الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.9971

(2010/07)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – شبكات المباني

متطلبات وظائف النقل في الشبكات المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

التوصية ITU-T G.9971

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199-G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299-G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399-G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449-G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499-G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699-G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799-G.700
الشبكات الرقمية	G.899-G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999-G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستخدم	G.1999-G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999-G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999-G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999-G.8000
شبكات النفاذ	G.9999-G.9000
الشبكات داخل المنشآت	**G.9999-G.9950**

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

التوصية ITU-T G.9971

متطلبات وظائف النقل في الشبكات المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

ملخص

توصِّف التوصية ITU-T G.9971 المتطلبات الوظيفية لوظائف النقل في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت المرتبطة بشبكة النفاذ السلكي القائمة على المعمارية العامة الموصوفة في التوصية ITU-T G.9970: "المعمارية العامة للنقل في الشبكة المنزلية". وتوضح هذه التوصية أولاً موضع الشبكة المنزلية في شبكات النقل من طرف إلى طرف، وكذلك المعمارية الوظيفية للشبكة المنزلية، ثم تقدم المتطلبات الوظيفية لقدرات النقل لبعض المكونات الرئيسية في الشبكة المنزلية، مثل بوابة النفاذ (AGW) ومطراف بروتوكول الإنترنت (IP)، وغيرها. وعلاوة على ذلك، فإنها تذكر بعض المتطلبات الوظيفية الأخرى، مثل مراقبة جودة الخدمة والإدارة والأمن، بحيث يمكن للمشغلين تقديم خدماتهم بطريقة موثوقة وصولاً إلى مطراف بروتوكول الإنترنت.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T G.79971	2010-07-29	15

مصطلحات أساسية

بوابة النفاذ، تحكُّم، إثرنت، الشبكة المنزلية، IP، إدارة، NT، ONT، ONU، الأمن.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة 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 شبكة منطقة واسعة 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 "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" 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 موضع 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 2017

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 التعاريف 2
4 المختصرات والأسماء المختصرة 2
5 الاصطلاحات 3
6 موضع الشبكة المنزلية في الشبكات من طرف إلى طرف 3
7 التشكيلات النمطية للشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت 4
8 المعمارية الوظيفية للشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت 5
9 تشكيلة شبكة بروتوكول الإنترنت وتخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت 8
10 مراقبة جودة الخدمة 11
1.10 نوعان من خدمات جودة الخدمة المضمونة 12
2.10 ثلاثة أنماط من أجهزة مراقبة جودة الخدمة 12
3.10 مراقبة جودة الخدمة في الشبكة المنزلية لكل خدمة من خدمات جودة الخدمة 13
4.10 معلمات مراقبة جودة الخدمة 14
5.10 المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة 15
6.10 المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة في كل جهاز لنمط الخدمة 2 و3 من جودة الخدمة 16
7.10 متطلبات مراقبة جودة الخدمة في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة 18
11 إدارة الشبكة المنزلية 20
1.11 معمارية إدارة الشبكة المنزلية 20
2.11 متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير بعيد ووكيل بعيد (RM-RA) 22
3.11 متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير محلي ووكيل محلي (LM-LA) 23
12 إدارة الأمن 24
التذييل I – العلاقة بين معايير الشبكة المنزلية 25
بيبليوغرافيا 27

التوصية ITU-T G.9971

متطلبات وظائف النقل في الشبكات المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

1 مجال التطبيق

توصِّف هذه التوصية المتطلبات الوظيفية لوظائف النقل في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت المرتبطة بشبكة النفاذ السلكي القائمة على المعمارية العامة الموصوفة في التوصية [ITU-T G.9970]: "المعمارية العامة للنقل في الشبكة المنزلية". ومع ازدياد شعبية خدمات النطاق العريض مثل FTTH وVDSL وDOCSIS 3.0، تغطي هذه التوصية حالات الشبكات المنزلية التي توصَل بشبكات نفاذ سلكية كهذه. والخدمات على هذه الشبكة المنزلية هي خدمات ثلاثية، مثل خدمات الاتصالات الصوتية والفيديو ونقل البيانات. بيد أن إدماج التقارب بين الاتصالات الثابتة والمتنقلة (FMC) باستخدام محطة قاعدة في المنزل يحتاج لمزيد من الدراسة. وبمجرد توصيل الشبكة المنزلية بشبكة النفاذ، تلزم آليات تسمح لمشغل الشبكة بإدارة الأعطال والأداء وقدرة النقل والعنونة والأمن للشبكة المنزلية. وفي كثير من الحالات، تكون هذه الآليات هي نفسها المستخدمة لإدارة شبكة النفاذ؛ علماً بأن طرفية NT/ONT التي توصل شبكة نفاذ بمقصد نهائي تُدرس أيضاً في هذه التوصية من مقصد نظر إدارة الشبكة المنزلية. ولا يشمل مجال تطبيق هذه التوصية الأجهزة الموصولة مباشرة بطرفية NT/ONT دون بوابة نفاذ. وعلاوة على ذلك، لا يشمل مجال التطبيق إلا الحالة التي تقدَّم فيها خدمة التحكم في النفاذ إلى وسائط الإثرنت (التي قد تقدَّم عبر مجموعة متنوعة من الطبقات المادية) في جانب شبكة منطقة واسعة من طرفية NT/ONT.

وفي حين توصِّف التوصيات [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961] و[ITU-T G.9972] الطبقة المادية، مثل المرسل–المستقبل، والتقابل بين بروتوكولات الطبقة المادية والطبقة 2، تدرس هذه التوصية موضوع التكنولوجيات التي تقيم صلة الوصل بين بروتوكول الإنترنت والإثرنت، ولا تتداخل مع مجال تطبيق تلك التوصيات.

وتوضح هذه التوصية أولاً موضع الشبكة المنزلية في شبكات النقل من طرف إلى طرف، وكذلك المعمارية الوظيفية للشبكة المنزلية، ثم تقدم المتطلبات الوظيفية لقدرات النقل لبعض المكونات الرئيسية في الشبكة المنزلية، مثل بوابة النفاذ (AGW) ومطراف بروتوكول الإنترنت (IP)، غيرها. وعلاوة على ذلك، فإنها تذكر بعض المتطلبات الوظيفية الأخرى، مثل مراقبة جودة الخدمة والإدارة والأمن، بحيث يمكن للمشغلين تقديم خدماتهم بطريقة موثوقة وصولاً إلى مطراف بروتوكول الإنترنت.

2 المراجع

يشتمل ما يلي من توصيات قطاع تقييس الاتصالات والمراجع الأخرى على أحكام تشكّل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً في هذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها صالحة وقت نشر هذه التوصية. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة يرجى من جميع المستخدمين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات سارية الصلاحية. والإشارة إلى أي وثيقة داخل هذه التوصية لا يعطي هذه الوثيقة في حد ذاتها وضع التوصية.

[ITU-T G.9960] التوصية ITU-T G.9960 (2009)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة والمستخدمة في الشبكات المنزلية – الأساس*.

[ITU-T G.9961] التوصية ITU-T G.9961 (2010)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة والمستخدمة في الشبكات المنزلية – طبقة وصلة البيانات*.

[ITU-T G.9970] التوصية ITU-T G.9970 (2009)، *المعمارية العامة لنقل الشبكة المنزلية*.

[ITU-T G.9972] التوصية ITU-T G.9972 (2010)، *آلية التعايش للمرسلات المستقبلات السلكية في الشبكات المنزلية*.

[ITU-T H.622] التوصية ITU-T H.622 (2008)، *معمارية عامة للشبكة المنزلية مع دعم لخدمات الوسائط المتعددة*.

[ITU-T I.371] التوصية ITU-T I.371 (2004)، *التحكم في الحركة والتحكم في الازدحام في الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات العريضة النطاق (B(ISDN.*

[ITU-T Y.1541] التوصية ITU-T Y.1541 (2006)، *أهداف أداء الشبكات للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت.*

[ITU-T Y.1563] التوصية ITU-T Y.1563 (2009)، *نقل إطار الإثرنت وأداء التيسر.*

[ITU-T Y.2001] التوصية ITU-T Y.2001 (2004)، *نظرة عامة على شبكات الجيل التالي.*

[BBF TR-069] Broadband Forum TR-069 (2007), *CPE WAN Management Protocol v1.1, including its Amendment 2.*

[MEF 10.2] Technical Specification MEF 10.2 (2009*), Ethernet Service Attributes Phase 2.0*.

3 التعاريف

فيما يلي المصطلحات التي تعرفها هذه التوصية:

1.3 بوابة النفاذ (AGW): تربط بوابة النفاذ شبكة النفاذ بالشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت ويعالج رزم البروتوكول المتعلقة ببروتوكول الإنترنت لهذه الشبكات. وتقدم بوابة النفاذ خدمات بروتوكول الإنترنت و/أو الإثرنت إلى جانب الشبكة المنزلية. وتعريفه في هذه التوصية يساوي تعريف جهاز بوابة الإنترنت (IGD)/البوابة السكنية (RG) في منتدى النطاق العريض أو البوابة المنزلية في المرجع HGI؛ علماً بأنه يختلف عن المصطلحات المستخدمة في التوصية [b-ITU-T Y.2091]: حيث "بوابة النفاذ" تعني مسيِّر الحافة، في حين أن "البوابة السكنية" تعني المكيِّف الطرفي.

2.3 طرفية الشبكة/طرفية الشبكة البصرية (NT/ONT): توصل طرفيةُ الشبكة/طرفية الشبكة البصرية شبكةَ النفاذ البصرية بمقصد ثم تقدم عموماً خدمات الطبقة 2 إلى جانب الشبكة المنزلية.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

AGW بوابة النفاذ *(Access Gateway)*

FMC التقارب بين الاتصالات الثابتة والمتنقلة *(Fixed Mobile Convergence)*

FTTH تمديد الألياف البصرية إلى المنازل *(Fibre to The Home)*

ICMP بروتوكول رسالة التحكم في الإنترنت *(Internet Control Message Protocol)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

IPCP بروتوكول التحكم في بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol Control Protocol)*

IPV6CP بروتوكول التحكم في الإصدار السادس من بروتوكول الإنترنت *(IPv6 Control Protocol)*

LA وكيل محلي *(Local Agent)*

LLDP بروتوكول اكتشاف طبقة الوصلة *(Link Layer Discovery Protocol)*

LM مدير محلي *(Local Manager)*

L2F إعادة تسيير الطبقة 2 *(Layer 2 Forwarding)*

L3F إعادة تسيير الطبقة 3 *(Layer 3 Forwarding)*

L1T طرفية الطبقة 1 *(Layer 1 Termination)*

L2T طرفية الطبقة 2 *(Layer 2 Termination)*

L2TP بروتوكول النفق عبر الطبقة 2 *(Layer 2 Tunneling Protocol)*

L3T طرفية الطبقة 3 *(Layer 3 Termination)*

MAC التحكم في النفاذ إلى الوسائط *(Media Access Control)*

NAPT ترجمة عنوان ومنفذ الشبكة *(Network Address and Port Translation)*

NAT ترجمة عنوان الشبكة *(Network Address Translation)*

NAT-PT ترجمة بروتوكول NAT *(NAT-Protocol Translation)*

NGN شبكات الجيل التالي *(Next Generation Networks)*

NSP مقدم خدمة الشبكة *(Network Service Provider)*

NT طرفية الشبكة *(Network Termination)*

ONT طرفية الشبكة البصرية *(Optical Network Termination)*

PD توكيل البادئة *(Prefix Delegation)*

PPP بروتوكول من نقطة إلى نقطة *(Point-to-Point Protocol)*

QoS جودة الخدمة *(Quality of Service)*

RA وكيل بعيد *(Remote Agent)*

RM مدير بعيد *(Remote Manager)*

RMS مخدِّم الإدارة البعيد *(Remote Management Server)*

RSVP بروتوكول حجز الموارد *(Resource Reservation Protocol)*

SIP بروتوكول استهلال الدورة *(Session Initiation Protocol)*

SLAAC التشكيلة التلقائية لعنوان عديم الحالة *(StateLess Address AutoConfiguration)*

