الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة Q

الإضافة 67
(2015/04)

السلسلة Q: التبديل والتشوير

إطار تشوير للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

توصيات السلسة Q لقطاع تقييس الاتصالات – الإضافة 67

توصيات السلسلة Q الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

التبديل والتشوير

التشوير في الخدمة اليدوية الدولية	Q.3–Q.1
التشغيل الدولي الأوتوماتي وشبه الأوتوماتي	Q.59–Q.4
الوظائف وتدفق المعلومات في خدمات الشبكات الرقمية المتكاملة الخدمات (ISDN)	Q.99–Q.60
البنود المطبقة على الأنظمة المعمارية في قطاع تقييس الاتصالات	Q.119–Q.100
مواصفات أنظمة التشوير رقم 4 و5 و6 وR1 وR2	Q.499–Q.120
البدالات الرقمية	Q.599–Q.500
التشغيل البيني في أنظمة التشوير	Q.699–Q.600
مواصفات نظام التشوير رقم 7	Q.799–Q.700
السطح البيني Q3	Q.849–Q.800
نظام التشوير الرقمي رقم 1 للمشترك	Q.999–Q.850
الشبكات المتنقلة البرية العمومية	Q.1099–Q.1000
التشغيل البيني مع الأنظمة المتنقلة الساتلية	Q.1199–Q.1100
الشبكة الذكية	Q.1699–Q.1200
متطلبات وبروتوكولات التشوير للأنظمة المتنقلة الدولية–2000	Q.1799–Q.1700
مواصفات التشوير المتعلقة بتحكم في النداء مستقل عن حامل النداء (BICC)	Q.1999–Q.1900
الشبكة ISDN عريضة النطاق	Q.2999–Q.2000
متطلبات وبروتوكولات التشوير لشبكات الجيل التالي	Q.3999–Q.3000

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

الإضافة 67 لتوصيات السلسلة Q لقطاع تقييس الاتصالات

إطار تشوير للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

ملخص

تقدم الإضافة 67 لتوصيات السلسلة Q لقطاع تقييس الاتصالات إطار التشوير للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN)، عن طريق تحديد متطلبات التشوير والمعمارية للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN) وللسطوح البينية وإجراءات بروتوكول التشوير. وينبغي أن تكون هذه الإضافة معينة أيضاً في التمكين من وضع بروتوكول (بروتوكولات) تشوير قادرة على دعم تدفقات الحركة.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T Q Suppl. 67	2015-04-29	11	11.1002/1000/12503

مصطلحات أساسية

التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN)، نموذج تشوير.

---

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2021

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 تعاريف 1
1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى 1
2.3 المصطلحات المعرفة في هذه التوصية 1
4 المختصرات 2
5 اصطلاحات 3
6 متطلبات وسيناريوهات التشوير 3
1.6 الشبكة الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات 3
2.6 الشبكة التراكبية الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات 3
3.6 المتطلبات والسيناريوهات الخاصة بالمتحكِّم في التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات 4
4.6 الشبكة المتنقلة المعرفة بالبرمجيات 6
7 نموذج التشوير 7
8 وصف السطوح البينية في نموذج التشوير 8
1.8 السطح البيني Sa 8
2.8 السطح البيني Sn 8
3.8 السطح البيني Sew 8
4.8 السطح البيني Ss 9
5.8 السطح البيني Sma 9
6.8 السطح البيني Smo 9
7.8 السطح البيني Smc 9
8.8 السطح البيني Smn 9
9 إجراءات بروتوكول التشوير 9
1.9 إجراءات الانتقال المباشر للآلة الافتراضية 9
التذييل I – السيناريوهات والمتطلبات المقابلة للسطح البيني Ss من أجل التمرير السلس 11
1.I الخدمة المستقلة عن الوسائط (MIS) للمعيار IEEE 802.21 11
2.I إجراءات بروتوكول التشوير 12
التذييل II – منهجية وضع هذه الإضافة 13
بيبليوغرافيا 14

الإضافة 67 لتوصيات السلسلة Q لقطاع تقييس الاتصالات

إطار تشوير للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

1 مجال التطبيق

تقدم هذه الإضافة إطار التشوير للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN)، عن طريق تحديد متطلبات التشوير والمعمارية للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN) وللسطوح البينية وإجراءات بروتوكول التشوير. وستمكن هذه المتطلبات وعناصر معلومات التشوير التي تم تحديدها من وضع بروتوكول (بروتوكولات) تشوير قادرة على دعم تدفقات الحركة.

2 المراجع

[ITU-T M.3400] التوصية ITU-T M.3400 (2000)، *وظائف إدارة شبكة إدارة الاتصالات*.

[ITU-T Y.3300] التوصية ITU-T Y.3300 (2014)، *إطار للتوصيل الشبكي المعرف بالبرمجيات*.

[ITU-T Y.3500] التوصية ITU-T Y.3500 (2014)، تكنولوجيا المعلومات – *الحوسبة السحابية – نظرة عامة ومفردات*.

[ITU-T Y.3501] التوصية ITU-T Y.3501 (2013)، *إطار الحوسبة السحابية ومتطلباتها الإجمالية*.

[ITU-T Y.3512] التوصية ITU-T Y.3512 (2014)، *الحوسبة السحابية – المتطلبات الوظيفية للشبكة كخدمة*.

3 تعاريف

1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه الإضافة المصطلحات التالية المعرَّفة في مصادر أخرى:

1.1.3 الاتصالات كخدمة (CaaS) [ITU-T Y.3500]: فئة خدمة سحابية تكون فيها القدرة المقدّمة إلى عميل الخدمة السحابية متمثلة في التفاعل والتعاون في الوقت الفعلي.

ملاحظة – يمكن للاتصالات كخدمة أن توفر قدرات من نوع قدرات التطبيقات ومن نوع قدرات المنصة على السواء.

2.1.3 الشبكة كخدمة (NaaS) [ITU-T Y.3500]: فئة خدمات سحابية تكون فيها القدرة المقدّمة إلى عميل الخدمة السحابية متمثلة في قدرات توصيلية النقل والقدرات المتصلة بالشبكة.

ملاحظة – يمكن أن توفر الشبكة كخدمة (NaaS) أياً من أنواع القدرات السحابية الثلاثة.

3.1.3 سلسلة الخدمة [ITU-T Y.3512]: مجموعة مرتبة من الوظائف المستخدَمة لفرض سياسات التعامل التفاضلي مع الحركة في تدفق حركة.

4.1.3 التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات (SDN) [ITU-T Y.3300]: مجموعة من التقنيات تمكن من برمجة موارد الشبكة وضبط إيقاعها والتحكم فيها وإدارتها مباشرة، مما يسهل تصميم خدمات الشبكة وتسليمها وتشغيلها بطريقة دينامية وقابلة للتوسعة.

2.3 المصطلحات المعرفة في هذه التوصية

تعرف هذه الإضافة المصطلحات التالية:

1.2.3 الصندوق الوسيط: جهاز حاسوبي للربط الشبكي يقوم بالتخزين المؤقت للحركة أو تحويلها أو فحصها أو فرزها أو معالجتها بأي شكل آخر لأغراض أخرى غير إعادة تسيير الرزم.

2.2.3 **التنسيق**: وظيفة توفر الإدارة والتنسيق الآليين لموارد الشبكة وخدماتها.

