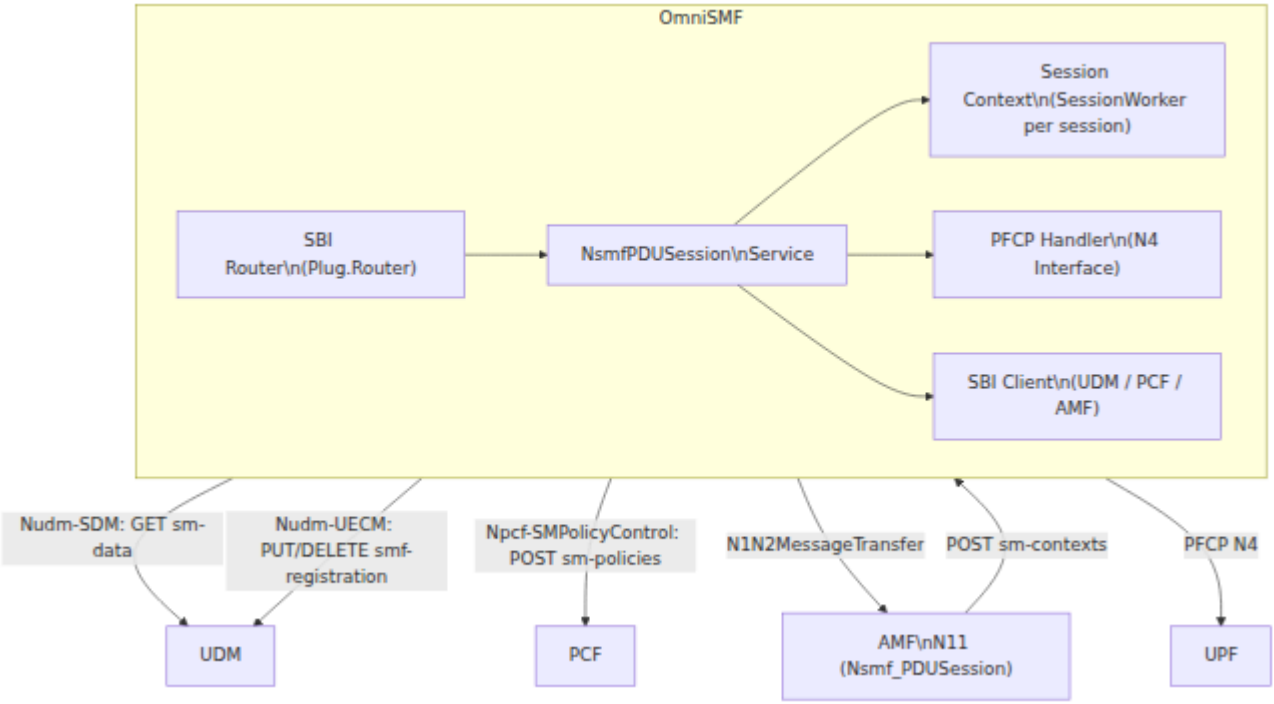
OmniSMF دليل عمليات

نظرة عامة

تقوم OmniSMF بتنفيذ وظيفة إدارة الجلسات (SMF) 5 منG، المسؤولة عن دورة حياة جلسات PDU وواجهات PCF، وواجهة N7 نحو UPF، وواجهة N4 (PFCP) نحو UDM و AMF على التوالي. إنها تربط واجهة N10/N11 بالكامل.