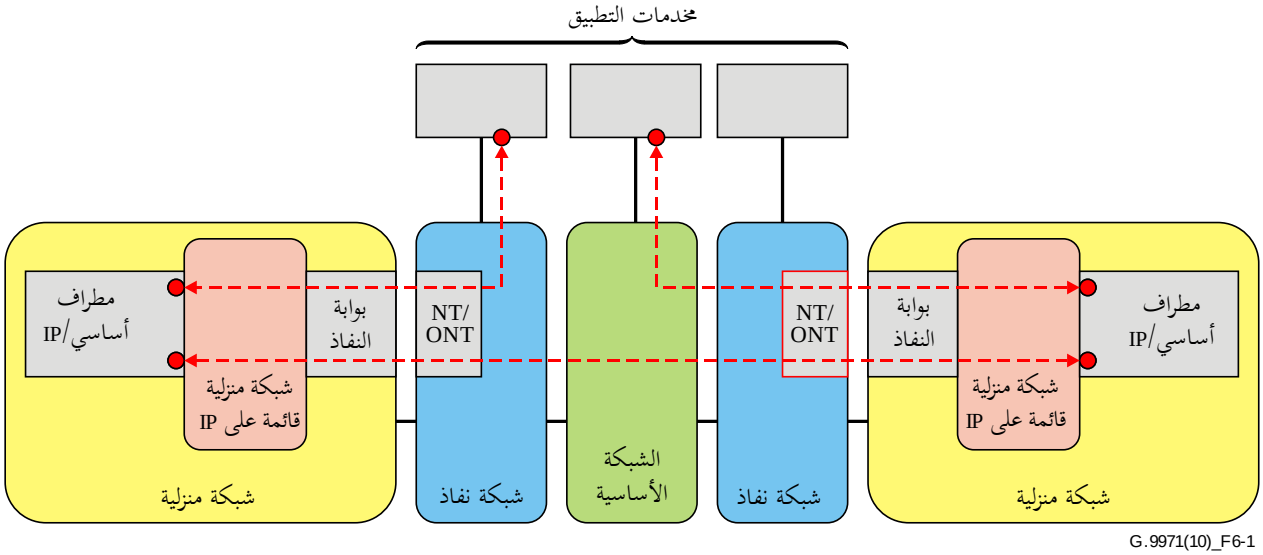
5 الاصطلاحات

شبكة محلية (LAN): تمثل جانب الشبكة المنزلية من بوابة النفاذ.

شبكة منطقة واسعة (WAN): تمثل جانب شبكة النفاذ من بوابة النفاذ.

6 موضع الشبكة المنزلية في الشبكات من طرف إلى طرف

تصف هذا الفقرة الشبكة المنزلية المدارة في سياق شبكات النقل من طرف إلى طرف على النحو المبين في الشكل 6-1. وتتألف الشبكة من طرف إلى طرف من الشبكة المنزلية وبوابة النفاذ وشبكات النفاذ والشبكة الأساسية وبعض مخدمات التطبيقات.

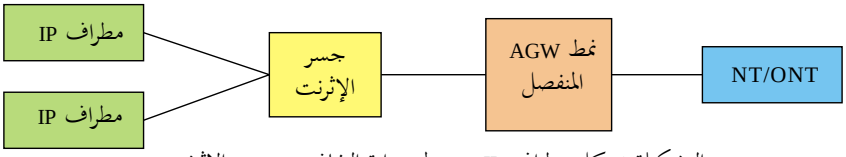


الشكل 6-1 – الشبكة المنزلية المهيأة للإدارة في شبكات من طرف إلى طرف

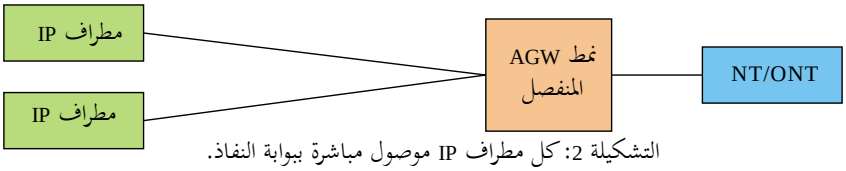
المطراف الأساسي هو النقطة الطرفية التي تسيَّر إليها الخدمة من مقدم خدمة الشبكة، وفقاً للتوصية [ITU-T H.622]. وهذا يعني أن الخدمات من طرف إلى طرف تقدَّم بين مطرافين أساسيين أو بين كل مخدِّم تطبيق وكل مطراف أساسي. ويوصل بوابة النفاذ الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت مع شبكة النفاذ التي تسيرَّ إلى مقصدها النهائي بواسطة NT/ONT. وعلاوة على ذلك، يُرفق المطراف الأساسي المعرَّف في طبقة التطبيق عادة بالشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت، وفي هذه الحالة يطلق على المطراف الأساسي مطراف بروتوكول الإنترنت في طبقة النقل، وفقاً للتوصية [ITU-T G.9970]. ولذلك، يمكن لمقدمي خدمة الشبكة إدارة مطراف بروتوكول الإنترنت، والشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت، وبوابة النفاذ، وشبكات النفاذ بما فيها NT/ONT، والشبكة الأساسية وشبكات التحكم ذات الصلة. ولتحقيق ذلك، توصِّف هذه التوصية الوظائف المطلوبة في كل جهاز داخل الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت مثل مطراف بروتوكول الإنترنت وجسر الإثرنت وبوابة النفاذ وكذلك NT/ONT. ومتطلبات هذه التوصية أكثر تفصيلاً منها في التوصية [ITU-T G.9970]؛ علماً بأن الحالة التي يوصَل فيها مطراف بروتوكول الإنترنت مباشرة بطرفية NT/ONT دون بوابة النفاذ تقع خارج مجال تطبيق هذه التوصية. وعلاوة على ذلك، لا ترد في هذه التوصية إلا الحالة التي يُستخدم فيها التحكم في النفاذ إلى وسائط الإثرنت في جانب شبكة المنطقة الواسعة من طرفية NT/ONT.

7 التشكيلات النمطية للشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

تصف هذا الفقرة تشكيلات الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت التي ستُدرس في هذه التوصية. ويبين الشكل 7-1 نوعين من تشكيلة الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت. وتظهر التشكيلة 1 أن جسر إثرنت واحد إما يجمِّع الحركة من عدة مطاريف بروتوكول إنترنت إلى بوابة النفاذ أو يجسِّر الحركة بين مطرافي بروتوكول الإنترنت؛ علماً بأن جسور إثرنت متعددة يمكن وضعها على التشلسل بين مطراف بروتوكول الإنترنت وبوابة النفاذ. ومن ناحية أخرى، تظهر التشكيلة 2 أن كل مطراف بروتوكول إنترنت موصول مباشرة ببوابة النفاذ. وعلى الرغم من أن هذا الشكل يبين نمط بوابة النفاذ المنفصل، فإن هذه التوصية تدرس أيضاً نمط بوابة النفاذ التجميعي الذي يجمع بين NT/ONT.



التشكيلة 1: كل مطراف IP موصول ببوابة النفاذ عبر جسر الإثرنت.



التشكيلة 2: كل مطراف IP موصول مباشرة ببوابة النفاذ.

G.9971(10)_F 7-1

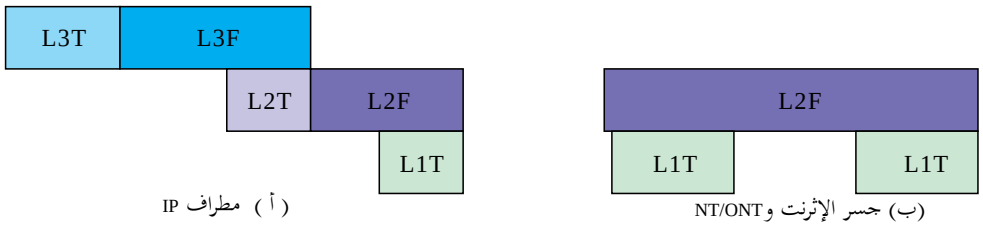
الشكل 7-1 – التشكيلات النمطية للشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

8 المعمارية الوظيفية للشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت

يمكن تعريف الأجهزة الرئيسية باستخدام المكونات الوظيفية التالية:

- طرفية الطبقة 1 (L1T): وظائف طرفية الطبقة المادية، كالطبقة المادية (PHY) للإثرنت.
- طرفية الطبقة 2 (L2T): وظائف طرفية منفذ إثرنت، مثل تخصيص عنوان التحكم في النفاذ إلى الوسائط.
- إعادة تسيير الطبقة 2 (L2F): وظائف تجسير الإثرنت باستخدام جدول إعادة تسيير التحكم في النفاذ إلى الوسائط وكذلك معالجة جودة الخدمة في الطبقة 2 (L2)، مثل تقابل جودة الخدمة L2/L2، الذي سيناقش في الفقرة 10؛ علماً بأن إعادة تسيير الطبقة 2 في جسر الإثرنت يحتوي أيضاً على وظيفة تقابل L2/L2 بين الإثرنت واللاسلكي داخل الشبكة المحلية، على سبيل المثال.
- طرفية الطبقة 3 (L3T): وظائف طرفية لمنفذ بروتوكول الإنترنت مثل تخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت (IP).
- إعادة تسيير الطبقة 3 (L3F): وظائف تسيير بروتوكول الإنترنت باستخدام جدول تسيير بروتوكول الإنترنت وكذلك معالجة جودة الخدمة في الطبقة 3، مثل تقابلي جودة الخدمة L3/L3 وL3/L2، اللذين سيناقَشان في الفقرة 10.

وباستخدام هذه المكونات الوظيفية، يمكن أن يتكون مطراف بروتوكول الإنترنت من L1T وL2F وL2T وL3F وL3T، على النحو المبين في الشكل 8-1 (أ). ومن ناحية أخرى، يمكن أن يتكون جسر الإثرنت وطرفية NT/ONT من L1T وL2F، على النحو المبين في الشكل 8-1 (ب).



G.9971(10)_F8-1

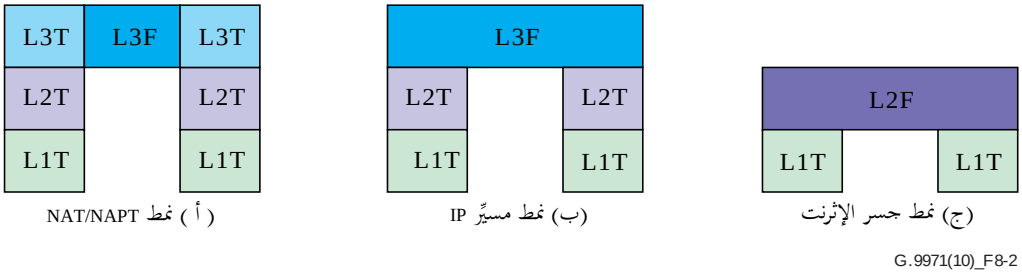
الشكل 8-1 – المكونات الوظيفية لمطراف بروتوكول الإنترنت، وجسر إثرنت وطرفية NT/ONT

ينطوي إظهار وظائف طبقة النقل لبوابة النفاذ في شكل واحد على قدر من التعقيد، لأن هناك أنماط مختلفة من بوابات النفاذ. وعلى النحو المبين في الشكل 8–2، هناك ثلاثة أنماط أساسية من نمط بوابة النفاذ المنفصل الذي لا يجمع بين NT/ONT.

أ) نمط NAT/NAPT: يغيَّر عنوان بروتوكول الإنترنت لرزمة بروتوكول الإنترنت في المصدر أو المقصد بعد إعادة تسييرها في بوابة النفاذ وفق NAT/NAPT؛ علماً بأن عنوان التحكم في النفاذ إلى الوسائط في الطبقة 2 يسيَّر إلى مقصده النهائي في كل منفذ.

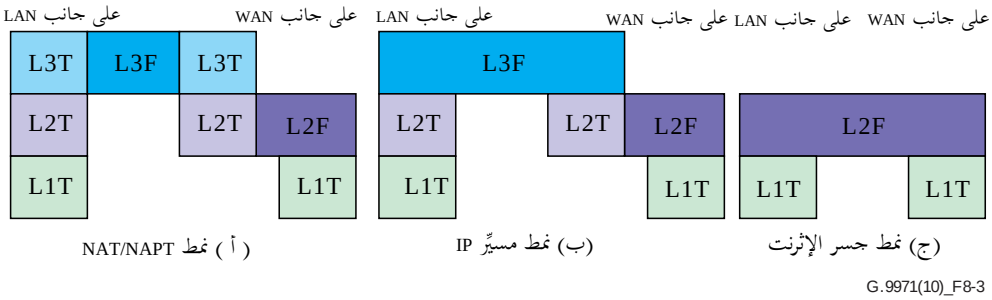
ب) نمط مسيِّر بروتوكول الإنترنت: يكتفى بإعادة تسيير رزمة بروتوكول الإنترنت في بوابة النفاذ دون تغيير عناوين بروتوكول الإنترنت في المصدر والمقصد؛ علماً بأن عنوان التحكم في النفاذ إلى الوسائط في الطبقة 2 يسيَّر إلى مقصده النهائي في كل منفذ.

