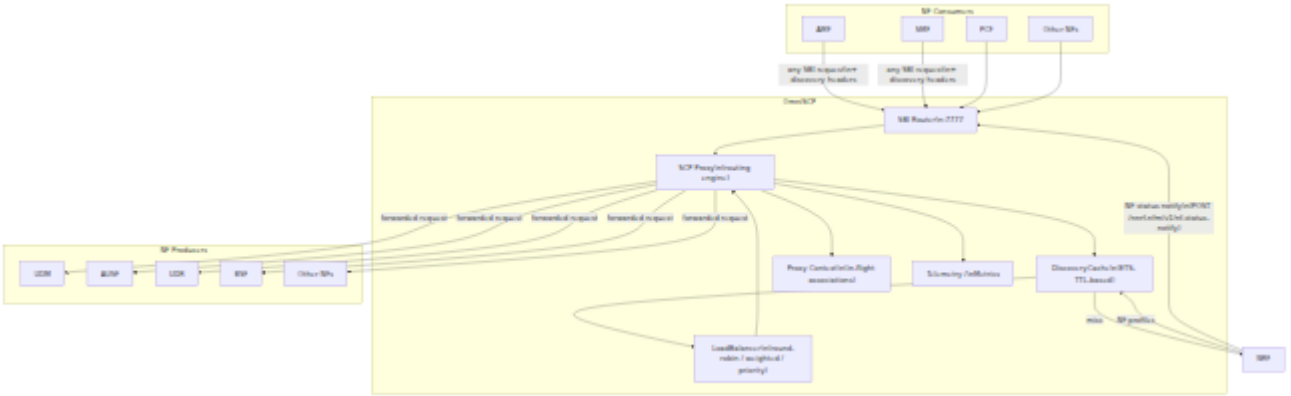
دليل عمليات OmniSCP

جدول المحتويات

1. نظرة عامة على المكونات
2. مرجع دور 3GPP والمواصفات
3. نقاط نهاية SBI
4. مرجع التكوين
5. الإجراءات الرئيسية
6. الرؤية
7. القيود المعروفة
8. استكشاف الأخطاء وإصلاحها

نظرة عامة على المكونات

يطبق OmniSCP وظيفة الشبكة الخاصة بوكيل الاتصال الخدمي (SCP) 3GPP TS المحددة في 29.500 و TS 23.501. SCP عمل كوكيل عكسي HTTP بين مستهلكي NF ومنتجي NF في بنية الخدمة المعتمدة على 5G (SBA). يوفر NRF اكتشاف المفوض، وتحميل التوازن عبر مثيلات منتج NF، وتخزين نتائج اكتشاف NRF، وإعادة المحاولة عند الفشل.



أوضاع التوجيه

يدعم SCP ثلاثة أوضاع للتوجيه، يتم تقييمها حسب ترتيب الأولوية على كل طلب وارد:

1. **الإرسال المباشر** — يتم وجود رأس `3gpp-Sbi-Target-apiRoot`. يتم إرسال الطلب مباشرة إلى URI الأساسي المحدد دون البحث عن NRF.
2. **الاكتشاف المفوض** — يتم وجود رؤوس `3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type` و `3gpp-Sbi-Discovery-service-names`. يستعلم SCP عن NRF (أو يختار مثيلاً عبر استراتيجية تحميل التوازن المكونة (يستخدم التخزين المؤقت.
3. **الاستنتاج القائم على المسار** — لا توجد رؤوس توجيه موجودة. يستنتج نوع SCP المستهدف من بادئة المسار (على سبيل المثال، `/nudm-` → UDM) ويقوم بإجراء اكتشاف مفوض.

مرجع دور SCP والمواصفات 3GPP

عنصر	المرجع
تعريف NF SCP	3GPP TS 23.501 القسم 7.3
نموذج الاتصال غير المباشر SCP	3GPP TS 29.500 القسم 6.10
رؤوس 3gpp-Sbi-Discovery-*	3GPP TS 29.500 القسم 6.10.3
رأس 3gpp-Sbi-Target-apiRoot	3GPP TS 29.500 القسم 6.10.3.2
رأس 3gpp-Sbi-Producer-Id	3GPP TS 29.500 القسم 6.10.3.3
تحميل التوازن SCP	3GPP TS 29.500 القسم 6.10.4
خدمة اكتشاف NF	3GPP TS 29.510 القسم 6.2
إشعار حالة NF NRF	3GPP TS 29.510 القسم 6.3
إطار عمل SBI المشترك	3GPP TS 29.500

نقاط نهاية SBI

يعمل OmniSCP كوكيل شفاف. هناك نقطة نهاية واحدة يتم التعامل معها محليًا؛ جميع المسارات الأخرى يتم توجيهها إلى منتج NF المناسب.