يتم إدارة كل جلسة PDU بواسطة `SessionWorker` GenServer مخصص تحت `SessionSupervisor` DynamicSupervisor (معمارية عملية لكل جلسة). جميع حالة الجلسة (حالة اتصال UP، IP UE، PFCP، سياق QoS، تدفقات) مملوكة لعملية العامل. لا تؤثر انهيارات الجلسات الأخرى على جلسة واحدة. يتم إجراء مكالمات HTTP عادي SBI الصادرة عبر جميع URIs باستخدام اكتشاف ديناميكي قائم على NRF في الإصدار الحالي. غير نشط في ثابتة تم تكوينها عند بدء التشغيل؛

المعمارية



ومراجع المواصفات 3GPP دور

المواصفة	الصلة
TS 23.501	دور — بنية النظام، SMF، مفهوم جلسة PDU
TS 23.502	الإجراءات PDU (4.3.2)، إنشاء جلسة — (4.3.4) الإنهاء، (4.3.3) التعديل
TS 29.502	واجهة Nsmf_PDUSession API (HTTP/2 SBI)
TS 29.244	واجهة N4 — بروتوكول PFCP بين SMF و UPF
TS 29.503	Nudm_SubscriberDataManagement و Nudm_UEContextManagement
TS 29.512	Npcf_SMPolicyControl — ارتباط سياسة SM نحو PCF
TS 29.518	Namf_Communication — N1N2MessageTransfer نحو AMF

نقاط نهاية SBI

تُخدم جميع نقاط النهاية تحت عنوان URL الأساسي `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}`.

الوصف	الخدمة	المسار	الطريقة
إنشاء سياق SM (إنشاء جلسة PDU)	Nsmf_PDUSession	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts`	POST
تحديث سياق SM (معلومات تغيير N2، حالة UP، تسليم، علامة الإنهاء)	Nsmf_PDUSession	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/modify`	POST
إنهاء سياق SM (إنهاء الجلسة)	Nsmf_PDUSession	`/nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{smContextRef}/release`	POST

ملخص الطلب / الاستجابة

إنشاء سياق SM — الحقول المطلوبة في الطلب: `supi`, `sNssai`, `servingNetwork`, `dnn`, `smContextStatusUri`, `pduSessionId`. `201 Created` يرجع مع `Location: /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}`.

تحديث سياق SM — يتم الإرسال بناءً على أول مفتاح معترف به في الجسم:

السيناريو	مفتاح الجسم
معلومات N2 SM من gNB (PDU_RES_SETUP_RSP / PDU_RES_REL_RSP)	`n2SmInfo` + `n2SmInfoType`
دخول UE في وضع الخمول / إنهاء AN	`upCnxState: DEACTIVATED`
طلب خدمة — يرجع N2 PDU_RES_SETUP_REQ	`upCnxState: ACTIVATING`
إنهاء بدأه AMF	`release: true`
تغيير مثيل AMF أثناء التنقل	`servingNfId`

إنهاء سياق SM — قد يتضمن الجسم `ueLocation` لتسجيل الموقع النهائي. يرجع `204 No Content`.

مرجع التكوين

آلية النشر القياسية هي `:omnismf`. يتم قراءة التكوين من مفتاح بيئة التطبيق أو متغيرات البيئة الخاصة بنظام التشغيل المربوطة عند بدء التشغيل `config/runtime.exs`.

```
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
```