ج) نمط جسر الإثرنت: يكتفى بإعادة تسيير رزمة إثرنت في بوابة النفاذ دون تغيير عناوين التحكم في النفاذ إلى الوسائط في المصدر والمقصد.



الشكل 8-2 – المكونات الوظيفية لنمط بوابة النفاذ المنفصل

من ناحية أخرى، يبين الشكل 8-3 ثلاثة أنماط من النمط التجميعي لبوابة النفاذ الذي يجمع بين NT/ONT. ويقابل كل نمط في الشكل 8-3 نظيره في الشكل 8-2. فعلى سبيل المثال، يبين الشكل 8-3 (ب) أن رزمة بروتوكول الإنترنت (IP) المستقبَلة في جانب شبكة منطقة واسعة من طرفية NT/ONT يعاد تسييرها في الطبقة 2 ثم يعاد تسييرها في الطبقة 3 إلى جانب الشبكة المحلية من بوابة النفاذ. وعلاوة على ذلك، يبين الشكل 8-3 (ج)، الجمع بين بوابة النفاذ من نمط جسر الإثرنت مع NT/ONT، حيث تتدفق رزم بروتوكول الإنترنت مباشرة من شبكة منطقة واسعة إلى شبكة محلية أو من شبكة محلية إلى شبكة منطقة واسعة. وعلى الرغم من أن هذه الحالة لا تشبه إلا حالة NT/ONT دون بوابة النفاذ، تلزم وظيفة أمنية ما لبوابة النفاذ في الحالة (ج) بالشكل 8-3.



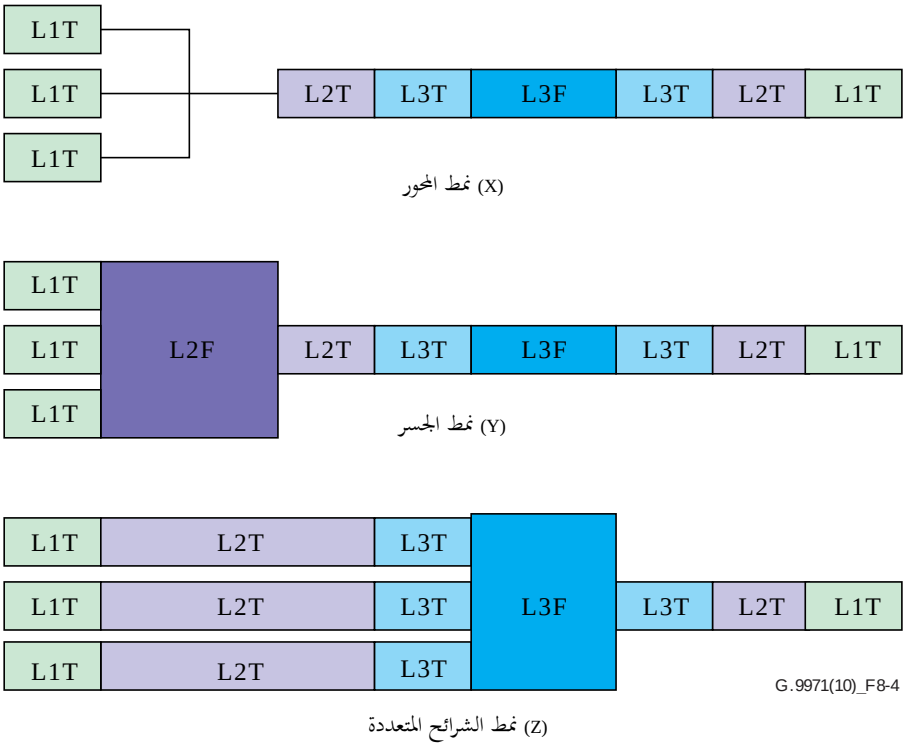
الشكل 8-3 – المكونات الوظيفية لنمط بوابة النفاذ التجميعي

على النقيض من ميزات جانب شبكة منطقة واسعة من بوابة النفاذ أعلاه، يمكن تحديد ثلاثة أنماط من المنافذ المادية لبوابة النفاذ على جانب الشبكة المحلية، على النحو المبين في الشكل 8-4. وعلى الرغم من أن الشكل 8-4 يصور تشكيلة منافذ على جانب الشبكة المحلية لبوابة النفاذ من نمط منفصل في طرفية NAT/NAPT، فإنها تطبَّق أيضاً على نمط بوابة النفاذ التجميعي المقابل لها وكذلك على النمط المنفصل/التجميعي من بوابات النفاذ في مسيِّر بروتوكول الإنترنت. وفي كل نمط، تمكن إعادة تسيير رزمة بروتوكول الإنترنت من كل منفذ على جانب الشبكة المحلية إلى المنفذ على جانب شبكة منطقة واسعة في الطبقة 3. ولكن يمكن تمييز الفروق التالية في كل نمط؛ علماً بأن كل نمط يفترض كمثال أن لبوابة النفاذ ثلاثة منافذ على جانب الشبكة المحلية.

(X) نمط المحور: بما أن المنافذ على جانب الشبكة المحلية موصولة مادياً فيما بينها، تُرسَل رزمة إثرنت من كل منفذ على جانب الشبكة المحلية إلى جميع المنافذ على جانب الشبكة المحلية.

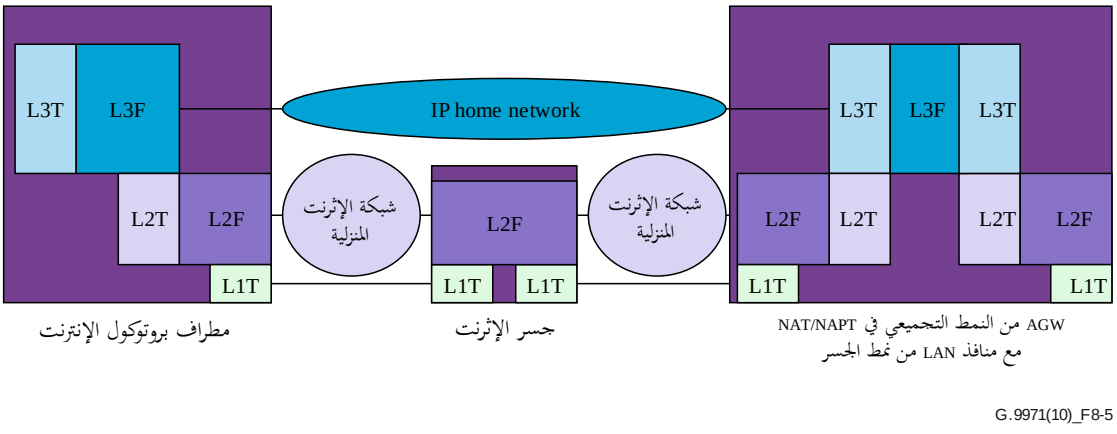
(Y) نمط الجسر: بما أن المنافذ على جانب الشبكة المحلية موصولة فيما بينها من خلال إعادة تسيير الطبقة 2 (L2F)، تُنقل رزمة إثرنت من كل منفذ على جانب الشبكة المحلية إلى المنفذ المستهدف على جانب الشبكة المحلية استناداً إلى جدول تسيير التحكم في النفاذ إلى الوسائط الخاص به.

(Z) نمط الشرائح المتعددة: بما أن المنافذ على جانب الشبكة المحلية موصولة فيما بينها من خلال إعادة تسيير الطبقة 3 (L3F)، تسيَّر رزمة بروتوكول الإنترنت من كل منفذ على جانب الشبكة المحلية إلى المنفذ المستهدف على جانب الشبكة المحلية استناداً إلى جدول تسيير بروتوكول الإنترنت الخاص به.



الشكل 8-4 – المنافذ المادية على جانب الشبكة المحلية لبوابة النفاذ من نمط منفصل في طرفية NAT/NAPT

ومن أجل المساعدة على الفهم، يعرض الشكل 8-5 ثلاثة أجهزة رئيسية، مثل مطراف بروتوكول الإنترنت وجسر الإثرنت، وبوابة النفاذ من النمط التجميعي في طرفية NAT/NAPT مع منافذ شبكة محلية من نمط الجسر، وكذلك علاقتها الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت وشبكة الإثرنت المنزلية.



الشكل 8-5 – مثال على المعمارية الوظيفية للشبكة المنزلية

للتلخيص، يمكن تحديد المتطلبات الوظيفية التالية من طبقة النقل للأجهزة الرئيسية في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت مثل مطراف بروتوكول الإنترنت وجسر الإثرنت وبوابة النفاذ وطرفية NT/ONT.

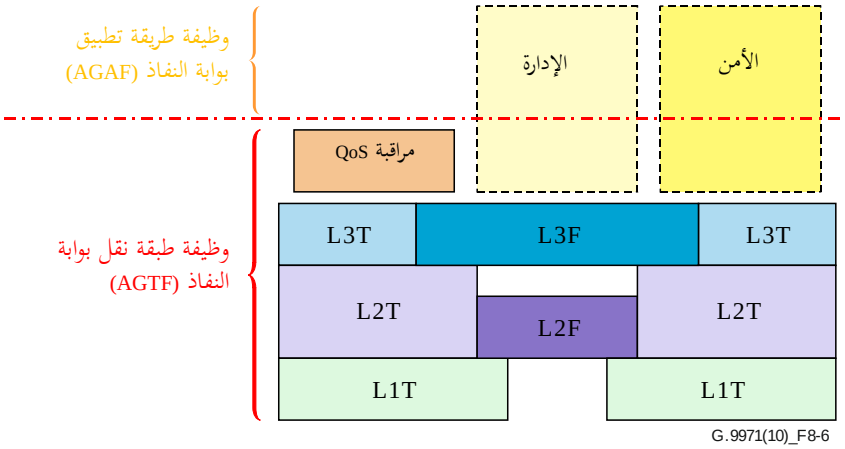
R8-1: يتطلب مطراف بروتوكول الإنترنت وظائف طبقة النقل 1 و2 و3، على النحو المبين في الشكل 8-1 (أ).

R8-2: يتطلب جسر الإثرنت وطرفية NT/ONT وظائف طبقة النقل 1 و2، على النحو المبين في الشكل 8-1 (ب).

R8-3: يتطلب نمط بوابة النفاذ المنفصل، وهو أحد الأنماط الثلاثة المبينة في الشكل 8-2، وظائف طبقة النقل المقابلة.

R8-4: يتطلب نمط بوابة النفاذ التجميعي، وهو أحد الأنماط الثلاثة المبينة في الشكل 8-3، وظائف طبقة النقل المقابلة.

R8-5: يمكن أن يكون للنمط المنفصل/التجميعي من بوابات النفاذ وظائف طبقة النقل المبينة في الشكل 8-4 على جانب الشبكة المحلية.



الشكل 8-6 – المعمارية الوظيفية لنمط بوابة النفاذ المنفصل

وبالإضافة إلى وظائف طبقة النقل 1 و2 و3 الموصوفة أعلاه، هناك حاجة أيضا إلى بعض الوظائف المرتبطة بها، مثل مراقبة جودة الخدمة والإدارة والأمن. ويوضَّح ذلك في الشكل 8-6 الذي يبين نمط بوابة النفاذ المنفصل كمثال. علماً بأن هذه التوصية تركز على طبقة النقل 2 و3، ولذلك فإن نطاق وظائف مراقبة جودة الخدمة لا يشمل إلا الطبقة 2 و3. وعلاوة على ذلك، لا تتناول هذه التوصية إلا جوانب الطبقة 2 و3 بالنسبة إلى وظائف الإدارة والأمن، على الرغم من أن هذه الوظائف تتعلق بطبقة النقل 1 و2 و3 فضلاً عن الوظائف فوق الطبقة 4. وبناء عليه، يمكن تحديد المتطلبات التالية.

R8-6: تتطلب الطبقة 2 و3 من كل جهاز مرتبط بالشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت، مثل مطراف بروتوكول الإنترنت وجسر الإثرنت وبوابة النفاذ وطرفية NT/ONT، مراقبة جودة الخدمة والإدارة والأمن عند الحاجة. ويبين الشكل 8-6 ذلك لنمط بوابة النفاذ المنفصل كمثال.

