

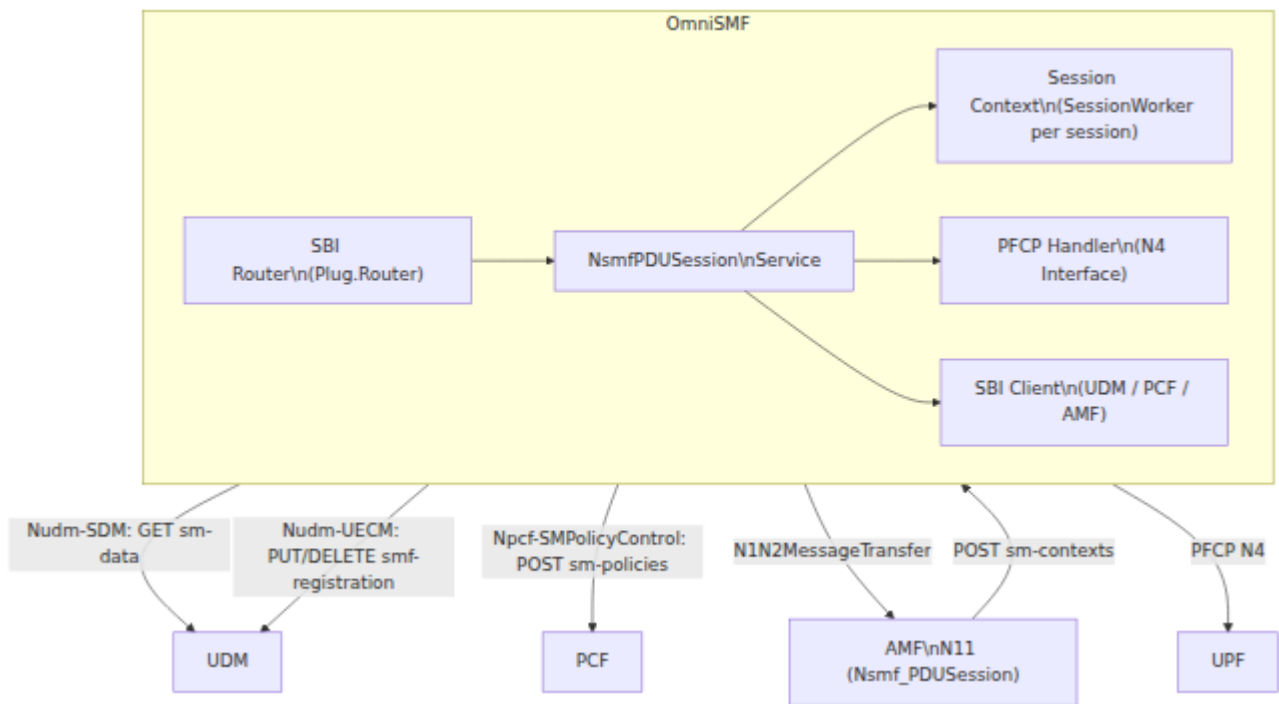
Guia de Operações do OmniSMF

Visão Geral

OmniSMF implementa a Função de Gerenciamento de Sessão (SMF) do Core 5G, responsável por todo o ciclo de vida das sessões PDU. Ele ancla a interface N4 (PFCP) em direção ao UPF, a interface N7 em direção ao PCF, e as interfaces N10/N11 em direção ao UDM e AMF, respectivamente.

Cada sessão PDU é gerenciada por um `SessionWorker` GenServer dedicado sob um `SessionSupervisor` DynamicSupervisor (arquitetura de processo por sessão). Todo o estado da sessão (fluxos QoS, contexto PFCP, IP do UE, estado da conexão UP) é de propriedade do processo trabalhador. Uma falha de sessão não afeta as outras. Todas as chamadas SBI de saída são feitas sobre HTTP simples usando URIs estáticos configurados na inicialização; a descoberta dinâmica baseada em NRF não está ativa na versão atual.

