

OmniEPDG

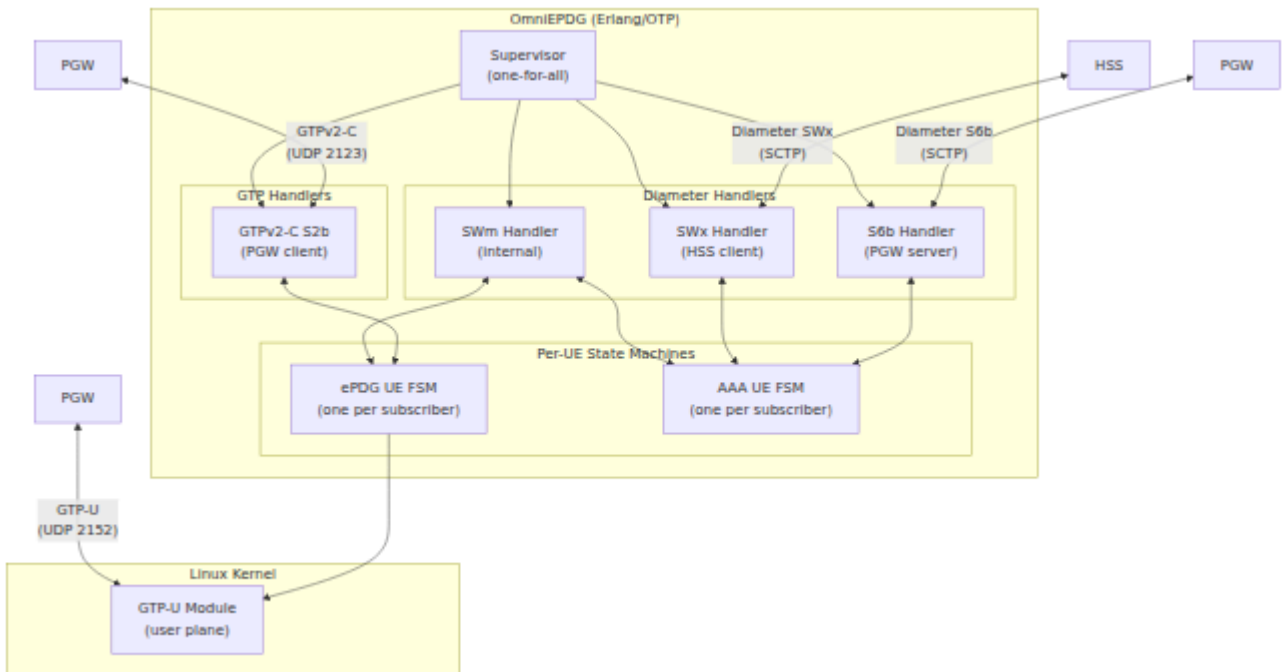
OmniEPDG 3GPP ePDG, WiFi, VoWiFi, VPN, TUN, GTP, PGW, HSS, Diameter S6b, Diameter SWx, GTPv2-C, GTP-U, Linux Kernel, GTP-U Module (user plane)

Architecture

OmniEPDG Erlang/OTP 3GPP ePDG, WiFi, VoWiFi

GTP

GTP PGW GTPv2-C Linux GTP-U



VPN

VPN Linux TUN PGW GTP Diameter S6b GTPv2-C GTP-U VPN

이름	기능	설명
aaa_diameter_swx	Diameter SWx 모듈	HSS와 연결되는 Diameter SWx 모듈
aaa_diameter_swm	Diameter SWm 모듈	ePDG, AAA FSM, Diameter EAP 모듈
epdg_diameter_swm	SWm ePDG 모듈	ePDG 모듈과 SWm Diameter 모듈

GTP 모듈

이름	기능	설명
aaa_diameter_s6b	Diameter S6b 모듈	PGW와 연결되는 Diameter S6b 모듈
epdg_gtpc_s2b	GTPv2-C 모듈	PGW와 연결되는 GTPv2-C 모듈
gtp_u_kmod	GTP-U 모듈	Linux 기반 GTP-U PDP 모듈

VPN 모듈

이름	기능	설명
simple_vpn_supervisor	VPN 모듈	IP 주소 관리 모듈
simple_vpn_pool	IP 풀	ETS, CIDR, IPv4 풀
simple_vpn_route	루팅	omniepdg@ TUN 모듈

참고

이 모듈은 IMSI 기반 OmniEPDG 모듈을 지원합니다.

- **ePDG UE FSM** (`epdg_ue_fsm`) - ePDG 프로세스에서 GTP 프로세스를 관리
- **AAA UE FSM** (`aaa_ue_fsm`) - AAA 프로세스에서 HSS 및 Diameter SWx 프로세스와 PGW 및 S6b 인터페이스

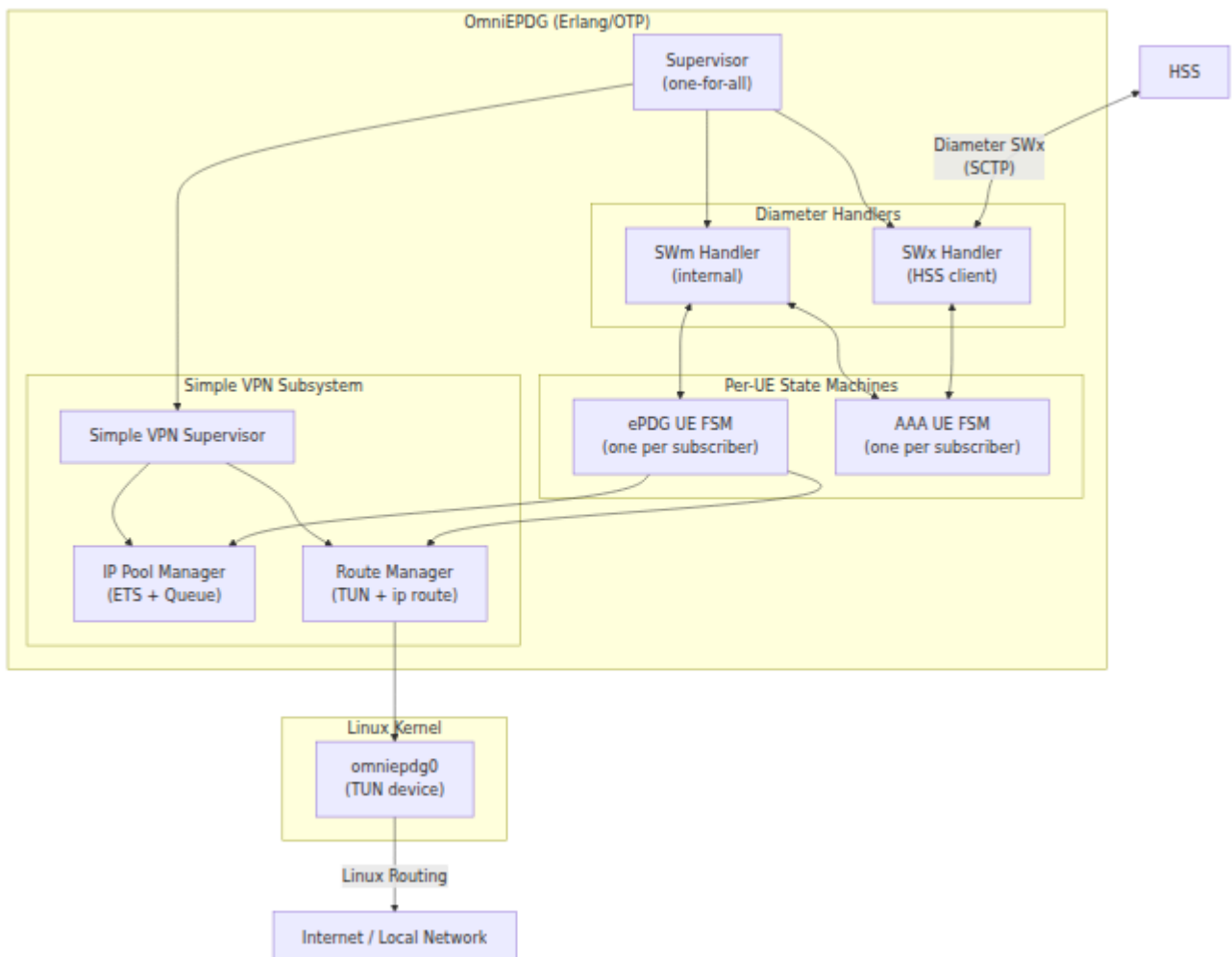
이 FSM은 Erlang `gen_statem` 프레임워크를 사용하여 구현

ePDG UE FSM

ePDG UE FSM 프로세스는 authenticated 상태에 도달할 때까지 대기

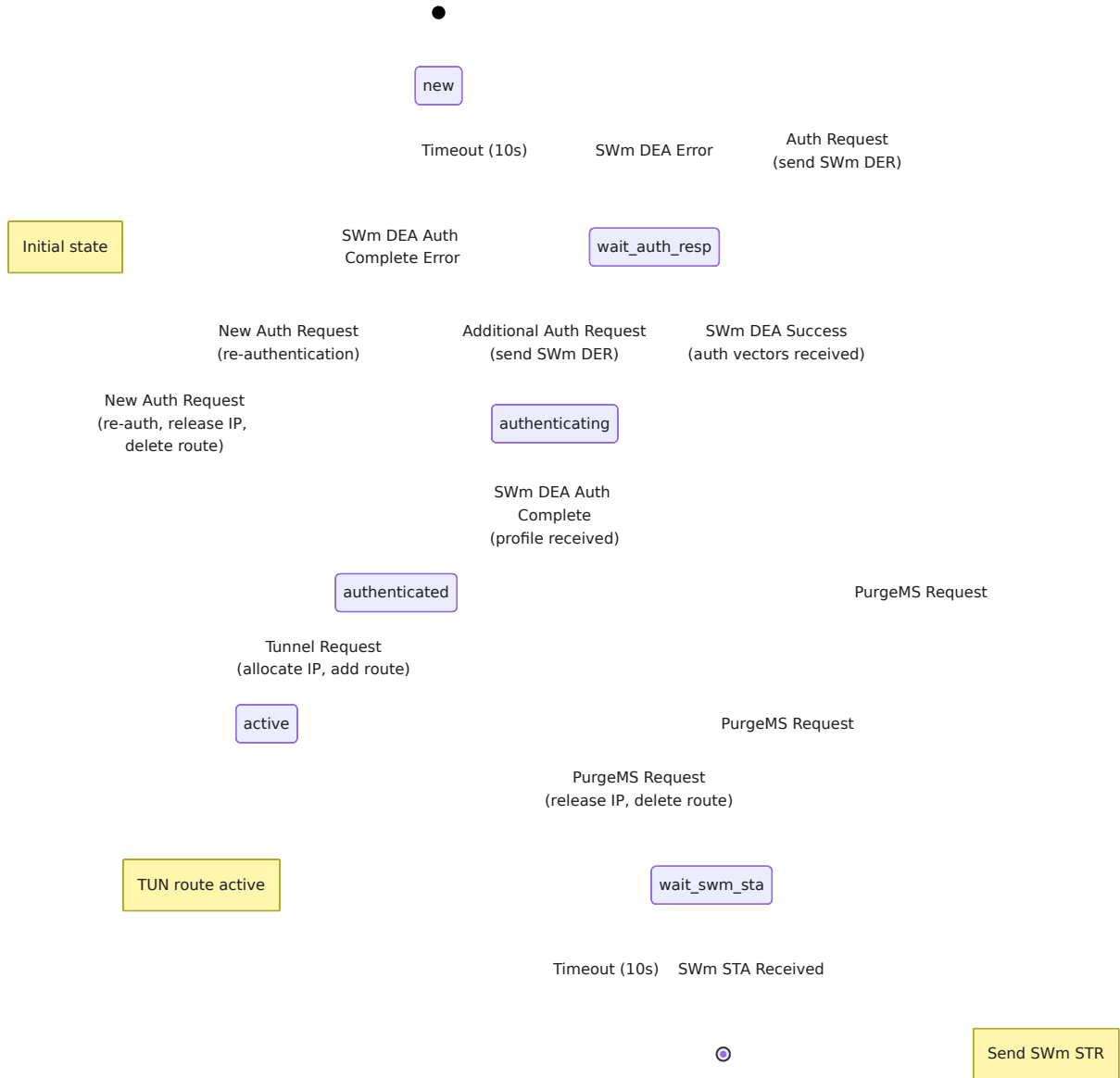
GTP 프로세스 FSM

GTP 프로세스는 GTPv2-C 프로세스와 PGW 프로세스와 GTPv2-C 프로세스와 PGW 프로세스와 HSS 프로세스와 인터페이스



VPN FSM

VPN FSM authenticated FSM GTPv2-C IP TUN active GTP
 wait_create_session_resp wait_delete_session_resp
 dereg_pgw_wait_cancel dereg_net_wait_s2b_delete

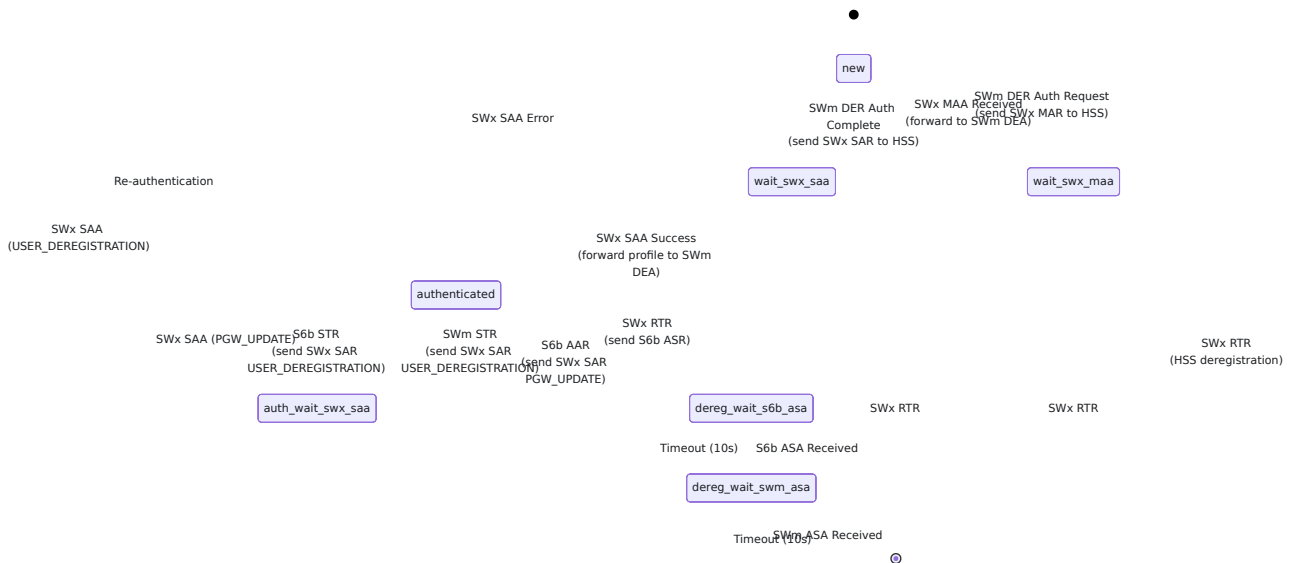


ePDG UE FSM

State	Event	Action	Result
new		Initial state	Initial state
wait_auth_resp		SWm DER response	SWm DEA response
authenticating		EAP exchange	EAP exchange
authenticated		Authentication successful	Authentication successful
wait_create_session_resp	GTP	PGW GTPv2-C create session response	PGW create session response
active		Active state	Active state
wait_delete_session_resp	GTP	PGW GTPv2-C delete session response	PGW delete session response
wait_swm_sta		SWm STA response	AAA SWm STA response
dereg_pgw_wait_cancel	GTP	PGW deregistration wait cancel	PGW deregistration wait cancel
dereg_net_wait_cancel	GTP	HSS deregistration wait cancel	HSS deregistration wait cancel
dereg_net_wait_s2b_delete	GTP	PGW S2b delete	PGW S2b delete