3.2.3 **الصندوق الأبيض**: جهاز معالجة بيانات للأغراض العامة يوفر وظائف الصندوق الوسيط القابلة لإعادة التشكيل والتخصيص (على سبيل المثال، ترجمة عنوان الشبكة (NAT)، وذاكرة التخزين المؤقت، والتفتيش العميق للرزم (DPI)، وأنظمة كشف الاقتحام (IDS)، وما إلى ذلك) لأغراض أخرى غير إعادة تسيير الرزم. ويمكن تنفيذه بطريقة افتراضية.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستخدم هذه الإضافة المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

ACL قائمة التحكم في النفاذ *(Access Control List)*

API السطح البيني لبرمجة التطبيقات *(Application Programming Interface)*

AS نظام مستقل *(Autonomous System)*

BGP بروتوكول بوابة الحدود *(Border Gateway Protocol)*

CaaS الاتصالات كخدمة *(Communication as a Service)*

CE كيان التحكم *(Control Entity)*

DPI التفتيش العميق للرزم *(Deep Packet Inspection)*

FCAPS الأعطال والتشكيلة والمحاسبة والأداء والأمن *(Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security)*

FE كيان وظيفي *(Functional Entity)*

IDS أنظمة كشف الاقتحام *(Intrusion Detection Systems)*

IoT إنترنت الأشياء *(Internet of Things)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

LBS خدمة قائمة على الموقع *(Location-Based Service)*

M2M من آلة إلى آلة *(Machine to Machine)*

MIS خدمة مستقلة عن الوسائط *(Media Independent Service)*

MN عقدة متنقلة *(Mobile Node)*

MPLS تبديل الوسم متعدد البروتوكولات *(Multi-Protocol Label Switching)*

NaaS الشبكة كخدمة *(Network as a Service)*

NAT ترجمة عنوان الشبكة *(Network Address Translation)*

NE كيان شبكة *(Network Entity)*

NFV التمثيل الافتراضي لوظائف الشبكة *(Network Function Virtualization)*

ONF مؤسسة التوصيل الشبكي المفتوح *(Open Networking Foundation)*

QoS جودة الخدمة *(Quality of Service)*

RAN شبكة نفاذ راديوي *(Radio Access Network)*

SDN التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات *(Software-Defined Networking)*

SLA اتفاق مستوى الخدمة *(Service Level Agreement)*

VLAN شبكة محلية افتراضية *(Virtual Local Area Network)*

VM آلة افتراضية *(Virtual Machine)*

VPN شبكة خاصة افتراضية *(Virtual Private Network)*

5 اصطلاحات

في هذه الإضافة:

تشير كلمة "يتعيَّن/يلزم/يجب" إلى متطلَّب يجب التقيد به على نحو صارم ولا يجوز أي حيدان عنه إذا أريد إعلان المطابقة مع مقتضيات هذه الإضافة.

وتشير كلمة "يُوصَى" إلى متطلَّب يوصى به لكنه ليس ملزِماً إلزاماً مطلَقاً. وبالتالي لا يستلزم إعلانُ المطابقة تحقُّقَ هذا المتطلَّب.

وتشير عبارة "يتاح خيار/يكون من المتاح خيار"، إلى متطلَّب اختياري جائز، ولا تنطوي على أي إيحاء بالإيصاء به. ولا يُرمى من هذه العبارة إلى الإيحاء بأن قيام الجهة البائعة بالتنفيذ يجب أن يشتمل على توفير الوظيفة المعنية بمثابة خيار بحيث يتاح لمشغِّل الشبكة/موفِّر الخدمة إعمالها اختيارياً. بل إنها تعني أنه يجوز للجهة البائعة أن تختار توفير هذه الوظيفة أو عدم توفيرها دون أن يؤثر ذلك على إعلانها المطابقة لهذه الإضافة.

6 متطلبات وسيناريوهات التشوير

1.6 الشبكة الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

في سيناريو الشبكة الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات، ينشئ المتحكم المركزي في عملية التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات مسير حركة من حافة إلى حافة أخرى للشبكة باستعمال بعض البروتوكولات عبر السطح البيني السفلي مثل البروتوكول OpenFlow [b-ONF] لبرمجة هذه الحركة في كل عقدة من المسير بما في ذلك بدالات/مسيرات الحافة والتجميع والمركز. وتُرسل الرزمة الأولى للحركة الجديدة إلى متحكم SDN مركزي يطبق السياسات ويحسب المسيرات ويستعمل السطح البيني السفلي لتوجيه هذه الحركة في كل عقدة من المسير.

ولما كان هذا النهج يفرز العديد من المشكلات، يوصى بالبت في القضايا التالية:

- يؤدي إلى انفجار حالات إعادة التسيير على البدالات/المسيّرات المادية؛
- ينبغي للمتحكم SDN أن يتصل بكل من البدالات/المسيّرات المادية الموجودة في المسير عندما تستدعي الحاجة إلى برمجة حركة جديدة؛
- يجلب هذا النموذج كمون إضافي لا مفر منه.

2.6 الشبكة التراكبية الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

في سيناريو الشبكة التراكبية الممكنة بالتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات، يستخدم المتحكم SDN المركزي أنفاق تراكبية لإضفاء الطابع الافتراضي على الشبكة. وتنتهي هذه الأنفاق عادة عند بدالات/مسيّرات افتراضية، ويمكن أن تنتهي أيضاً عند بدالات/مسيّرات مادية. ويقلل هذا السيناريو من حجم حالات إعادة التسيير في العقد الأساسية المادية وقد لا يلمس البدالات المادية عند إضافة شاغل جديد أو آلة افتراضية (VM) جديدة. والأهم من ذلك، أن وحدة التحكم SDN توفر مسير تحول سلساً لإدخال التوصيل SDN في شبكات الإنتاج الحالية.

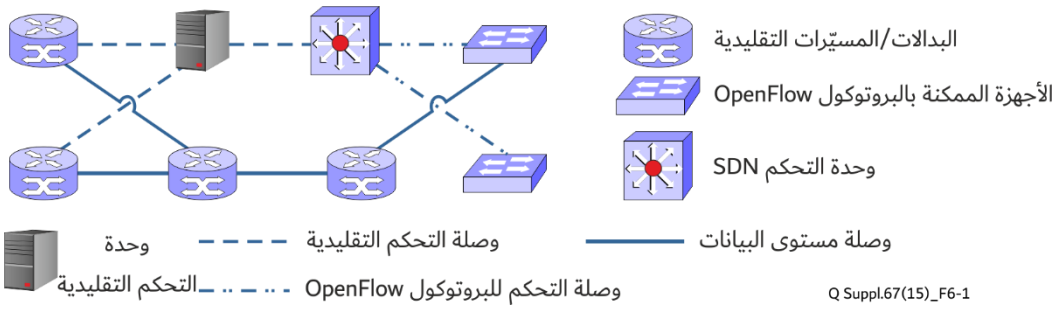
وهناك العديد من بروتوكولات مستوى البيانات التي يمكن استخدامها لإنشاء الأنفاق التراكبية. وبأخذ البروتوكول OpenFlow كمثال، يمكن نشره فقط على حافة الشبكة ولا يمس التجميع والبدالات/المسيّرات المادية الأساسية. وفي هذه الحالة، يُستخدم البروتوكول OF-Config [b-ONF] لإنشاء الأنفاق التراكبية ويُستخدم لبرمجة الحركة في الأنفاق.

ومع ذلك، من الصعب جداً في هذا السيناريو توفير جودة الخدمة (QoS) لكل شاغل أو لكل آلة افتراضية، لأن كل رزمة يتم تغليفها في نفق. ويوصى بدعم الصفوف الدقيقة لعزل الشاغلين وتوفير جودة الخدمة لكل شاغل، على التوالي.

