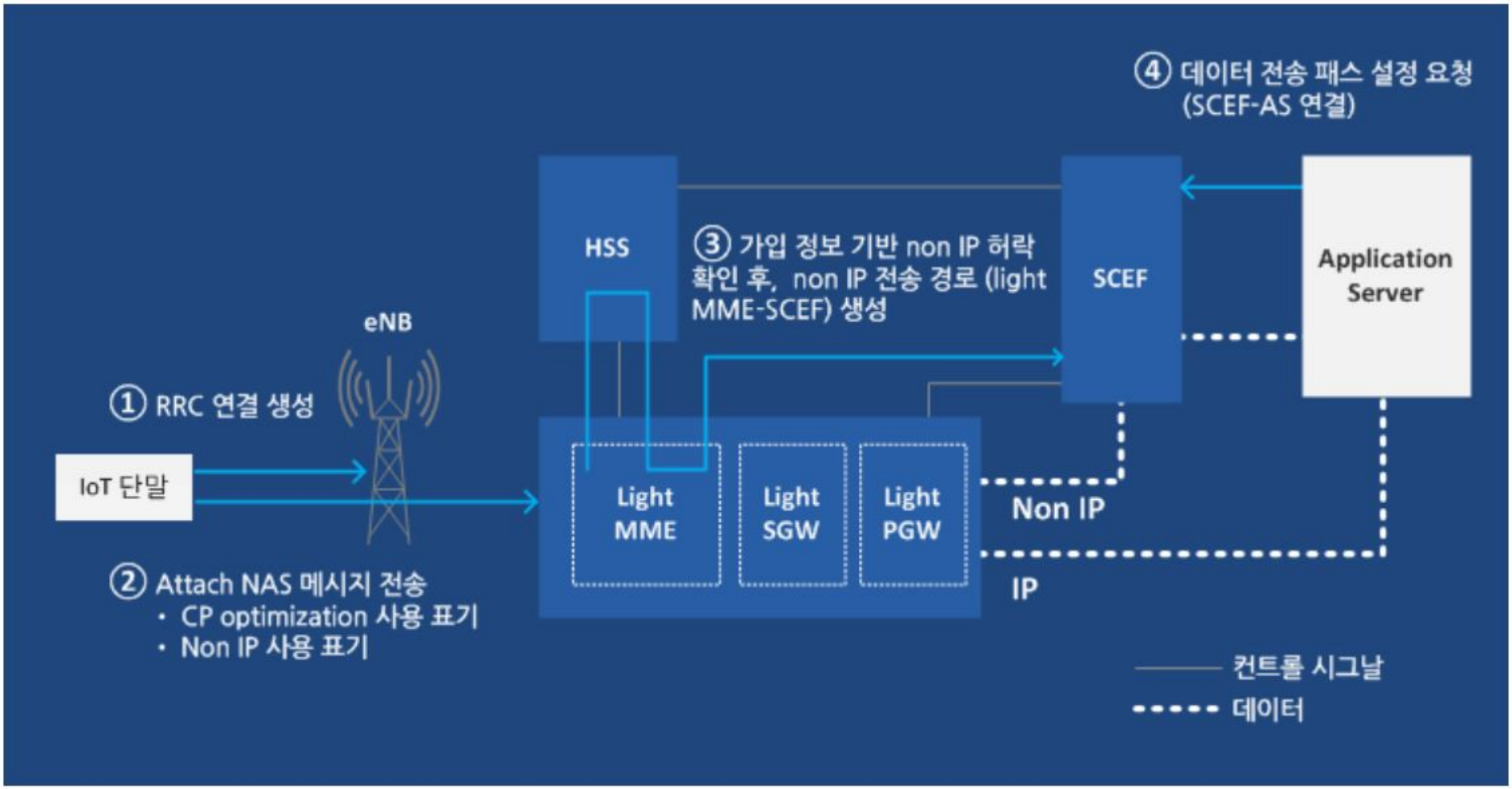
- ①-③과 함께 IoT 서비스 제공자의 AS는 SCEF로 데이터 패스 설정을 요청하고 SCEF는 light MME와 연결된 데이터 패스를 AS와 연결하여 unstructured non-IP 데이터 전송 패스 (light MME – SCEF - AS)의 연결 완성 (④)
- 그림 2 과정을 통하여 완성된 단말 — eNB — C-SGN — SCEF — AS 데이터 전송 경로가 완성되면 IoT 단말과 AS는 그 경로를 이용하여 unstructured non-IP 데이터를 송수신