Arquitectura



Referências de Função e Especificação 3GPP

Especificação	Relevância
TS 23.501	Arquitetura do sistema — papel do SMF, conceito de sessão PDU
TS 23.502	Procedimentos — Estabelecimento de Sessão PDU (4.3.2), Modificação (4.3.3), Liberação (4.3.4)
TS 29.502	API Nsmf_PDUSession (HTTP/2 SBI)
TS 29.244	Interface N4 — protocolo PFCP entre SMF e UPF
TS 29.503	Nudm_SubscriberDataManagement e Nudm_UEContextManagement
TS 29.512	Npcf_SMPolicyControl — associação de política SM em direção ao PCF
TS 29.518	Namf_Communication — N1N2MessageTransfer em direção ao AMF

Endpoints SBI

Todos os endpoints são servidos sob a URL base `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}`.

Método	Caminho	Serviço	Des
POST	<code>/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts</code>	Nsmf_PDUSession	Criar Contexto SM (estabelecimento de sessão)
POST	<code>/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/modify</code>	Nsmf_PDUSession	Atualizar Contexto SM (informar mudança de estado, transferência de sessão, flag de liberação)
POST	<code>/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/release</code>	Nsmf_PDUSession	Liberar Contexto SM (desmontagem da sessão)

Resumo de Solicitação / Resposta

Criar Contexto SM — campos de solicitação obrigatórios: `supi`, `sNssai`, `servingNetwork`, `dnn`, `smContextStatusUri`, `pduSessionId`. Retorna `201 Created` com `Location: /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}`.

Atualizar Contexto SM — despacha na primeira chave reconhecida no corpo:

Chave do corpo	Cenário
n2SmInfo + n2SmInfoType	Informações N2 SM do gNB (PDU_RES_SETUP_RSP / PDU_RES_REL_RSP)
upCnxState: DEACTIVATED	Liberação AN / entrada ociosa do UE
upCnxState: ACTIVATING	Solicitação de serviço — retorna N2 PDU_RES_SETUP_REQ
release: true	Liberação iniciada pelo AMF
servingNfId	Mudança de instância AMF durante mobilidade

Liberar Contexto SM — o corpo pode incluir `ueLocation` para registro da localização final. Retorna `204 No Content`.

Referência de Configuração

A configuração é lida da chave do ambiente da aplicação `:omnismf`. O mecanismo padrão de implantação é `config/runtime.exs` ou variáveis de ambiente do SO mapeadas na inicialização.

```
config :omnismf,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr:   "127.0.0.4",  
  sbi_port:   7777,  
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",  
  udm_uri:    "http://127.0.0.12:7777",  
  pcf_uri:    "http://127.0.0.13:7777",  
  amf_uri:    "http://127.0.0.5:7777",  
  upf_addr:   "127.0.0.7",  
  upf_pfcp_port: 8805,  
  mcc: "999",  
  mnc: "70",  
  heartbeat_interval: 10_000,  
  pfcp_addr: "127.0.0.4",  
  ue_ip_pool: "10.45.0.0/16",  
  dns: ["8.8.8.8", "8.8.4.4"],  
  dns6: ["2001:4860:4860::8888"],  
  mtu: 1400
```