3.6 المتطلبات والسيناريوهات الخاصة بالمتحكِّم في التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

1.3.6 الشبكة الهجينة

يسمح نموذج النشر هذا بالتعايش بين البيئات التقليدية لمسيّرات/بدالات البائعين المغلقة والأجهزة الممكنة بالبروتوكول OpenFlow. ويشير هذا النهج الهجين إلى التوصيل البيني لكل من مستويي التحكم والبيانات لعناصر الشبكات التقليدية والجديدة، والتي يمكن اعتبارها انتقالاً سلساً للشبكة الحالية. وصور الشكل 6-1 نموذج الشبكة الهجينة. ولا تقتصر وحدة التحكم التقليدية المذكورة في هذا الشكل على المخدم ويمكن توسيعها لتشمل أنواع الأجهزة الأخرى. ويمكن اعتبار عاكس المسار، على سبيل المثال، وهو الطريقة الأكثر شيوعًا لتوزيع مسارات دورية بوابة الحدود (BGP) بين المسيّرات من نفس النظام المستقل (AS)، بمثابة وحدة تحكم تقليدية. ويجب توفير مكون شبيه بالبوابة مخصص بين وحدات التحكم التقليدية الحالية ووحدات تحكم البروتوكول OpenFlow في مستوى التحكم الجديد.



الشكل 6-1 – نموذج الشبكة الهجينة

2.3.6 التفاعلات بين الميادين المختلفة للتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

مع المزيد من عمليات النشر في الشبكات ذات الدرجة العالية من الموثوقية، من المستحيل لأي وحدة تحكم SDN واحدة أن تحتوي على جميع الحالات التشغيلية للنظام بأكمله. لذلك، تصبح مسألة قابلية التشغيل البيني لوحدات التحكم SDN (المعروفة أيضاً باسم السطح البيني الأفقي) أمراً بالغ الأهمية. ومن الضروري إنشاء عقد لوحدات التحكم تتناظر إما داخل نفس الميدان الإداري (داخل الميدان)، أو بين الميادين الإدارية (بين الميادين) في بيئة متعددة البائعين. وينبغي أن يضمن تشوير السطح البيني الأفقي تزامن الحالات بين عقد وحدات التحكم الاتحادية. وإذا كان هناك تناقض عابر، فمن الضروري اتخاذ قرار محلي بشأن حالة مثيل التحكم التي يجب استخدامها.

بالنظر إلى المزايا المجمعة لقابلية التوسع وزيادة التيسر وانخفاض التكلفة، تنبغي مراعاة متطلبات الانتقال السلس من الشبكة الحالية. ولتقليل تعقيد الشبكة، يجب تبسيط التشغيل، ومنع فقدان الأداء، ودمج أنظمة SDN مع البنية التحتية القائمة ومنطق الخدمة في الشبكة ذات الدرجة العالية من الموثوقية، مثل البروتوكول BGP، وتبديل الوسم متعدد البروتوكولات (MPLS) والشبكة الخاصة الافتراضية (VPN). لذلك، من الواقعي اعتماد بروتوكولات مكتملة للسطح البيني الأفقي والذي تم نشره في شبكة الإنتاج لسنوات عديدة.

وبناءً على التحليل والمتطلبات أعلاه، يمكن أن يكون البروتوكول BGP القياسي اختيارياً السطح البيني الأفقي لإنشاء اتحاد لوحدات التحكم SDN.

3.3.6 وظيفة التنسيق القائمة على الخدمات السحابية

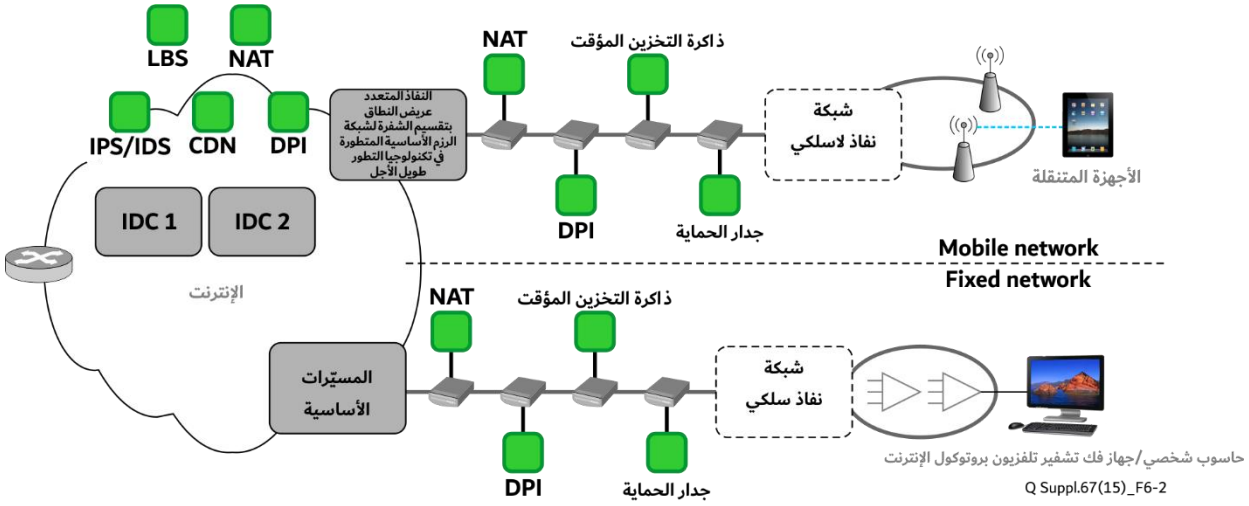
مع تطور الخدمات السحابية، يلزم المزيد من قدرات إدارة التوصيل الشبكي وتنسيقه. والشبكة كخدمة (NaaS)، على النحو المحدد في التوصية [ITU-T Y.3500]، هي مثال على فئة من الخدمات السحابية حيث تكون القدرة المقدمة إلى عميل الخدمة السحابية عبارة عن توصيلية النقل ووظائف الشبكة ذات الصلة. وتشمل المتطلبات العامة للشبكة كخدمة الموصوفة في التوصية [ITU-T Y.3501] تشكيلة الشبكة عند الطلب والتوصيلية الآمنة والتوصيلية ذات جودة الخدمة المضمونة وتوافق الشبكات غير المتجانسة. والتوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات هو إحدى التكنولوجيات الداعمة الرئيسية لتقديم الخدمة NaaS.

في إطار نموذج تشوير التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات، يمكن اعتبار الخدمة NaaS كتطبيق قائم على SDN يتم توفيره بواسطة منصة إدارة السحابة، والتي تحتاج إلى الاتصالات مع وظيفة تنسيق SDN. ومن الضروري توفير السطح البيني بين منصة إدارة السحابة ووظيفة تنسيق SDN من أجل الدمج المحكم بين توفير القدرات الحاسوبية والتوصيل الشبكي.

وبأخذ سيناريو ملموس كمثال، ففي سياق تعدد الشاغلين، يتم دائماً نشر مثيلات الآلة الافتراضية (VM) لنفس الشاغل على عقد الحوسبة المختلفة وتوصل بينياً عبر شبكة شاغل محدد، أي شبكة محلية افتراضية (VLAN). وعندما يحدث الانتقال المباشر للآلة VM عبر عقد الحوسبة المختلفة، حتى وإن كان مركز بيانات موزع جغرافياً، فمن الضروري أن تكون سياسات الشبكة المرفقة بالآلة VM المنقولة على دراية بعملية الانتقال وإعادة نشرها في المنفذ الجديد للآلة VM أوتوماتياً.