جدول المعلمات

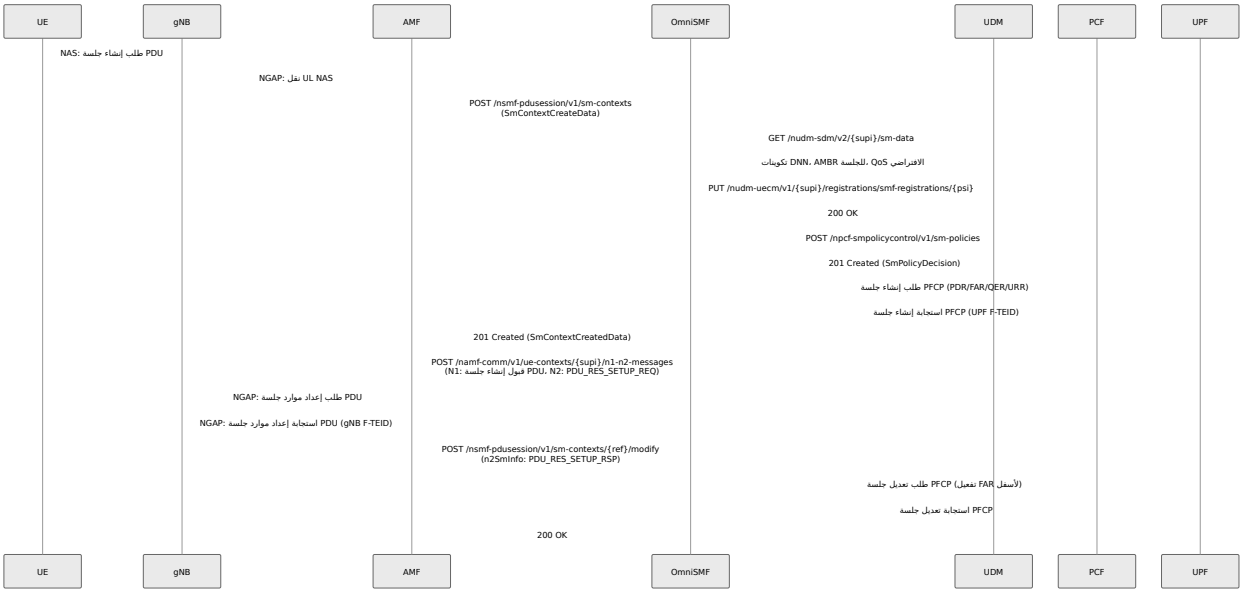
المعلمة	النوع	الافتراضي	وصف
`sbi_scheme`	سلسلة	`"http"`	ة HTTP مخطط الاستماع SBI (`https`)
`sbi_addr`	سلسلة	`"127.0.0.4"`	بط به IP عنوان خادم HTTP SB
`sbi_port`	عدد صحيح	`7777`	ستمع TCP منفذ HTT عليه خادم
`nrf_uri`	سلسلة	`"http://127.0.0.10:7777"`	لأساسي لـ URI م فقط لتسجيل ت نبضات القلب شاف قائم على) (غير نشط
`udm_uri`	سلسلة	`"http://127.0.0.12:7777"`	لأساسي لـ URI تخدم لمكالمات SDM (sm-dat Nudm-UECM registrations
`pcf_uri`	سلسلة	`"http://127.0.0.13:7777"`	لأساسي لـ URI تخدم لمكالمات SMPolicyCon policies)
`amf_uri`	سلسلة	`"http://127.0.0.5:7777"`	لأساسي لـ URI تخدم لمكالمات N1N2Messag (namf-comm وزها لكل جلسة بواسطة مضيف

المعلمة	النوع	الافتراضي	وصف
			smContextSt إذا كان موجودًا
upf_addr	سلسلة	"127.0.0.7"	ة نهاية IP عنوان PFCP لـ UPF (
upf_pfcp_port	عدد صحيح	8805	نهاية UDP منفذ ذ UPF. لـ PFCP القياسي وفقًا لـ 29.244
mcc	سلسلة	"999"	المتنقلة لشبكة المقدمة PLMN
mnc	سلسلة	"70"	المتنقلة لشبكة المقدمة PLMN
heartbeat_interval	عدد صحيح (مللي ثانية)	10000	الزمني بالمللي ن طلبات نبضات ضًا NRF. القلب تيقاق عتبة وقت (heartbeat_in واني 6 * 1000
dns	قائمة من السلاسل	["8.8.8.8", "8.8.4.4"]	DN عناوين خادم يتم تسليمها إلى ول إنشاء جلسة PDU
dns6	قائمة من السلاسل	["2001:4860:4860::8888"]	DN عناوين خادم يتم تسليمها إلى ول إنشاء جلسة PDU
pfcp_addr	سلسلة	"127.0.0.4"	رسائل IP عنوان لى PFCP (N4)