Tabela de Parâmetros

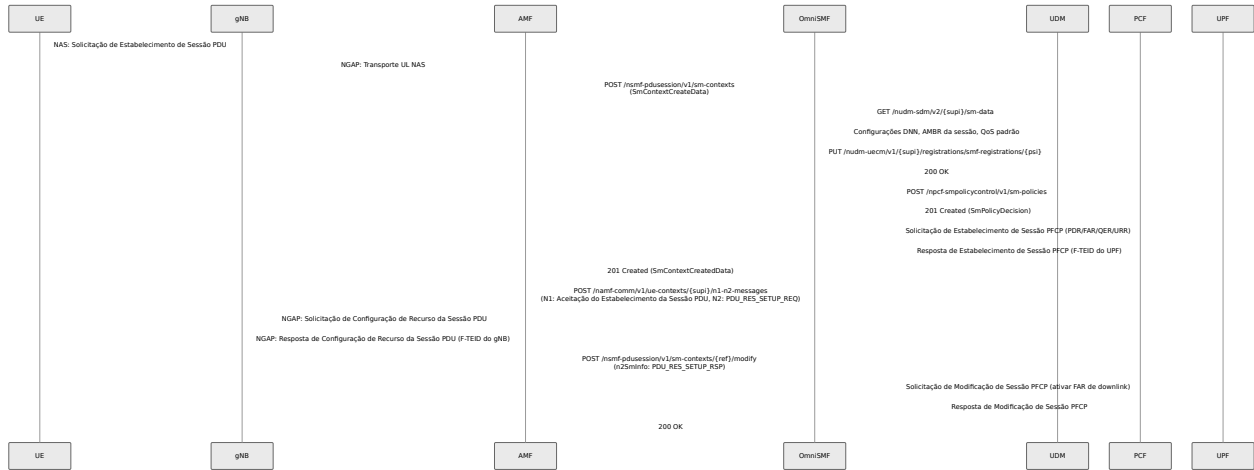
Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
sbi_scheme	string	"http"	Esquema HTTP para o socket de escuta (http ou https)
sbi_addr	string	"127.0.0.4"	Endereço IP do servidor HTTP vinculado
sbi_port	integer	7777	Porta TCP no servidor HTTP escuta
nrf_uri	string	"http://127.0.0.10:7777"	URI base do NRF. Usado apenas para o registro NF e heartbeat (a descoberta de serviços em NRF não é ativa)
udm_uri	string	"http://127.0.0.12:7777"	URI base do UDM. Usado para o registro Nudm-SDM (Service Data) e Nudm-UECI (Service Data registrations)
pcf_uri	string	"http://127.0.0.13:7777"	URI base do PCF. Usado para o registro Npcf-SMPolicies (sm-policies)
amf_uri	string	"http://127.0.0.5:7777"	URI base do AMF. Usado para o registro Nnrf-AMF

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
			N1N2Message (namf-comm) Substituído por sessão pelo <code>smContextSt</code> se presente
<code>upf_addr</code>	string	"127.0.0.7"	Endereço IP de extremidade do UPF (inter
<code>upf_pfcps_port</code>	integer	8805	Porta UDP do de extremidade do UPF. Porta padrão segura 29.244
<code>mcc</code>	string	"999"	Código do País do PLMN em
<code>mnc</code>	string	"70"	Código da Rede do PLMN em
<code>heartbeat_interval</code>	integer (ms)	10000	Intervalo em milissegundo solicitações de heartbeat do Também usado para derivar o limite de tempo do UR (heartbeat_interval * 6 seg

Parâmetro	Tipo	Padrão	Descrição
dns	lista de strings	["8.8.8.8", "8.8.4.4"]	Endereços de servidores DNS entregues ao Aceitação do Estabelecimento Sessão PDU
dns6	lista de strings	["2001:4860:4860::8888"]	Endereços de servidores DNS entregues ao Aceitação do Estabelecimento Sessão PDU
pfcp_addr	string	"127.0.0.4"	Endereço IP de origem para mensagens FQDN enviadas ao IFC. Deve ser roteado a partir do UPF
ue_ip_pool	string	"10.45.0.0/16"	Sub-rede CIDR na qual os endereços IPv4 do UE são alocados. Gerado pelo UeIpPool GenServer com deduplicação e liberação na desmontagem
mtu	integer	1400	Valor MTU anunciado ao UE para a Sessão PDU

Procedimentos Chave

Estabelecimento de Sessão PDU (Seção 4.3.2 do TS 23.502)



Liberação de Sessão PDU (Seção 4.3.4 do TS 23.502)



UE Ocioso / Solicitação de Serviço (Estado da Conexão UP)



Estrutura da Sessão PFCP N4

Cada sessão PDU resulta na instalação dos seguintes IEs PFCP no UPF:

IE	ID	Direção	Propósito
PDR (uplink)	1	Acesso -> Core	Combinar tráfego GTP-U do gNB no F-TEID N3 do UPF
PDR (downlink)	2	Core -> Acesso	Combinar tráfego do N6 pelo endereço IP do UE
FAR (uplink)	1	Core	Encaminhar para N6 (sem cabeçalho externo)
FAR (downlink)	2	Acesso	Inicialmente BUFFER; atualizado para GTP-U FORWARD após PDU_RES_SETUP_RSP
QER	1	Ambos	Impor AMBR da sessão (MBR de uplink e downlink)
URR	1	Ambos	Relatório de uso baseado em tempo (limite = heartbeat_interval * 6 s)