AAA UE FSM

AAA UE FSM HSS SWx PGW S6b Diameter



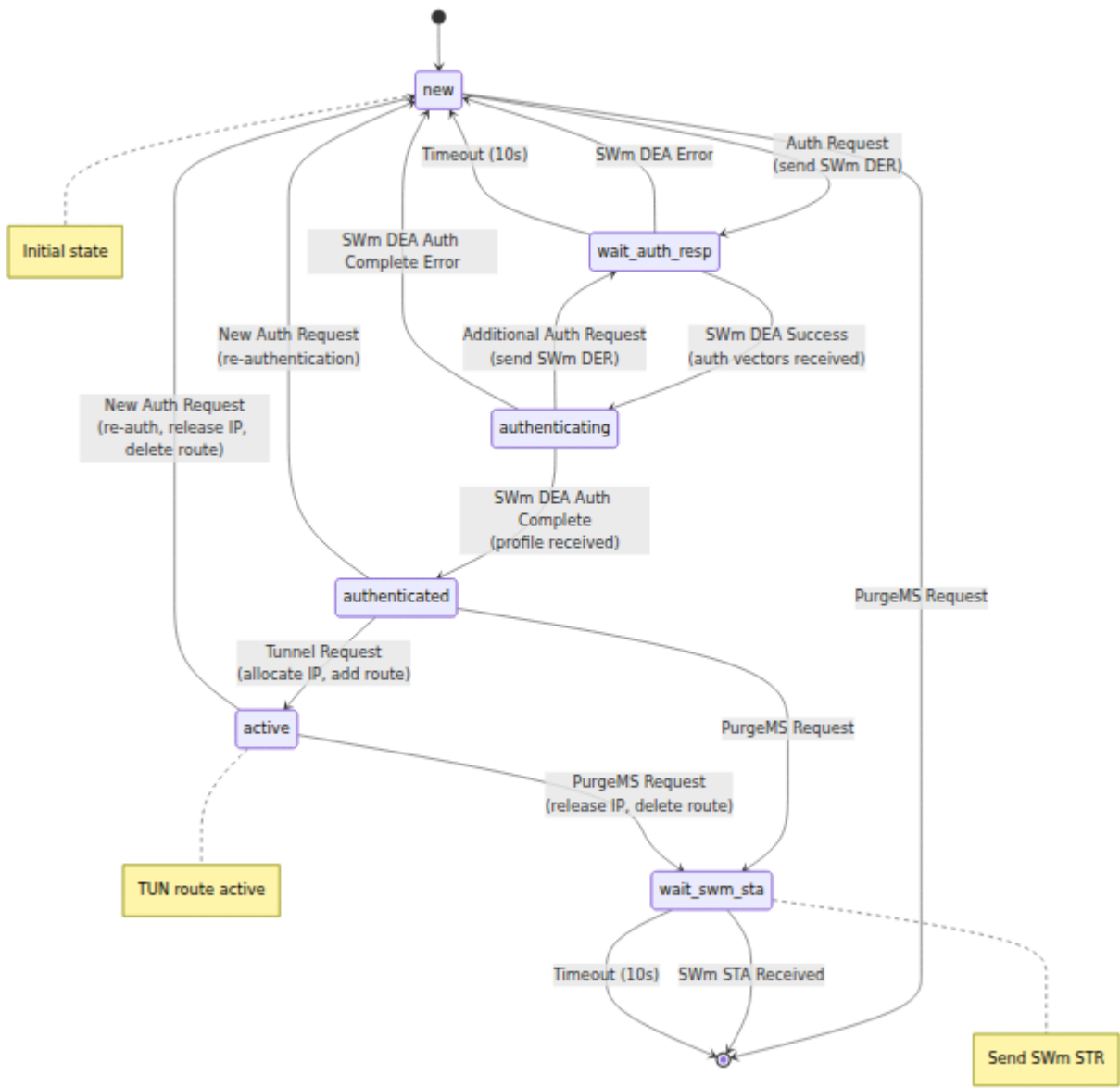
AAA UE FSM

状態	動作	接続
new	AAA へ接続	Diameter
wait_swx_maa	SWx MAR から HSS へ EAP-AKA を送信	HSS から SWx MAA
wait_swx_saa	SWx SAR から HSS へ接続	HSS から SWx SAA
authenticated	ePDG から PGW へ接続	
auth_wait_swx_saa	PGW から SWx SAR へ接続	HSS から SWx SAA
dereg_net_wait_s6b_asa	HSS から PGW へ S6b ASR を送信	PGW から S6b ASA
dereg_net_wait_swm_asa	S6b から SWm ASR へ ePDG を送信	ePDG から SWm ASA