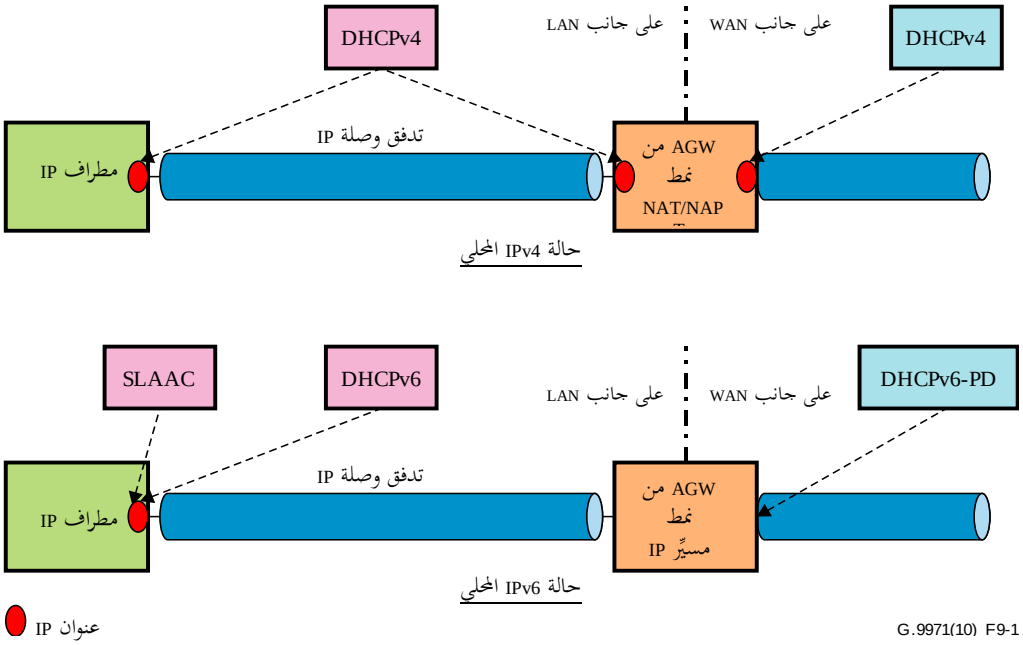
وقبل مناقشة هذه القضايا الثلاث، من الأفضل توضيح تشكيلة شبكة بروتوكول الإنترنت في النفاذ والشبكة المنزلية. وتصف الفقرة 9 تشكيلة بروتوكول الإنترنت وتخصيصها في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت، مع مراعاة الخدمات الممكنة. وبناء على ذلك، تناقش الفقرة 10 مراقبة جودة الخدمة لكل جهاز رئيسي، مثل مطراف بروتوكول الإنترنت، وجسر الإثرنت، وبوابة النفاذ، وطرفية NT/ONT. وبنفس الطريقة، تناقش الفقرة 11 الإدارة عن بعد والإدارة المحلية، بينما تناقش الفقرة 12 الجانب الأمني.

9 تشكيلة شبكة بروتوكول الإنترنت وتخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت

تصف هذا الفقرة تشكيلة شبكة بروتوكول الإنترنت وكذلك كيفية تخصيص عناوين بروتوكول الإنترنت لكل تشكيلة شبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت. ويمكن تصنيف تشكيلة شبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت على أساس كيفية إقامة توصيل بروتوكول الإنترنت في شبكة النفاذ والشبكة المنزلية من جانب المستخدم النهائي أو مقدم خدمة الشبكة؛ علماً بأن هذه الفقرة تكتفي بوصف تخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت اللازم لنقل رزم بروتوكول الإنترنت، الموصوفة في الفقرة 8. وسيرد في الفقرة 11 وصف بعض عناوين بروتوكول الإنترنت الأخرى اللازمة لأغراض الإدارة أو القناة أحادية النقطة الطرفية.

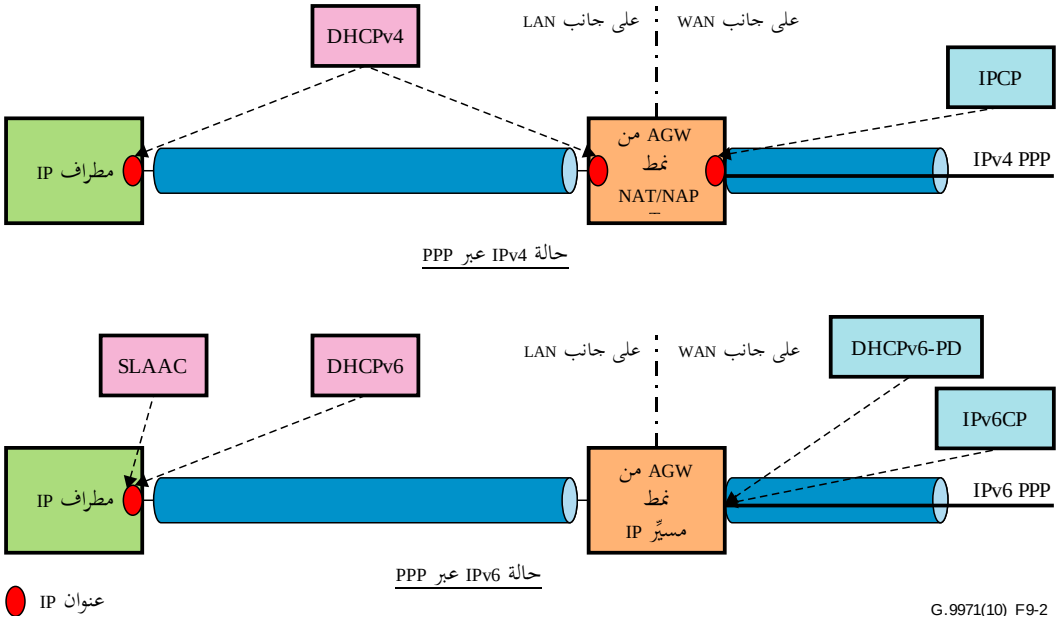
ووفقاً للعرض الشامل المبين في الفقرة 8.3 من التوصية [ITU-T G.9970]، يمكن تحديد الحالات الأساسية الثلاث التالية.

(أ) توصيل IPv4/IPv6 محلي مع بوابة النفاذ (انظر الشكل 9-1): يوضح الشكل العلوي أن عنوان IPv4 المحلي مخصص في منفذ على جانب شبكة المنطقة الواسعة من بوابة النفاذ باستخدام البروتوكول DHCPv4 لدى مقدم خدمة الشبكة، بينما خُصصت عناوين IPv4 المحلية على جانب الشبكة المحلية من بوابة النفاذ وفي مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام البروتوكول DHCPv4 لدى المستخدم النهائي. ويظهر الشكل السفلي أن DHCPv6-PD (توكيل البادئة) لدى مقدم خدمة الشبكة يقدم بادئة IPv6 للشبكة المنزلية، بينما تخصَص عناوين IPv6 في مطراف بروتوكول الإنترنت باستعمال البروتوكول DHCPv6 أو SLAAC (التشكيلة التلقائية لعنوان عديم الحالة) لدى المستخدم النهائي استناداً إلى بادئة IPv6 المقدَمة. ويُستخدم نمط بوابة النفاذ NAT/NAPT للأول، في حين يُستخدم بوابة النفاذ من نمط مسيِّر بروتوكول الإنترنت للثانية.



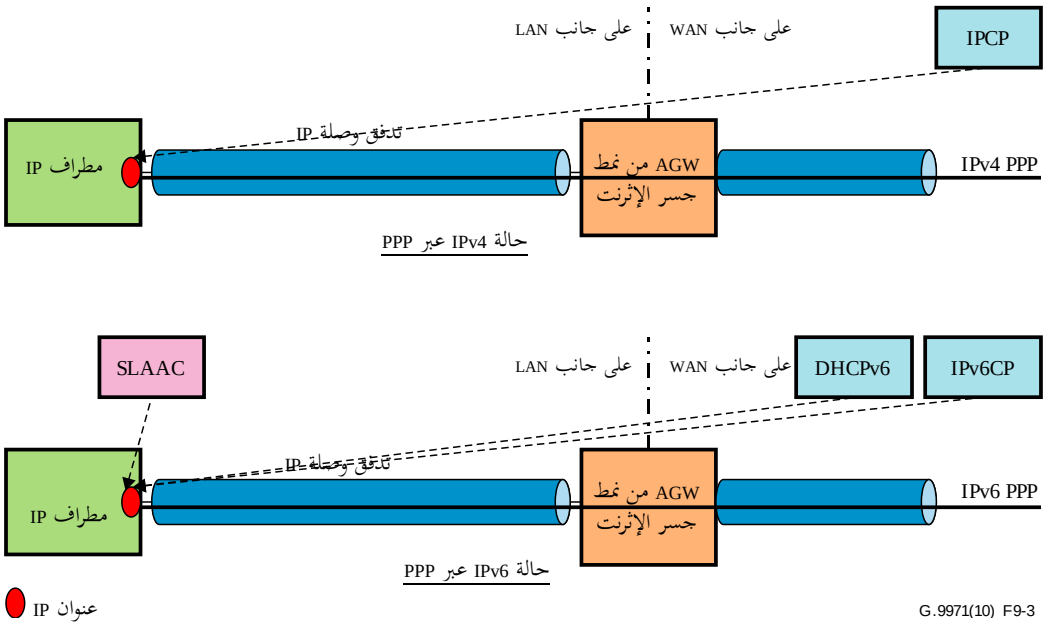
الشكل 9-1 – توصيل IPv4/IPv6 محلي مع بوابة النفاذ

(ب) إما توصيل IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة (PPP) أو توصيل IPv6 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة إلى بوابة النفاذ (انظر الشكل 9-2): يبين الشكل العلوي أن عنوان IPv4 لتوصيل IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة يخصَّص في المنفذ على جانب شبكة منطقة واسعة من بوابة النفاذ باستخدام بروتوكول IPv6CP لدى مقدِّم خدمة الشبكة، في حين تخصَّص عناوين IPv4 المحلية في المنفذ على جانب الشبكة المحلية من بوابة النفاذ وفي مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام بروتوكول DHCPv4 لدى المستخدم النهائي، وهو نفس ما ورد أعلاه (أ). ويبين الشكل السفلي إقامة توصيل IPv6 غير مرقَّم عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة في المنفذ على جانب شبكة منطقة واسعة من بوابة النفاذ باستخدام بروتوكول IPv6CP لدى مقدِّم خدمة الشبكة. وعلاوة على ذلك، يقدم توكيل البادئة (DHCPv6-PD) لدى مقدِّم خدمة الشبكة بادئة IPv6 للشبكة المنزلية، في حين تخصَّص عناوين IPv6 في مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام بروتوكول DHCPv6 أو التشكيلة التلقائية لعنوان عديم الحالة (SLAAC)) لدى المستخدم النهائي على أساس بادئة IPv6 المقدمة. وعلى غرار الحالة (أ)، يُستخدم نمط بوابة النفاذ NAT/NAPT للأول، في حين يُستخدم بوابة النفاذ من نمط بوابة بروتوكول الإنترنت للثانية.



الشكل 9-2 – إما توصيل IPv4 عبر بروتوكول PPP أو توصيل IPv6 عبر بروتوكولPPP إلى بوابة النفاذ

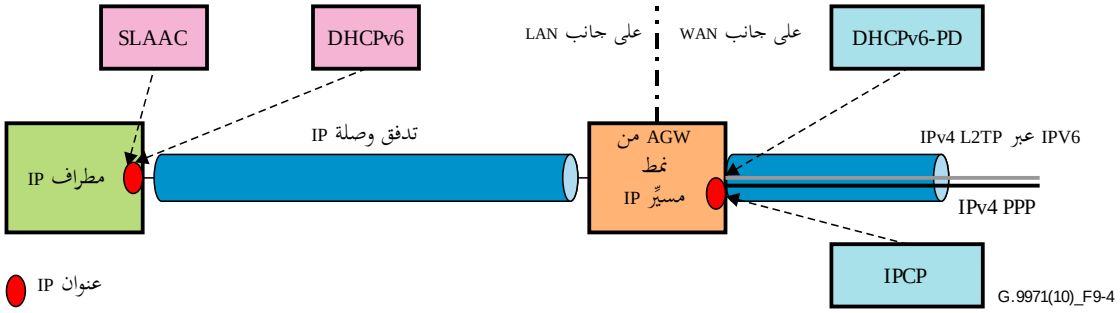
(ج) إما توصيل IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة (PPP) أو IPv6 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة إلى مطراف بروتوكول الإنترنت (انظر الشكل 9-3): يبين الشكل العلوي أن عنوان IPv4 لتوصيل IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة يخصَّص في مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام بروتوكول IPv6CP لدى مقدِّم خدمة الشبكة. وبنفس الطريقة، يبين الشكل السفلي أن عنوان IPv6 لتوصيل IPv6 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة يخصَّص في مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام بروتوكول IPv6CP لدى مقدِّم خدمة الشبكة لإنشاء دورة بروتوكول من نقطة إلى نقطة، وإما SLAAC أو DHCPv6 لعنوان IPv6. ويُستخدم بوابة النفاذ من نمط جسر الإثرنت لكلتي الحالتين.