CP 최적화

CP 최적화 기술을 이용하는 IoT 단말이 idle 상태가 되었을 때의 동작

- Idle 상태가 된 IoT 단말은 idle 상태의 eDRX 사이클에 기반하여 수신 데이터가 있는지 확인
- 수신할 데이터가 확인되거나 또는 발신할 데이터가 있다면 IoT 단말은 그림 2 과정에서 한 것과 같이 RRC 연결 생성 및 NAS 메시지를 전달하는 경로를 다시 생성하여 단말 — eNB — C-SGN 연결
- 이 연결은 Attach 과정 중에 생성되어 유지되던 SCEF—AS 경로와 합쳐져서 전체 경로인 단말—eNB—C-SGN—SCEF—AS 경로의 복구로 귀결
- 복구된 경로를 통하여 IoT 단말은 non-IP 데이터를 AS로부터 송수신

CP 최적화 기반 non-IP 데이터 전송



CP 최적화

- Unstructured non-IP 데이터의 전달 경로는 그림 3의 단말—eNB—C-SGN—SCEF—AS로 구성될 수도 있지만 SCEF를 제외한 단말—eNB—C-SGN—AS로 구성될 수도 있음
- SCEF가 제외된 경로가 이용될 경우
  - 그림 3의 ③ 단계 대신 C-SGN 내부적으로 light MME와 light SGW, light PGW 사이의 연결을 만드는 단계를 실행함으로써 설정
  - light PGW는 AS와의 Point to Point (PtP) tunnel을 이용하여 unstructured non IP 데이터를 IP payload에 encapsulation 하여 AS로 전달
- 또한, IoT 단말이 unstructured non IP가 아닌 IP 패킷을 CP 최적화 기술을 이용, AS와 송수신 가능

CP 최적화

- IP 패킷을 송수신하는 경우, IoT 단말은 IP 패킷을 전송하겠다는 tag를 포함한 attach request NAS 메시지를 그림 3의 ② 단계에서 C-SGN 내의 light MME로 전송
- C-SGN 내부적으로 light MME와 light SGW, light PGW 사이에 PDN connection을 생성
- 내부적으로 PDN connection이 생성되면 IoT 단말은 IP 주소 할당
- IoT 단말은 IP 패킷을 NAS 메시지에 넣어서 C-SGN내의 light MME로 전송
- NAS 메시지를 수신한 light MME는 IP 패킷을 꺼내어 C-SGN 내부적으로 생성된 PDN connection을 통하여 IP 네트워크를 통하여 AS로 전달