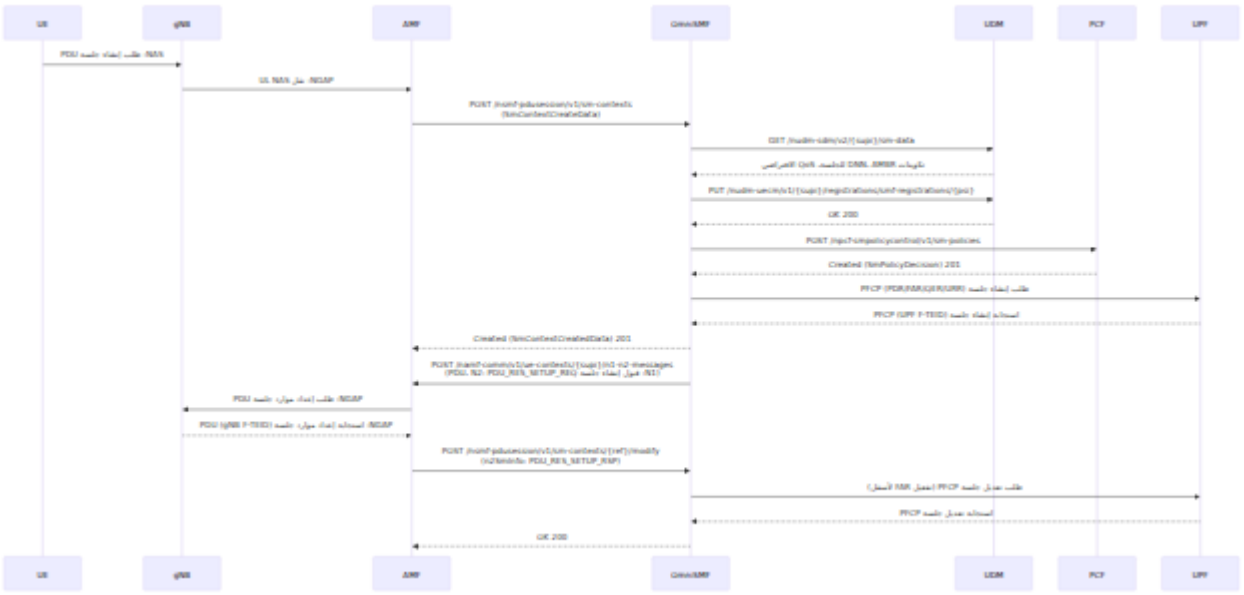
المعلمة	النوع	الافتراضي	وصف
			يكون قابلاً .UPF للتوجيه من UPI
`ue_ip_pool`	سلسلة	`"10.45.0.0/16"`	يتم CIDR شبكة تخصيص عناوين م UE الخاصة بـ إدارتها بواسطة `UeIpPool` Ge التكرار والإفراج عند الإنهاء
`mtu`	عدد صحيح	`1400`	نة لـ MTU قيمة لجلسة PDU

الإجراءات الرئيسية

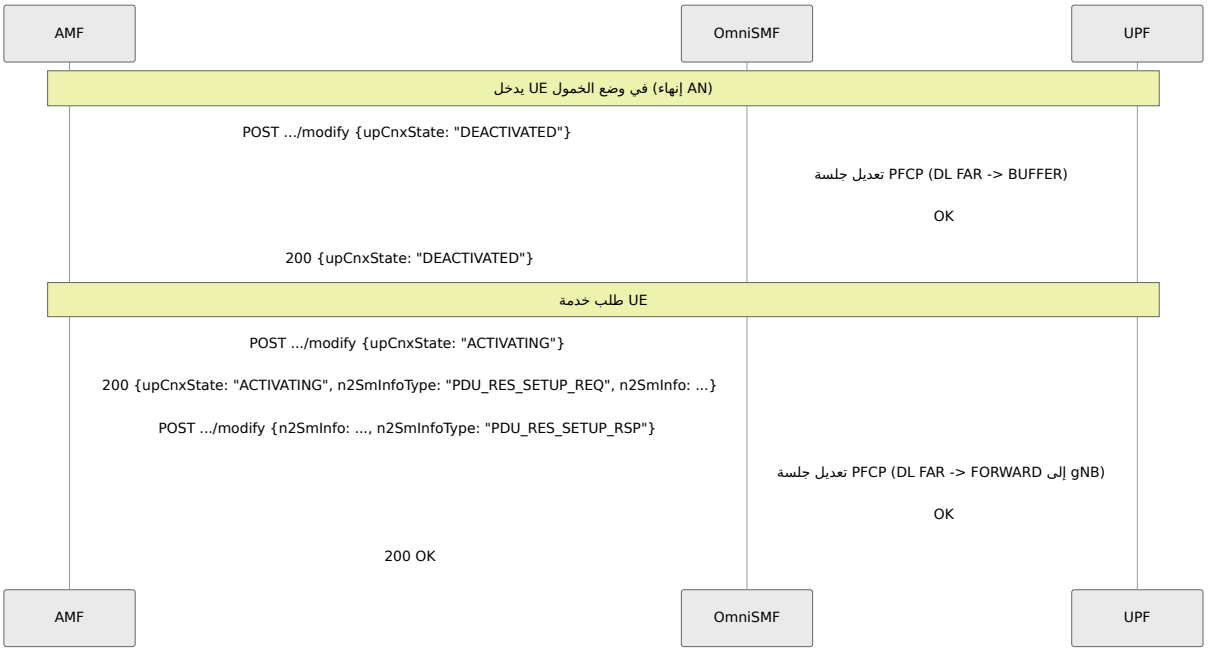
إنشاء جلسة PDU (TS 23.502 4.3.2 القسم)