الطريقة	المسار	التعامل محليًا	الوصف
`POST`	`/nnrf-nfm/v1/nf-status-notify`	نعم	يستقبل إشعارات تغيير حالة NF NRF. عند أحداث `NF_DEREGISTERED` أو `NF_PROFILE_CHANGED`، يتم إبطال التخزين المؤقت للاكتشاف بالكامل. يرجع 204 لا محتوى.
`*`	`/*` (جميع المسارات الأخرى)	لا — يتم توجيهها	أي طريقة ومسار لا يتطابق مع ما سبق يتم توجيهه إلى منتج NF المحلول وفقًا لوضع التوجيه النشط.

استجابات خطأ الوكيل

عندما لا يستطيع SCP إكمال عملية الوكالة، فإنه يرجع جسم `ProblemDetails` وفقًا لـ TS 29.500.

حالة HTTP	السبب	الشرط
طلب 400 غير صحيح	`MANDATORY_IE_MISSING`	لا توجد معلومات توجيه متاحة: لا يوجد `3gpp-Sbi-Target-apiRoot`، لا توجد رؤوس اكتشاف، ولا يمكن ربط المسار بخدمة معروفة.
بوابة 502 سيئة	`TARGET_NF_NOT_REACHABLE`	جميع مثيلات منتج NF المحددة عادت بأخطاء 5xx أو أخطاء اتصال بعد إعادة المحاولة، أو لم يكن بالإمكان حل URI لمثيل تم اكتشافه SBI.
انتهاء 504 مهلة البوابة	`NF_DISCOVERY_FAILURE`	عادت اكتشاف NRF بصفر من مثيلات NF للخدمة المطلوبة.
خطأ 500 داخلي في الخادم	`SYSTEM_FAILURE`	خطأ داخلي غير متوقع في وكيل SCP.

رؤوس 3gpp-Sbi المستهلكة

الرأس	الوصف
`3gpp-Sbi-Target-apiRoot`	الهدف ��لمباشر للتوجيه. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type`	نوع NF للاكتشاف (على سبيل المثال، `UDM`). يستخدم للاكتشاف المفوض. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-service-names`	قائمة بأسماء الخدمات مفصولة بفواصل. يتم استخدام القيمة الأولى كالأولوية. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-requester-nf-type`	نوع NF للطالب لاستعلام NRF. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-target-plmn-list`	قائمة PLMN المستهدفة. يتم تمريرها إلى اكتشاف NRF. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-requester-snssai-list`	قائمة S-NSSAI للطالب. يتم تمريرها إلى اكتشاف NRF. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-nf-set-id`	مرشح معرف مجموعة NF للاكتشاف. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-instance-id`	معرف مثيل NF المحدد المستهدف. يتم إزالته قبل الإرسال.
`3gpp-Sbi-Discovery-requester-nf-instance-id`	معرف مثيل الطالب. يتم إزالته قبل الإرسال.

رؤوس 3gpp-Sbi المنتجة

الرأس	الوصف
`3gpp-Sbi-Producer-Id`	لمنتج `nfInstanceId` تتم إضافته إلى كل استجابة موجهة. يحتوي على NF الذي تعامل مع الطلب، مما يمكّن الربط بين المستهلك والمنتج وفقًا لـ TS 29.500 6.10.3.3 القسم.