4.3.6 وظيفة التنسيق لإدارة الصناديق الوسيطة

نظرًا لأن نشر الصناديق الوسيطة (على سبيل المثال، ذاكرة التخزين المؤقت، وجدار الحماية، ومترجم عنوان الشبكة، وما إلى ذلك) داخل كل من الشبكات الثابتة والمتنقلة أصبح أكثر انتشاراً بشكل متزايد، فقد أدى ذلك إلى العديد من التحديات، فضلاً عن الانتقادات، بسبب ضعف التفاعل مع أنظمة تحكم الطبقة الأعلى (على سبيل المثال، التنسيق ووحدة التحكم SDN). انظر الشكل 6-2.



الشكل 6-2 – الصناديق الوسيطة في الشبكات الثابتة والمتنقلة

ولتحقيق تسلسل وظائف الخدمة وإنشاء التوصيل ومراقبة الأعطال، يتعين أن تدعم بيئة التوصيل SDN الإدارة الموحدة للصناديق الوسيطة للتحكم والتوصيل البيني بكفاءة بين مكونات تبديل الشبكة والصناديق الوسيطة.

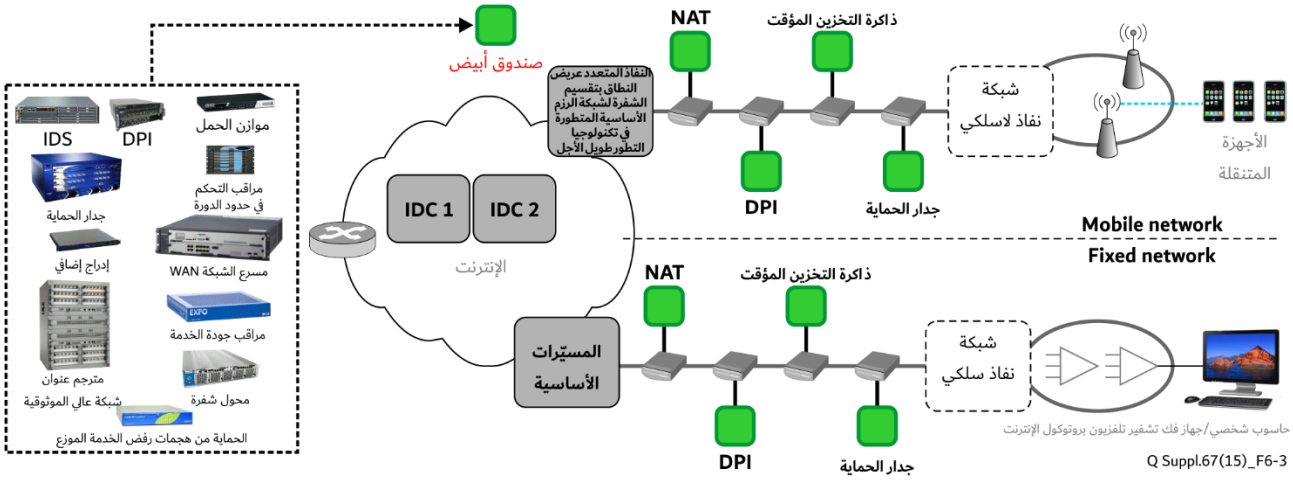
ويتعين:

- دعم مراقبة الصناديق الوسيطة للتحقق من تيسرها، وحالة الموارد، وما إلى ذلك؛
- الحصول على معلومات الطوبولوجيا لتوصيلية جميع الصناديق الوسطى؛
- دعم التحكم في الصناديق الوسطى لإنشاء خدمات الصناديق الوسطى.

5.3.6 وظيفة التنسيق لإدارة الصناديق البيضاء

يعد التمثيل الافتراضي لوظائف الشبكة (NFV) [b-ETSI NFV] مفهوماً مشابهاً في طبيعته للتوصيل SDN حيث يهدف كلاهما إلى تحويل إدارة الشبكة من طبقة العتاد إلى طبقة البرمجيات. وإلى جانب ذلك، فإن التمثيل الافتراضي لوظائف الشبكة عبارة عن تكنولوجيا تستخدم التكنولوجيات الافتراضية لإدارة وظائف الشبكة عبر البرمجيات بدلاً من الاعتماد على عتاد مسجل الملكية لإدارة هذه الوظائف.

ويعرض الشكل 6-3 أحد سيناريوهات نشر الصناديق البيضاء في الشبكات الثابتة والمتنقلة.



الشكل 6-3 – الصناديق البيضاء في الشبكات الثابتة والمتنقلة

من أجل التثبيت وإعادة التشكيل والتخصيص فيما يتعلق ببيئة التوصيل SDN، لا بد من دعم إدارة الصناديق البيضاء الموحدة للتحكم والتوصيل البيني بكفاءة بين مكونات التوصيل SDN والصناديق البيضاء.

كما يوصى بتوفير:

- وظيفة لمراقبة الصناديق البيضاء للتحقق من تيسرها، وحالة الموارد (على سبيل المثال، وحدة المعالجة المركزية، والذاكرة، والتخزين، وما إلى ذلك)، والسعة، إلخ.؛
- المعلومات الوظيفية مثل وصف الخدمة ونوع الخدمة والبائع وإصدارات البرمجيات وما إلى ذلك؛
- معلومات الطوبولوجيا والتوصيلية الخاصة بالصناديق الوسيطة مثل عنوان بروتوكول الإنترنت (IP) وميدان الشبكة والمنفذ والسطح البيني والموقع وما إلى ذلك.

4.6 الشبكة المتنقلة المعرفة بالبرمجيات

الشبكة المتنقلة المعرفة بالبرمجيات (SDMN) هي نهج لتصميم الشبكات المتنقلة اللاسلكية حيث تمكن وحدة التحكم المركزية في التوصيل SDN من إدارة التنقلية للشبكة الأساسية ومسار الحركة وإدارة الموارد لشبكات النفاذ الراديوي (RAN) باستخدام السطوح البينية لبرمجة التطبيقات (API) الدنيا والعليا. إنه التكامل المستقبلي للشبكة المتنقلة اللاسلكية لمختلف شبكات RAN الموصولة من خلال وحدة تحكم SDN. وتقدم الشبكة SDMN معمارية SDN لشبكة متنقلة تضم وحدة تحكم، بدالات النفاذ والخدمات الأساسية، والصناديق الوسيطة التي تدعم السياسات الدقيقة. وتُنفذ جميع السمات الخاصة بالبروتوكول في برمجيات، مما يعظم من استخدام العتاد والبرمجيات العام منها والمحدد بالخدمات في كل من الشبكة الأساسية والشبكة RAN. ويمكن استخدام بروتوكول مثل البروتوكول OpenFlow للتحكم في العديد من الشبكات اللاسلكية من خلال دعم متطلبات التطور طويل الأجل (LTE) وتكنولوجيات النفاذ الراديوي WiFi مع السطوح البينية لبرمجة التطبيقات (API) الدنيا والعليا المحددة.

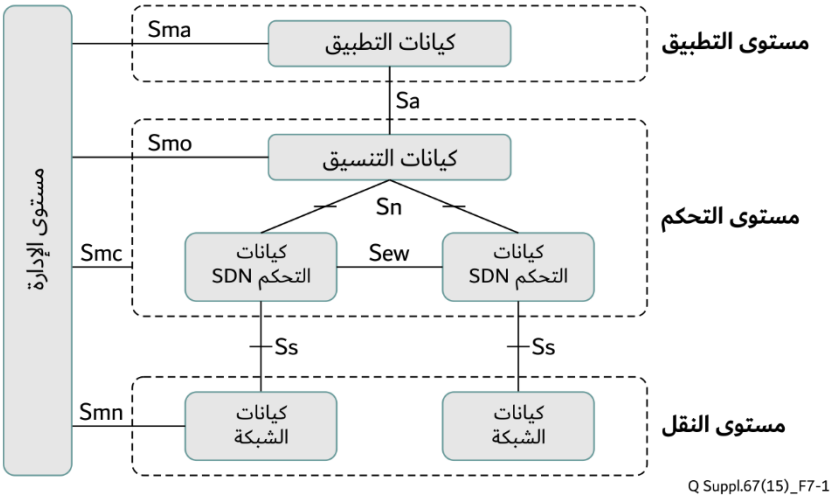
وفي شبكات SDMN، تسهل وحدة التحكم المركزية منطقياً تنفيذ التقنيات التعاونية لإدارة التنقلية في الشبكات الأساسية. وستركز وحدة التحكم المركزية على ذكاء الشبكة لتقليل التكلفة التشغيلية وتوفير الأتمتة. علاوة على ذلك، سيتم نشر وظائف الشبكة مثل التنقلية وموازنة الحمل وجدر الحماية كتطبيقات برمجية.