接続

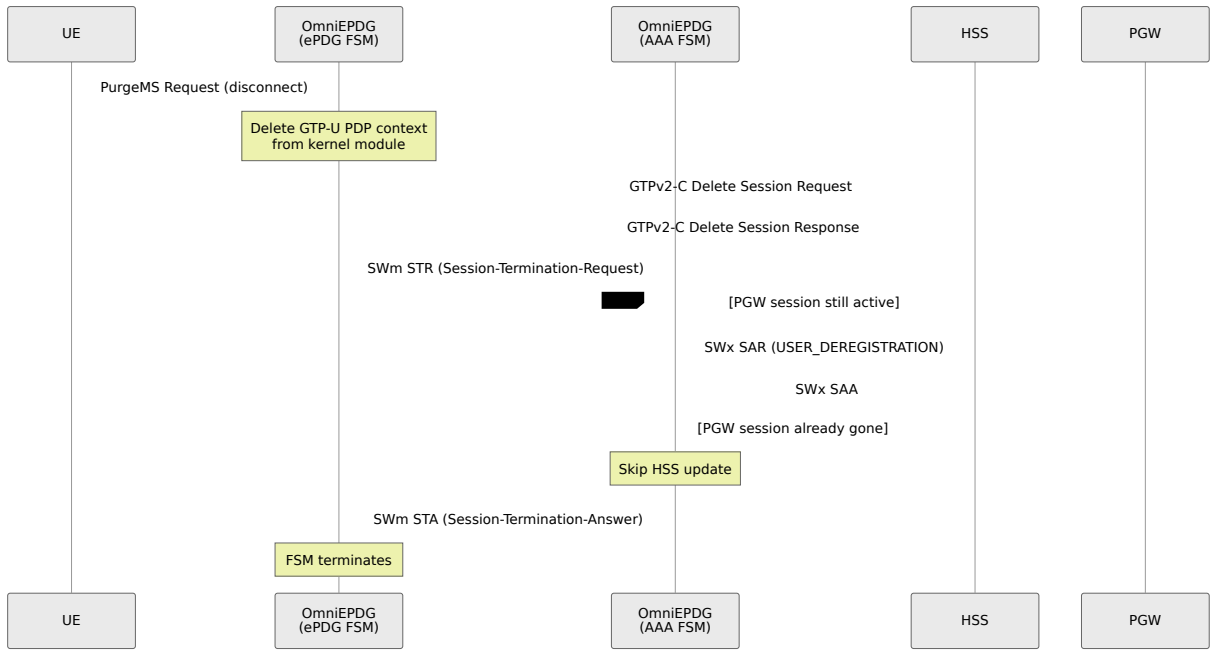
GTP

EAP-AKA を送信する GTP



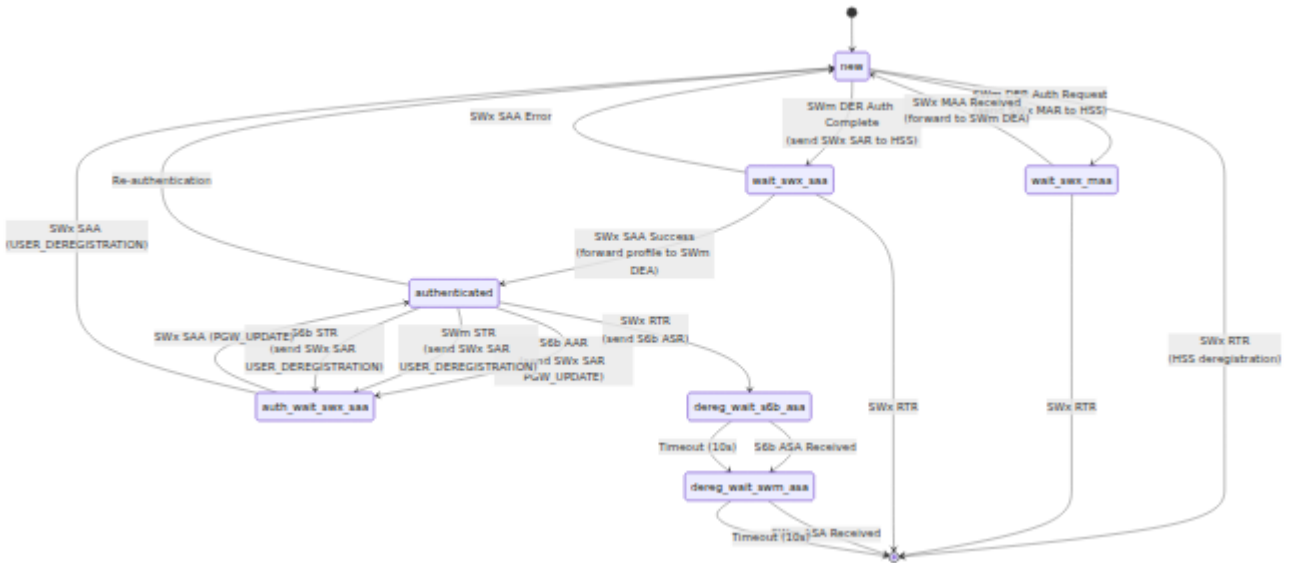
GTP 认证鉴权流程

认证鉴权流程 WiFi 认证鉴权流程



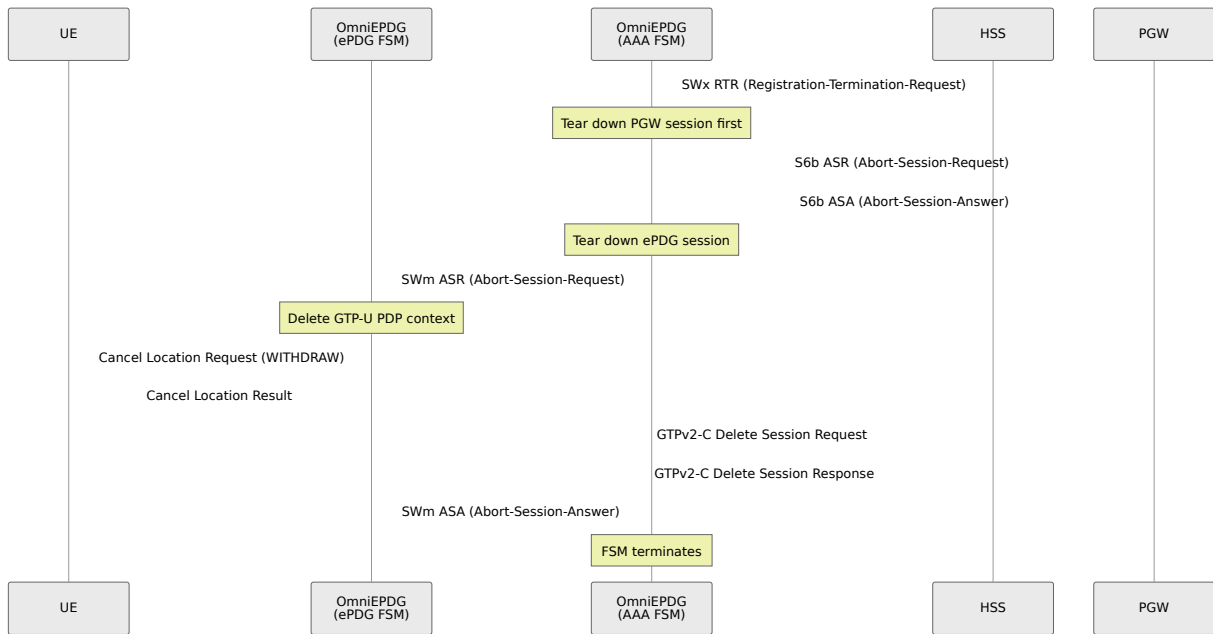
GTP PGW

PGW



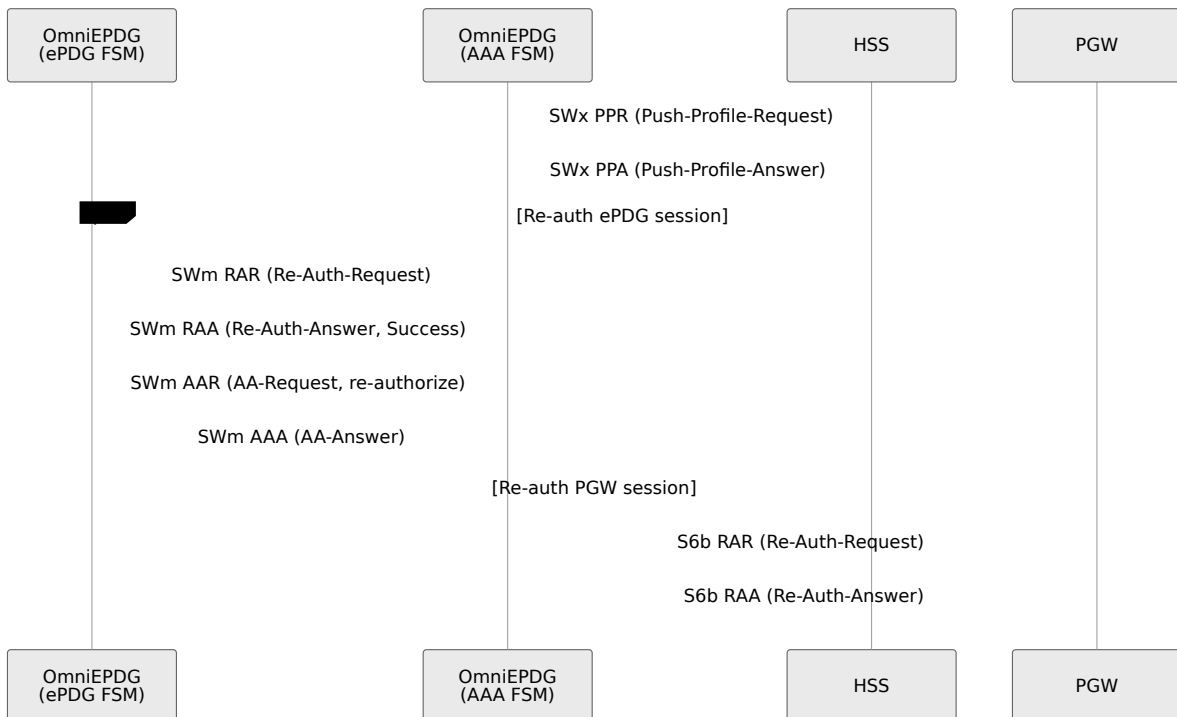
GTP HSS

HSS



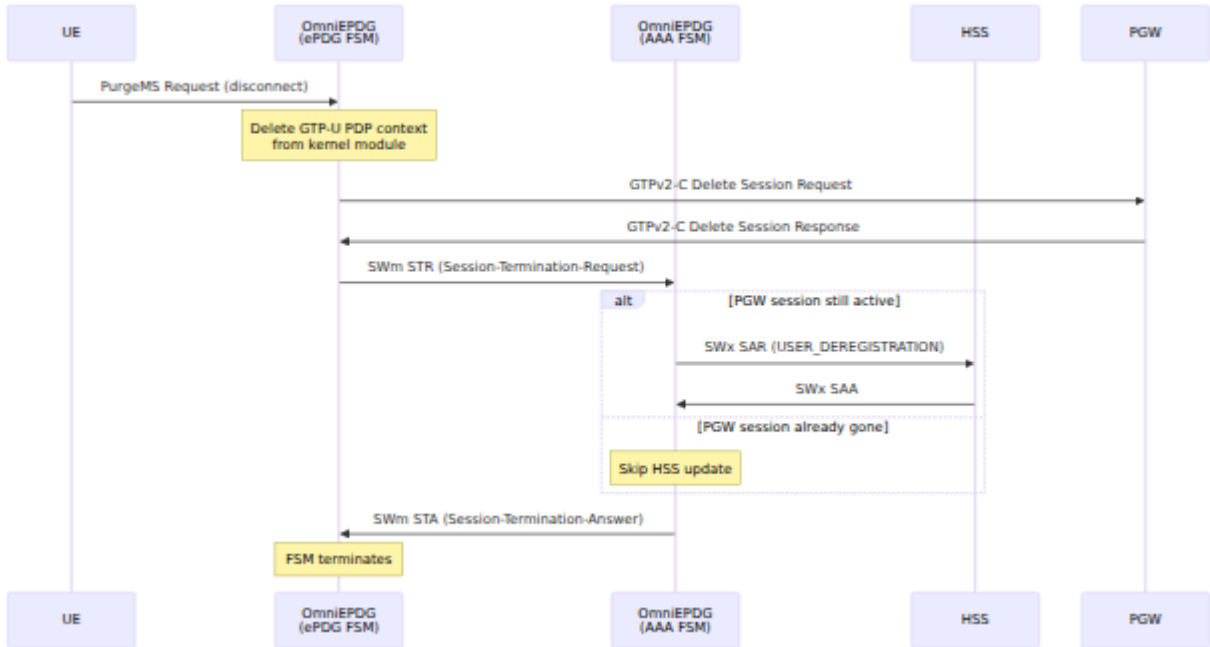
GTP HSS

HSS OmniEPDG 3GPP TS 29.273 8.1.2.3.3 ePDG
 SWm PGW S6b



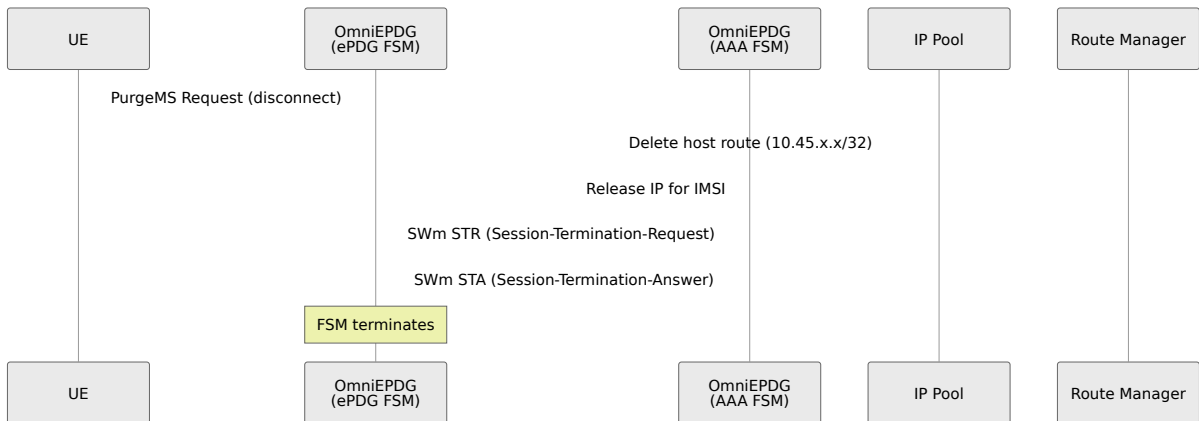
VPN EAP-AKA

VPN EAP-AKA ePDG FSM IP TUN PGW skip_sar HSS SAR/SAA



VPN FSM IP

VPN FSM IP



3GPP 错误码列表

错误码	描述	来源	版本
4181	DIAMETER_AUTHENTICATION_DATA_UNAVAILABLE	HSS 数据不可用	3GPP TS 29.273
5001	DIAMETER_ERROR_USER_UNKNOWN	未知 IMSI 用户，HSS 未找到	3GPP TS 29.273
5002	DIAMETER_UNKNOWN_SESSION_ID	未知会话 ID，可能由 STR/AAR 引起	RFC 673
5003	DIAMETER_AUTHORIZATION_REJECTED	授权被拒绝	3GPP TS 29.273
5004	DIAMETER_ERROR_ROAMING_NOT_ALLOWED	漫游不被允许	3GPP TS 29.273
5005	DIAMETER_MISSING_AVP	缺少 AVP	RFC 673
5012	DIAMETER_UNABLE_TO_COMPLY	无法遵守	RFC 673
5420	DIAMETER_ERROR_UNKNOWN_EPS_SUBSCRIPTION	未知 EPS 订阅	3GPP TS 29.273
5421	DIAMETER_ERROR_RAT_NOT_ALLOWED	RAT 不被允许	3GPP TS 29.273

코드	이름	설명	참고
5422	DIAMETER_ERROR_EQUIPMENT_UNKNOWN	IMEI가 미지정	3GPP TS 29.274

GTPv2-C 메시지 목록 GTP 메시지

OmniEPDG 및 PGW 메시지/프로시저 GTPv2-C 메시지 1-15 메시지 16-63 메시지 64 메시지 3GPP TS 29.274 § 8.4

메시지

번호	이름	설명
16	Request Accepted	수락
17	Request Accepted Partially	부분 수락
18	New PDN Type (Network Preference)	네트워크 선호 PDN
19	New PDN Type (Single Address Bearer)	단일 주소 Bearer PDN

Protocol	Authentication Method	Notes
0	EAP-AKA	AKA authentication for WiFi
6	EAP-AKA'	AKA authentication

OmniEPDG [EAP-AKA](#) WiFi

OmniEPDG @ IMSI IMSI

3GPP

OmniEPDG [3GPP TS 33.402](#) [RFC 7296](#) IKEv2

IKEv2

Algorithm	ID	Key Length	Support	Reference
AES-CBC	12	128, 192, 256 bits	Supported (default: 256)	RFC 3602
AES-GCM-16	20	128, 192, 256 bits	Supported	RFC 5282
AES-GCM-12	19	128, 192, 256 bits	Supported	RFC 5282
AES-GCM-8	18	128, 192, 256 bits	Supported	RFC 5282
3DES	3	192 bits	Supported (legacy)	RFC 2451

IKEv2 □□□□□

□□	ID	□□□□	ICV □□	□□	□□
HMAC-SHA2-256-128	12	256 bits	128 bits	Supported (default)	RFC 4868
HMAC-SHA2-384-192	13	384 bits	192 bits	Supported	RFC 4868
HMAC-SHA2-512-256	14	512 bits	256 bits	Supported	RFC 4868
HMAC-SHA1-96	2	160 bits	96 bits	Supported (legacy)	RFC 2404
HMAC-MD5-96	1	128 bits	96 bits	Supported (legacy)	RFC 2403

IKEv2 PRF □□

□□	ID	□□□□	□□	□□
PRF-HMAC-SHA2-256	5	256 bits	Supported (default)	RFC 4868
PRF-HMAC-SHA2-384	6	384 bits	Supported	RFC 4868
PRF-HMAC-SHA2-512	7	512 bits	Supported	RFC 4868
PRF-HMAC-SHA1	2	160 bits	Supported (legacy)	RFC 2104
PRF-HMAC-MD5	1	128 bits	Supported (legacy)	RFC 2104

IKEv2 Diffie-Hellman

	ID	bits	status	reference
MODP-2048	14	2048 bits	Supported (default)	RFC 3526
MODP-1024	2	1024 bits	Supported (legacy)	RFC 2409
MODP-1536	5	1536 bits	Supported	RFC 3526
MODP-3072	15	3072 bits	Supported	RFC 3526
MODP-4096	16	4096 bits	Supported	RFC 3526
ECP-256	19	256 bits	Supported	RFC 5903
ECP-384	20	384 bits	Supported	RFC 5903
ECP-521	21	521 bits	Supported	RFC 5903
Curve25519	31	256 bits	Supported	RFC 8031
Curve448	32	448 bits	Supported	RFC 8031

ESP SA

ESP IKEv2 CREATE_CHILD_SA

ESP

- AES-CBC-256 32 16 IV
- HMAC-SHA2-256-128 32 16 ICV

EAP-AKA □□□□

□□	□□	□□
MK □□	SHA-1	RFC 4187 □ 7 □
PRF+ □□□□	FIPS 186-2 PRF□SHA-1□	RFC 4187 □□ D
AT_MAC	HMAC-SHA1-128	RFC 4187 □ 10.15 □
Milenage□f1-f5□	AES-128	3GPP TS 35.206

EAP-AKA' □□□□

□□	□□	□□
CK'/IK' □□	HMAC-SHA-256	RFC 5448 □ 3.3 □
MK □□	SHA-256	RFC 5448 □ 3.4 □
AT_MAC	HMAC-SHA256-128	RFC 5448 □ 3.1 □

3GPP □□□

OmniEPDG □□□ 3GPP TS 33.402 □ 8 □□□□□□□□□□□□□□

項目	仕様	対応状況
IKEv2 暗号化	AES-CBC-128	✓ 対応
IKEv2 認証	HMAC-SHA2-256-128	✓ 対応
IKEv2 PRF	PRF-HMAC-SHA-256	✓ 対応
IKEv2 DH	14 MODP-2048	✓ 対応
ESP 暗号化	AES-CBC-128/256	✓ 対応
ESP 認証	HMAC-SHA2-256-128	✓ 対応
EAP-AKA	RFC 4187	✓ 対応
EAP-AKA'	RFC 5448	✓ 対応

PDP 設定 GTP 設定

OmniEPDG 3GPP TS 29.274 8.14 PDP 設定 VPN 設定
IPv4 設定

項目	仕様	GTPv2-C PAA 設定
IPv4	IPv4	4 IPv4
IPv6	IPv6	1 + 16 IPv6
IPv4v6		1 + 16 IPv6 + 4 IPv4

OmniEPDG 部署

OmniEPDG 通过 `config/runtime.exe` 部署 - 部署

部署

部署

- IKEv2 部署
- 部署
- VPN 部署
- VPN 部署
- Diameter 部署
- 部署
- 部署
- Prometheus 部署
- 部署
- 部署

□□□□

```
# config/runtime.exs
config :omniepdg,
  # IKEv2 □□□□
  listen_ip: {0, 0, 0, 0},
  port_500: 500,
  port_4500: 4500,

  # VPN □□: :simple (□□□□) □ :gtp (□□ GTP-C □ PGW)
  vpn_mode: :simple,

  # □□ VPN □□□□
  simple_vpn: [
    pool_ipv4: "10.45.0.0/16",
    pool_ipv6: "2001:db8::/32",
    dns_servers_ipv4: ["8.8.8.8", "8.8.4.4"],
    dns_servers_ipv6: ["2001:4860:4860::8888",
"2001:4860:4860::8844"]
  ]

# □□□□□□
config :control_panel,
  parent_application: :omniepdg,
  parent_application_readable_name: "OmniEPDG",
  use_additional_pages: [
    {OmniEpdg.Web.DashboardLive, "/", "Dashboard"},
    {OmniEpdg.Web.SessionsLive, "/sessions", "Sessions"},
    {OmniEpdg.Web.DiameterLive, "/diameter", "Diameter"}
  ]

# Diameter □□ (runtime.exs)
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omniepdg,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    listen_port: 3868,
    host: "epdg",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniEPDG",
    vendor_id: 10415,
    applications: [
      %{application_name: :swx, application_id: 16_777_265,
```

```
vendor_id: 10415},
  %{application_name: :s6b, application_id: 16_777_272,
vendor_id: 10415}
],
peers: [
  %{host: "hss", ip: "127.0.0.1", port: 3868, transport: :tcp}
]
}

# 许可证客户端 (runtime.exs)
config :license_client,
  server_url: "https://license.example.com/api",
  product: "omniepdg"
```

IKEv2 配置

IKEv2 配置 UEs 与 OmniEPDG 交互 SWu 配置 IPsec 配置 EAP-AKA 配置

Name	Type	Value	Default
listen_ip	string		{0, 0, 0, 0}
port_500	int		500
port_4500	int		4500
cert_file	string		/etc/omniepdg/certs/epdg.crt

項目	種別	単位	値
key_file	文字列		/etc/omniepdg/certs/epdg.key
session_inactivity_timeout_ms	整数	ms	300000

設定例

OmniEPDG の設定例を示します。

設定例

```

config :omniepdg,
  # IP アドレス
  auth_rate_limit_per_ip: 10,
  auth_rate_limit_ip_window_ms: 60_000,
  auth_rate_limit_ip_block_ms: 300_000,

  # IMSI
  auth_rate_limit_per_imsi: 5,
  auth_rate_limit_imsi_window_ms: 60_000,
  auth_rate_limit_imsi_block_ms: 600_000