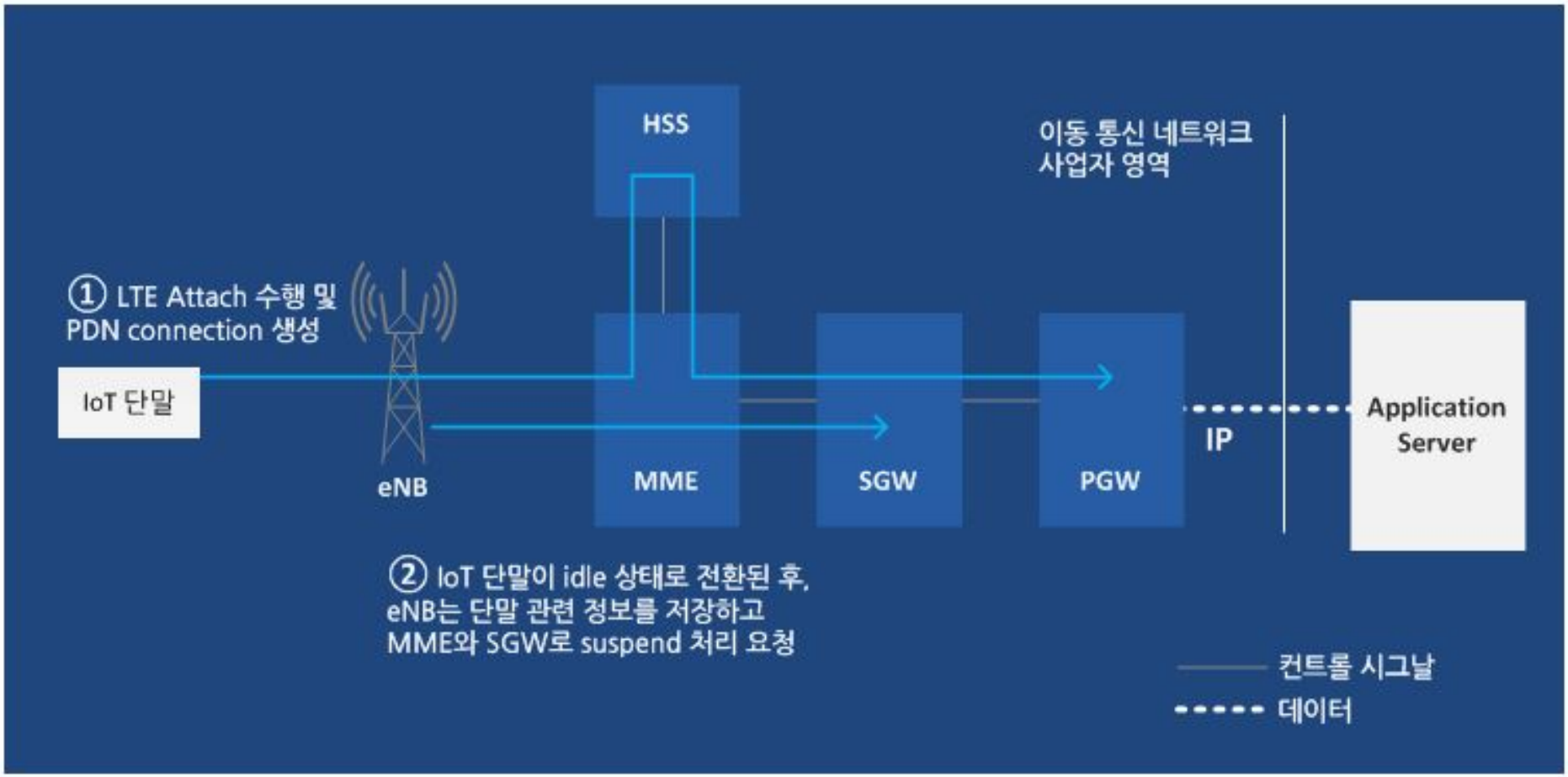
CP 최적화

- CP 최적화 기술을 이용하는 IoT 단말은 작은 데이터를 간헐적으로 컨트롤 시그널을 교환하기 위한 경로만을 이용하여 송수신하기 때문에 Radio 단인 단말과 eNB 사이에 IP 데이터 전송을 위한 DRB를 생성하지 않음
- connected 상태의 IoT 단말이 이동할 때 DRB를 연속적으로 지원하는 것을 보장하면서 이동성을 지원하는 핸드오버 지원 필요 없음
- IoT 단말이 이동함에 따라 다른 cell의 영역으로 들어가는 경우에는 IoT 단말은 기존 cell의 eNB와의 RRC 연결을 끊은 후 이동으로 가까워진 새로운 cell을 선택하고 그 새로운 cell의 eNB와 RRC 연결을 생성하는 idle 상태의 이동을 이용