مرجع التكوين

يتم تعيين جميع المعلمات عبر بيئة التطبيق (عادةً `config/runtime.exs`).

```
config :omniscp,
  sbi_scheme:            "http",
  sbi_addr:              "127.0.0.200",
  sbi_port:              7777,
  nrf_uri:               "http://127.0.0.10:7777",
  mcc:                   "999",
  mnc:                   "70",
  heartbeat_interval:    10_000,
  discovery_cache_ttl:   60_000,
  lb_strategy:           :round_robin,
  max_retries:           1,
  upstream_timeout:      5_000
```

جدول المعلمات

المعلمة	القيمة الافتراضية	النوع	الوصف
`sbi_scheme`	`"http"`	سلسلة	ط النقل لمدير SBI.
`sbi_addr`	`"127.0.0.200"`	سلسلة	يرتبط IP عنوان به خادم HTTP S على مستهلكي حركة مرور NF هذا العنوان SBI
`sbi_port`	`7777`	عدد صحيح	ستمع TCP منفذ عليه خادم HTTI
`nrf_uri`	`"http://127.0.0.10:7777"`	سلسلة	الأساسي لـ URI ستخدم لتسجيل ونبض القلب، علامات اكتشاف نيابة عن NF المستهلكين.
`mcc`	`"999"`	سلسلة	الدولة المحمول. مضمن في ملف تعريف NF SCP المسجل مع NR
`mnc`	`"70"`	سلسلة	شبكة المحمولة. مضمن في ملف تعريف NF SCP المسجل مع NR
`heartbeat_interval`	`10_000`	عدد صحيح (مللي ثانية)	اصل الزمني بين لبات نبض القلب NRF.

المعلمة	القيمة الافتراضية	النوع	الوصف
`discovery_cache_ttl`	`60_000`	عدد صحيح (مللي ثانية)	صلاحية إدخالات التخزين المؤقت لاكتشاف NRF، مفاتيحها هي `{target_nf_` `service_name` إبطال الإدخالات ية بشكل كسول بحث وعبر مهمة في الخلفية كل نية. زيادة القيمة يعات المستقرة؛ تقليلها عند تغيير N ملفات تعريف بشكل متكرر.
`lb_strategy`	`:round_robin`	ذرة	ستراتيجية تحميل ازن لاختيار منتج قيم الصالحة NF. `:round_robi` `:weighted`، `:priority`. ر م تحميل التوازن للمعاني.
`max_retries`	`1`	عدد صحيح	حد الأقصى لعدد محاولات إعادة حاولة عندما يعود خطاء NF 5 منتج خطأ اتصال. تعني لقيمة `1` محاولة واحدة بالإضافة ى محاولة واحدة. ا إلى `0` لتعطيل إعادة المحاولة.

المعلمة	القيمة الافتراضية	النوع	الوصف
`upstream_timeout`	`5_000`	عدد صحيح (مللي ثانية)	HT مهلة طلبات اعدة إلى منتجي لة الاستلام) NF م اعتبار الطلبات جاوز هذه المهلة ل وقد تؤدي إلى إعادة المحاولة.