```

項目	単位	範囲	初期値	説明
auth_rate_limit_per_ip	回	回	10	IPアドレスごとに認証回数を制限する
auth_rate_limit_ip_window_ms	ms		60000	IPアドレスごとの認証制限のウィンドウ時間
auth_rate_limit_ip_block_ms	ms		300000	IPアドレスごとの認証制限に違反した場合のブロック時間 (5分)
auth_rate_limit_per_imsi	回	回	5	IMSIごとに認証回数を制限する
auth_rate_limit_imsi_window_ms	ms		60000	IMSIごとの認証制限のウィンドウ時間
auth_rate_limit_imsi_block_ms	ms		600000	IMSIごとの認証制限に違反した場合のブロック時間 (10分)

GeoIP 設定

```

config :omniepdg,
  geoup_enabled: false,
  geoup_database_path: "/etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb",
  geoup_mode: :whitelist,
  geoup_countries: ["AU", "NZ"],
  geoup_allow_unknown: false,
  geoup_fail_open: true

```

項目	型	デフォルト	説明
<code>geoiP_enabled</code>	ブール値	<code>false</code>	GeoIP MaxMind GeoLite2 を有効にするかどうか
<code>geoiP_database_path</code>	文字列	<code>"/etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb"</code>	MaxMind GeoLite2 データベース のMMDB ファイルのパス
<code>geoiP_mode</code>	文字列	<code>:whitelist</code>	<code>:whitelist</code> モード : <code>:blacklist</code> モード
<code>geoiP_countries</code>	文字列	<code>[]</code>	ISO 3166-1 alpha-2 コード のリスト <code>["AU", "NZ", "US"]</code>
<code>geoiP_allow_unknown</code>	ブール値	未知	未知 IP に対して <code>false</code> にする かどうか <code>true</code>
<code>geoiP_fail_open</code>	ブール値	<code>true</code>	GeoIP が 失敗 した 場合

VPN 配置

名称	类型	模式	配置	备注
vpn_mode	字符串	简单	EPDG_VPN_MODE	配置为 simple 模式，TUN 隧道 IP 地址为 gtp 模式，支持 GTPv2-C/GTP-U 协议，PGW 接口支持 IPv4 和 IPv6 地址。

配置 VPN 配置

simple_vpn 配置用于配置 VPN 隧道 IP 地址、DNS、OmniEPDG 隧道 IPv4 和 IPv6 地址。

```
config :omniepdg,
  simple_vpn: [
    pool_ipv4: "10.45.0.0/16",
    pool_ipv6: "2001:db8::/32",
    dns_servers_ipv4: ["8.8.8.8", "8.8.4.4"],
    dns_servers_ipv6: ["2001:4860:4860::8888",
"2001:4860:4860::8844"],
    p_cscf_ipv4: ["10.4.12.165"],
    p_cscf_ipv6: [],
    mtu: 1400,
    nat_enabled: true
  ]
```

名称	类型	范围	配置值	描述
pool_ipv4	IP池	IPv4	"10.45.0.0/16"	CIDR 地址池 IPv4 地址池 用于 IPv4
pool_ipv6	IP池	IPv6	"2001:db8::/32"	CIDR 地址池 IPv6 地址池
dns_servers_ipv4	DNS服务器	IPv4	["8.8.8.8", "8.8.4.4"]	PCO 配置 UEs 使用 IPv4 DNS 服务器
dns_servers_ipv6	DNS服务器	IPv6	["2001:4860:4860::8888", "2001:4860:4860::8844"]	PCO 配置 UEs 使用 IPv6 DNS 服务器
p_cscf_ipv4	IMS	IPv4	[]	VoWiFi 配置 IPv4 P-CSCF/IMS 配置 UEs 使用 IMS
p_cscf_ipv6	IMS	IPv6	[]	VoWiFi 配置 IPv6 P-CSCF/IMS 配置
mtu	MTU		1400	MTU 配置

項目	項目	項目	項目	項目
nat_enabled			true	項目 NAT項目 true 項目 項目

Diameter 項目

Diameter 項目 SWx項目HSS項目 S6b項目PGW項目項目 diameter_enabled 項目 true 項目
 OmniEPDG 項目 Diameter 項目項目項目項目項目項目

```

config:diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omniepdg,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    listen_port: 3868,
    host: "epdg",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniEPDG",
    vendor_id: 10415,
    applications: [
      %{application_name: :swx, application_id: 16_777_265,
        vendor_id: 10415},
      %{application_name: :s6b, application_id: 16_777_272,
        vendor_id: 10415}
    ],
    peers: [
      %{host: "hss", ip: "10.74.0.21", port: 3868, transport:
:tcp}
    ]
  }

```

項目

項目	型	値	説明	参照
service_name	文字列	:omniepdg		-
listen_ip	文字列	"0.0.0.0"		DIA_LISTEN_IP
listen_port	整数	3868		DIA_LISTEN_PORT
host	文字列	"epdg"		DIA_HOSTNAME
realm	文字列	"epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"		DIA_REALM

属性	タイプ	単位	値	コメント
product_name	文字列		"OmniEPDG"	-
vendor_id	整数		10415	-

パラメータ

peers 接続する Diameter サーバの HSS

属性	タイプ	単位	値	パラメータ	説明
host	文字列		-	HSS_HOST	Diameter サーバの Origin-Host
ip	文字列		-	HSS_IP	IP アドレス (TCP/SCTP)
port	整数		3868	HSS_PORT	Diameter ポート
transport	文字列		:tcp	-	接続プロトコル (:tcp または :sctp)

ID

名前	ID	グループ ID	接続	規格
SWx	16777265	10415	ePDG ↔ HSS	3GPP TS 29.273
S6b	16777272	10415	AAA ↔ PGW	3GPP TS 29.273

ライセンスクライアント

ライセンスクライアント OmniEPDG の設定

```
config :license_client,
  server_url: "https://license.example.com/api",
  product: "omniepdg"
```

名前	タイプ	値	説明
server_url	文字列	-	LICENSE_SERVER_URL API の URL
product	文字列	"omniepdg"	製品名

Web コンソール

Web コンソールの設定

```
config :control_panel,
  port: 4000
```

Port	Protocol	Direction	Port	Parameter	Notes
port	HTTP	Out	4000	CONTROL_PANEL_PORT	Web UI HTTP

Prometheus

OmniEPDG HTTP Prometheus

```
config :omniepdg,
  prometheus: %{
    port: 9568
  }
```

Port	Protocol	Direction	Port	Parameter	Notes
port	HTTP	Out	9568	PROMETHEUS_PORT	Prometheus /metrics HTTP

Metrics

Available Metrics

- epdg_ikev2_session_initiated_count - IKE_SA_INIT
- epdg_ikev2_session_established_count - IKE SA
- epdg_ikev2_session_failed_count - IKE SA
- epdg_eap_identity_count - EAP
- epdg_eap_aka_challenge_count - EAP-AKA
- epdg_eap_aka_success_count - EAP-AKA
- epdg_eap_aka_failure_count - EAP-AKA
- epdg_eap_aka_sync_failure_count - EAP-AKA SQN
- epdg_diameter_swx_mar_count - Diameter
- epdg_diameter_swx_sar_count - Diameter
- epdg_diameter_s6b_aar_count - Diameter AA

- `epdg_diameter_s6b_str_count` - 字符串
- `epdg_session_created_count` - 创建会话数 `vpn_mode`
- `epdg_session_terminated_count` - 终止会话数
- `epdg_esp_packets_in_count` - ESP 包入
- `epdg_esp_packets_out_count` - ESP 包出
- `epdg_ip_allocated_count` - IP 地址分配数
- `epdg_ip_released_count` - IP 地址释放数

5 其他

- `epdg_sessions_active_count` - 活跃会话数
- `epdg_sessions_by_state_count` - FSM 状态数
- `epdg_ip_pool_allocated_count` - IP 池分配数
- `epdg_ip_pool_available_count` - IP 池可用数
- `epdg_ip_pool_utilization_ratio` - IP 池利用率 0.0-1.0
- `epdg_diameter_swx_pending_count` - SWx 待处理数
- `epdg_diameter_s6b_active_sessions_count` - S6b 活跃会话数

其他

- `epdg_auth_duration_ms` - 认证时长
- `epdg_diameter_swx_mar_latency_ms` - MAR 延迟
- `epdg_diameter_swx_sar_latency_ms` - SAR 延迟
- `epdg_session_duration_seconds` - 会话时长

VM 其他

- `vm_memory_total` - VM 内存
- `vm_memory_processes` - 内存进程
- `vm_memory_binary` - 内存二进制
- `vm_memory_ets` - ETS 内存
- `vm_system_info_process_count` - 系统信息进程数
- `vm_system_info_port_count` - 系统信息端口数
- `vm_statistics_run_queue` - 系统信息运行队列

Prometheus 其他

```

scrape_configs:
  - job_name: 'omniepdg'
    static_configs:
      - targets: ['localhost:9568']

```

Table

Table FSM configuration table

Protocol	Interval	Protocol	FSM	Target
GTP	10,000 ms	GTP	ePDG UE FSM	PGW GTPv2-C
SWm	10,000 ms		ePDG UE FSM	Diameter SWm
S6b	10,000 ms	GTP	AAA UE FSM	Diameter S6b

File

File `config/runtime.exe` configuration

IKEv2 配置

項目	値	説明
EPDG_LISTEN_IP	"0.0.0.0"	IKEv2 接続を 受け付ける IP "10.0.0.1"
EPDG_PORT_500	"500"	IKE 接続ポート
EPDG_PORT_4500	"4500"	IKE NAT- Traversal ポート
EPDG_CERT_FILE	"/etc/omniepdg/certs/epdg.crt"	IKEv2 接続に 使用する PEM形式の 証明書
EPDG_KEY_FILE	"/etc/omniepdg/certs/epdg.key"	IKEv2 接続に 使用する PEM形式の 秘密鍵
EPDG_SESSION_TIMEOUT	"300000"	セッション タイムアウト 時間

VPN 設定

項目	値	説明
EPDG_VPN_MODE	"simple"	VPN モード "simple" または "gtp"

Diameter

변수명	값	설명
DIA_LISTEN_IP	"0.0.0.0"	Diameter 서버 수신 IP 주소
DIA_LISTEN_PORT	"3868"	Diameter 서버 수신 포트
DIA_HOST	"epdg"	Diameter Origin-Host 이름
DIA_REALM	"epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"	Diameter Origin-Realm 이름

HSS 구성

변수명	값	설명
HSS_HOST	"hss"	HSS Diameter 서버 Origin-Host 이름
HSS_IP	"127.0.0.1"	HSS IP 주소
HSS_PORT	"3868"	HSS Diameter 서버 포트

□□□□□□□□□□

□□	□□	□□
LICENSE_SERVER_URL	-	□□□□□□ API URL□□□□□
CONTROL_PANEL_PORT	"4000"	□□□□ HTTP □□□
PROMETHEUS_PORT	"9568"	Prometheus □□ HTTP □□□ /metrics □□□□

📄📄📄 Docker Compose

```
services:
  omniepdg:
    image: omniepdg:latest
    environment:
      # IKEv2
      EPDG_LISTEN_IP: "0.0.0.0"
      EPDG_CERT_FILE: "/certs/epdg.crt"
      EPDG_KEY_FILE: "/certs/epdg.key"

      # VPN 📄📄
      EPDG_VPN_MODE: "simple"

      # Diameter
      DIA_HOST: "epdg"
      DIA_REALM: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"
      HSS_HOST: "hss"
      HSS_IP: "10.74.0.21"
      HSS_PORT: "3868"

      # 📄📄📄
      LICENSE_SERVER_URL: "https://license.example.com/api"

      # 📄📄📄📄
      CONTROL_PANEL_PORT: "4000"

      # Prometheus 📄📄
      PROMETHEUS_PORT: "9568"
    ports:
      - "500:500/udp"
      - "4500:4500/udp"
      - "4000:4000"
      - "9568:9568"
    volumes:
      - ./certs:/certs:ro
    cap_add:
      - NET_ADMIN
```


URI	Method	Description
<code>/dashboard</code>	GET	Dashboard overview
<code>/sessions</code>	GET	View active UE sessions
<code>/diameter</code>	Diameter	Diameter interface details
<code>/logs</code>	GET	System logs
<code>/docs</code>	GET	API documentation
<code>/resources</code>	GET	BEAM VM resources
<code>/configuration</code>	GET	System configuration

API

OmniEPDG API endpoints and methods

Table 1

Table 1: UE categories and their characteristics

Category	Characteristics
Category 1	Low power UE
Category 2 (UL)	Low power UE with uplink only
Category 2 (DL)	Low power UE with downlink only
Diameter 100m	Small diameter / Small diameter

Table 1: UE categories and their characteristics (B, KB, MB, GB)

Table 2

Table 2: UE categories and their characteristics

- Category 1 - Low power UE
- **Diameter 100m** - Small Diameter UE
- Category 2 - Low power UE
- Category 3 - Low power UE

Table 3

Table 3: UE categories and their characteristics

□□□□

□□□□□□□□

□	□□
IMSI	□□□□□□□□□□□□
UE IP	□□□ IPv4/IPv6 □□
SOURCE	UE □□□ IP □□□□NAT □□□
APN	□□□□□□□□
STATUS	□□□□□□□□□□/□□□□
DURATION	□□□□□□□□□□
TRAFFIC	□□/□□□□□□□□UL/DL□

□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□





□□	□□	□□
□□	□□	□□□□□□□□□□□□
□□□	□□	□□□□□□
□□□	□□	□□□□□□□□

□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□ IMSI□NAI□□□□□□□□□□

□□□□

□□	□□
IMSI	□□□ IMSI □
NAI	□□□□□□□□3GPP □□□
UE IP	□□□ IPv4/IPv6 □□
Source	UE □□□ IP □□□□NAT □     □
APN	PDN □□□□□□□□
Child SA SPI	IPSec □ SA □□□□□□

□□□□□□□

項目	説明
DNS	UE が DNS を
P-CSCF	IMS の P-CSCF
Connected	
Last Activity	
Duration	

項目

項目	説明
Bytes In (UL)	UE が送信した
Bytes Out (DL)	UE が受信した
Packets In	UE が送信した
Packets Out	UE が受信した

項目

項目

- "項目" 項目
- 項目 UE 項目

項目

項目

Diameter 配置

Diameter 設定は、Diameter クライアント (HSS) と SWx (PGW) と S6b 間で

行われます。

設定項目は

項目	説明
Peer	Diameter クライアント (Origin-Host)
Realm	Diameter クライアント (Origin-Realm)
IP 設定	クライアントの IP 設定 (protocol://ip:port)
その他	その他

設定項目は

項目	説明	値
クライアント	Peer	Diameter クライアント (Origin-Host)
クライアント	Realm	Diameter クライアント (Origin-Realm)
クライアント	IP 設定	クライアントの IP 設定 (protocol://ip:port)

設定項目は

設定項目は

- X 設定 - 設定項目
- Y 設定 - 設定項目

□□	□□
□□□	□□□□□□□□□□
□□	□□□□□□□□□□□□□□
□□	□□□□□□□

□□□□

□□□□□□□□□□□□□□

□□	□□	□□
debug	□□	□□□□□□□□
info	□□	□□□□□□□□
warning	□□	□□□□
error	□□	□□□□

□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□	□□
□□□□	debug, info, warning, error
□□+	info, warning, error
□□+	warning, error
□□□	error