إنهاء جلسة PDU (TS 23.502 4.3.4 القسم)



حالة اتصال (UP) في وضع الخمول / طلب الخدمة UE



هيكل جلسة PFCP N4

تؤدي كل جلسة PDU إلى تثبيت عناصر PFCP التالية على UPF:

IE	ID	الاتجاه	الغرض
PDR (الرفع)	1	الوصول -> النواة	مطابقة حركة مرور GTP-U من gNB على UPF N3 F-TEID
PDR (الخفض)	2	النواة -> الوصول	مطابقة حركة المرور من N6 بواسطة عنوان IP لـ UE
FAR (الرفع)	1	النواة	إعادة توجيه إلى N6 (بدون رأس خارجي)
FAR (الخفض)	2	الوصول	GTP-U ؛ يتم تحديثها إلىBUFFER في البداية FORWARD بعد PDU_RES_SETUP_RSP
QER	1	كلاهما	فرض AMBR للجلسة (MBR للرفع والخفض)
URR	1	كلاهما	تقرير الاستخدام القائم على الوقت (العتبة = heartbeat_interval * 6 ثواني)

مقاييس Prometheus

مقاييس SBI / جلسة PDU

الوصف	العلامات	النوع	المقياس
عمليات إنشاء جلسة PDU	`result`	عداد	`omni_smf.pdu_session.create.count`
عمليات تعديل جلسة PDU	`result`	عداد	`omni_smf.pdu_session.modify.count`
عمليات إنهاء جلسة PDU	`result`	عداد	`omni_smf.pdu_session.release.count`
إجمالي إنشاءات جلسة PDU حسب DNN	`result`، `dnn`	عداد	`omni_smf.pdu_session_creates.total`
إجمالي إنهاءات جلسة PDU	`result`	عداد	`omni_smf.pdu_session_releases.total`
عدد جلسات PDU النشطة حسب DNN	`dnn`	مقياس	`omni_smf.active_pdu_sessions.count`
مدة جلسة PDU بالثواني (دلاء: 1، 5، 15، 30، 60، 300، 900، 3600، 86400)	--	توزيع	`omni_smf.session.duration_seconds`

مقاييس PFCP / UPF

الوصف	العلامات	النوع	المقياس
إجمالي عمليات جلسة PFCP	`operation`	عداد	`omni_smf.pfcp_sessions.total`
صحة ارتباط PFCP لـ UPF (1=موجود، 0=غير موجود)	--	مقياس	`omni_smf.upf.health`

مقاييس NRF

الوصف	العلامات	النوع	المقياس
حالة تسجيل NRF (1=مسجل، 0=غير مسجل)	`nf_type`	مقياس	`omni_smf.nrf.registration.status`