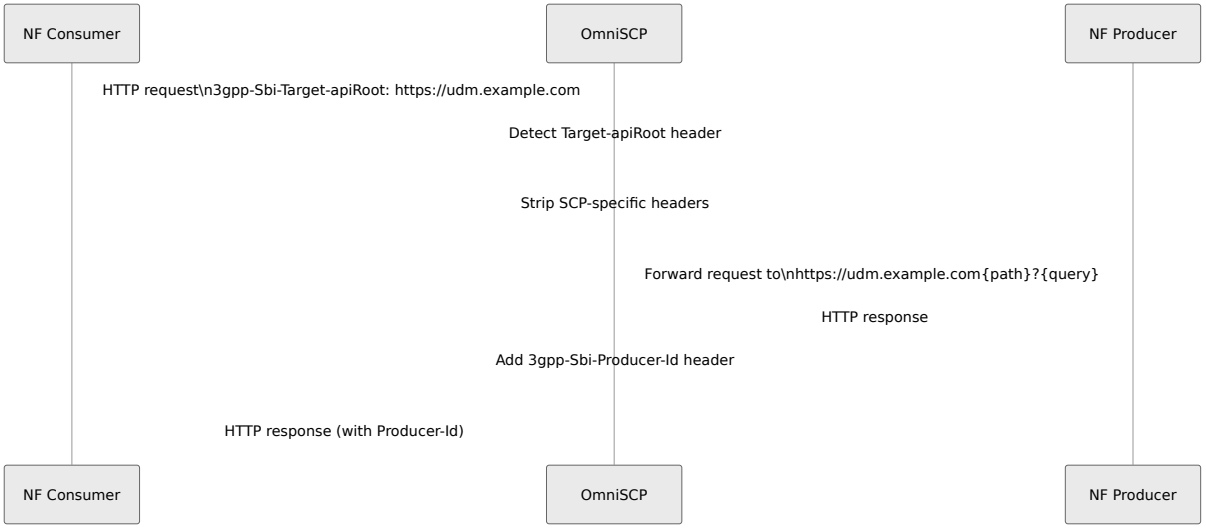
استراتيجيات تحميل التوازن

الاستراتيجية	الوصف
`:round_robin`	يتنقل عبر المثيلات الصحية بالترتيب. يتم الحفاظ على الحالة لكل زوج `{nf_type, service_name}`. هذه هي الاستراتيجية الافتراضية والموصى بها للتوزيعات الموحدة لـ NF.
`:weighted`	يختار المثيل الذي لديه أقل درجة `load - capacity`. يستخدم الحقول `capacity` و `load` من ملف تعريف NF NRF. يفضل المثيلات ذات السعة العالية والتحميل الحالي المنخفض.
`:priority`	يختار المثيل الذي لديه أقل قيمة `priority` (أعلى أولوية). مفيد للتوزيعات النشطة/الاحتياطية.

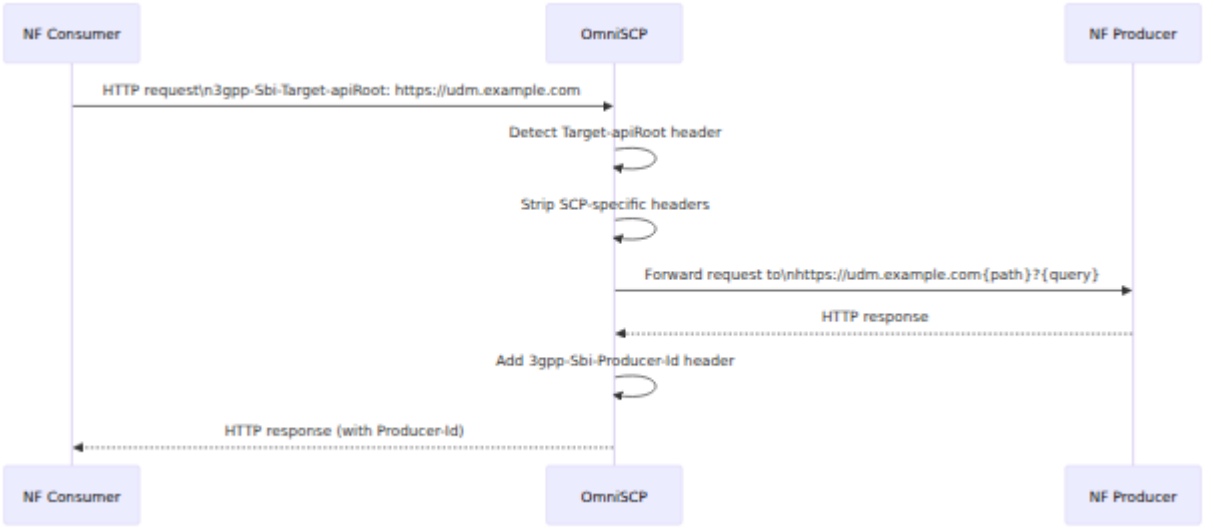
يتم وضع علامة على المثيل غير الصحي بعد 3 فشلات متتالية ويتعافى تلقائيًا بعد فترة تبريد مدتها 30 ثانية. عندما تكون جميع المثيلات غير صحية، يعود محمل التوازن إلى قائمة المثيلات الكاملة.