DP 최적화

- 데이터 플레인 (DP) 최적화 기술은 CP 최적화 기술과 달리 기존 LTE 시스템 이용 절차에 따라 DRB도 생성하고 eNB와 SGW의 데이터 전송 경로인 S1-U로 생성하여 IP 데이터 전송
- DP 최적화 기술은 IoT 단말의 이동성이 거의 없다는 것을 전제로 하여 그림 3와 같이 IoT 단말이 connected 상태에서 idle 상태로 전환되어도 eNB에서 IoT 단말에 대한 정보를 삭제하지 않음
  - 이동성이 거의 없는 IoT 단말이 다시 connected 상태가 되면 다시 그 eNB와 RRC 연결을 생성하고 LTE 시스템을 이용할 것
  - eNB는 IoT 단말에 대한 정보를 삭제하지 않고 저장했다가 이를 이용하여 idle 상태의 IoT 단말이 빠르게 connected 상태로 전환

DP 최적화 기반 IP 데이터 전송



DP 최적화

- DP 최적화 기술이 이용되면, cIoT 단말은 그림3 같이 LTE 시스템을 이용하던 기존 방식과 마찬가지로 Attach 과정을 수행하면서 PDN connection을 생성하며 DP 최적화 기술을 사용할 것임을 알림 (①)
- connected 상태이던 IoT 단말이 IP 패킷을 일정 기간 송수신하지 않아서 idle 상태로 전환되면 eNB는 단말 관련 정보를 저장하고 MME와 SGW로 suspend 처리를 요청 (②)
- Idle 상태였던 IoT 단말이 이후 동일한 cell의 eNB와 연결하여 connected 상태로 전환하게 되면 IoT 단말은 RRC 연결을 생성하지 않고 resume을 요청
- 단말로부터 resume 요청을 받은 eNB는 MME와 SGW로 resume을 요청하여 그 단말이 connected 상태였을 때의 네트워크 상태와 동일한 상태로 빠르게 전환