□□

□□□□□□□□□□

- □□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□
- □□□□□□□□□□

□□

□□	□□
□□/□□	□□□□□□□□/□
□□	□□□□□□□□□□
□□□□	□□□□□□□□□□□□

□□□□

- □□□□ 1000 □□□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□□

□□□

□□□□□□□□□□□□□□

- "□□□□□□□□" □□
- □□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Markdown 00

000000 Markdown 000000000000

- 00000000
- 000000000000
- 00
- 000000000000
- 00000000

000000

000000 BEAM VM 000000000000 OTP 000000

□□□□

□□	□□
□□	□□ Mix □□□□/□□□
Elixir □□	□□□□ Elixir □□

□□□□□□

□□□□□□ OTP □□□□□□□□□□□□□□□□□□

- □□□□□□
- □□□□
- □□□□
- □□□□

OmniEPDG

OmniEPDG Prometheus Diameter HTTP Prometheus

-
-
- - IKEv2
 - EAP
 -
 - Diameter SWx
 - Diameter S6b
 -
 - ESP
 - IP
 - VM
- Prometheus
-
-

OmniEPDG

`http://<host>:9568/metrics`

Prometheus Prometheus Grafana

□□

□ config/runtime.exs □□❖❖□□□□

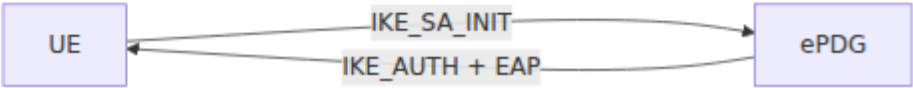
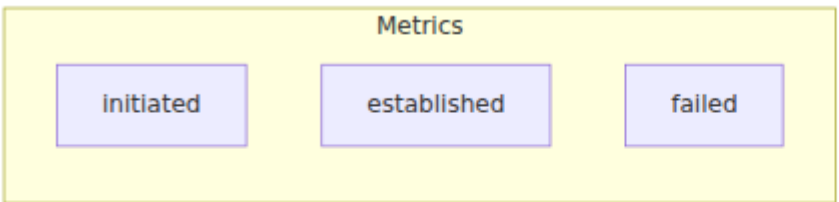
```
config :omniepdg,
  prometheus: %{
    port: 9568
  }
```

□□	□□	□□□	□□□□	□□
port	□□	9568	PROMETHEUS_PORT	/metrics □□□ HTTP □□

□□□□

IKEv2 □□□□

□□ SWu □□□ IKEv2 □□□□□□□□



□□: epdg_ikev2_session_initiated_count

□□: □□□

□□: □□□ IKE_SA_INIT □□□□□□ UE □□□□□□□□□□

□□: epdg_ikev2_session_established_count

□□: □□□

□□: □□□□□ IKE SA □□□□□□□□ EAP-AKA □□□□□□ SA □□□□□□□

计数器: epdg_ikev2_session_failed_count

计数器: 计数器

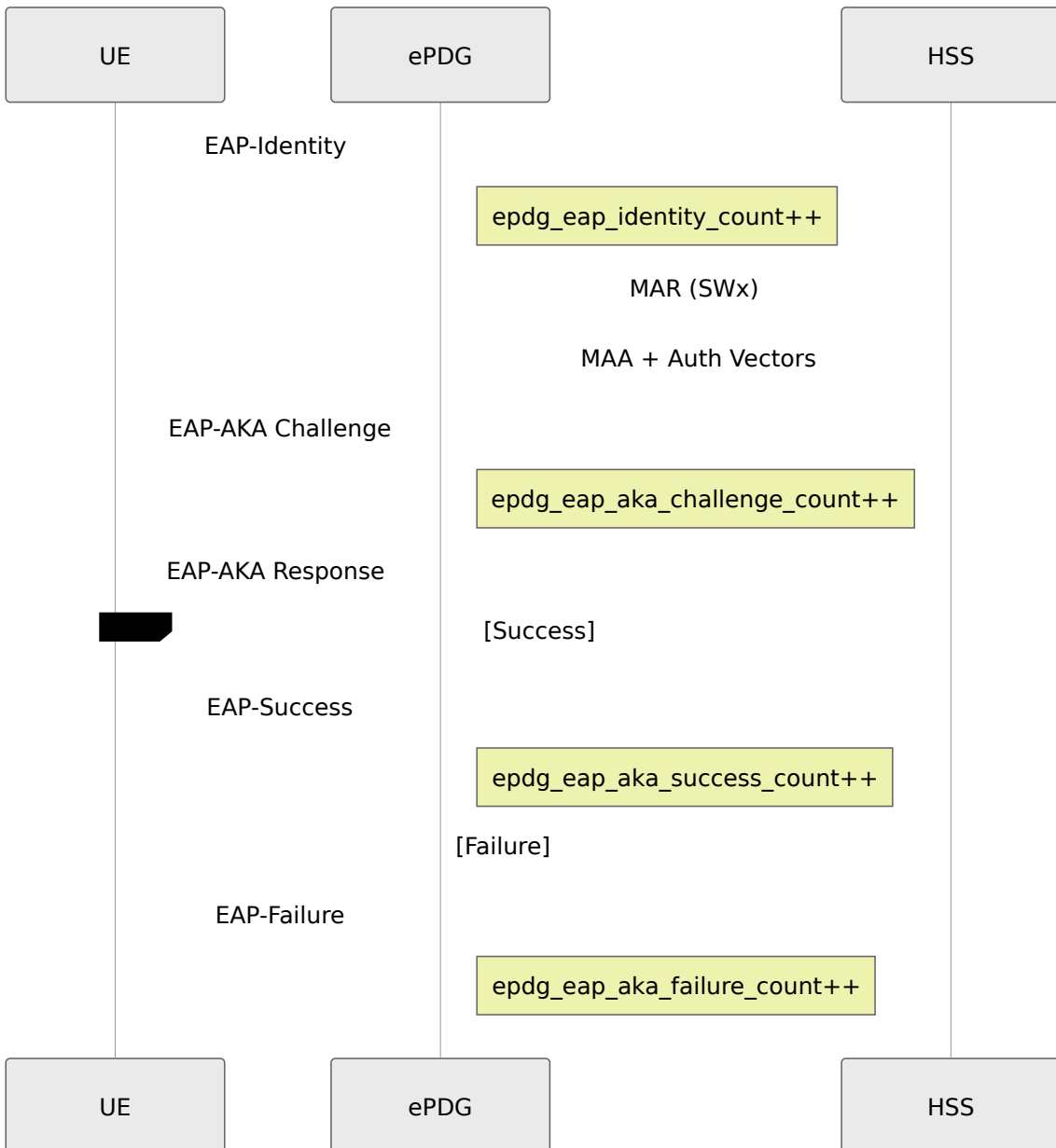
计数器: IKE SA 计数器

计数器:

- reason - 计数器 auth_failed 计数器 timeout 计数器 invalid_proposal 计数器

EAP 计数器

计数器 RFC 4187 计数器 EAP-AKA 计数器 OmniEPDG 计数器 RFC 5448 计数器 EAP-AKA' 计数器
计数器 UE 计数器 NAI 计数器



计数器: epdg_eap_identity_count

单位: 计数器

描述: UE 发起 EAP-Identity 请求的总次数

计数器: epdg_eap_aka_challenge_count

单位: 计数器

描述: UE 发起 EAP-AKA 挑战请求的总次数

计数器: epdg_eap_aka_success_count

单位: 计数器

描述: EAP-AKA 认证成功请求的总次数

计数器: epdg_eap_aka_failure_count

单位: 计数器

描述: EAP-AKA 认证失败请求的总次数

原因:

- reason - 认证失败原因: res_mismatch, invalid_identity, authentication_rejected
-

计数器: epdg_eap_aka_sync_failure_count

单位: 计数器

描述: EAP-AKA 同步失败 (SQN) 请求的总次数 (USIM/HSS 同步失败)

计数器: epdg_auth_verification_failed_count

单位: 计数器

计数器: epdg_auth_verification_failed_count

单位: 计数器

描述: AUTH 验证失败请求的总次数

📄: `epdg_auth_rate_limited_count`

📄: 📄📄

📄: 📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄

📄:

- `type` - 📄📄📄📄 `ip` 📄📄 IP 📄📄📄📄📄 `imsi` 📄📄 IMSI 📄📄📄📄

📄📄📄:

```
# 📄📄📄📄📄📄  
rate(epdg_auth_rate_limited_count[1m])  
  
# 📄📄📄📄  
sum by (type) (rate(epdg_auth_rate_limited_count[5m]))
```

📄: `epdg_auth_geoip_blocked_count`

📄: 📄📄

📄: 📄 GeoIP 📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄

📄:

- `country` - ISO 3166-1 alpha-2 📄📄📄📄📄📄 `CN` 📄 `RU` 📄📄 `UNKNOWN` 📄📄📄📄📄📄📄
IP

📄📄📄:

```
# 📄📄📄 GeoIP 📄  
rate(epdg_auth_geoip_blocked_count[1m])  
  
# 📄📄📄📄📄📄  
topk(10, sum by (country) (epdg_auth_geoip_blocked_count))
```

📄: `epdg_esp_replay_detected_count`

📄: 📄📄

📄: 📄📄📄📄📄📄📄 ESP 📄📄📄📄📄📄 RFC 4303📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄📄

Diameter SWx

3GPP TS 29.273 ePDG HSS SWx

epdg_diameter_swx_mar_count

Count

Count HSS

Count

- result - success failure
-

epdg_diameter_swx_sar_count

Count

Count HSS

Count

- result - success failure
-

epdg_diameter_swx_mar_latency_ms

Count

MAR

50, 100, 250, 500, 1000, 2500 ms

epdg_diameter_swx_sar_latency_ms

Count

SAR

50, 100, 250, 500, 1000, 2500 ms

epdg_diameter_swx_pending_count

Count

Count SWx HSS

Diameter S6b

3GPP TS 29.273 AAA PGW S6b GTP

epdg_diameter_s6b_aar_count

:

: AA

:

- result - success failure
-

epdg_diameter_s6b_str_count

:

:

epdg_diameter_s6b_active_sessions_count

:

: S6b

PDN

epdg_session_created_count

:

:

:

- vpn_mode - VPN simple gtp
-

epdg_session_terminated_count

:

:

:

- reason - user_request timeout error admin

명: epdg_sessions_active_count

명: 명

명: 명명명명명명명명 5 명명명명

명: epdg_sessions_by_state_count

명: 명

명: 명 FSM 명명명명명

명:

- state - 명명명명명명 init 명 eap_identity 명 eap_aka_challenge 명 authenticated 명 established 명
-

명: epdg_auth_duration_ms

명: 명

명: 명 IKE_SA_INIT 명명명명명명명명명명명명명명명명

명: 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000, 10000 ms

명: epdg_session_duration_seconds

명: 명

명: 명명명명명명명명명명명

명: 60, 300, 900, 1800, 3600, 7200, 14400 seconds 명 1 명 4 명

ESP 명명명명명

명 RFC 4303 명 ESP 명명명명명명

명: epdg_esp_packets_in_count

명: 명

명: 명명명명 ESP 명명명명명 UE → 명명명명

명: epdg_esp_packets_out_count

명: 명

명: 명명명 ESP 명명명명명명명 → UE 명명

命令: `epdg_esp_bytes_in_total`

命令: 显示


命令: 显示 ESP 流量统计

命令: `epdg_esp_bytes_out_total`

命令: 显示

命令: 显示 ESP 流量统计

IP 统计

显示 VPN 流量 IP 统计 

命令: `epdg_ip_allocated_count`

命令: 显示

命令: 显示 IP 统计

命令:

- `type` - 指定 IP 协议 `ipv4` 或 `ipv6`
-

命令: `epdg_ip_released_count`

命令: 显示

命令: 显示 IP 统计

命令:

- `type` - 指定 IP 协议 `ipv4` 或 `ipv6`
-

命令: `epdg_ip_pool_allocated_count`

命令: 显示

命令: 显示 IP 池统计

命令: `epdg_ip_pool_available_count`

命令: 显示

命令: 显示 IP 池统计

名称: epdg_ip_pool_utilization_ratio
单位: 百分比
范围: IP 地址池利用率 0.0 到 1.0 的浮点数值

VM 内存

用于 Erlang/BEAM 的内存

名称: vm_memory_total
单位: 字节
范围: 0
描述: VM 总内存

名称: vm_memory_processes
单位: 字节
范围: 0
描述: Erlang 进程内存

名称: vm_memory_binary
单位: 字节
范围: 0
描述: 二进制数据内存

名称: vm_memory_ets
单位: 字节
范围: 0
描述: ETS 表内存

名称: vm_system_info_process_count
单位: 计数
范围: 0
描述: Erlang 进程数

[[[vm_system_info_port_count

[[[]]

[[[]]

[[[vm_statistics_run_queue

[[[]]

[[[]]

Prometheus [[[]]

[[[]]

[[[]]

[[[]]

```
scrape_configs:  
  - job_name: 'omniepdg'  
    scrape_interval: 15s  
    static_configs:  
      - targets: ['epdg-host:9568']  
        labels:  
          instance: 'epdg-01'  
          environment: 'production'
```

[[[]]

[[[]]

[[[]]

```

scrape_configs:
  - job_name: 'omniepdg'
    kubernetes_sd_configs:
      - role: pod
    relabel_configs:
      - source_labels: [__meta_kubernetes_pod_label_app]
        action: keep
        regex: omniepdg
      - source_labels:
          [__meta_kubernetes_pod_annotation_prometheus_io_port]
        action: replace
        target_label: __address__
        regex: (.+)
        replacement: ${1}:9568

```

□□□□

□□□□□□□□

```

# 5 □□□□□□□□
sum(rate(epdg_eap_aka_success_count[5m]))
/
(sum(rate(epdg_eap_aka_success_count[5m])) +
sum(rate(epdg_eap_aka_failure_count[5m])))

```

□□□□□□

```

# □□□□□□□□
rate(epdg_ikev2_session_established_count[5m])

```

□□□□□□ (p95)

```

histogram_quantile(0.95,
sum(rate(epdg_auth_duration_ms_bucket[5m])) by (le))

```

HSS 指标 (p99)

```
histogram_quantile(0.99,  
sum(rate(epdg_diameter_swx_mar_latency_ms_bucket[5m])) by (le))
```

指标名称

```
epdg_sessions_active_count
```

IP 指标

```
epdg_ip_pool_utilization_ratio * 100
```

ESP 指标

```
# 总流量  
rate(epdg_esp_bytes_in_total[5m])  
  
# 总包数  
rate(epdg_esp_packets_in_count[5m]) +  
rate(epdg_esp_packets_out_count[5m])
```

指标名称

```
# EAP 失败原因  
sum by (reason) (rate(epdg_eap_aka_failure_count[5m]))  
  
# 会话终止原因  
sum by (reason) (rate(epdg_session_terminated_count[5m]))
```