الإجراءات الرئيسية

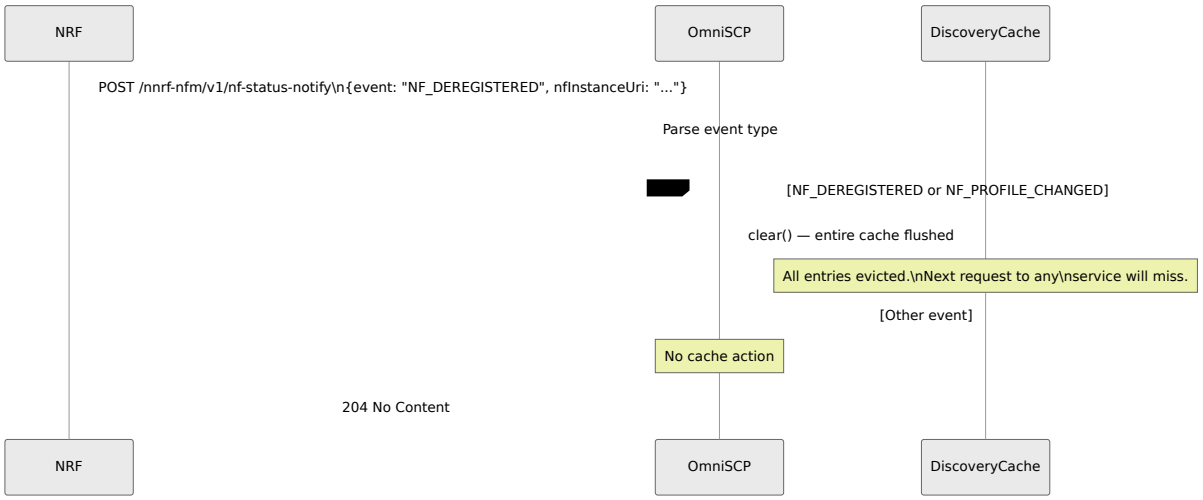
الإرسال المباشر (الوضع 1)



الاكتشاف المفوض والإرسال (الو��ع 2)



إشعار حالة NRF (إبطال التخزين المؤقت)



الاستنتاج القائم على المسار للخدمة (الوضع 3)

اسم الخدمة من بادئة مسار الطلب ويقوم SCP عندما لا توجد رؤوس توجيه موجودة، يستخرج باستخدام الجدول المدمج التالي NF بربطه بنوع:

بادئة المسار	نوع NF
`nudm-`	UDM
`nausf-`	AUSF
`namf-`	AMF
`nsmf-`	SMF
`npcf-`	PCF
`nudr-`	UDR
`nnssf-`	NSSF
`nbsf-`	BSF
`nnrf-`	NRF

ملاحظة: بادئات `nchf-` و `nnef-` و `naf-` غير موجودة في الخريطة المدمجة (قيود SCP-L1).
تتطلب الطلبات إلى خدمات CHF و NEF أو AF 3 الوضع استخدام صريحة عند اكتشاف رؤوس.

الرؤية

أحداث القياس

الحدث	القياسات	العلامات	الوصف
`[:omniscp, :proxy, :requests]`	`count`, `duration_ms`	`target_nf_type`, `result`	نتيجة الوكالة لكل طلب
`[:omniscp, :proxy, :result]`	`count`, `duration_ms`	`target_nf_type`, `result`	نفس الحدث المستخدم لتوزيع الهيستوغرام
`[:omniscp, :discovery, :cache]`	`hits`, `misses`	`target_nf_type`, `service_name`	نجاح/فشل التخزين المؤقت لكل خدمة
`[:omniscp, :cache, :hit]`	`count`	—	عداد نجاح التخزين المؤقت الإجمالي
`[:omniscp, :cache, :miss]`	`count`	—	عداد فشل التخزين المؤقت الإجمالي
`[:omniscp, :associations, :active]`	`count`	—	مقياس: الجمعيات النشطة للوكيل
`[:omni5g, :nrf, :registration]`	`status`	`nf_type`	حالة تسجيل NRF (1=مسجل، 0=غير مسجل)

قيم علامة النتيجة: `success` (2xx/3xx)، `client_error` (4xx)، `server_error` (5xx)، `error` (اتصال/مهلة).

مقاييس بروميثيوس

مقاييس وكيل SCP

المقياس	النوع	العلامات	وصف
`omni_scp.proxy.requests.count`	عداد	`target_nf_type`, `result`	عدد وكالات لكل طلب
`omni_scp.proxy.requests.duration_ms`	ملخص	`target_nf_type`	مدة الوكالة لكل طلب
`omni_scp.proxy_requests.total`	عداد	`target_nf_type`, `result`	إجمالي طلبات الوكالة
`omni_scp.proxy_request.duration_ms`	توزيع	`target_nf_type`	مدة طلب الوكالة بالمللي ثانية لأقسام: 1، 5، 10، 25، 50، 100، 250، 500، 1000)
`omni_scp.active_associations.count`	مقياس	--	عدد جمعيات لنشطة لـ NF