وتتيح وحدة التحكم المركزية منطقياً أيضاً اتخاذ قرارات تخصيص الموارد الراديوية برؤية عالمية عبر العديد من المحطات القاعدة، وهو أفضل بكثير من إدارة الموارد الراديوية (RRM) الموزعة والتمرير السلس المستخدم اليوم. ومن خلال مركزية ذكاء الشبكة، يمكن ضبط قرارات إدارة الموارد الراديوية بناءً على القدرة الدينامية وملف تعريف توزيع الموجات الحاملة الفرعية لكل محطة من المحطات القاعدة لدعم التمرير السلس.

وينبغي توخي العناية في تصميم وتوسيع وحدة التحكم في الشبكة والبروتوكولات الدنيا والعليا المقرر استخدامها في الشبكة SDMN، وينبغي تحديد تطبيقات جديدة للشبكة وتنفيذها.

7 نموذج التشوير

يتماشى نموذج التشوير المعروض في الشكل 7-1 مع المعمارية رفيعة المستوى للتوصيل SDN الموصفة في التوصية [ITU-T Y.3300].



الشكل 7-1 – نموذج التشوير إطار التوصيل الشبكي المعرّف بالبرمجيات

يوضح الشكل 7-1 نموذج التشوير الأساسي لإطار التوصيل SDN الذي يتكون من ثلاثة مستويات أفقية ومستوى رأسي واحد. وهي: مستوى التطبيق ومستوى التحكم ومستوى النقل ومستوى الإدارة.

ففي مستوى التطبيق، تقوم كيانات التطبيق، أي التطبيقات الممكّنة بالتوصيل SDN، بإبلاغ احتياجاتها/سياساتها/متطلباتها/تلميحاتها الشبكية إلى كيانات التنسيق في مستوى التحكم.

توفر كيانات التنسيق في مستوى التحكم سطح بيني مفتوح لبرمجة التطبيقات لخدمة الشبكة والتحكم في هذه الخدمة، على سبيل المثال، توفير الخدمة وتكوين/تغليف/عرض الخدمة والتفاوض بين مختلف كيانات التحكم SDN. وتوفر هذه الكيانات أيضاً وظائف إدارة الصناديق الوسيطة مثل التحقق من تيسرها ومراقبة حالة الموارد وتوفير معلومات التوصيل (على سبيل المثال، عنوان IP والمنفذ وما إلى ذلك).

وتقوم كيانات التحكم (CE) الخاصة بالتوصيل SDN في مستوى التحكم بتنفيذ تحكم مركزي منطقياً في كيانات الشبكة (NE)، وترجمة الهدف الذي يُرسل إلى كيانات التنسيق إلى تعليمات مفصلة يتم إرسالها إلى مسارات بيانات التوصيل SDN منخفضة المستوى الأساسية، وتقديم فكرة تجريدية لمسارات بيانات التوصيل SDN لتوفير منظر منطقي للشبكة. وستكون هناك أيضاً تفاعلات بين كيانات التحكم الخاصة بالتوصيل SDN إذا كانت في ميادين إدارية مختلفة.

وفي مستوي النقل، تقوم كيانات الشبكة بتنفيذ قدرات إعادة التسيير والمعالجة.

ويوفر مستوي الإدارة وظائف لإدارة الأعطال التقليدية، وإدارة التشكيلة، وإدارة المحاسبة، وإدارة الأداء وإدارة الأمن (FCAPS)، على النحو الموصوف في التوصية [ITU-T M.3400]. ويتفاعل مستوى الإدارة مع جميع المستويات الأفقية.

8 وصف السطوح البينية في نموذج التشوير

1.8 السطح البيني Sa

يمكِّن السطح البيني Sa كيانات التطبيق، على سبيل المثال، خدمات الشبكة المدركة للتوصيل SDN أو التطبيقات أو المستعملين الآخرين للتوصيل SDN من التفاعل مع كيانات التنسيق. قد يتم تشغيل البروتوكول HTTP (مثل السطح البيني RESTful web API) أو بروتوكولات أخرى عبر هذا السطح البيني. ويمكن تبادل المتطلبات الصريحة للتطبيقات وحالة الشبكة والإحصائيات والأحداث بين كيانات التطبيق وكيانات التنسيق عبر هذا السطح البيني.

2.8 السطح البيني Sn

يسمح السطح البيني Sn بالتفاعل بين كيانات التنسيق وكيانات التحكم SDN، مما يوفر إنشاء مشاهد مفصلة أو مجردة للشبكات للسماح لكيانات التنسيق بتشكيل/إدارة/التحكم في كيانات التحكم SDN من خلال التفاعل مع المشهد. ويقوم هذا السطح البيني بترجمة متطلبات التطبيقات ويفرض سلوكيات كيانات التنسيق. تشمل وظائف هذا السطح البيني ما يلي:

- اكتشاف الطوبولوجيا:

  يتبادل السطح البيني Sn مشهداً مجرداً لطوبولوجيا الشبكة وأوامر التحكم في التطبيق. وهو يتعلق بطوبولوجيا الشبكة واكتشاف حالة ميادين التحكم للمشهد المجرد لموارد الشبكة (على سبيل المثال، الطوبولوجيا المجردة، حالة الشبكة، الاستخدام) ومتطلبات التشوير المقابلة لها.

- توفير الخدمات:

  تنسق كيانات التنسيق عدة كيانات تحكم SDN لتمكين هذه الخدمات. ويمكن تقديم الخدمات أوتوماتياً أو يدوياً.

- القدرة على الصمود والاعتمادية:

  يوفر السطح البيني Sn نقلاً يتسم بالاعتمادية لرسائل التشوير المتعلقة بوظائف دعم مراقبة الأعطال وإدارة القدرة على الصمود عبر ميادين متعددة.

3.8 السطح البيني Sew

يسمح السطح البيني Sew لكيانات المراقبة SDN بالتفاعل، إما داخل نفس الميدان الإداري (داخل الميدان الواحد)، أو بين الميادين الإدارية (بين الميادين). ومن المستحسن أن يدعم ما يلي:

- أسلوب السحابة، وكذلك خدمات الشبكة والاتصالات، على سبيل المثال، الشبكة كخدمة والاتصالات كخدمة (CaaS) على النحو المحدد في التوصية [ITU-T Y.3500]. ويمكن تقديم الخدمات أوتوماتياً أو يدوياً. وينبغي لكيانات التحكم SDN أن تدعم إنشاء الخدمة والإصدار والاستعلام والاستعادة عبر السطح البيني Sew؛
- عنصر حساب المسير (PCE)، من أجل تصميم المسيرات التي تلبي عرض النطاق والكمون ومتطلبات جودة الخدمة الأخرى للخدمات، ولإنشاء مكونات حسابية خاصة والتعاون بين وحدات التحكم في ميادين SDN المختلفة عبر السطح البيني Sew. ويمكن حساب المسيرات المثلى بين الميادين باستخدام خدمات واحد أو أكثر العناصر PCE؛
- تشير قابلية التوسع إلى قدرة كيانات التحكم SDN على دعم الطلبات المتزايدة عن ذي قبل ودعم الخدمات المختلفة مع البنية التحتية القائمة للتوصيل SDN؛

- تشير القدرة على الصمود والاعتمادية إلى قدرة كيانات المراقبة على مواصلة العمليات في ظل ظروف الأعطال وقدرة كيانات المراقبة على استعادة عملياتها بسبب ظروف الأعطال.