OmniEPDG Prometheus

```

groups:
- name: omniepdg
  rules:
    # EAP-AKA
    - alert: OmniEPDGHighAuthFailureRate
      expr: |
        sum(rate(epdg_eap_aka_failure_count[5m]))
        /
        (sum(rate(epdg_eap_aka_success_count[5m])) +
        sum(rate(epdg_eap_aka_failure_count[5m])))
        > 0.1
      for: 5m
      labels:
        severity: warning
      annotations:
        summary: "EAP-AKA "
        description: "5  {{{ $value |
humanizePercentage }}"

    # IP
    - alert: OmniEPDGIPPoolLow
      expr: epdg_ip_pool_utilization_ratio > 0.9
      for: 5m
      labels:
        severity: warning
      annotations:
        summary: "IP 90%"
        description: "IP {{{ $value | humanizePercentage
}}"

    # IP
    - alert: OmniEPDGIPPoolExhausted
      expr: epdg_ip_pool_available_count == 0
      for: 1m
      labels:
        severity: critical
      annotations:
        summary: "IP "
        description: "IP "

    # HSS
    - alert: OmniEPDGHSSLatencyHigh
      expr: |

```

```

        histogram_quantile(0.95,
sum(rate(epdg_diameter_swx_mar_latency_ms_bucket[5m])) by (le))
    > 1000
    for: 5m
    labels:
      severity: warning
    annotations:
      summary: "HSS (SWx) 🚨"
      description: "95 🚨 MAR 🚨 {{ $value }}ms"

# 🚨 SWx 🚨🚨
- alert: OmniEPDGSWxBacklog
  expr: epdg_diameter_swx_pending_count > 100
  for: 2m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "SWx 🚨🚨"
    description: "{{ $value }} 🚨🚨 SWx 🚨"

# VM 🚨🚨
- alert: OmniEPDGMemoryHigh
  expr: vm_memory_total > 2147483648
  for: 10m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "OmniEPDG 🚨🚨🚨"
    description: "VM 🚨🚨🚨 {{ $value | humanize1024 }}"

# 🚨🚨🚨🚨
- alert: OmniEPDGSchedulerOverload
  expr: vm_statistics_run_queue > 10
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "Erlang 🚨🚨🚨🚨🚨"
    description: "🚨🚨🚨🚨 {{ $value }}🚨🚨 CPU 🚨"

# 🚨🚨🚨🚨🚨🚨🚨
- alert: OmniEPDGNoSessions
  expr: epdg_sessions_active_count == 0 and
epdg_ikev2_session_initiated_count > 0

```

```

for: 10m
labels:
  severity: warning
annotations:
  summary: "速率过高"
  description: "速率过高"

# 速率过高
- alert: OmniEPDGHighRateLimiting
  expr: rate(epdg_auth_rate_limited_count[5m]) > 10
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "速率过高"
    description: "{{ $value | printf \"%.1f\" }}"

"

# GeoIP 速率过高
- alert: OmniEPDGGeoIPBlockingSpike
  expr: |
    rate(epdg_auth_geoip_blocked_count[5m]) > 5
  for: 5m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "GeoIP 速率过高"
    description: "{{ $value | printf \"%.1f\" }}" GeoIP 速率过高"

# ESP 速率过高
- alert: OmniEPDGReplayAttack
  expr: rate(epdg_esp_replay_detected_count[5m]) > 0
  for: 2m
  labels:
    severity: warning
  annotations:
    summary: "ESP 速率过高"
    description: "{{ $value | printf \"%.1f\" }}"

# AUTH 速率过高 MITM
- alert: OmniEPDGAuthVerificationFailures
  expr: rate(epdg_auth_verification_failed_count[5m]) > 0
  for: 2m

```

```
labels:  
  severity: critical  
annotations:  
  summary: "AUTH AUTH AUTH AUTH"  
  description: "AUTH AUTH AUTH AUTH"
```


□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□	□□	□□
4000	TCP	□□□□□□□□ (HTTP)
443	TCP	□□□□□□□□ (HTTPS, □□)
9568	TCP	Prometheus □□□□

DNS □□

ePDG □□ DNS □□

□□□□□□ 3GPP TS 23.003 □□□□□□□□ DNS □□□□□□ ePDG□FQDN □□□□

```
epdg.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.pub.3gppnetwork.org
```

□□□

- <MCC> □ 3 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 505□
- <MNC> □ 2 □ 3 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 3 □□□□□□ 001□

DNS □□□□□□ OmniEPDG □□ IP □□□ **A** □□□□ IPv6 □ AAAA □□□□

```
epdg.epc.mnc999.mcc999.pub.3gppnetwork.org. IN A 203.0.113.10
```

□□□□□□

ePDG □ TLS □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ePDG FQDN □□□□□□□□□□ (SAN)□□ IKEv2 □□□□□□□□ □□ □□□□□□

□□□□

- SAN □□□□ ePDG □□ FQDN□□□□
`epdg.epc.mnc001.mcc001.pub.3gppnetwork.org` □
- □□□□□□□□ CA □□□□□□□□
- □□ RSA 2048 □□ ECDSA P-256

Diameter □ DNS

□□□□ Diameter □□□□□□ DNS NAPTR/SRV □□□□□□ RFC 6408□□□□□□

```
epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org
```

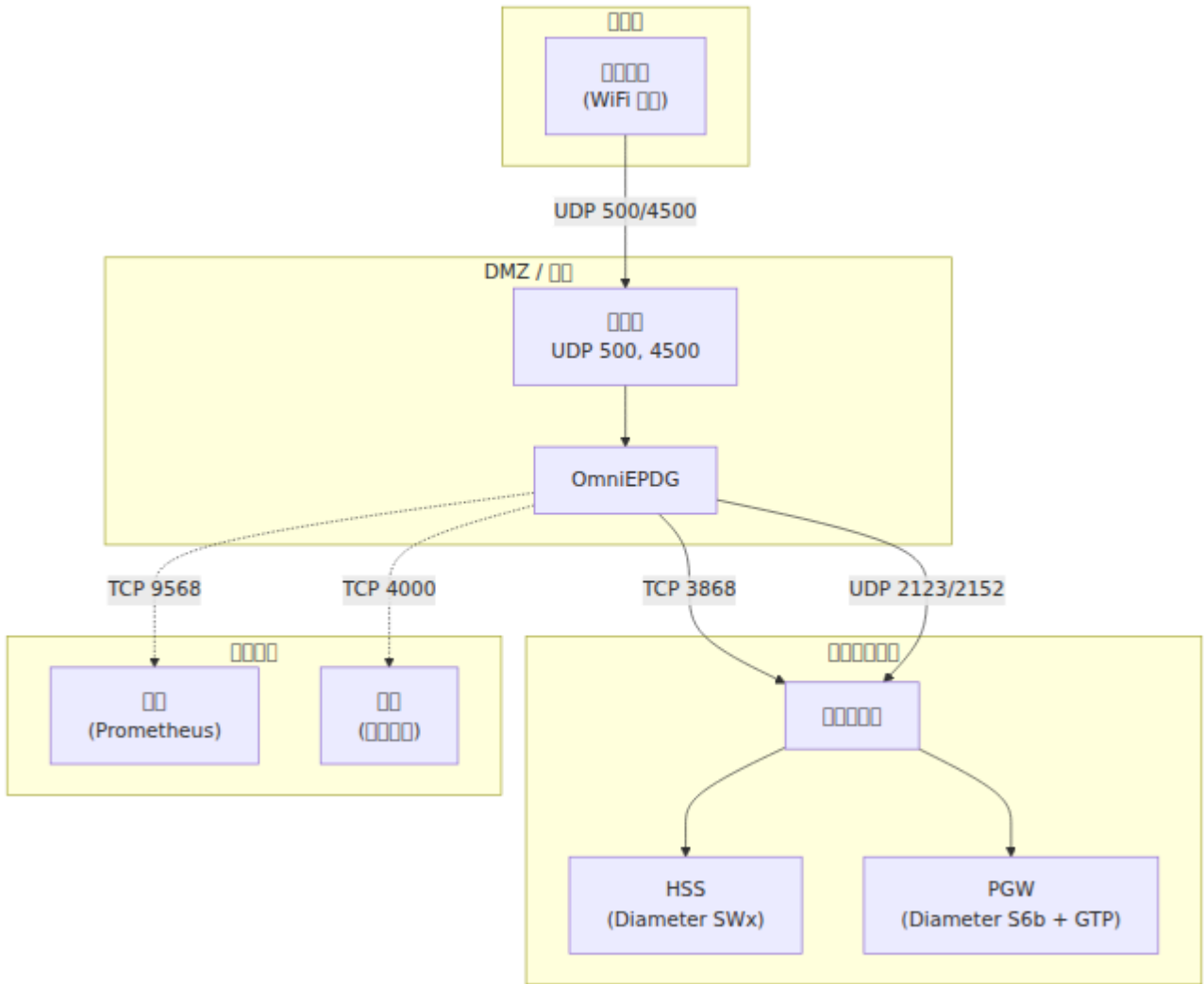
□□□

```
epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org
```

□□□□

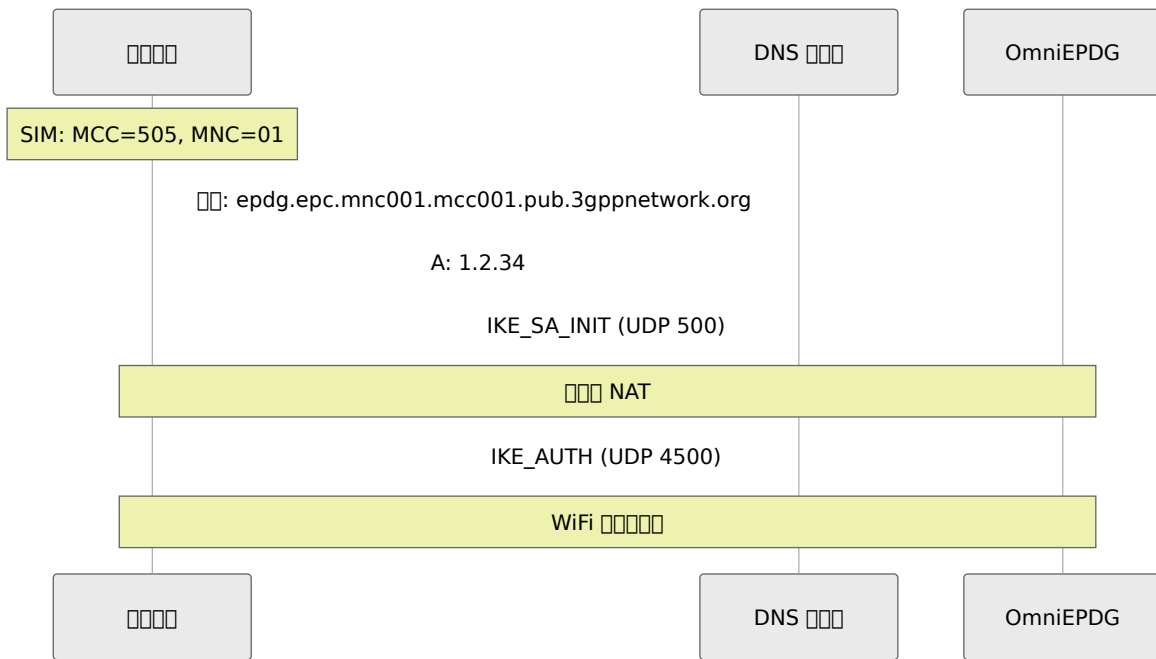
- UE □□□□□□□□ NAI□□□□□□□□□□
- Diameter Origin-Realm □ Destination-Realm AVP
- Diameter □□□□

□□□□



DNS □□□□

□□□□□□ WiFi □□□□□□□□ DNS □□□



□□□□

□□□□□□□□

- UDP 500 □ OmniEPDG □□□□
- UDP 4500 □ OmniEPDG □□□□
- DNS A □□: `epdg.epc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.pub.3gppnetwork.org` → ePDG □□ IP
- SAN □ TLS □□

□□□□□□

- TCP 3868 □ OmniEPDG □ HSS/DRA □□□□
- TCP 3868 □ OmniEPDG □ PGW/AAA □□□□□□□ GTP □□□
- UDP 2123 □ OmniEPDG □ PGW □□□□□□□ GTP □□□
- UDP 2152 □ OmniEPDG □ PGW □□□□□□□ GTP □□□

□□□□

- TCP 4000/443 □□□□□□□□









TCP 9568 ــــــــــــــــــــــــــــــــ









ــــــــــــــــ

- **3GPP TS 23.003** - ــــــــــــــــــــــــ (ePDG FQDN ــــــــ)
- **3GPP TS 23.402** - ــــــــ 3GPP ــــــــــــــــــــــــ
- **RFC 7296** - IKEv2 ــــــــ
- **RFC 3948** - IPsec ESP ــــــــ UDP ــــــــ (NAT-T)
- **RFC 6733** - Diameter ــــــــــــــــ

OmniEPDG

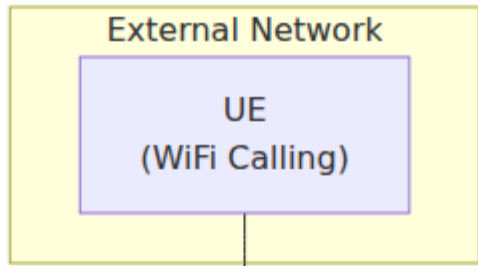
OmniEPDG  3GPP  ePDG WiFi 
WiFi  **GTP**  PGW  **VPN**  IP 