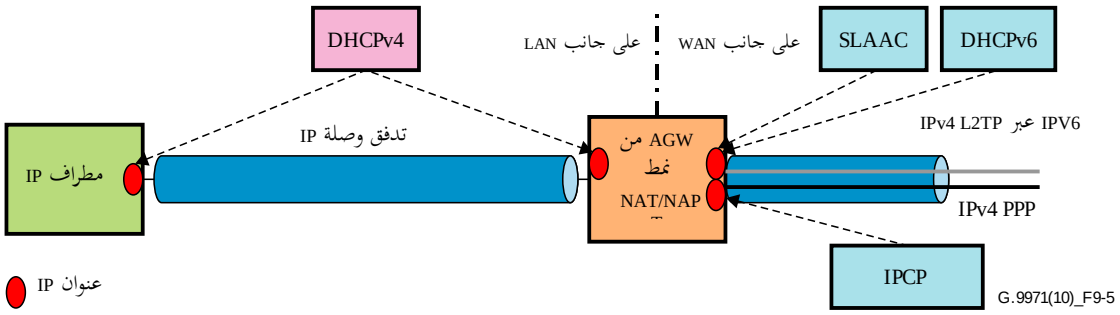
الشكل 9-3 – إما توصيل IPv4 عبر بروتوكول PPP أو توصيل IPv6 عبر بروتوكول PPP إلى مطراف بروتوكول الإنترنت

وعلاوة على ذلك، هناك بعض أنماط أخرى من تشكيلة الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت التي يمكن أن تستمد من الحالات الثلاث الأساسية المذكورة أعلاه. الحالة الأولى هي IPv6 عبر IPv4 حيث يريد مطراف IPv6 التواصل مع مخدِّمات IPv6 على جانب شبكة منطقة واسعة من خلال شبكة IPv4 المحلية. ويبين الشكل 9-4 ذلك بمزيد من التفصيل حيث يخصَّص عنوان IPv4

للإصدار IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة (PPP) في منفذ بوابة النفاذ على جانب شبكة منطقة واسعة أولاً، ثم يقدم توكيل البادئة (DHCPv6-PD) لدى مقدِّم خدمة الشبكة بادئة IPv6 للشبكة المنزلية عبر L2TP من خلال الإصدار IPv4 إياه، بينما تخصَّص عناوين IPv6 في مطراف بروتوكول الإنترنت باستعمال DHCPv6 أوSLAAC لدى المستخدم النهائي استناداً إلى بادئة IPv6 المقدَمة. ويمكن لمطراف IPv6 بروتوكول الإنترنت التواصل مع مخدِّمات IPv6 في شبكة منطقة واسعة باستخدام IPv6 عبر IPv4 L2TP. والحالة الثانية هي IPv6/v4 NAT-PT (ترجمة البروتوكول) حيث يريد مطراف IPv4 التواصل مع مخدِّمات تطبيق IPv6 في شبكة منطقة واسعة. ويبين الشكل 9-5 ذلك بمزيد من التفصيل حيث يخصَّص عنوان IPv4 للإصدار IPv4 عبر بروتوكول من نقطة إلى نقطة في منفذ بوابة النفاذ على جانب شبكة منطقة واسعة باستعمال بروتوكول IPCP لدى مقدِّم خدمة الشبكة، بينما تخصَّص عناوين IPv4 المحلية في منفذ بوابة النفاذ على جانب الشبكة المحلية وفي مطراف بروتوكول الإنترنت باستخدام بروتوكول DHCPv4 لدى المستخدم النهائي. وعلاوة على ذلك، نظراً لأن عنوان IPv6 عبر L2TP من خلال الإصدار IPv4 يخصَّص في منفذ بوابة النفاذ على جانب شبكة منطقة واسعة، يمكن لمطراف IPv4 IP التواصل مع مخدمات تطبيق IPv6 في شبكة منطقة واسعة باستخدام IPv6 عبر L2TP من خلال الإصدار IPv4. وتُستخدم بوابة النفاذ من نمط مسيِّر بروتوكول الإنترنت في الشكل 9-4، في حين يُستخدم بوابة النفاذ من نمط NAT/NAPT في الشكل 9-5.



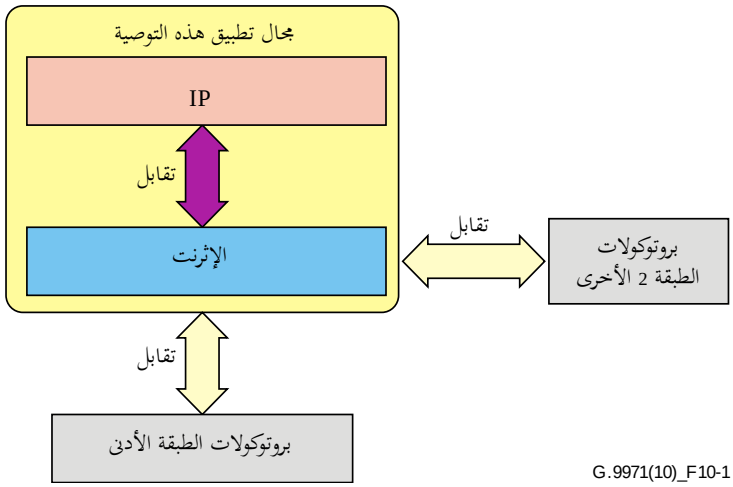
الشكل 9-4 – IPv6 عبر L2TP من خلال IPv4 إلى بوابة النفاذ (AGW) ذي الإصدار IPv6 إلى مطراف IP



الشكل 9-5 – IPv6 عبر L2TP من خلال IPv4 إلى بوابة النفاذ (AGW) ذي الإصدار IPv4 إلى مطراف IP

10 مراقبة جودة الخدمة

تصف هذا الفقرة معمارية مراقبة جودة الخدمة في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت ثم تسرد المتطلبات الوظيفية لبوابة النفاذ وكذلك الأجهزة الأخرى. وتمكن مناقشة مراقبة جودة الخدمة ليس فقط في طبقتي بروتوكول الإنترنت والإثرنت بل أيضاً في بروتوكولات الطبقة 2 الأخرى، من قبيل، IEEE 802.11، وبروتوكولات الطبقة الأدنى. ولذلك، ينبغي توصيف تقابل جودة الخدمة بين كل طبقتين. وبما أن مجال تطبيق هذه التوصية ينحصر في طبقتي بروتوكول الإنترنت والإثرنت، فإنها لا تبحث إلا في تقابل جودة الخدمة بين هاتين الطبقتين على النحو المبين في الشكل 10-1. وينبغي أن تحيل تقابلات جودة الخدمة خلاف ذلك إلى وثائق معيارية أخرى مثل DLNA وUPnP والتوصية [ITU-T G.9960]. فعلى سبيل المثال، يطبَّق التقابل بين بروتوكول الإنترنت والإثرنت في الشكل 8-5 على السطح البيني بين L3F وL2T داخل المطراف القائم على بروتوكول الإنترنت وعلى السطح البيني بين L3T وL2T داخل بوابة النفاذ.



الشكل 10-1 – مجال تطبيق مراقبة جودة الخدمة

1.10 نوعان من خدمات جودة الخدمة المضمونة

هناك نوعان من خدمات جودة الخدمة المضمونة: يتمثل أحدهما في أن جودة الخدمة مضمونة من طرف إلى طرف على طول مسير الاتصالات بين المستخدمين أو بين المستخدم ومخدِّم التطبيق في شبكة منطقة واسعة، والآخر في أن جودة الخدمة مضمونة خلال كل قفزة على حدة في الشبكة. وتتحقق جودة الخدمة الأولى المضمونة من طرف إلى طرف من خلال بروتوكولات مراقبة جودة الخدمة المقيَّسة والممثَّلة بمعلمات، مثل SIP وRSVP من أجل بروتوكول الإنترنت، فضلاً عن التحكم في القبول. ويقبل التحكم في القبول جودة الخدمة المضمونة من طرف إلى طرف من خلال بروتوكولات مراقبة جودة الخدمة المقيَّسة والممثَّلة بمعلمات بعد مسير الاتصالات؛ علماً بأن جودة الخدمة من طرف إلى طرف تُضمن بصرف النظر عن أنماط الشبكة وتشكيلات الشبكة وتنفيذ كل عنصر من عناصر الشبكة. ومن ناحية أخرى، تتحقق جودة الخدمة الثانية خلال كل قفزة على حدة ببروتوكولات مقيَّسة وذات أولويات لمراقبة جودة الخدمة، مثل Diffserv لبروتوكول الإنترنت وخدمة VLAN للإثرنت. وتجدر الإشارة إلى أنتعذر ضمان جودة الخدمة من طرف الشبكة إلى طرفها الآخر لأن بروتوكولات مراقبة جودة الخدمة ذات الأولويات لا تضمن سوى جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة في الشبكة.

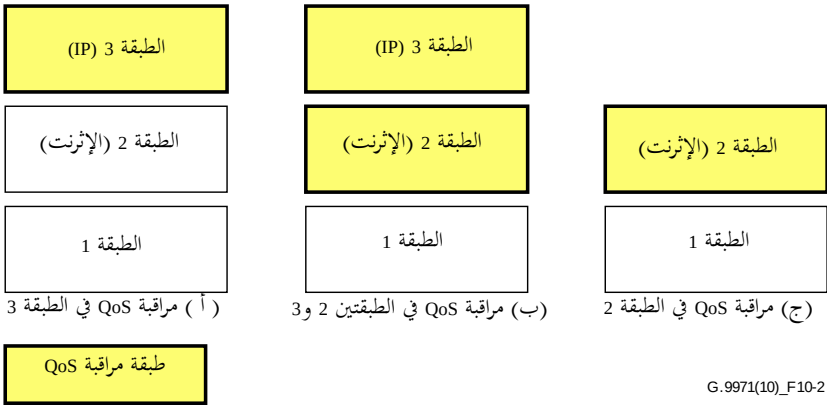
2.10 ثلاثة أنماط من أجهزة مراقبة جودة الخدمة

تؤدى مراقبة جودة الخدمة في جسر إثرنت، وطرفية NT/ONT ومطراف بروتوكول الإنترنت وكذلك في أنواع مختلفة من بوابة النفاذ في الشبكة المنزلية. وتُفرز هذه الأجهزة إلى ثلاث فئات استنادا إلى أنماط مراقبة جودة الخدمة في كل طبقة، على النحو المبين في الشكل 10-2.

أ) جهاز مراقبة جودة الخدمة للطبقة 3: لا تؤدى إلا مراقبة جودة خدمة رزمة بروتوكول الإنترنت في L3F. وأمثلة هذا النمط هي الأنماط المنفصلة التالية من بوابات النفاذ: (أ) نمط NAT/NAPT و(ب) نمط مسيِّر بروتوكول الإنترنت في الشكل 8-2 وكذلك (X) نمط المحور و(Z) نمط الشرائح المتعددة في الشكل 8–4.

ب) جهاز مراقبة جودة الخدمة للطبقة 2 و3: تؤدى مراقبة جودة الخدمة للإثرنت وبروتوكول الإنترنت معاً في L2F وL3F، على التوالي. وأمثلة هذا النمط هي (أ) مطراف بروتوكول الإنترنت في الشكل 8-1 وكذلك (Y) نمط بوابة النفاذ المنفصل من نمط الجسر في الشكل 8-4. وبالإضافة إلى ذلك، يشمل هذا النمط من الأجهزة أيضاً جميع بوابات النفاذ من النمط التجميعي الذي يقابل نمط بوابات النفاذ المنفصلة الموصوفة أعلاه في جهاز مراقبة جودة الخدمة للطبقة 3.

ج) جهاز مراقبة جودة الخدمة للطبقة 2: تؤدى مراقبة جودة الخدمة للإثرنت في L2F. وأمثلة هذا النمط هي (ب) جسر الإثرنت أو NT/ONT في الشكل 8-1. وبالإضافة إلى ذلك، يشمل هذا النمط من الأجهزة أيضاً (ج) نمط بوابة النفاذ المنفصل من نمط جسر الإثرنت في الشكل 8-2 وكذلك نمط بوابة النفاذ المقابل لهذا النمط من بوابة النفاذ المنفصل.