مقاييس BEAM VM

المقياس	النوع	الوصف
`beam.memory.total`	مقياس	إجمالي ذاكرة BEAM بالبايت
`beam.memory.processes`	مقياس	الذاكرة المستخدمة بواسطة عمليات Erlang
`beam.memory.processes_used`	مقياس	الذاكرة المستخدمة فعليًا بواسطة العمليات
`beam.memory.system`	مقياس	ذاكرة النظام
`beam.memory.atom`	مقياس	إجمالي ذاكرة الذرات
`beam.memory.atom_used`	مقياس	الذاكرة المستخدمة من الذرات
`beam.memory.binary`	مقياس	ذاكرة ثنائية
`beam.memory.code`	مقياس	ذاكرة الشيف��ة
`beam.memory.ets`	مقياس	ذاكرة جدول ETS
`beam.processes.count`	مقياس	عدد عمليات Erlang
`beam.ports.count`	مقياس	عدد منافذ Erlang
`beam.atom.count`	مقياس	عدد الذرات
`beam.vm.uptime`	مقياس	وقت تشغيل VM بالثواني

القيود المعروفة

تم تحديد الفجوات التالية خلال تدقيق تشغيلي. تتوافق معرفات المرجع مع تتبع داخلي.

المعرف	المنطقة	الوصف
SMF-H5	تقارير N4	لا تتم معالجة رسائل طلب تقرير الجلسة المستلمة من UPF. يتم تجاهل تقارير الاستخدام من مشغلات URR بصمت.
SMF-H7	NAS	لم يتم فك تشفير حاوية N1 SM في SmContextCreateData. لم يتم فحص محتوى طلب إنشاء جلسة PDU (5 قدرةGSM، أو إعادة توجيهه (خيارات تكوين البروتوكول الموسعة.
SMF-M1	تسليم	معالجة حالة التسليم جزئية. لا يتم دعم التسليم القائم على Xn بالكامل؛ يتعامل مسار تحديث AMF بين N2 وتبديلات مسارات AMF مع تغيير `servingNfId` ولكن لم يتم تنفيذ الإجراء الكامل للتسليم (TS 23.502 4.9).
SMF-M3	IP UE	يتم تخصيص عناوين IPv4 لـ UE بشكل عشوائي من `10.45.0.0/16` عند كل إنشاء جلسة. لا توجد إدارة لمجموعة العناوين، ولا كشف عن التداخل، ولا تفويض مسبق IPv6.
SMF-M4	الإشعارات	رد الاتصال AMF URI إلى SM لا يتم إرسال إشعارات حالة سياق AMF بالتغييرات في AMF (`smContextStatusUri`). لا يتم إبلاغ SMF الحالة التي بدأها (مثل الإنهاء الذي يحفزه الشبكة).
SMF-M5	اكتشاف NRF	يوجد وحدة تسجيل NRF ويسجل SMF مع NRF. ومع ذلك، تستخدم جميع مكالمات SBI الصادرة (إلى UDM، PCF، AMF) URIs ثابتة من التكوين. لا يتم إجراء اكتشاف قائم على NRF.
SMF-M7	تقارير PFCP	لا يتم إرسال SessionReportResponse إلى UPF استجابةً لطلبات تقرير الجلسة.
SMF-L1	استرجاع سياق SM	لا توجد نقطة نهاية `GET /nsmf-pdusession/v1/sm-contexts/{ref}`. لا يتم دعم استرجاع سياق SM من قبل المستهلكين الخارجيين.
SMF-L3	تعديل QoS	لا يتم دعم تعديل تدفق QoS بعد إنشاء الجلسة. لا يمكن تحفيز إضافة أو تعديل أو حذف تدفقات QoS (TS 23.502 4.3.3) بعد الإنشاء.