-  -  DNS 
-  - IKEv2 Diameter VPN 
-  - 

-  -  Diameter  Web 
-  - Prometheus 
-  - 

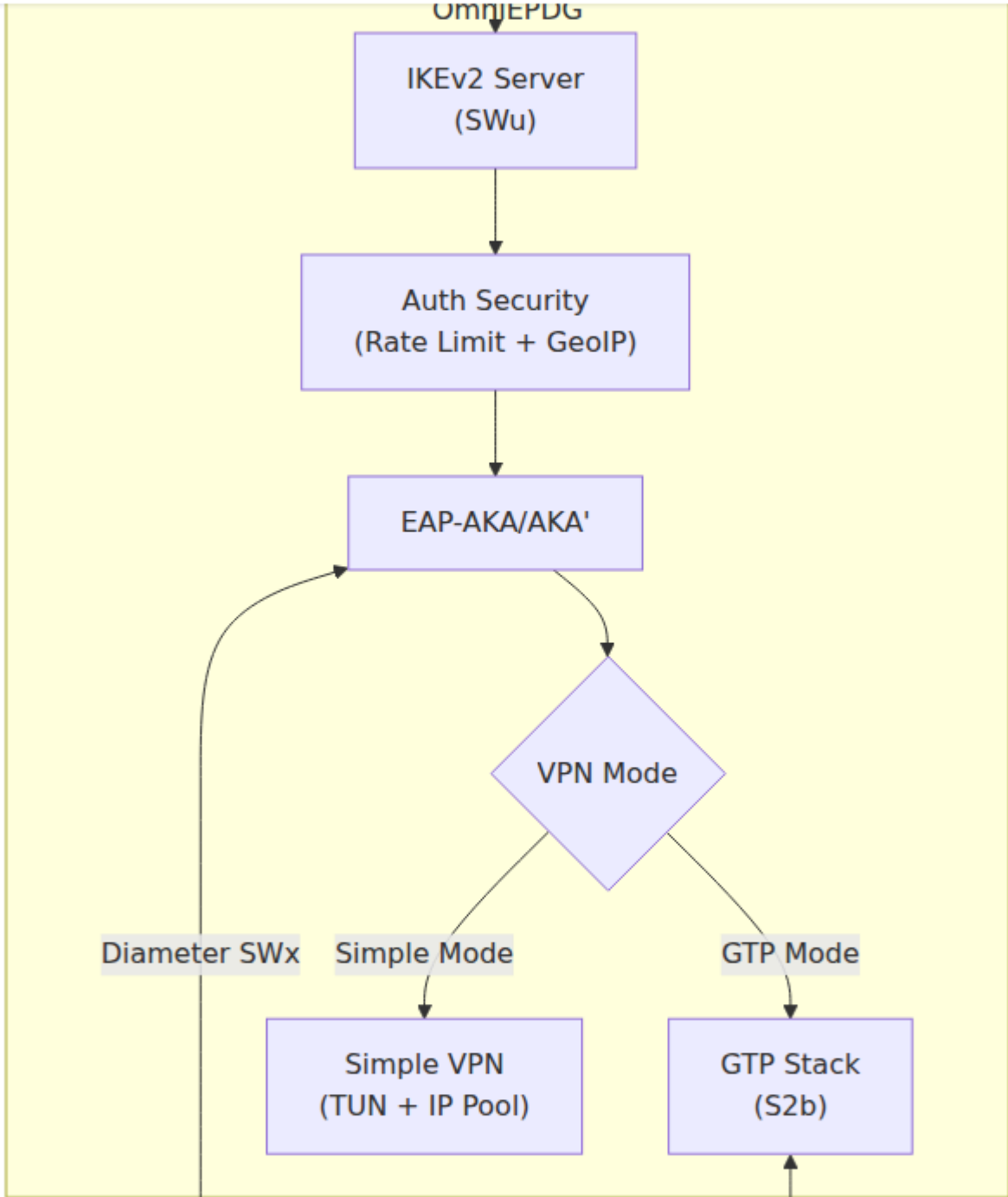
-  -  GeoIP 





IKEv2

OmniCharge OmniRAN Downloads 𐄂 Omnitouch Webs

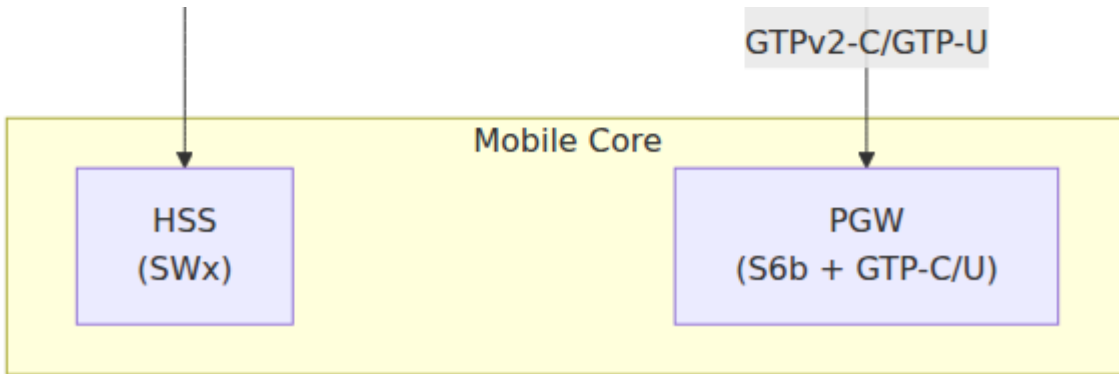


Diameter SWx

Simple Mode

GTP Mode

Diameter S6b



□□□□

OmniEPDG □□□□ vpn_mode □□□□□□□□□□□□□□

GTP □□

□□ PGW □□□□□ 3GPP □□□□□□□□□□ GTP-U □□□□□□□□□□□□

□□□□□

- □□□□□□□□□□□□□□
- □□ PCRF/PCEF □□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□

□□□□

- □□ PGW □□□□□ Diameter S6b
- □□□□□□□□□□/□□/□□□□□□□ GTPv2-C
- □□□□□□□□□□ Linux □□ GTP-U □□

□□ VPN □□

□□ TUN □□□□□□ IP □□□□□□□□□□□□□□ OmniEPDG □□□□□□□□ PGW □□□□

□□□□□

- □□ PGW □□□□□□
- □□□□□□
- □□□□□□□□

□□□□

□□□□□□□ **VPN** □□□

```
config :omniepdg,  
  vpn_mode: :simple,  
  simple_vpn: [  
    pool_ipv4: "10.45.0.0/16",  
    dns_servers_ipv4: ["8.8.8.8", "8.8.4.4"]  
  ]  
  
config :diameter_ex,  
  diameter: %{  
    host: "epdg",  
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",  
    peers: [  
      %{host: "hss", ip: "10.74.0.21", port: 3868, transport:  
:tcp}  
    ]  
  }  
}
```

□□□□□□□□

```
config :omniepdg,  
  # □□□□□□□□□□□□□□□□  
  auth_rate_limit_per_ip: 10,  
  auth_rate_limit_ip_block_ms: 300_000,  
  auth_rate_limit_per_imsi: 5,  
  auth_rate_limit_imsi_block_ms: 600_000,  
  
  # GeoIP □□□□□□□□  
  geoup_enabled: true,  
  geoup_mode: :whitelist,  
  geoup_countries: ["AU", "NZ"]
```

□□□□□□□□□□ □□□□□

□□

□□□□

□□ Web □□□□ `http://<host>:4000/dashboard` □□□□

- □□□□□□
- Diameter □□□□□
- □□□□□
- □□□□

□□□□□□□□□□ □□□□ □□□

Prometheus □□

□ `http://<host>:9568/metrics` □□□□□□□□

- □□□□□□/□□□□
- □□□□□□□□
- Diameter □□□□
- □□□□□□□□□□ GeolIP □□□
- IP □□□□
- ESP □□□□□□

□□□□□□□□□□□□ □□□□

□□□□

□□□□□□□□□□

項目	説明	備考
ネットワーク	ネットワーク SWx MAR/MAA	ネットワーク
Diameter 認証	認証サーバー	Diameter 認証
GTP 認証	ネットワーク GTPv2-C 認証	GTP 認証
VPN 接続	VPN TUN 接続	VPN 接続
証明書	証明書	証明書
GeoIP 認証	GeoIP 認証	GeoIP 認証

ネットワーク 認証

ネットワーク

項目	説明
ネットワーク	ネットワーク
証明書	証明書
Web 接続	Web 接続
Prometheus	Prometheus 監視
DNS 接続	DNS 接続
GeoIP 認証	GeoIP 認証
証明書	証明書

IMSI

参数	单位	默认值	描述
auth_rate_limit_per_imsi	每 IP	5	每个 IP 允许的 IMSI 数量
auth_rate_limit_imsi_window_ms	窗口	60000	每个 IMSI 的窗口时间
auth_rate_limit_imsi_block_ms	阻塞	600000	每个 IMSI 阻塞时间 10 分钟，IP 阻塞时间

配置

配置 IP/IMSI 认证速率限制参数

配置

配置

配置

```

config :omniepdg,
  auth_rate_limit_per_ip: 5,
  auth_rate_limit_ip_window_ms: 120_000, # 2 窗口
  auth_rate_limit_ip_block_ms: 900_000, # 15 阻塞

  auth_rate_limit_per_imsi: 3,
  auth_rate_limit_imsi_window_ms: 120_000,
  auth_rate_limit_imsi_block_ms: 1_800_000 # 30 阻塞
  
```

配置 2 个 IP 认证速率限制参数 15-30 窗口

MaxMind GeoLite2 安裝

GeoIP 安裝 MaxMind GeoLite2 資料庫 IP 地址

安裝 GeoIP

1. 安裝 MaxMind GeoLite2 資料庫
2. 安裝 GeoLite2-Country.mmdb 資料庫
3. 將資料庫複製到 /etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb
4. 安裝 GeoIP

配置

```
config :omniepdg,  
  # 安裝 GeoIP  
  geip_enabled: true,  
  
  # MaxMind 資料庫  
  geip_database_path: "/etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb",  
  
  # 安裝模式  
  geip_mode: :whitelist,  
  
  # 安裝 ISO 3166-1 alpha-2 代碼  
  geip_countries: ["AU", "NZ"],  
  
  # 安裝 IP  
  geip_allow_unknown: false,  
  
  # 安裝 fail-open  
  geip_fail_open: true
```

00

00	00	00	00	00
<code>geop_enabled</code>	00 00	00	<code>false</code>	00000000 GeoIP 00000000 00 <code>false</code> 0000 0 IP 0000000000 0000
<code>geop_database_path</code>	00 00 00	00	<code>"/etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb"</code>	MaxMind GeoLite2 0000 000000000000 MMDB0
<code>geop_mode</code>	00 00	00	<code>:whitelist</code>	000000 00 <code>:whitelist</code> 000000000000 <code>:blacklist</code> 00 000000000000 0000
<code>geop_countries</code>	00 00	00	<code>[]</code>	ISO 3166-1 alpha-2 000000 0000000000 <code>geop_mode</code> 0
<code>geop_allow_unknown</code>	00 00	00	0000	00000000000000 0 IP 00000000 IP000000000000 00000000 <code>false</code> 00000000 000000 <code>true</code> 0
<code>geop_fail_open</code>	00 00	00	<code>true</code>	GeoIP 00000000 0000000000

項目	項目	項目	項目
			<input type="checkbox"/> true 有効 <input type="checkbox"/> false 無効

設定

WiFi 設定

設定

```
config :omniepdg,
  geoip_enabled: true,
  geoip_mode: :whitelist,
  geoip_countries: ["AU", "NZ", "FJ"] # 有効
```

IP 設定 UE 設定

WiFi 設定

設定

設定

```
config :omniepdg,
  geoip_enabled: true,
  geoip_mode: :blacklist,
  geoip_countries: ["CN", "RU", "KP", "IR"] # 有効
```

UE 設定

設定

IP Whitelisting

IP Whitelisting

- IP ranges 10.x.x.x-192.168.x.x
- Private IP ranges
- Tor exit nodes VPN

`geoip_allow_unknown` configuration

Setting	<code>geoip_allow_unknown</code> value	Effect
Default	<code>false</code>	Deny unknown IP ranges
Override	<code>true</code>	Allow unknown IP ranges

Configuration

```
config :omniepdg,  
  geoip_mode: :whitelist,  
  geoip_allow_unknown: true # Allow unknown IP
```

GeoIP

MaxMind GeoLite2 Database

1. Download `GeoLite2-Country.mmdb`
2. Place in `config` directory
3. Update configuration

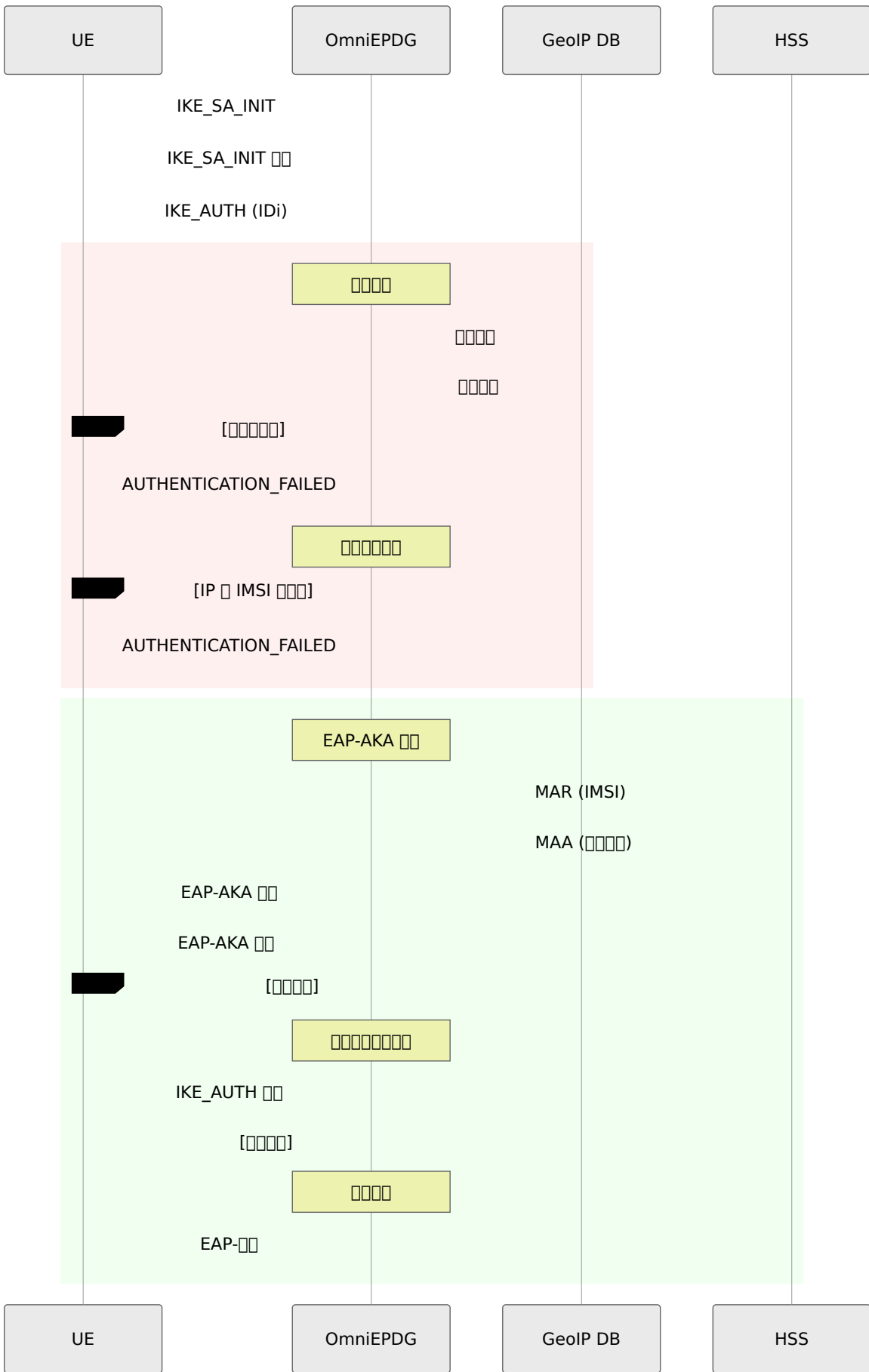
□□□□□□

□□	□□	□□	□□
AU	□□□□	US	□□
NZ	□□□	GB	□□
CA	□□□	DE	□□
FR	□□	JP	□□
SG	□□□	HK	□□
IN	□□	CN	□□

□□□□□ [ISO 3166-1 alpha-2](#)