Métricas Prometheus

Métricas SBI / Sessão PDU

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
<code>omni_smf.pdu_session.create.count</code>	contador	<code>result</code>	Operação de criação de sessão PDU
<code>omni_smf.pdu_session.modify.count</code>	contador	<code>result</code>	Operação de modificação de sessão PDU
<code>omni_smf.pdu_session.release.count</code>	contador	<code>result</code>	Operação de liberação de sessão PDU
<code>omni_smf.pdu_session_creates.total</code>	contador	<code>result</code> , <code>dnn</code>	Total de criações de sessão PDU por DNN
<code>omni_smf.pdu_session_releases.total</code>	contador	<code>result</code>	Total de liberações de sessão PDU
<code>omni_smf.active_pdu_sessions.count</code>	gauge	<code>dnn</code>	Número de sessões ativas

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
			PDU ativa por DNN
<code>omni_smf.session.duration_seconds</code>	distribuição	--	Duração sessão PL em segundos (buckets: 5, 15, 30, 60, 300, 900, 360, 86400)

Métricas PFCP / UPF

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
<code>omni_smf.pfcp_sessions.total</code>	contador	<code>operation</code>	Total de operações de sessão PFCP
<code>omni_smf.upf.health</code>	gauge	--	Saúde da associação PFCP do UPF (1=up, 0=down)

Métricas NRF

Métrica	Tipo	Tags	Descrição
<code>omni_smf.nrf.registration.status</code>	gauge	<code>nf_type</code>	Status de registro do NRF (1=registrado, 0=não)

Métricas BEAM VM

Métrica	Tipo	Descrição
<code>beam.memory.total</code>	gauge	Memória total do BEAM em bytes
<code>beam.memory.processes</code>	gauge	Memória usada pelos processos Erlang
<code>beam.memory.processes_used</code>	gauge	Memória realmente usada pelos processos
<code>beam.memory.system</code>	gauge	Memória do sistema
<code>beam.memory.atom</code>	gauge	Memória total de átomos
<code>beam.memory.atom_used</code>	gauge	Memória de átomos usada
<code>beam.memory.binary</code>	gauge	Memória binária
<code>beam.memory.code</code>	gauge	Memória de código
<code>beam.memory.ets</code>	gauge	Memória da tabela ETS
<code>beam.processes.count</code>	gauge	Número de processos Erlang
<code>beam.ports.count</code>	gauge	Número de portas Erlang
<code>beam.atom.count</code>	gauge	Número de átomos
<code>beam.vm.uptime</code>	gauge	Tempo de atividade da VM em segundos

Limitações Conhecidas

As seguintes lacunas foram identificadas durante uma auditoria operacional.
Os IDs de referência correspondem ao rastreamento interno.

ID	Área	Descrição
SMF-H5	Relatório N4	Mensagens de Solicitação de Relatório de Sessão recebidas do UPF não são processadas. Relatórios de uso de gatilhos URR são descartados silenciosamente.
SMF-H7	NAS	O contêiner N1 SM em SmContextCreateData não é decodificado. O conteúdo da Solicitação de Estabelecimento de Sessão PDU NAS (capacidade 5GSM, opções de configuração de protocolo estendidas) não é inspecionado ou encaminhado.
SMF-M1	Transferência	O manuseio do estado de transferência é parcial. A transferência baseada em Xn e as mudanças de caminho de transferência N2 inter-AMF não são totalmente suportadas; o caminho de atualização <code>serviNgNfId</code> lida com a mudança de AMF, mas o procedimento completo de transferência (TS 23.502 4.9) não está implementado.
SMF-M3	IP do UE	Endereços IPv4 do UE são alocados aleatoriamente de <code>10.45.0.0/16</code> em cada estabelecimento de sessão. Não há gerenciamento de pool de endereços, detecção de sobreposição e delegação de prefixo IPv6.
SMF-M4	Notificações	Notificações de status do contexto SM para a URI de callback do AMF (<code>smContextStatusUri</code>) não são enviadas. O AMF não é informado sobre mudanças de estado iniciadas pelo SMF (por exemplo, liberação acionada pela rede).
SMF-M5	Descoberta NRF	Um módulo de registro NRF existe e o SMF se registra no NRF. No entanto, todas as chamadas SBI de saída (para UDM, PCF, AMF) usam URIs

ID	Área	Descrição
		estáticas da configuração. A descoberta baseada em NRF não é realizada.
SMF-M7	Relatório PFCP	SessionReportResponse não é enviado ao UPF em resposta a Solicitações de Relatório de Sessão.
SMF-L1	Recuperação de Contexto SM	Não há endpoint <code>GET /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}</code> . A recuperação de contexto SM por consumidores externos não é suportada.
SMF-L3	Modificação de QoS	A modificação do fluxo QoS após o estabelecimento da sessão não é suportada. Adicionar, modificar ou excluir fluxos QoS (TS 23.502 4.3.3) não pode ser acionado após o estabelecimento.