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

فشل إنشاء جلسة PDU 404 مع DNN_DENIED

أعاد UDM بيانات اشتراك إدارة الجلسة التي لا تتضمن DNN المطلوبة. تحقق من أن `dnnConfigurations` المشترك الخاصة بـ SUPI تحتوي على إدخال يتطابق مع DNN المطلوبة (غير حساسة لحالة الأحرف). تحقق من سجل SMF للخط `فشل إنشاء سياق SM:` `dnn_not_found`.

فشل إنشاء جلسة PDU 503 مع NF_DISCOVERY_FAILURE

لم يتمكن SMF من الوصول إلى UDM عند `udm_uri`. تحقق من الاتصال من مضيف SMF إلى `udm_uri` المكون. تحقق من قواعد جدار الحماية وأن منفذ SBI لـ UDM قابل للوصول. سيظهر سجل SMF `[SBI->UDM] GET sm-data failed` مع السبب الأساسي.

تم رفض إنشاء جلسة PFCP

أعاد UPF سببًا غير "تم قبول الطلب" في استجابة إنشاء جلسة PFCP. الأسباب الشائعة:

- `upf_addr` أو `upf_pfcp_port` غير صحيحة — تحقق باستخدام `ss -ulnp | grep 8805` على مضيف UPF.
- SMF المرسلة بواسطة PDR/FAR عناصر UPF لا يدعم — تحقق من سجلات قدرة UPF.
- لم يتم إنشاء نبض PFCP (الارتباط) — يجب على SMF إكمال إعداد ارتباط PFCP قبل إرسال طلبات الجلسة. تحقق من السجلات للحصول على رسائل `[PFCP] Association` عند بدء التشغيل.

سيحتوي سجل SMF على `[PFCP] تم رفض إنشاء الجلسة: <cause>` أو `[PFCP] فشل إنشاء الجلسة: <reason>`.

فشل N1N2MessageTransfer إلى AMF

بعد أن يرجع SMF 201 إلى AMF لإنشاء السياق، فإنه يرسل N1N2MessageTransfer بشكل غير متزامن. إذا فشل هذا الاتصال، يتم إنشاء جلسة PDU في SMF و UPF ولكن لن يتلقى UE تعليمات N1. يسجل SMF `[SBI->AMF] فشل نقل N1N2` ويعتبر هذه الفشل حاليًا غير قاتل من قبول الإنشاء.

منظور SMF — وحاول إنشاء جلسة SM لا يتم محاولة إعادة المحاولة. للتعافي، قم بإنهاء سياق PDU مرة أخرى.

عنوان IP لم يتلق UE

يتم تخصيص IP باستخدام اختيار عشوائي من `10.45.0.0/16`. إذا PFCP في وقت إنشاء جلسة (تخصيص عنوان UPF)، سيستخدم SMF F-TEID الذي أعاده UPF مختلف في IP عنوان UPF أعاد PDR الذي تم إنشاؤه عشوائيًا. تأكد من أن IP ولكنه سيظل يسجل UPF الذي تم إنشاؤه مكون UPF الخاصة بـ UE المحددة بواسطة SMF أو تخصيصها وإعادتها عبر PDR الذي تم إنشاؤه. انظر القيد SMF-M3.

ارتفاع عدد الجلسات / نمو الذاكرة

`release_sm_context` يتم تخزين سياقات الجلسة في وكيل داخل العملية. تتم إزالتها فقط عند على سبيل المثال، بسبب إعادة تشغيل) UE أو التي بدأها AMF صريح. إذا تم تفويت إنهاءات AMF)، ستتراكم السياقات اليتيمة. راقب باستخدام نقطة نهاية API الداخلية `/statistics`. لا يوجد حاليًا مهلة للجلسة أو جمع قمامة.

تزامن السجلات

`[{supi}:{pdu_session_id}]` يتم تمييز كل سطر سجل من مسار الجلسة بـ. قم بتصفية لتتبع دورة حياة جلسة المشترك من البداية إلى النهاية. يتم تمييز خطوط سجل مسار SUPI حسب `[PFCP]` بـ PFCP وتكون مكالمات عميل `[SBI->UDM]`، `[SBI->PCF]`، أو `[SBI->AMF]` مميزة بـ SBI.