مقاييس التخزين المؤقت

الوصف	العلامات	النوع	المقياس
نجاحات التخزين المؤقت لكل خدمة	`target_nf_type`, `service_name`	عداد	`omni_scp.discovery.cache.hits`
فشل التخزين المؤقت لكل خدمة	`target_nf_type`, `service_name`	عداد	`omni_scp.discovery.cache.misses`
عداد نجاح التخزين المؤقت الإجمالي	--	عداد	`omni_scp.cache_hits.total`
عداد فشل التخزين المؤقت الإجمالي	--	عداد	`omni_scp.cache_misses.total`

مقاييس NRF

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

مقاييس VM BEAM

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 للذرات
`beam.memory.binary`	مقياس	ذاكرة ثنائية
`beam.memory.code`	مقياس	ذاكرة الشيفرة
`beam.memory.ets`	مقياس	ذاكرة جدول ETS
`beam.processes.count`	مقيا��	عدد عمليات Erlang
`beam.ports.count`	مقياس	عدد منافذ Erlang
`beam.atom.count`	مقياس	عدد الذرات
`beam.vm.uptime`	مقياس	وقت تشغيل VM بالثواني

أنماط السجل

المستوى	النمط	المعنى
`info`	`Received NRF status notification`	تم استلام إشعار حالة NF
`info`	`NRF notification: event=<E> nf=<URI>`	تم تحليل حدث الإشعار
`debug`	`SCP direct forward: <METHOD> <URL>`	الإرسال في الوضع 1
`debug`	`SCP delegated forward: <METHOD> <URL> (attempt <N>)`	محاولة الإرسال في الوضع 2/3
`warning`	`SCP retrying after <STATUS> from <ID>...`	إعادة المحاولة نتيجة 5xx
`warning`	`SCP retrying after error from <ID>...`	إعادة المحاولة نتيجة خطأ اتصال
`warning`	`SCP cannot determine target for <METHOD> <PATH>`	المسار في الوضع 3 غير موجود في خريطة الخدمة
`warning`	`NRF discovery returned no instances for <NF>/<SVC>`	أعادت الاكتشاف قائمة فارغة
`warning`	`All NF instances unhealthy, falling back to full list`	تراجع LB بسبب صحة المثيلات
`error`	`NRF discovery failed: ...`	خطأ في استعلام NRF
`error`	`SCP proxy error: ...`	فشل غير متوقع في الوكيل
`info`	`NF instance <ID> recovered after cooldown`	تم استعادة صحة المثيل

القيود المعروفة

المعرف	الشدة	الوصف
~~SCP-H4~~	~~عالي~~	**تم الحل.** ~~لم يتم تنفيذ فك تشفير ECIES SUCI.~~ تم تنفيذ فك تشفير Profile B (secp256r1) و ECIES Profile A (X25519) الآن في C. يقوم الملحق TS 33.501 وفقًا لـ `Omni5gEx.Crypto.SUPI` باستخدام مفاتيح UDR بفك التشفير قبل البحث في OmniUDM الشبكة المنزلية الخاصة المكونة عبر `hnet_key_dir`. لا يحتاج SCP في نموذج الاتصال المباشر القياسي SUCIs إلى فك تشفير.
SCP-M1	متوسط	`gpp-Sbi-Oci` لم يتم تنفيذ التحكم في الحمل. لم يتم إنشاء رأس 3 أو استهلاكه. في سيناريوهات الحمل (معلومات التحكم في الحمل) إرسال الطلبات دون تخفيض الحمل أو الضغط SCP الزائد، سيواصل على المستهلكين.
SCP-M2	متوسط	`gpp-Sbi-Lci` لم يتم تنفيذ إشارة التحكم في الح��ل. لم يتم إنشاء رأس 3 (معلومات التحكم في الحمل). لا يمكن للمستهلكين استخدام OmniSCP للحصول على تلميحات حمل NF لقرارات التحكم في الحمل الخاصة بهم.
SCP-L1	منخفض	خريطة الاستنتاج القائم على المسار للخدمة (الوضع 3) تفتقر إلى إدخالات بادئات `naf-` (AF). `nnef-` (NEF) و `nchf-` (CHF). ستتلقى الطلبات إلى هذه الخدمات بدون رؤوس اكتشاف صريحة `MANDATORY_IE_MISSING`. الحل: 400 طلب غير صحيح مع السبب `gpp-Sbi-Discovery-*` تكوين المستهلكين لإرسال رؤوس 3 لهذه الخدمات.
SCP-L3	منخفض	`NF_DEREGISTERED` أو إشعارات حالة NRF مع الحدث `NF_PROFILE_CHANGED` تمسح التخزين المؤقت للاكتشاف بالكامل المتأثر فقط. في `{nf_type, service_name}` بدلاً من إدخال بشكل متكرر، يتسبب ذلك NF التوزيعات التي تتغير فيها ملفات تعريف في تدفق من استعلامات إعادة اكتشاف NRF.