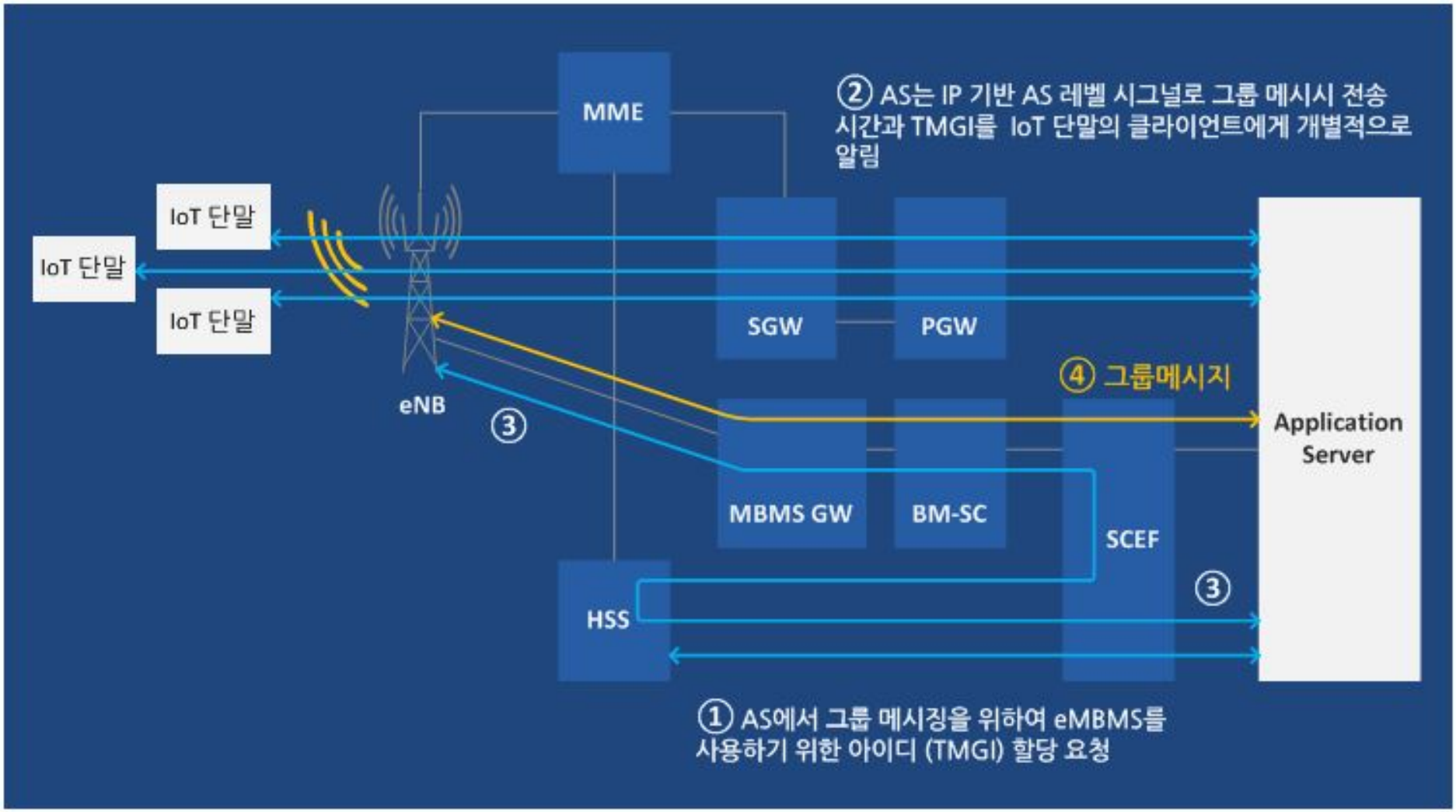
그룹 메시지 전송 기술

- 그룹 메시지 전송 기술은 eMBMS를 지원하는 Cat-M IoT 단말에 적용 가능한 기술
- eMBMS(enhanced Multimedia Broadcast Multicast System)는 다수의 단말들에게 동일한 메시지를 전송할 때 단말 별로 별도 무선 자원을 사용하여 메시지를 전송하지 않음
- 여기에서 사용되는 공통 무선 자원의 묶음을 broadcast 채널이라고 함
- 업데이트용 SW 다운로드나 동일한 명령 집합을 전달할 때 이용

그룹 메시지 전송 기술

- IoT 단말들은 우선 특정 그룹에 속하도록 정의
- 그룹 정의는 특정 위치에 있는 IoT 단말들을 대상으로 만들어 질 수도 있고 IoT 서비스 제공자의 의도에 따라 구분된 IoT 단말들을 대상으로 만들어 질 수도
- 동일한 그룹에 속하는 IoT 단말들이 동일한 cell에 많이 존재할수록 자원 절약 효과 상승

eMBMS를 이용한 그룹 메시지 전송



그룹 메시지 전송 기술

- eMBMS를 이용한 그룹 메시지 전송을 위하여 IoT 서비스 사업자의 AS가 SCEF로 그룹 메시지 전송 요청
- SCEF는 HSS에 저장된 정보를 기반으로 IoT 서비스 사업자에게 그룹 메시지 전송이 허가되는 지 확인