Solução de Problemas

Estabelecimento de Sessão PDU Falha com 404 DNN_DENIED

O UDM retornou dados de assinatura de gerenciamento de sessão que não incluem o DNN solicitado. Verifique se os dados do assinante do UDM para o SUPI contêm uma entrada `dnnConfigurations` correspondente ao DNN solicitado (sem distinção entre maiúsculas e minúsculas). Verifique o log do SMF para a linha `Falha na criação do contexto SM: dnn_not_found`.

Estabelecimento de Sessão PDU Falha com 503 NF_DISCOVERY_FAILURE

O SMF não conseguiu alcançar o UDM em `udm_uri`. Verifique a conectividade do host SMF para o `udm_uri` configurado. Verifique as regras do firewall e se a

porta SBI do UDM é acessível. O log do SMF mostrará `[SBI->UDM] GET sm-data failed` com a razão subjacente.

Estabelecimento de Sessão PFCP Rejeitado

O UPF retornou uma causa não "Solicitação aceita" na Resposta de Estabelecimento de Sessão PFCP. Causas comuns:

- `upf_addr` ou `upf_pfcf_port` estão incorretos — verifique com `ss -u lnp | grep 8805` no host UPF.
- O UPF não suporta os IEs PDR/FAR enviados pelo SMF — verifique os logs de capacidade do UPF.
- O heartbeat PFCP (associação) não está estabelecido — o SMF deve concluir a Configuração de Associação PFCP antes de enviar solicitações de sessão. Verifique os logs para mensagens `[PFCP] Association` na inicialização.

O log do SMF conterá `[PFCP] Estabelecimento de sessão rejeitado: <cause>` ou `[PFCP] Estabelecimento de sessão falhou: <reason>`.

N1N2MessageTransfer para AMF Falha

Após o SMF retornar 201 para o AMF pela criação do contexto, ele envia assíncronamente o N1N2MessageTransfer. Se essa chamada falhar, a sessão PDU é criada no SMF e UPF, mas o UE não receberá a Aceitação do Estabelecimento. Os logs do SMF mostrarão `[SBI->AMF] Falha na transferência N1N2`. Essa falha é atualmente não fatal do ponto de vista do SMF — nenhuma nova tentativa é feita. Para recuperar, libere o contexto SM e tente novamente o estabelecimento da sessão PDU.

UE Não Recebe Endereço IP

A alocação de IP é realizada no momento do estabelecimento da sessão PFCP usando uma seleção aleatória de `10.45.0.0/16`. Se o UPF retornar um IP diferente em seu PDR Criado (endereço alocado pelo UPF), o SMF usará o F-TEID retornado pelo UPF, mas ainda registrará seu próprio IP gerado aleatoriamente. Certifique-se de que o UPF esteja configurado para aceitar

endereços IP do UE especificados pelo SMF ou para alocá-los e retorná-los via o PDR Criado. Veja a limitação SMF-M3.

Alta Contagem de Sessões / Crescimento de Memória

Os contextos de sessão são armazenados em um Agente em processo. Eles são removidos apenas em `release_sm_context` explícito. Se as liberações iniciadas pelo AMF ou UE forem perdidas (por exemplo, devido à reinicialização do AMF), contextos órfãos se acumularão. Monitore com o endpoint da API interna `/statistics`. Atualmente, não há tempo limite de sessão ou coleta de lixo.

Correlação de Logs

Cada linha de log do caminho da sessão é prefixada com `[{supi}:`
`{pdu_session_id}]`. Filtre por SUPI para rastrear o ciclo de vida da sessão de um assinante de ponta a ponta. As linhas de log do caminho PFCP são prefixadas com `[PFCP]` e as chamadas do cliente SBI são prefixadas com `[SBI->UDM]`, `[SBI->PCF]` ou `[SBI->AMF]`.