استكشاف الأخطاء وإصلاحها

400 طلب غير صحيح — MANDATORY_IE_MISSING

لم يتمكن SCP من تحديد هدف التوجيه. تحقق من:

1. هل يرسل المستهلك `3gpp-Sbi-Target-apiRoot` أو كليهما `3gpp-Sbi-Discovery-target-nf-type` و`3gpp-Sbi-Discovery-service-names`؟
2. إذا كنت تعتمد على الاستنتاج القائم على المسار (الوضع 3)، هل تظهر بادئة المسار في خريطة الخدمة المدمجة؟ لاحظ أن `naf-` و`nnef-` و`nchf-` غائبة (SCP-L1). أضف رؤوسًا صريحة لتلك الخدمات.

504 انتهاء مهلة البوابة — NF_DISCOVERY_FAILURE

لم يعد أي مثيلات NRF من NF. تحقق من:

1. هل يمكن الوصول إلى NRF من OmniSCP؟ تحقق من `nrf_uri` والاتصال الشبكي.
2. هل تم تسجيل نوع NF المستهدف في NRF؟ استعلم عن NRF مباشرة: `GET {nrf_uri}/nnrf-disc/v1/nf-instances?target-nf-type=<TYPE>`.
3. قد مسح للتو التخزين المؤقت NRF مما إذا كان إشعار حالة تحقق (الحدث `NF_DEREGISTERED`) وأن NF لم يتم إعادة تسجيله.

502 بوابة سيئة — TARGET_NF_NOT_REACHABLE

فشلت جميع مثيلات منتج NF. تحقق من:

1. هل تعمل منتجات NF ويمكن الوصول إليها على عناوين SBI المبلغ عنها في ملفات تعريف NRF الخاصة بها؟
2. تحقق من `upstream_timeout`. إذا كانت منتجات NF بطيئة في الاستجابة، قم بزيادة هذه القيمة.
3. راجع `max_retries`. إذا تم تعيينها إلى `0`، فإن فشل واحد يصبح 502 على الفور.
4. تحقق من حالة صحة محمل التوازن في السجلات: ابحث عن `NF instance <ID> marked unhealthy after N failures`.

التخزين المؤقت للاكتشاف يسبب توجيهًا قديمًا

إذا غيرت منتجات NF عناوينها أو أعيد تشغيلها دون إلغاء تسجيل NRF بشكل صحيح، قد يحتفظ التخزين المؤقت بعناوين SBI قديمة حتى تنتهي مدة صلاحيتها. الخيارات:

1. تقليل `discovery_cache_ttl` لتقليل نافذة القدم.
2. تأكد من أن منتجات NF تلغي تسجيلها من NRF عند الإغلاق؛ هذا يؤدي إلى إشعار حالة NRF الذي يمسح التخزين المؤقت لـ OmniSCP.
3. إعادة تشغيل عملية OmniSCP تمسح جميع حالة التخزين المؤقت.

ارتفاع زمن تأخير الوكيل

1. تحقق من هيستوغرام `omni_scp.proxy_request.duration_ms` لـ وزيع التأخير.
2. قارن معدل نجاح التخزين المؤقت (`omni_scp.cache_hits.total` مقابل `omni_scp.cache_misses.total`). يعني معدل الفشل العالي استعلامات NRF المتكررة. زيادة `discovery_cache_ttl`.
3. تحقق من `upstream_timeout` — الطلبات التي تنتهي مهلتها تضيف كامل مدة المهلة إلى التأخير قبل أن تؤدي إلى إعادة المحاولة.

عدم الحفاظ على تسجيل NRF

تحقق من مقياس `omni_scp.nrf.registration.status`. إذا كانت القراءة 0:

1. تحقق من أن `nrf_uri` صحيح وأن NRF يمكن الوصول إليه.
2. تحقق من أن `mcc` و `mnc` يتطابقان مع تكوين PLMN الخاص بـ NRF.
3. ابحث عن أخطاء تسجيل NRF في سجلات التطبيق عند بدء التشغيل.