- SCEF는 BM-SC에게 eMBMS 트래픽을 위한 TMGI (Temporary Mobile Group Identity)의 할당 요청 (①)
- TMGI를 할당받은 AS는 Application 레벨 시그널링을 그룹 멤버인 IoT 단말 각각에게 TMGI와 그룹 메시지 전송 시간을 알려 (②), 그룹 멤버 IoT 단말들이 해당 시간에 그룹 메시지를 전송하는 eMBMS 트래픽을 수신할 수 있도록 설정

그룹 메시지 전송 기술

- AS는 할당받은 TMGI로 eMBMS 에서 지칭되는 그룹 메시지 전송 준비 요청
- 이 요청은 트래픽 전송 시간 전송 위치 등을 세세하게 포함할 수 있
- SCEF는 HSS를 통해 해당 요청에 대한 허가를 확인한 후, BM-SC에 요청하여 eNB—MBMS GW—BM-SC를 연결하는 eMBMS용 베어러 생성 (③)
- 그룹 메시지를 전송할 시점이 되면 AS는 할당받은 TMGI와 함께 그룹 메시지 데이터를 SCEF로 전달
- SCEF는 수신한 데이터를 BM-SC로 전달하여, eNB—MBMS GW—BM-SC를 연결하는 eMBMS용 베어러를 통하여 eNB로 전달 (④)
- eNB는 수신받은 그룹 메시지 데이터는 그룹 멤버 IoT 단말들이 모두 동시에 액세스하는 정해진 무선 자원을 이용하여 브로드캐스트하여 동일한 데이터를 IoT 단말들이 수신할 수 있도록 함(④)