الشكل 10-2 – ثلاثة أنماط من أجهزة مراقبة جودة الخدمة

3.10 مراقبة جودة الخدمة في الشبكة المنزلية لكل خدمة من خدمات جودة الخدمة

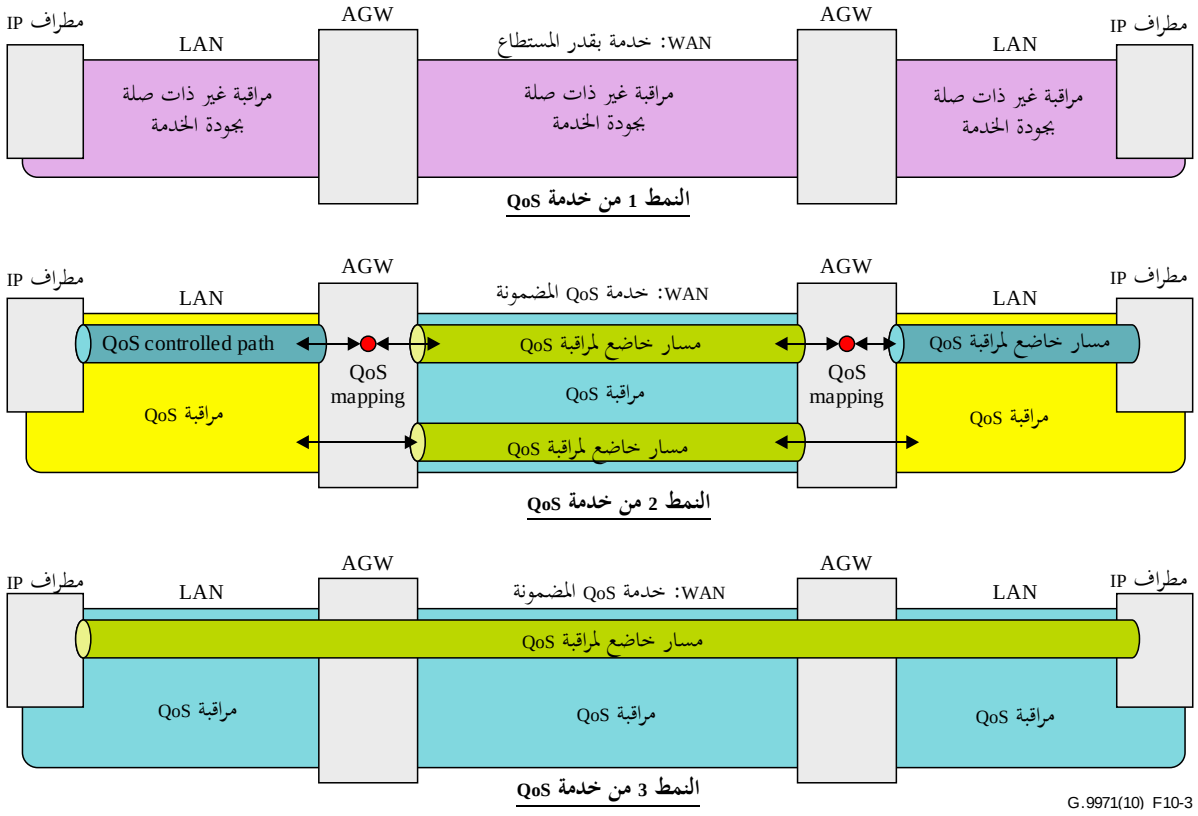
هناك ثلاثة أساليب لأداء مراقبة جودة الخدمة في الشبكة المنزلية تبعا لخدمات جودة الخدمة التي تقدمها شبكة المنطقة الواسعة ومراقبة جودة الخدمة المدعومة من الشبكة المحلية. ويظهر ذلك في الشكل 10-3.

1) نمط الخدمة 1 من جودة الخدمة: تقدم شبكة المنطقة الواسعة الخدمات بقدر المستطاع، في حين تدعم الشبكة المحلية مراقبة غير ذات صلة بجودة الخدمة. وفي مثل هذه الحالة، لا توجد وسيلة لتقديم خدمات ضمان جودة الخدمة بين مطرافي بروتوكول الإنترنت.

2) نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة: تقدم شبكة المنطقة الواسعة خدمات متعددة لضمان جودة الخدمة. وتدعم الشبكة المحلية مراقبة جودة الخدمة، ولكن شبكة المنطقة الواسعة لا يمكنها التحكم فيها. ويلاحَظ أن الخدمات المدارة بقدر المستطاع (أي الفئة 5 الموصَّفة في التوصية [ITU-T Y.1541]) هي أيضاً إحدى فئات خدمات جودة الخدمة المضمونة في شبكة المنطقة الواسعة. وعلى الرغم من أن مراقبة جودة الخدمة تنتهي في بوابة النفاذ، يمكن تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة بين مطرافي بروتوكول الإنترنت عند استخدام تقابل جودة الخدمة في كل بوابة نفاذ. ويلاحَظ أن تقابل جودة الخدمة يجري بين L2/L2 أو L3/L3؛ ولا تقابل عبر الطبقات. ويقابل هذا النمط من الخدمة "نموذج الإصدار 1 لشبكات الجيل التالي"، الذي توصِّفه التوصية [ITU-T Y.2001].

3) نمط الخدمة 3 من جودة الخدمة: تقدم شبكة المنطقة الواسعة خدمات جودة خدمة مضمونة. وعلاوة على ذلك، تدعم الشبكة المحلية مراقبة جودة الخدمة التي يمكن لشبكة المنطقة الواسعة التحكم فيها أيضاً. وبناء على ذلك، يمكن إنهاء خدمات جودة الخدمة المضمونة في مطراف بروتوكول الإنترنت. وسيتعاون بوابة النفاذ ومطراف بروتوكول الإنترنت وغيرهما من الأجهزة في الشبكة المنزلية في أداء مراقبة جودة الخدمة المضمونة كي تستخدم حركة LAN-WAN خدمات جودة الخدمة المضمونة في شبكة المنطقة الواسعة، مع أخذ الحركة داخل الشبكة المحلية بعين الاعتبار. ويقابل هذا النمط "نموذج الإصدار 2 لشبكات الجيل التالي" الذي يقدم خدمات شبكات الجيل التالي من طرف إلى طرف، والذي توصِّفه أيضاً التوصية [ITU-T Y.2001].

ويجدر بالذكر أن خدمات جودة الخدمة المضمونة تعني إما خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف المتحققة بواسطة جودة الخدمة الممثَّلة بمعلمات أو خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة والمتحققة بواسطة جودة الخدمة ذات الأولويات.



الشكل 10-3 – العلاقة بين أنماط خدمة جودة الخدمة ومراقبة جودة الخدمة

4.10 معلمات مراقبة جودة الخدمة

تصف هذا الفقرة نوعين من المعلمات المستخدمة في مراقبة جودة الخدمة: أحدهما هو واصفات الحركة المميزة لتدفقات حركة المستخدمين؛ والآخر هو معلمات جودة الخدمة التي تمثل أهداف خدمات جودة الخدمة المضمونة من طرف إلى طرف استناداً إلى اتفاق مستوى الخدمة.

وتُسرد واصفات الحركة الموصى بها كما يلي. وعلى الرغم من توصيف هذه المعلمات في المرجع [MEF 10.2]، يمكن تطبيقها أيضاً على بروتوكول الإنترنت.

- CIR: معدل المعلومات المنفَّذ
- CBS: مقاس الرشقة المنفَّذ
- EIR: معدل المعلومات الزائد
- EBS: مقاس الرشقة الزائد

ويمكن التعرف على معلمات جودة الخدمة الموصى بها في بعض توصيات قطاع تقييس الاتصالات. وتوصِّف التوصية [ITU-T Y.1541] معلمات جودة الخدمة لبروتوكول الإنترنت كما يلي:

- IPTD: تأخر نقل رزم بروتوكول الإنترنت
- IPDV: تغير تأخر نقل رزم بروتوكول الإنترنت
- IPLR: نسبة خسارة رزم بروتوكول الإنترنت
- IPER: نسبة خطأ رزم بروتوكول الإنترنت

ومن ناحية أخرى، توصِّف التوصية [ITU-T Y.1563] معلمات جودة الخدمة للإثرنت على النحو التالي:

- FTD: تأخر نقل الأطر

- FDV: تغير تأخر الأطر
- FLR: نسبة خسارة الأطر
- FER: نسبة خطأ الأطر

5.10 المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة

استناداً إلى التوصية [ITU-T I.371]، تصف هذه الفقرة المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة على النحو التالي. يبين الشكل 10-4 معمارية وظيفية لمراقبة جودة الخدمة، حيث تحتوي كتلة الطابور على مكونات وظيفية، مثل الفقرات الفرعية 4) و5) و6) أدناه. ويجدر بالذكر أنها متناظرة من شبكة محلية إلى شبكة منطقة واسعة ومن شبكة منطقة واسعة إلى شبكة محلية بشكل عام. وتستخدم واصفات الحركة الواردة في الفقرة 10.4 في الفقرات الفرعية 1) و5) و6) و7) أدناه، في حين تستعمل معلمات جودة الخدمة في الفقرة 7) أدناه. ويتلقى مديرو المعدات أولاً واصفات الحركة ومعلمات جودة الخدمة معاً من مستويِي التحكم و/أو الإدارة، ثم ينقلوها إلى التحكم في القبول، فضلاً عن إعلامها بالخفارة والتحكم في عرض النطاق وتشكيل الحركة لخدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف. وعلاوة على ذلك، يقوم مدير المعدات أيضاً، كحالة خاصة، بإعلام واصفات الحركة بالتحكم في عرض النطاق وتشكيل الحركة لخدمات ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة.

1) الخفارة: تكشف وظيفة الخفارة الحركة وفقاً لقواعد معينة وتطبق القواعد على تدفقات الحركة هذه التي قد تتسبب في إسقاط الرزم، أو وسمها، أو تلقيها لمعالجة أخرى. وتهيَّأ بعض واصفات حركة الإثرنت و/أو بروتوكول الإنترنت لكشف هذه التدفقات من الحركة قبل بدء اتصالات المستخدم. ويمكن أن تكون هذه الوظيفة موجودة عند مدخل بوابة النفاذ على جانبي LAN/WAN مثلاً.

2) التصنيف: تتعرف وظيفة التصنيف على نمط كل تدفق حركة وتخصص "أولوية" لكل منها. ويتم هذا التعرف وفقاً لقيم حقول محددة في إطار الإثرنت أو رزمة بروتوكول الإنترنت أو كليهما. ويمكن أن تكون هذه الوظيفة موجودة عند مدخل بوابة النفاذ على جانبي LAN/WAN مثلاً.

3) الوسم: تكتب وظيفة الوسم "الأولوية" في كل إطار الإثرنت أو رزمة بروتوكول الإنترنت وفقاً لنتيجة "التصنيف". وخلاف ذلك، تهيَّأ قيمة "أولوية" محددة. ويمكن أن تكون هذه الوظيفة موجودة عند مدخل بوابة النفاذ على جانبي LAN/WAN مثلاً.

4) التحكم ذو الأولويات: تتحكم وظيفة التحكم ذي الأولويات في مدخلات تدفقات الحركة إلى طوابير وفقاً لمستوى الأولوية المخصَصة بواسطة "التصنيف" أو المكتوبة بواسطة "الوسم". والأولوية الصارمة (SP) هي آلية نمطية لهذه الوظيفة.