□□□□

□□□□□□□□



□□

□□□□□□

□□: `epdg_auth_rate_limited_count` □□: □□□ □□: □□□□□□□□□□□□□□ □□:

- `type` - □□□□□ `ip` □IP □□□□□□ `imsi` □IMSI □□□□□

□□□□□

```
# □□□□□□□□□□
rate(epdg_auth_rate_limited_count[1m])

# □□□□□□
sum by (type) (rate(epdg_auth_rate_limited_count[5m]))

# □□□□□□□□□□□□
rate(epdg_auth_rate_limited_count[5m]) > 10
```

GeoIP □□

□□: `epdg_auth_geoip_blocked_count` □□: □□□ □□: □ GeoIP □□□□□□□□□□ □□:

- `country` - ISO 3166-1 alpha-2 □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ IP

□□□□□

```
# □□□□□ GeoIP □□
rate(epdg_auth_geoip_blocked_count[1m])

# □□□□□□□□□□
topk(10, sum by (country) (epdg_auth_geoip_blocked_count))

# □□□□□□□□□□□□□□
increase(epdg_auth_geoip_blocked_count{country="XX"}[1h]) > 100
```


□□□□

□□□□□□

□□□□□□

□□: □□□□□□□□□□□□

□□□□:

- □□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□

□□□□:

1. □□□□□□ IP/IMSI □□□□
2. □□□□□□□□□□□□□□
3. □□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□

□□: `epdg_auth_rate_limited_count` □□□□

□□□□:

- □□□□□□□□□□
- □□□□□ UE □□□□□□
- □□□□□□

□□□□:

1. □□□□□□□ IP □□□□□□
2. □□□□□□□□□□ IP □□□□□□
3. □□□□□□□□□□□□□□ HSS □□

GeoIP 設定

確認事項

前提: GeoIP データ UE 環境

設定:

- GeoIP データをダウンロード
- GeoIP データをインストール
- `geop_allow_unknown: false` のデフォルト設定を IP

手順:

1. GeoIP データをダウンロード
2. GeoIP データをインストール
3. `geop_allow_unknown: true` に設定
4. GeoIP データを再読み込み

GeoIP データのインストール

前提: GeoIP データをダウンロード

設定:

- GeoIP データをダウンロード
- GeoIP データをインストール
- GeoIP データを再読み込み

手順:

1. `ls -la /etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb`
2. `chmod 644 /etc/omniepdg/GeoLite2-Country.mmdb`
3. MaxMind の GeoIP データを再読み込み

確認事項

前提: GeoIP データをダウンロード

□□□□:

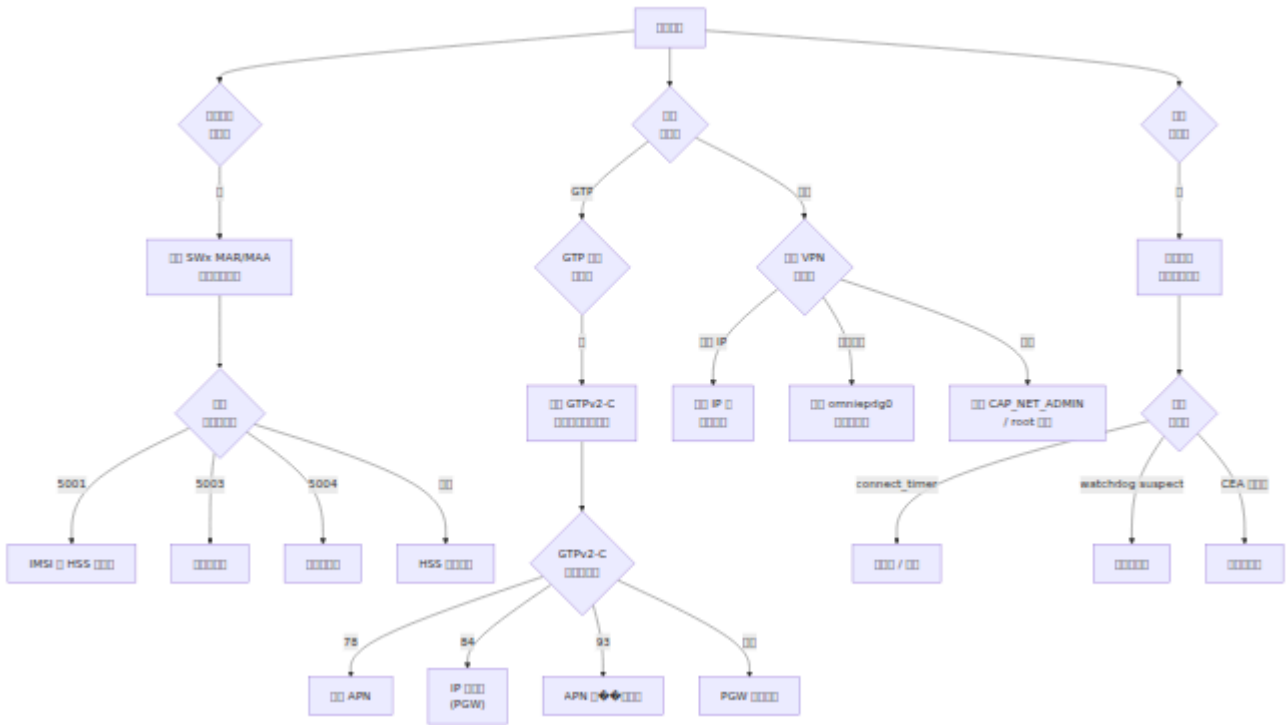
- VPN/□□□ IP □□□□□□□□
- GeolP □□□□□
- □□□□□□□□□□

□□□□:

1. □□ GeolP □□□□□□□□
2. □□□□□□□□ IP □□□□□
3. □□□□□□□□□□□□□□□□□□

OmniEPDG

OmniEPDG



OmniEPDG log/

파일	내용	비고
log/console.log	모든 로그 메시지	기본 로그 파일
log/error.log	오류 메시지	오류 발생 시 기록
log/crash.log	OTP 실패 로그	OTP 관련 오류
log/erlang.log	Erlang 실행 로그	Erlang/OTP 실행

로그 파일

로그 파일

- peer_up - 연결 성공 로그
- peer_down - 연결 실패 로그

UE FSM

- ue_fsm state_<name> event=<event> - FSM 상태 변경 로그
- ue_fsm init(<IMSI>) - 초기화 FSM 로그
- terminating epdg_ue_fsm with reason <reason> - FSM 종료 로그

타이머

- Timeout swm_der_timeout - SWm DER 타이머
- Timeout create_session_timeout - GTPv2-C 세션 생성 타이머
- Timeout s2b_delete_session_timeout - GTPv2-C 세션 삭제 타이머
- Timeout cancel_location_timeout - 위치 취소 타이머

SWx

HSS (SWx)

SWx 관련 HSS 로그

□□□□

- □□□□ OmniEPDG □ HSS □□□ SCTP □□ 3868
- □□□□ `dia_swx_remote_ip` □ `dia_swx_remote_port` □□□
- HSS □□□□□□□□□□
- □□□□□□□□ SCTP□□□□□□□□□□ SCTP□
- Origin-Host □ Origin-Realm □□□□□ CEA □□

□□□□

1. □□□ HSS IP □□□□□□□□□□
2. □□ `dia_swx_remote_ip` □ `dia_swx_remote_port` □ HSS □□□□
3. □□□□□□□□□□ SCTP □□□□□ SCTP □□□□□ `dia_swx_proto` □□□ `tcp` □□□□
4. □□ `dia_swx_origin_host` □□□□□ FQDN□□□□ HSS □□□□□
5. □□ HSS □□□□□□□□ CER/CEA □□□□□□□□

PGW □□□□ (S6b)

□□□□□□□□□□ GTP □□□□□□□□ PGW □□□□ S6b AAR□□□□□□□□ S6b peer_up □□□

□□□□

- PGW □□□□□□□□ OmniEPDG □ S6b □□□
- □□□□□□□□ OmniEPDG □ S6b □□□□□□□□ SCTP □□ 3868
- PGW □□□□ `dia_s6b_local_ip`
- Origin-Host □ Origin-Realm □□□

□□□□

1. □□ PGW □□□□□□□□□□ OmniEPDG □ `dia_s6b_local_ip:dia_s6b_local_port`
2. □□ S6b □□□□□□□□ PGW □□□□
3. □□□□□□□□□□□□□□ S6b □□□□□□□□ 3868 □□□□□ SCTP
4. □□ `dia_s6b_origin_host` □ `dia_s6b_origin_realm` □ PGW □□□□□

□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ SUSPECT □ DOWN □□□



□□□□

- □□□□□□□□ WiFi □□□□
- □□□□□□□□ APN
- □□□□□□□□

□□□□

1. □□ HSS □□□□□□□□□□
2. □□ WiFi □□ / ePDG □□□□□□□□□□
3. □□□□□ APN □□□□□□□□□□ APN □□□□

□□□□□ (□□ **5004**)

□□□□□□□□□□□□□□□□□□ SWx MAA □ SAA □□□□□ 5004□

□□□□

- HSS □□□□□□□□□□□□□□
- □□□□□□□□□□ WiFi □□

□□□□

1. □□ HSS □□□□□□□□□□□□ HPLMN/VPLMN □□
2. □□□□□□□□□□□□ WiFi □□

□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 10 □□□□□□□□□□ Timeout swm_der_timeout □
state_wait_auth_resp □□

□□□□

- HSS □ 10 □□□□□□ SWx MAR
- SWx □□□□□□□□□□□□
- HSS □□

□□□□

1. HSS
2. SWx OKAY SUSPECT DOWN
3. `dia_swx_transmit_timer` HSS

EAP-AKA

"type_mismatch" UE EAP

- UE EAP-AKA EAP-AKA'
- HSS EAP

3GPP TS 23.003 NAI

- EAP-AKA
- EAP-AKA'

OmniEPDG UE WiFi UE EAP-AKA

1. UE NAI
2. HSS
3. SIM

EAP-AKA RES

"RES" "res_mismatch"

- SIM
- UE
- HSS

1. SIM 认证
2. HSS 返回 RAND, AUTN, XRES, CK, IK
3. XRES 与 RES 对比
4. SIM 与 HSS 共享 Ki 与 OP/OPc

GTP 隧道 (GTP 隧道)

PGW 隧道

PGW 隧道 GTPv2-C 隧道

隧道

隧道 ID	隧道名称	隧道描述
78	APN	APN PGW 隧道
82	RAT	PGW 隧道 WiFi 3GPP
84	隧道	PGW IP 隧道
92	隧道	PGW 隧道 S6b 隧道
93	APN 隧道	隧道 PGW APN
96	IMSI/IMEI 隧道	隧道 PGW 隧道 S6b 隧道
113	APN 隧道	APN 隧道 PGW 隧道
120	GTP-C 隧道	PGW 隧道

隧道

隧道 10 隧道 Timeout create_session_timeout 隧道 state_wait_create_session_resp 隧道

VPN (VPN)

TUN

OmniEPDG `omniepdg0` `simple_vpn_route`

- OmniEPDG `CAP_NET_ADMIN` root
- TUN/TAP
- `omniepdg0`

1. TUN `lsmod | grep tun`
2. OmniEPDG TUN
3. `omniepdg0` `ip link show omniepdg0`
4. `log/crash.log`











IP

`simple_vpn_pool` IP

- CIDR
- IP
-












1. `epdg_ue_fsm`
2. `terminating`
3. `simple_vpn_pool_ipv4` CIDR
4. `log/crash.log` FSM IP

OmniEPDG

OmniEPDG  (ePDG) WiFi  (VoWiFi) EAP-AKA 
WiFi  Diameter  HSS  GTP 
(PGW)













OmniEPDG  

OmniEPDG 

- **GTP**  -  GTPv2-C  GTP-U  PGW  3GPP 
-  **VPN**  -  IP  Linux TUN  PGW





-  -  UE 
-  - Diameter GTPv2-C GTP-U VPN 
-  -  Diameter  Web  UI

GTP

OmniEPDG PGW GTPv2-C GTP-U Linux 3GPP EPC

UE → IPsec → OmniEPDG → GTPv2-C → GTP-U → PGW

HSS PGW

VPN

OmniEPDG IP Linux TUN tun_epdg PGW GTP Diameter SWx HSS

UE → IPsec → OmniEPDG → IP → TUN → Linux →

HSS PGW

skip_sar HSS ePDG HSS

□□□□

□□	GTP □□	□□ VPN □□
3GPP □□	□	□□□□ skip_sar □□□□□□□□
□□ PGW	□	□
□□ HSS	□	□□□□□□□□
IP □□	□□ PGW	□□□□CIDR□
□□□□	GTP-U □□□□	Linux TUN + □□
HSS □□□□□□	□□PPR/PPA□	□
HSS □□	□□RTR/RTA□	□□□□ skip_sar □
PGW □□□□□□	□	□□□
□□□□	□	□
IPv6 / □□	□	□ IPv4

VPN 实现

- **IP** - CIDR IPv4 地址池 IMSI
- **TUN** - Linux TUN 设备 tun_epdg UE
- **DNS** - PCO UE DNS
- **SAR** - HSS

实现

- - IP IMSI
- **GeoIP** - MaxMind GeoLite2
- -
- **ESP** - RFC 4303 64

HSS (SWx Diameter)

- **(MAR/MAA)** - EAP-AKA
- **(SAR/SAA)** - APN
- **(PPR/PPA)** - HSS GTP
- **(RTR/RTA)** - HSS GTP

PGW 实现 GTP

S6b Diameter:

- **AA** (AAR/AAA) - PGW
- **(STR/STA)** - PGW
- **(RAR/RAA)** -
- **(ASR/ASA)** -

S2b GTPv2-C:

- - TEID GTP
- - GTP
- - PGW

VPN

Component	IP	Details
OmniEPDG (TUN)	10.44.0.1	tun_epdg IP
UE IP	10.45.0.0/16	CIDR IP
HSS	10.74.0.21:3868	SWx Diameter

3GPP

Reference	Protocol/Component	Details
TS 29.273	EPS AAA (SWx, S6b, SWm)	ePDG Diameter
TS 29.274	GTPv2-C & GTP-U	S2b GTP
TS 33.402	3GPP	WiFi & EAP-AKA
TS 23.402	3GPP	ePDG
TS 23.003		NAI & IMSI
TS 29.229	Cx/Dx Diameter	SWx
RFC 6733	Diameter	Diameter
RFC 4187	EAP-AKA	IKEv2

1. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで
2. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで
3. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで GeolIP 編
4. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで Prometheus 編
5. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで

おわりに

1. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで
2. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで
3. [Python 3 入門](#) 入門から実践まで
4. [Python 3 入門](#) 3GPP 入門から実践まで