Dedicated Core Network 선택 기술

- IoT 단말이 코어 네트워크에 접속할 때, IoT 전용 코어 네트워크에 연결될 수 있도록 코어 네트워크 접속 경로를 변경하는 기술
- 스마트폰 용 코어 네트워크가 IoT 단말들로 인해 과부하나 장애를 겪지 않도록 하려는 의도
- IoT 단말을 지원하지 않는 코어 네트워크로 연결되지 않도록 하려는 의도
- IoT 코어 네트워크에 저가의 간소화된 장비를 사용하려는 의도

Dedicated Core Network 선택 기술

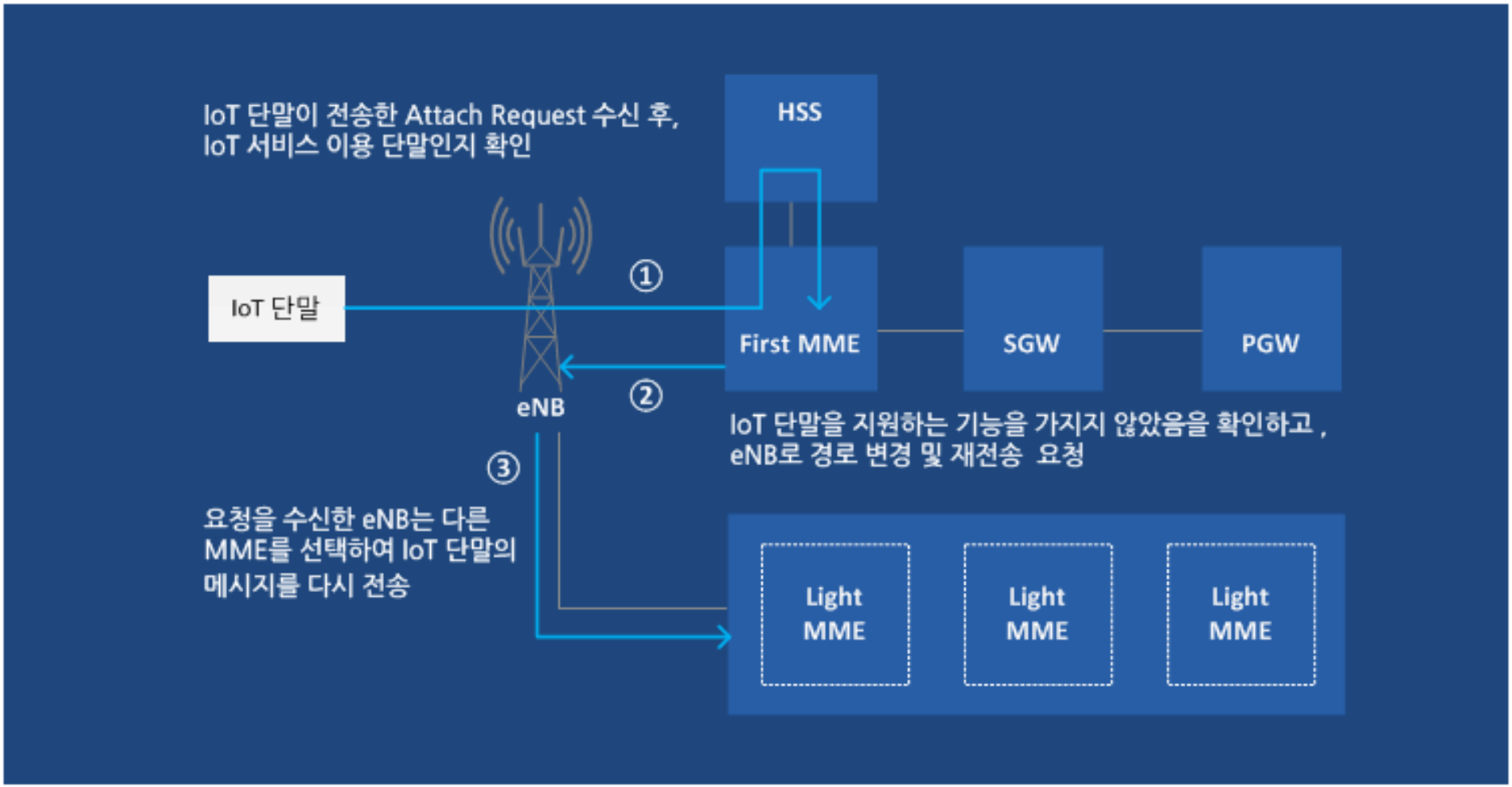


그림 5. Dedicated Core Network 선택 과정

Dedicated Core Network 선택 기술

과정

- IoT 단말이 LTE 시스템을 사용하기 위한 Attach Request NAS 메시지를 전송
- eNB를 통하여 MME가 이를 수신
- MME는 단말이 보낸 정보 또는 단말의 가입 정보를 기반으로 단말이 IoT 단말임을 확인
- IoT 단말을 지원하는 기능을 가지지 않았음을 확인 (①)
- MME는 IoT 전용 코어 네트워크로 IoT 단말이 보낸 Attach Request NAS 메시지가 전달될 수 있도록 eNB로 경로 변경과 재전송을 요청 (②)
- eNB는 다른 MME를 선택하여 IoT 단말의 메시지를 재전송 (③)