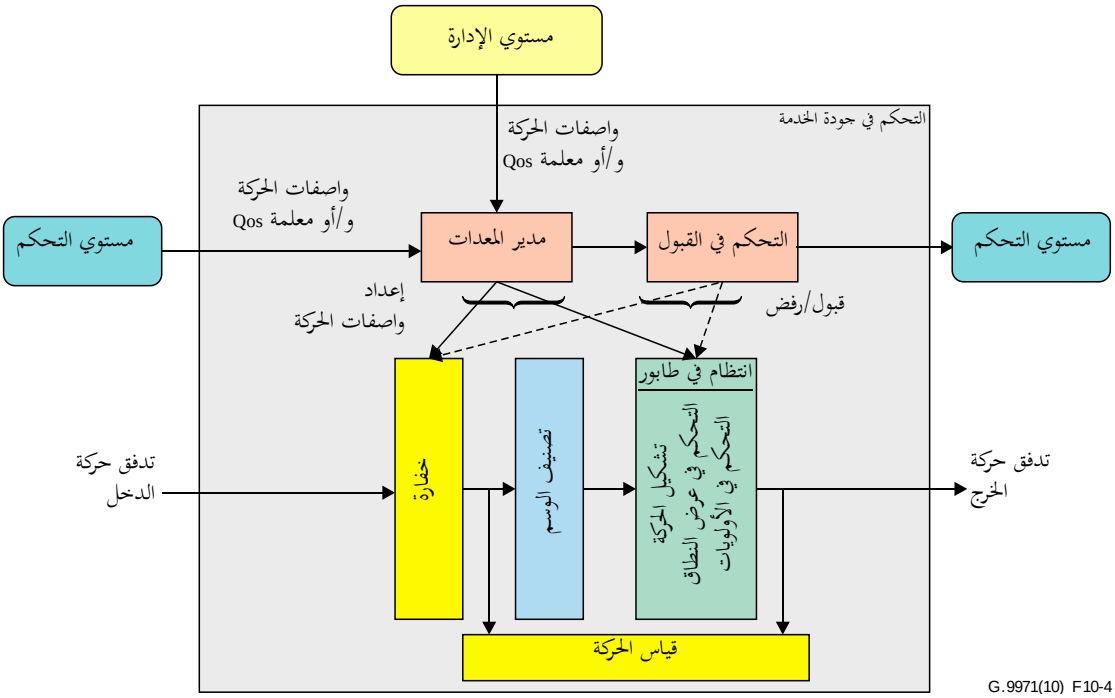
5) التحكم في عرض النطاق: إن وظيفة التحكم في عرض النطاق تتحكم في خرج تدفقات الحركة من طوابير مخزنة من أجل ضمان الحد الأدنى من عرض النطاق استنادا إلى معدل المعلومات المنفَّذ ومقاس الرشقة المنفَّذ لواصفات الحركة. وتقوم وظيفة التحكم في عرض النطاق بتخصيص عرض نطاق تدفقات الحركة باستخدام آليات الجدولة الزمنية، مثل الطابور العادل المرجَّح (WFQ)، والتخصيص الدوري المرجَّح (WRR)، والتخصيص الدوري بالعجز (DRR)، وما إلى ذلك.

6) تشكيل الحركة: تتحكم وظيفة تشكيل الحركة أيضاً بمخرجات تدفق الحركة من طوابير مخزنة، على غرار التحكم في عرض النطاق. بيد أن أغراض وظيفة تشكيل الحركة هذه تتمثل في تقييد تدفقات الحركة دون الحد الأقصى لمعدل النقل فضلا عن الحد من تغير التأخر في كل تدفق حركة.

7) التحكم في القبول: تدير وظيفة التحكم في القبول وتقدِّر قبول أو رفض كل تدفق حركة مدار لخدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف على أساس واصفات الحركة ومعلمات جودة الخدمة قبل بدء اتصالات المستخدم. وحالة بروتوكول SIP هي أحد الأمثلة. إذ يهيئ مستوي الإدارة معلمات جودة الخدمة للتحكم في القبول عن طريق مدير المعدات. وبعد أن يتلقى التحكم في القبول واصفات الحركة من مستوي التحكم عن طريق مدير المعدات، فإنه يقضي بقبول تدفق الحركة بمقارنة واصفات الحركة المستقبَلة بمعلمات جودة الخدمة المهيأة سابقاً، فضلاً عن تحليل إمكانية أو تعذر استخدام موارد الشبكة من خلال مستوي تحكم آخر. وفي حالة القبول، يرسل التحكم في القبول رسالة القبول إلى

الخفارة والطابور. وحالة بروتوكول RSVP هي مثال آخر. فبعد أن يتلقى التحكم في القبول واصفات الحركة من مستوي التحكم عن طريق مدير المعدات، فإنه يقضي بقبول تدفق الحركة بتحليل إمكانية أو تعذر استخدام موارد الشبكة من خلال مستوي تحكم آخر. وفي حالة القبول، يرسل التحكم في القبول رسالة القبول إلى الخفارة والطابور. ولا يشمل مجال تطبيق هذه التوصية خوارزميات التقدير ضمن التحكم في القبول.

8) قياس الحركة: استناداً إلى التوصية [ITU-T Y.1540]، تقوم وظيفة قياس الحركة بحساب الحركة الواردة والصادرة لتقييم حمولة الحركة المعروضة. ويمكن توصيف عدة وحدات عد، مثل عدد البايتات، وعدد أطر الإثرنت أو رزم بروتوكول الإنترنت. ومن أمثلة آليات العد، نافذة القفز والنافذة المنزلقة على النحو الموضح في التوصية [ITU-T I.371].



الشكل 10-4 – المعمارية الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة

لا تلزم كل هذه المكونات الوظيفية دائماً لكل جهاز. وتصف الفقرة 6.10 المكونات الوظيفية اللازمة لكل نمط من خدمة جودة الخدمة في الفقرة 10.3. ويجدر بالذكر عدم جدوى دراسة نمط الخدمة 1 من جودة الخدمة "بقدر المستطاع" لأنه لا يتطلب إلا وظائف قياس الحركة. ولذلك، تركز الفقرة 6.10 على نمط الخدمة 2 و3 من جودة الخدمة.

6.10 المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة في كل جهاز لنمط الخدمة 2 و3 من جودة الخدمة

تحدد هذه الفقرة المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة اللازمة لكل جهاز مصنَّف على أنه نمط الجهاز (أ) و(ب) و(ج) في الفقرة 10.2. وتتوقف المكونات الوظيفية المطلوبة على نمط الخدمة 2 و3 من جودة الخدمة، على النحو المبين في الفقرة 10.3. وينقسم كل نمط خدمة 2 و3 من جودة الخدمة إلى قسمين. أحدهما هو خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف، التي تتحقق باستخدام بروتوكول مراقبة جودة الخدمة الممثَّل بمعلمات. والآخر هو خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة، التي تتحقق باستخدام بروتوكول مراقبة جودة الخدمة ذي الأولويات.

ويعرض الجدول 10-1 المكونات الوظيفية للتحكم في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة في حالة (أ) خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف، وكذلك في حالة (ب) خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة. وعلاوةً على ذلك، يبين الجدول 10-2 المكونات الوظيفية للتحكم في نمط الخدمة 3 من جودة الخدمة في حالة (أ) خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف، وكذلك في حالة (ب) خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة؛ علماً بأن الجدولين 10-1 و10-2 لا يعرضان إلا بوابات النفاذ من النمط المنفصل. ولكن يمكن استخلاص المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة اللازمة لنمط بوابات النفاذ التجميعي بسهولة من

هذه الجداول. فعلى سبيل المثال، فإن كلا نمطي بوابة النفاذ (أ) و(ب) في الشكل 8-3 يقابلان النمطين المنفصلين من بوابة النفاذ (أ) و(ب) في الشكل 8-2، بينما يقابل النمط التجميعي لبوابة النفاذ (ج) في الشكل 8-3 نمط بوابة النفاذ المنفصل (ج) في الشكل 2-8.

الجدول 10-1 – المكونات الوظيفية للتحكم في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة

(أ) في حالة خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف

الجهاز	بوابة النفاذ من النمط المنفصل			NT/ONT
نمط الجهاز (انظر الفقرة 2.10)	(أ)	(ب)	(ج)	(ج)
الخفارة	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التصنيف	R	R في L3؛ O في L2	R	R
الوسم	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]
التحكم ذو الأولويات	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التحكم في عرض النطاق	R	R في L3؛ O في L2	R	R
تشكيل الحركة	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التحكم في القبول	R	R في L3؛ O في L2	R	R
قياس الحركة	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]

(ب) في حالة خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة

الجهاز	بوابة النفاذ من النمط المنفصل			NT/ONT
نمط الجهاز (انظر الفقرة 2.10)	(أ)	(ب)	(ج)	(ج)
الخفارة	O	O	O	O
التصنيف	R	R في L3؛ O في L2	R	R
الوسم	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]
التحكم ذو الأولويات	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التحكم في عرض النطاق	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]
تشكيل الحركة	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]
التحكم في القبول	N/A	N/A	N/A	N/A
قياس الحركة	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]

R موصى به

O اختياري

N/A غير قابل للتطبيق

[أ] إذا وجبت كتابة قيمة محددة فوق القيمة السابقة في التحكم في النفاذ إلى وسائط الإثرنت و/أو رأسية بروتوكول الإنترنت، يوصى بدعم هذا المكون الوظيفي.

[ب] إذا وجب تحديد عرض النطاق و/أو التشارك في عرض النطاق الفائض مع تدفقات الحركة التي سبق أن هُيأت، يوصى بدعم هذه المكونات الوظيفية.

[ج] إذا وجب قياس تدفق الحركة لإدارة الحركة، يوصى بدعم هذا العنصر الوظيفي. وينبغي ألا تؤثر هذه الوظيفة على تدفقات حركة المستخدم.

الجدول 10-2 – المكونات الوظيفية للتحكم في نمط الخدمة 3 من جودة الخدمة

(أ) في حالة خدمة ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف

الجهاز	مطراف IP	جسر الإثرنت	بوابة النفاذ من النمط المنفصل			NT/ONT
نمط الجهاز (انظر الفقرة 2.10)	(ب)	(ج)	(أ)	(ب)	(ج)	(ج)
الخفارة	N/A	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التصنيف	R في L3؛ O في L2	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
الوسم	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]
التحكم ذو الأولويات	R في L3؛ O في L2	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التحكم في عرض النطاق	R في ;L3 O[ب] في L2	R	R	R في L3؛ O[ب] في L2	R	R
تشكيل الحركة	R في L3؛ O[ب] في L2	R	R	R في L3؛ O[ب] في L2	R	R
التحكم في القبول	R في L3؛ O في L2	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
قياس الحركة	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]

(ب) في حالة خدمة ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة

الجهاز	مطراف IP	جسر الإثرنت	بوابة النفاذ من النمط المنفصل			NT/ONT
نمط الجهاز (انظر الفقرة 2.10)	(ب)	(ج)	(أ)	(ب)	(ج)	(ج)
الخفارة	N/A	O	O	O	O	O
التصنيف	R في L3؛ O في L2	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
الوسم	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]	O[أ]
التحكم ذو الأولويات	R في L3؛ O في L2	R	R	R في L3؛ O في L2	R	R
التحكم في عرض النطاق	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]
تشكيل الحركة	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]	O[ب]
التحكم في القبول	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
قياس الحركة	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]	O[ج]

R موصى به

O اختياري

N/Aغير قابل للتطبيق

[أ] إذا وجبت كتابة قيمة محددة فوق القيمة السابقة في التحكم في النفاذ إلى وسائط الإثرنت و/أو رأسية بروتوكول الإنترنت، يوصى بدعم هذا المكون الوظيفي.

[ب] إذا وجب تحديد عرض النطاق و/أو التشارك في عرض النطاق الفائض مع تدفقات الحركة التي سبق أن هُيأت، يوصى بدعم هذه المكونات الوظيفية.

[ج] إذا وجب قياس تدفق الحركة لإدارة الحركة، يوصى بدعم هذا العنصر الوظيفي. وينبغي ألا تؤثر هذه الوظيفة على تدفقات حركة المستخدم.

7.10 متطلبات مراقبة جودة الخدمة في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة

كخطوة أولى، تناقش هذه التوصية متطلبات مراقبة جودة الخدمة مركزةً على نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة (الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي (NGN))، على النحو المبين في الفقرات السابقة. ويمكن تحديد المتطلب التالي أولاً.

R10-1: ينبغي أن يدعم بوابة النفاذ وطرفية NT/ONT مراقبة جودة الخدمة ضمن L2 و/أو مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 في خدمات الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي. ويمكن الرجوع إلى الجدول 10-1 بشأن المكونات الوظيفية اللازمة لمراقبة جودة الخدمة لكل جهاز.

وتُتطلب على الأقل مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 لتقديم خدمات L3. ولكن ينبغي إجراء تقابل جودة الخدمة L3/L2 في L3F، في حالة تقديم مراقبة جودة الخدمة ضمن L2. لذلك، يمكن تحديد المتطلبات التالية.