عادة ما يكون السطح البيني Sew داخل نفس الميدان سطحاً بينياً لبائع واحد موجود داخل شبكة لشركة تشغيل واحدة. ونظراً لأنه لبائع واحد، فقد يحتوي هذا السطح البيني على عناصر خاصة بهذا البائع.

السطح البيني Sew هي سطح بيني بين الميادين بين وحدات التحكم داخل الشبكات SDN التي تعبر حدود الميادين. وتُحدد حدود الميادين من قبل شركات التشغيل ويمكن أن تشمل الحدود الإدارية داخل شبكة شركة التشغيل أو الحدود بين البائعين المختلفين داخل شبكة شركة التشغيل أو الحدود بين شركات التشغيل. وعادةً ما تكون المعلومات التي يتم تبادلها عبر السطح البيني Sew ما بين الميادين مقيدة أكثر من تلك التي يتم تبادلها عبر السطح البيني Sew داخل الميدان الواحد. وقد يحتوي السطح البيني Sew داخل الميدان الواحد على عناصر قائمة على الملكية، في حين أن السطح البيني Sew بين الميادين مقيّس للسماح بإمكانية التشغيل البيني بين البائعين المتعددين.

4.8 السطح البيني Ss

يسمح السطح البيني Ss بالتفاعل بين كيانات الشبكة وكيانات التحكم SDN. وقد يتم تشغيل البروتوكول OpenFlow والبروتوكول OF-Config عبر هذا السطح البيني. ويقود هذا السطح البيني التحكم المنخفض المستوى لأجهزة الشبكة الأساسية.

5.8 السطح البيني Sma

يسمح السطح البيني Sma بالتفاعل بين مستوى الإدارة وكيانات التطبيق. ومن خلال هذا السطح البيني، يمكن مراقبة أداء التطبيقات وضمان اتفاق مستوى الخدمة (SLA). ويقوم مستوى الإدارة أيضاً بإجراء التشكيلة الأولية عبر هذا السطح البيني.

6.8 السطح البيني Smo

يسمح السطح البيني Smo بالتفاعل بين مستوى الإدارة وكيانات التنسيق. ومن خلال هذا السطح البيني، يمكن توفير تشكيلة السياسات وتحديثات البرمجيات الخاصة بكيانات التنسيق.

7.8 السطح البيني Smc

يسمح السطح البيني Smc بالتفاعل بين مستوى الإدارة وكيانات التحكم SDN. ومن خلال هذا السطح البيني، يمكن توفير تشكيلة السياسات وتحديثات البرمجيات لكيانات التحكم. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً جمع حالة الشبكة من أجل التكييف المستمر للسياسات عبر هذا السطح البيني.

8.8 السطح البيني Smn

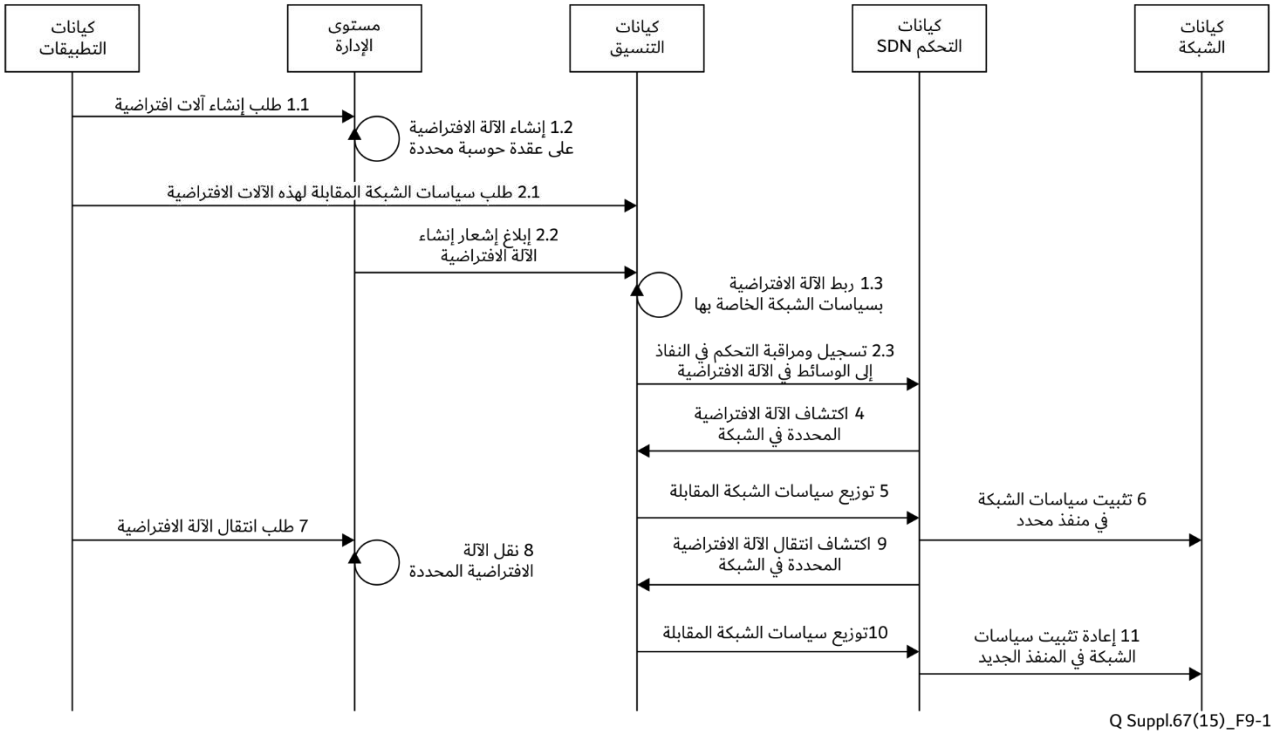
يسمح السطح البيني Smn بالتفاعل بين مستوى الإدارة وكيانات الشبكة. ويمكن، من خلال هذا السطح البيني، توفير الإعداد/التشكيل الأولي للجهاز وتحديث برمجيات كيانات الشبكة. ويمكن أيضاً تنفيذ مراقبة أداء الشبكة وتحديد الأعطال والتشغيل الموفر للطاقة عبر هذا السطح البيني.