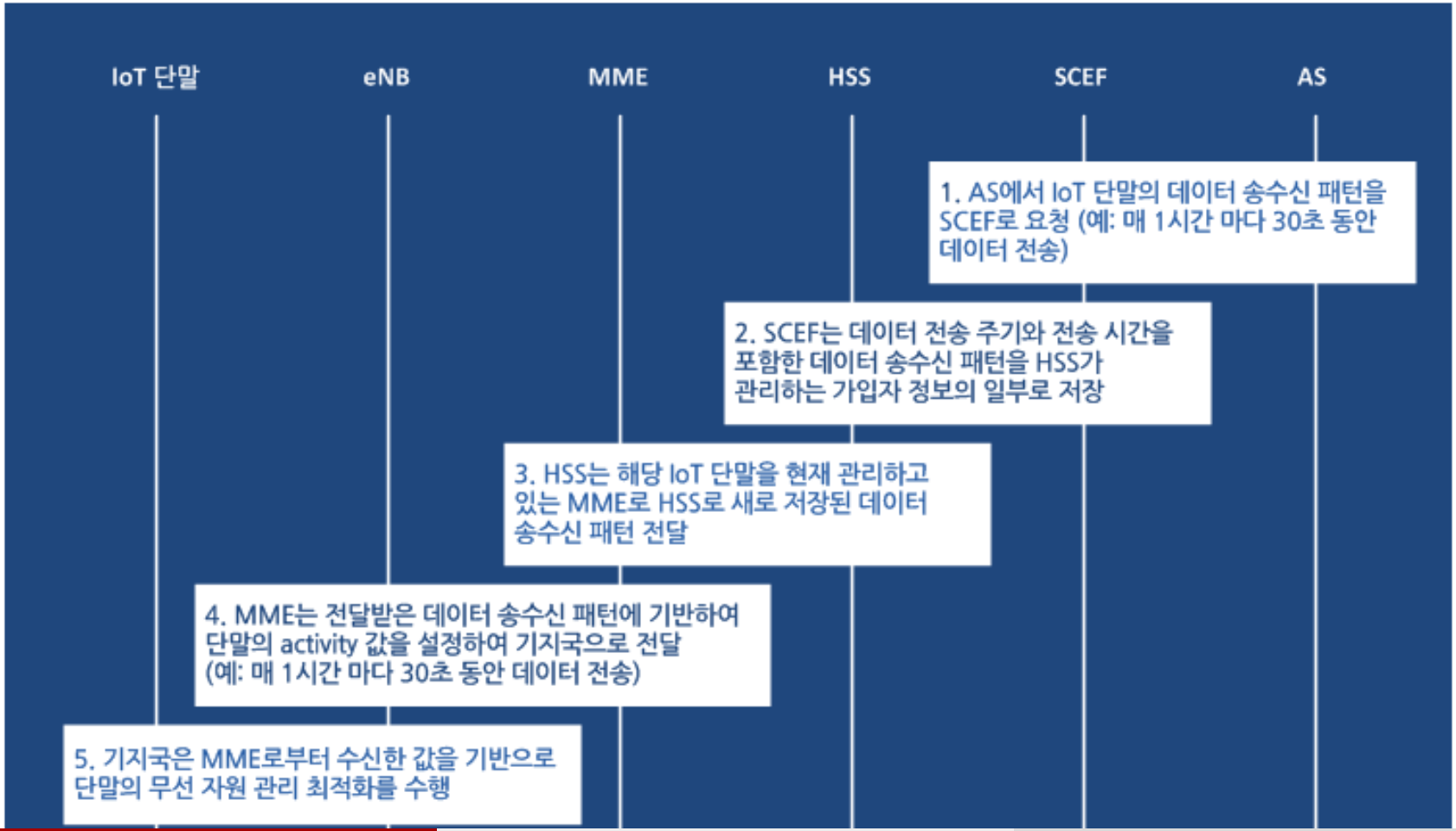
Service Capability Exposure 기술

- IoT 단말을 위한 이동 통신 네트워크의 기능을 외부에 존재하는 IoT 서비스 사업자의 서버가 설정할 수 있도록 지원하는 기술
- SCEF를 축으로 솔루션 제공
- IoT 사업자의 AS는 SCEF를 통하여 IoT 단말들에 대한 특별한 데이터 전송 패턴을 코어 네트워크에 설정하거나
- IoT 단말이 사용하는 트래픽에 대한 특정 서비스 제공자 아이디로 과금이 되도록 설정하거나
- 특정 시간에 필수 업데이트를 전달할 수 있도록 네트워크 자원 할당을 설정하는 일 등을 할 수 있음

Service Capability Exposure 기술

예제

- 한 시간에 한번씩 AS 서버로 30초 동안 데이터를 전송하는 IoT 단말에 대하여 리소스 사용 최적화: 전송 후 즉시 idle 상태로 변환



Monitoring Enhancement 기술

- 3GPP 코어 네트워크가 IoT 단말에 발생한 이벤트를 IoT 서비스 사업자의 AS로 SCEF를 이용하여 알리는 기술
  - Cell 단위 또는 Tracking Area 단위의 단말 위치 변경
  - Reachability 상태: Idle 상태의 단말로 데이터를 전송하였을 때 그 단말이 paging을 수신하여 전송한 데이터를 받을 수 있는지
  - 로밍 상태: 어느 사업자 망에 접속되어 있는지
- IoT 사업자의 AS는 이러한 이벤트들이 IoT 단말에 발생하였는지 여부를 알기 위하여 특정 이벤트 발생 시 통보를 해달라는 요청을 SCEF를 통하여 MME등 을 포함한 이동 통신 사업자의 코어 네트워크 장비로 전달

Monitoring Enhancement 기술

- 코어 네트워크 장비들은 기존 LTE 시스템 프로시져 (reachability timer 기반 paging 수신 가능 여부 확인 등)를 통하여 설정한 이벤트가 IoT 단말에게 발생했음을 detect하고 detect된 결과를 SCEF를 통하여 IoT 사업자의 AS로 알림
- IoT 단말이 IoT 서비스 사업자의 AS로 데이터 플레인을 이용하여 IoT 단말에 발생한 이벤트를 보고하는 것 대비 저가화와 저전력화
- IoT 단말이 이동 통신 네트워크에 접속이 안 되는 상태 등 IoT 단말이 IoT 서비스 사업자의 AS로 이벤트를 보고할 수 없는 상태도 Monitoring Enhancement 기술을 통해서는 IoT 서비스 사업자의 AS가 보고받을 수 있음