9 إجراءات بروتوكول التشوير

1.9 إجراءات الانتقال المباشر للآلة الافتراضية

كما هو موضح في الفقرة 3.3.6، فإن الانتقال المباشر للآلة الافتراضية عبر عقد الحوسبة المختلفة، حتى مركز البيانات الموزع جغرافياً، يتطلب أن تكون سياسات الشبكة (مثل قائمة التحكم في النفاذ (ACL)، وجودة الخدمة، وما إلى ذلك) المرفقة بالآلة الافتراضية التي تم نقلها، على دراية بإجراء الانتقال وإعادة نشرها في المنفذ الجديد للآلة الافتراضية أوتوماتياً. وفي هذا السياق، يعمل مستوى الإدارة كمنصة إدارة للحوسبة السحابية، تكون مسؤولة عن التشكيلة والتحكم والنشر والإدارة لموارد الحوسبة والتخزين، وتتفاعل

مع كيانات التنسيق لتبادل إشعار انتقال الآلة الافتراضية. وتأخذ كيانات التنسيق دور انتقال الآلة الافتراضية في الاعتبار وتطلق سياسات الشبكة المحدثة على الكيانات SDN. ويوضح الشكل 9-1 تدفقات المعلومات التفصيلية على النحو التالي:



الشكل 9-1 – إجراءات الانتقال المباشر للآلة الافتراضية

1 تطلب كيانات التطبيقات إنشاء الآلة الافتراضية وسياسات الشبكة المقابلة من مستوى الإدارة وكيانات التطبيق عبر السطحين البينيين Sma وSa، على التوالي، طبقاً لطلبات الشاغلين؛

2 يقوم مستوى الإدارة، الذي يعمل كمنصة إدارة للحوسبة السحابية، بإرسال الأمر إلى عقدة حوسبة محددة ويبلغ كيانات التنسيق بإنشاء الآلة الافتراضية عبر السطح البيني Smo؛

ملاحظة – يقع تنفيذ الأوامر المستلمة من مستوى الإدارة على عقد الحوسبة، مثل إنشاء الآلة الافتراضية وانتقال الآلة الافتراضية، وما إلى ذلك، خارج نطاق هذه الإضافة.

3 تربط كيانات التنسيق الآلة الافتراضية بسياسات الشبكة الخاصة بها، وتأخذ علماً بهذا التقابل وتسجل التحكم في النفاذ إلى الوسائط في هذه الآلة الافتراضية على كيانات التحكم SDN وتراقب تغيرات حالتها؛

4 تكتشف كيانات التحكم SDN الآلة الافتراضية المحددة في شبكتها الخاضعة للتحكم وتقوم بإبلاغ كيانات التنسيق بها؛

5 تتحقق كيانات التنسيق من التقابل بين الآلة الافتراضية وسياسات الشبكة وتوزع سياسات الشبكة المرتبطة بالآلة الافتراضية المحددة على كيانات التحكم SDN؛

6 تقوم كيانات التحكم SDN بتثبيت سياسات الشبكة في المنفذ المقابل للآلة الافتراضية المحددة؛

7 تطلب كيانات التطبيقات انتقال الآلة الافتراضية؛

8 يرسل مستوى الإدارة الأمر إلى عقد الحوسبة الأصلية والمستهدفة، على التوالي؛

9 تكتشف كيانات التحكم SDN انتقال الآلة الافتراضية المحددة في شبكتها الخاضعة للتحكم وتبلغ كيانات التنسيق بذلك؛

10 تتحقق كيانات التنسيق من التقابل بين الآلة الافتراضية وسياسات الشبكة وتوزع سياسات الشبكة المرتبطة بالآلة الافتراضية المحددة على كيانات التحكم SDN؛

11 تعيد كيانات التحكم SDN تثبيت سياسات الشبكة في المنفذ المقابل للآلة الافتراضية المحددة وتزيل تلك الموجودة في المنفذ الأصلي.

التذييل I

السيناريوهات والمتطلبات المقابلة للسطح البيني Ss من أجل التمرير السلس

تأتي حركة أي شركة في الآونة الأخيرة من التطبيقات المتنقلة الأصلية. لقد حققنا تطورات مذهلة في الشبكات المتنقلة من حيث عدد الأجهزة المتنقلة والخدمات المقدمة. وعلاوة على ذلك، ستكون الزيادة في عدد الأجهزة المتنقلة هائلة مع ثورة إنترنت الأشياء (IoT)، بما في ذلك الحواسيب القابلة للارتداء والاتصالات من آلة إلى آلة (M2M).

أدرجت مؤسسة التوصيل الشبكي المفتوح (ONF) تحديات وفوائد التوصيل SDN للشبكات المتنقلة واللاسلكية [b-ONF]. والشبكة المتنقلة المعرفة بالبرمجيات (SDMN) هي نهج لتصميم الشبكات المتنقلة اللاسلكية حيث تتيح وحدة التحكم المركزية للتوصيل SDN مسير الحركة المرور وإدارة الموارد لشبكات النفاذ المتنقلة باستخدام السطوح البينية لبرمجة التطبيقات الدنيا والعليا. وتستخدم شبكات النفاذ المتنقلة تكنولوجيات النفاذ الراديوي التي لم تعد متجانسة أو سكونية.

وفي الشبكات SDMN، تعتمد معظم التطبيقات المتنقلة على وظائف التفاعل الخاصة بالراديو. ويتعامل التفاعل مع وظائف L1/L2 وبالتحديد التفاعل بين تكنولوجيات الشبكات RAN غير المتجانسة. ويطرح هذا التفاعل أيضاً تحديات جديدة في تخصيص الموارد الراديوية أو التمرير السلس. ويُستخدم نموذج SDN للتحكم في الشبكات RAN نظراً لأن وحدة التحكم المركزية يمكنها تبسيط إدارة الموارد الراديوية وتقليل تكاليف إدارة التنقلية.

في الشبكات SDMN، ستركز وحدة التحكم المركزية استخدام ذكاء الشبكة لتقليل التكاليف التشغيلية وتوفير التنقلية السلسة. وتسهل وحدة التحكم المركزية منطقياً التحكم في المستوى الأدنى لكيانات الشبكة الأساسية (NE). ويسمح السطح البيني Ss بالتفاعل بين كيانات الشبكة وكيانات التحكم SDN. وقد يتم تشغيل بروتوكول OpenFlow وبروتوكول OF config عبر هذا السطح البيني. وستُنشر التفاعلات لدعم إدارة التنقل، والتمرير السلس، وتخصيص الموارد الراديوية، وموازنة الحمل، وجدر الحماية كتطبيقات برمجية.

فيما يتعلق بالتفاعل لدعم التطبيقات المتنقلة، ينبغي أن تقدم هذه الإضافة سيناريوهات تشوير محددة أعلى وحدة التحكم في الشبكة. وتتعلق السيناريوهات بتخصيص الموارد الراديوية والتمرير السلس.

1.I الخدمة المستقلة عن الوسائط (MIS) للمعيار IEEE 802.21

يمكن تمييز الشبكة SDMN بفصل واضح بين مستويي التحكم والبيانات. وتعد الشبكة SDMN أبسط حل لتكامل الشبكات المتنقلة اللاسلكية المستقبلية حيث تحافظ الشبكات RAN المختلفة الموصولة عبر بوابات على استقلاليتها. ومن الممكن توقع أن وحدة التحكم المركزية منطقياً تمكن العقدة المتنقلة (MN) من مراقبة الوصلات وتخصيص الموارد وتمكين إدارة التنقلية للعقد MN.

يمكن أن يكون إطار التشوير للمعيار IEEE 802.21-2008 [b-IEEE 802.21] منصة مشتركة لدعم إدارة التنقلية في الشبكات غير المتجانسة. ويدعم إطار التشوير التمرير السلس في الشبكات RAN غير المتجانسة باستخدام السطح البيني Ss. وتساعد بعض العناصر الأولية والرسائل العقدة MN على مراقبة حالة الوصلة (على سبيل المثال، قوة الإشارة ومعدل البيانات)، وتساعد بعض العناصر الأولية والرسائل العقدة MN على التحكم في طبقات الوصلات (الطبقة المادية وطبقة وصلة البيانات) من أجل تمرير سلس في الشبكات RAN غير المتجانسة.

يمكن استخدام بعض العناصر الأولية والرسائل لنقل معلومات تشكيلة الشبكة لإدارة التمرير والتنقلية عبر مستوى تحكم منفصل بوضوح في الشبكات SDMN، وبالتالي يمكن استخدامها لتوفير تشكيلة سلسة للشبكة لتخصيص الموارد أثناء تحرك العقدة MN عبر الشبكات RAN. وبالتالي، فإن إطار التشوير الذي يستخدم السطح البيني Ss مناسب لتخصيص الموارد الراديوية وإدارة التنقلية في الشبكات SDMN التي تستخدم شبكات RAN غير متجانسة مختلفة من خلال فصل واضح بين مستويي التحكم والبيانات.

ويتيح إطار التشوير في الشبكات SDMN دعم بروتوكولات إدارة التنقلية وسطوحها البينية وخدماتها لتوفير أداء جيد للتمرير دون أي تعديل.

2.I إجراءات بروتوكول التشوير

يتم في هذه الفقرة إيلاء الاهتمام لتدفق التشوير لدعم التمرير السلس في تكنولوجيات النفاذ الراديوي غير المتجانسة. ومن أجل توضيح تدفق التشوير، نقدم المتطلبات رفيعة المستوى المطلوبة لدعم التمرير السلس.

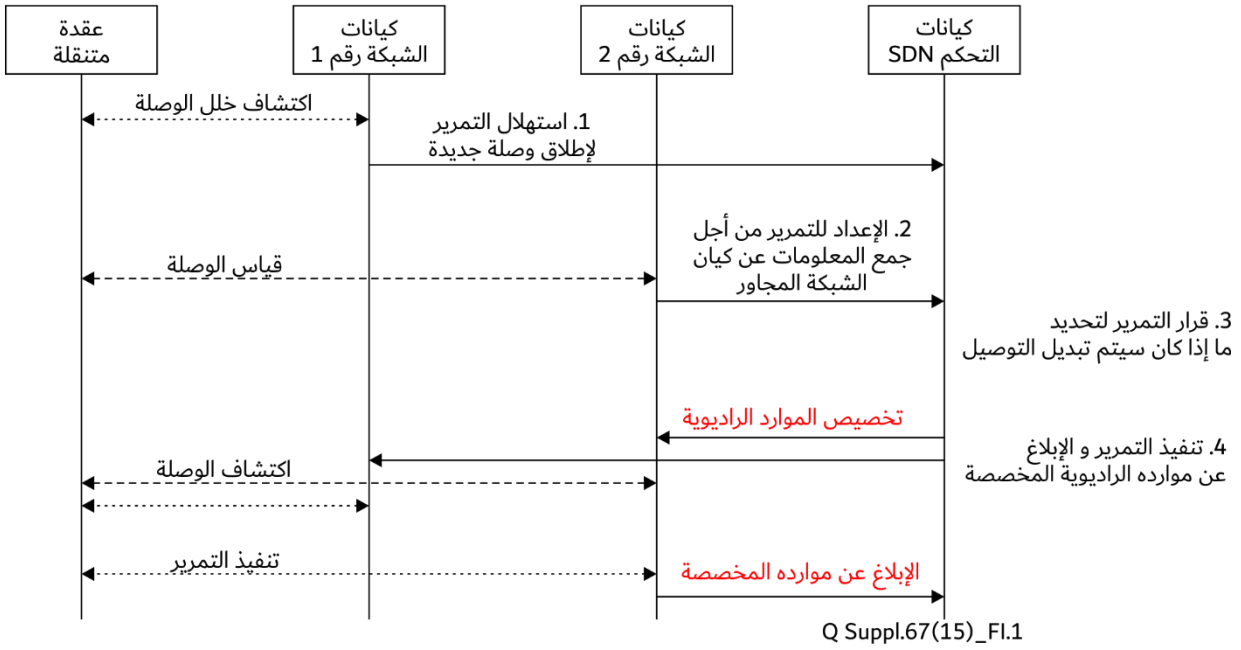
ويشير التمرير إلى القدرة على نقل مكالمة جارية أو دورة بيانات من كيان شبكة إلى كيان شبكة آخر، دون أي انقطاع للخدمات الجارية. ويتكون إجراء التمرير لتخصيص الموارد الراديوية من أربع مراحل، كما هو مبين في الشكل 1.I.

ففي المرحلة الأولى، يبدأ استهلال التمرير من اكتشاف خلل الوصلة حتى طلب إطلاق وصلة جديدة.

وفي المرحلة الثانية، يتكون الإعداد للتمرير من جميع خطوات قياسات الوصلة وجمع المعلومات عن الشبكات المجاورة، وتبادل المعلومات بشأن جودة الخدمة التي تقدمها هذه الشبكات.

وفي المرحلة الثالثة، يكون قرار التمرير هو الإجراء لتحديد ما إذا كان سيتم التبديل إلى شبكة جديدة بناءً على المعلمات التي تم جمعها في مرحلة استهلال التمرير. ويتم تحديد تخصيص الموارد الراديوية بواسطة كيان الشبكة أو كيان التحكم SDN، بناءً على حالة الوصلة الراديوية أو تخصيص الموارد الراديوية للشبكات RAN المجاورة.

وفي المرحلة الأخيرة، تُشكل الموارد الراديوية (مثل التردد والوقت وأسلوب السطح البيني والقدرة) بواسطة كيان الشبكة أو كيان التحكم SDN. وتستعد العقدة MN للتوصيل بالشبكة RAN بالموارد الراديوية المخصصة حديثاً كإجراء لتنفيذ التمرير. وبعد ذلك، يخطر كيان الشبكة عن موارده الراديوية المخصصة لكيان التحكم SDN وكيان الشبكة المجاور.



الشكل 1.I – إجراءات التمرير السلس في الشبكات SDMN

التذييل II

منهجية وضع هذه الإضافة

بالنظر إلى منهجية التقييس وتسلسل الدراسة التقليدي، ينبغي أن يستند نموذج التشوير بما في ذلك الكيانات الوظيفية وسطوحها البينية المتبادلة إلى المتطلبات الوظيفية المشتقة من حالات الاستعمال أو السيناريوهات المقابلة. لذلك، لا بد من وضع هذه الإضافة بالخطوات التالية:

الخطوة 1: سيناريوهات التشوير ومتطلباتها الوظيفية المشتقة (الفقرة 6)؛

الخطوة 2: نماذج التشوير مع الكيانات الوظيفية وتفاعلاتها المتبادلة، والتي تستند إلى المتطلبات الوظيفية المشتقة في الخطوة 1 (الفقرتان 7 و8)؛

الخطوة 3: إجراءات بروتوكول التشوير لسيناريوهات التشوير النمطية (الفقرة 9).

وكنموذج جديد، يركز التوصيل SDN بشكل أساسي على فصل التحكم عن إعادة التسيير. وهو يتألف من سلسلة من التكنولوجيات الحالية والناشئة ويمكن استخدامه في العديد من السيناريوهات المختلفة، مثل الحوسبة السحابية، ومراكز البيانات، وشبكة النقل IP للمشغلين، وشبكة النفاذ العريض النطاق، والشبكة اللاسلكية، وأمن الشبكة، وما إلى ذلك. ولكل سيناريو مطبق فيه التوصيل SDN حل مخصص ومتطلبات وظيفية مختلفة. لذلك، خصصت الكيانات الوظيفية ونقاطها المرجعية في الإطار رفيع المستوى للتوصيل SDN أوصافاً ومتطلبات في سيناريوهات مختلفة، على التوالي.

بيبليوغرافيا

[b-ETSI NFV ISG] ETSI NFV ISG, *Network Functions Virtualization*, http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/NFV.

[b-IEEE 802.21] IEEE 802.21 (2008), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Independent Handover Services.*

[b-ONF] Open Networking Foundation, *OpenFlow/Software-Defined Networking (SDN)*, https://www.opennetworking.org/.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	**التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما**
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2021