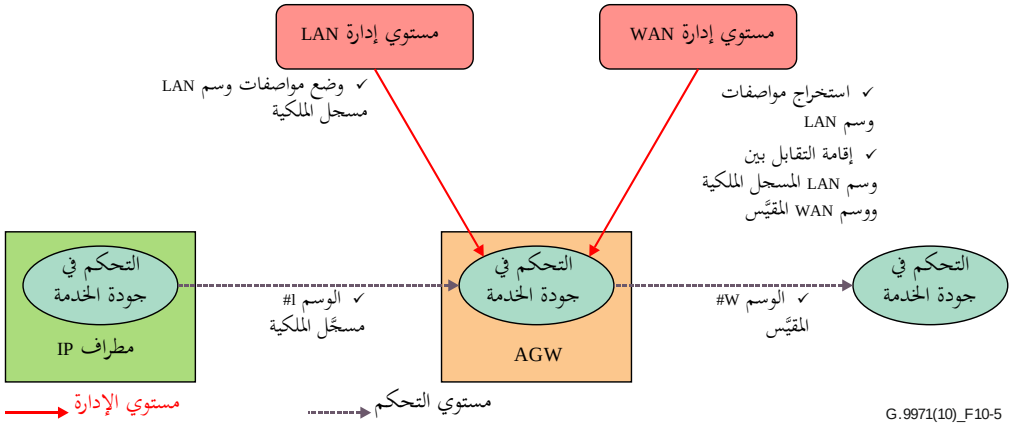
R10-2: ينبغي أن يدعم بوابة النفاذ مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 في الحالة التي تقدم فيها الشبكة مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 حصراً لخدمات الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

R10-3: في الحالة التي تقدم فيها الشبكة مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 وL2 كليهما لخدمات الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي، ينبغي أن يدعم بوابة النفاذ مراقبة جودة الخدمة ضمن L3 وL2 بما في ذلك تقابل جودة الخدمة L3/L2، بينما ينبغي أن تدعم طرفية NT/ONT مراقبة جودة الخدمة ضمن L2.

ينبغي إجراء تقابل جودة الخدمة L2/L2 و/أو L3/L3 في بوابة النفاذ عند تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة إلى مطراف بروتوكول الإنترنت في الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي. وبما أن خدمات ضمان جودة الخدمة تنقسم إلى ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف وضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة، فهي تناقَش بشكل منفصل على النحو التالي.

ويعرض الشكل 10-5 مثالاً على إنجاز خدمات ضمان جودة خلال كل قفزة على حدة. ويجدر بالذكر أن مستويِي إدارة شبكة منطقة واسعة والشبكة المحلية يمكن أن يقابلا المدير عن بعد والمدير المحلي على التوالي، وسيرد وصف ذلك في الفقرة 11؛ علماً بأن تقابل جودة الخدمة، مثل التقابل بين وسوم LAN/WAN، مطلوب في المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة بخلاف التحكم في القبول. ويمكن العثور على السيناريو التالي:

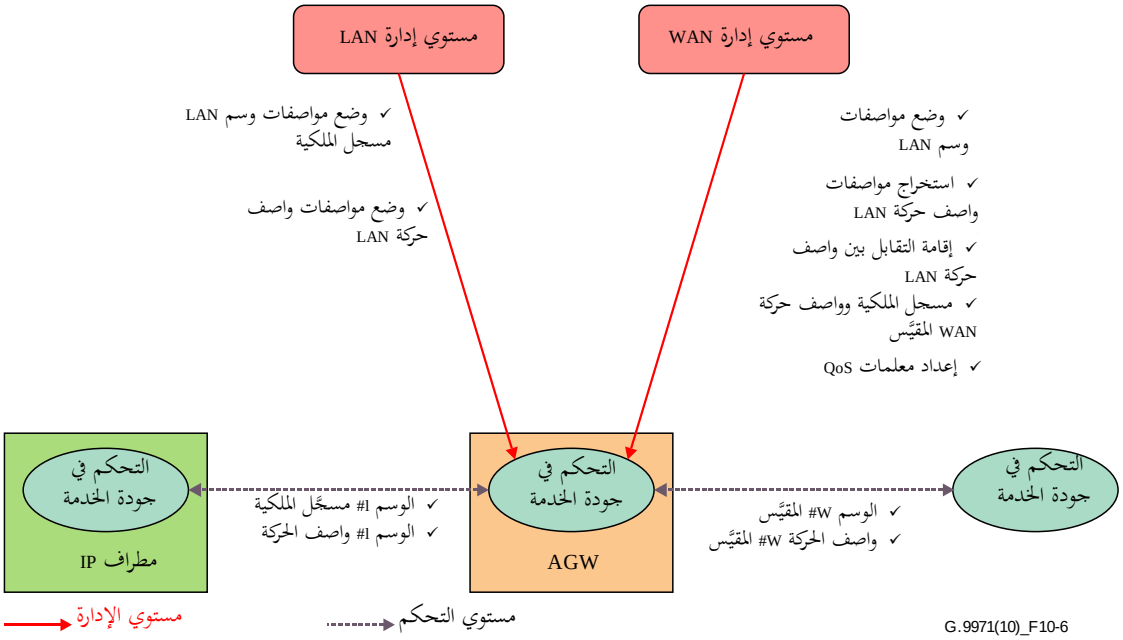
- يحدد مستوي إدارة الشبكة المحلية مواصفات وسم الشبكة المحلية مسجل الملكية على بوابة النفاذ.
- وبعد استخراج مواصفات وسم الشبكة المحلية، يبلِّغ مستوي إدارة الشبكة الواسعة التقابل بين وسوم الشبكة المحلية مسجلة الملكية ووسوم شبكة المنطقة الواسعة المقيَّسة إلى مراقبة جودة الخدمة لدى بوابة النفاذ.
- وترسل مكونات مراقبة جودة الخدمة في مطراف بروتوكول الإنترنت رسائل التحكم التي تحتوي على الوسم مسجل الملكية l#.
- وتقيم مكونات مراقبة جودة الخدمة في بوابة النفاذ تقابلاً بين الوسم l# المستقبَل والوسم الموافِق المقيَّس w# في شبكة المنطقة الواسعة، ثم ترسل رسائل التحكم التي تحتوي على الوسم w# إلى شبكة المنطقة الواسعة.



الشكل 10-5 – إنجاز خدمات ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة

يبين الشكل 6-10 مثالاً لإنجاز خدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف. وعلى غرار سيناريو خدمة جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة، يلزم إجراء التقابل بين وسوم الشبكة المحلية مسجلة الملكية ووسوم شبكة المنطقة الواسعة المقيَّسة. وعلاوة على ذلك، يُتطلب تقابل جودة الخدمة، مثل تقابل واصفات حركة LAN/WAN وتقابل وسوم LAN/WAN، فضلاً عن معلمات جودة الخدمة في المكونات الوظيفية لمراقبة جودة الخدمة، مثل التحكم في القبول، والخفارة، التحكم في عرض النطاق، وتشكيل الحركة. ويمكن العثور على السيناريو التالي؛ علماً بأنه لا يصف إلا السيناريو المغاير لتقابل الوسوم.

- يحدد مستوي إدارة الشبكة المحلية مواصفات وسم الشبكة المحلية مسجل الملكية على بوابة النفاذ.
- وبعد استخراج مواصفات واصف حركة الشبكة المحلية، يبلِّغ مستوي إدارة الشبكة الواسعة التقابل بين واصف حركة الشبكة المحلية مسجلة الملكية واصف حركة شبكة المنطقة الواسعة المقيَّسة إلى التحكم في القبول لدى بوابة النفاذ. ويحدد كذلك معلمات جودة الخدمة لديه.
- ويرسل التحكم في القبول ضمن مطراف بروتوكول الإنترنت رسائل التحكم التي تحتوي على واصف الحركة مسجل الملكية l#.
- ويقيم التحكم في القبول ضمن بوابة النفاذ تقابلاً بين واصف الحركة l# المستقبَل وواصف الحركة الموافِق المقيَّس w# في شبكة المنطقة الواسعة، ثم يرسل رسائل التحكم التي تحتوي على واصف الحركة w# إلى شبكة المنطقة الواسعة.



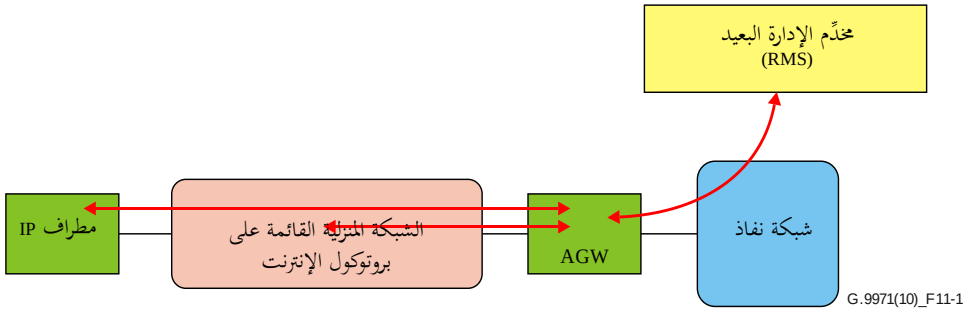
الشكل 6-10 – إنجاز خدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف في نمط الخدمة 2 من جودة الخدمة

11 إدارة الشبكة المنزلية

1.11 معمارية إدارة الشبكة المنزلية

تبين الفقرة 2.8 من التوصية [ITU-T G.9970] نوعين من مخططات الإدارة بواسطة مخدِّم الإدارة البعيد (RMS). فيتحقق المخطط A عندما يدير مخدِّم الإدارة البعيد مباشرة الأجهزة الطرفية لشبكة منزلية، مثل مطراف بروتوكول الإنترنت (IP) وبوابة النفاذ غير ذات الصلة ببروتوكول الإنترنت ومطراف غير ذي صلة ببروتوكول الإنترنت. ومن ناحية أخرى، يتحقق المخطط B عندما يدير مخدِّم الإدارة البعيد هذه الأجهزة من خلال بوابة النفاذ. وسيُستخدم المخطط A عندما يورِّد مقدم خدمة الشبكة مطراف بروتوكول الإنترنت في المستقبل، في حين يستعمل المخطط B عندما يستعمل المستخدمون النهائيون بعض بروتوكولات الإدارة الخاصة بالشبكة المنزلية، مثل UPnP. ولذلك، تصف هذه التوصية متطلبات معمارية إدارة الشبكة المنزلية مركزةً على المخطط B. وعلى الرغم من

أن المخطط B يتناول الحالة التي يدير فيها بوابة النفاذ أنواعاً مختلفة من الأجهزة الطرفية في الشبكة المنزلية، فإن هذه التوصية تحلل إدارة مطراف بروتوكول الإنترنت وكذلك الأجهزة التي تشكل الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت، مثل جسر الإثرنت. ويظهر ذلك في الشكل 11-1.



الشكل 11-1 – تشكيلة إدارة جهاز طرفي بعيد

ويحتوي المخطط B على نوعين من سطوح الإدارة البينية: أحدهما هو السطح البيني للإدارة بين مخدِّم الإدارة البعيد (RMS) وبوابة النفاذ والآخر هو السطح البيني بين بوابة النفاذ وكل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت. ويبين الشكل 11-2 معمارية الإدارة الوظيفية للمخطط B. ويجدر بالذكر أن هذا الشكل يبين حالة بوابة النفاذ من نمط NAT/NAPT التجميعي مع منافذ شبكة محلية من نمط الجسر. ويمكن إيضاح تعريف كل مكون وظيفي أدناه:

- الوكيل المحلي (LA): وفقاً لأوامر المدير المحلي، يدير وكيل L2 المحلي L2F في جسر الإثرنت، في حين أن وكيل L3 المحلي يدير مطراف بروتوكول الإنترنت وأجزاء بوابة النفاذ الواقعة على جانب الشبكة المحلية.
- المدير المحلي (LM): وظائف تطبيق إدارة الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت التي تعمل بينياً مع الوكيل المحلي.
- الوكيل البعيد (RA): يدير أجزاء بوابة النفاذ الواقعة على جانب شبكة المنطقة الواسعة وفقاً لأوامر المدير البعيد. وعلاوة على ذلك، فإنه يعمل بينياً أيضاً مع المدير المحلي من أجل إدارة الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.
- المدير البعيد (RM): وظائف تطبيق الإدارة في مخدِّم الإدارة البعيد (RMS) التي تعمل بينياً مع الوكيل البعيد في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.

وتفترض هذه التوصية تطبيقات الإدارة التالية للمدير المحلي:

1) تطبيقات إدارة التشكيلة

- لإظهار الطبقة L3 (بروتوكول الإنترنت) من طوبولوجيا الشبكة في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.
- لإظهار الطبقة L2 (إثرنت) من طوبولوجيا الشبكة في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.
- لإعداد معلومات إدارة كل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت والحصول عليها وإظهارها.
- لترقية وظيفة كل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.
- للحصول على معلومات محددة عن كل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت مثل عناوين URL لتسجيل البيانات.
- لإعادة ضبط أو تهيئة كل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.

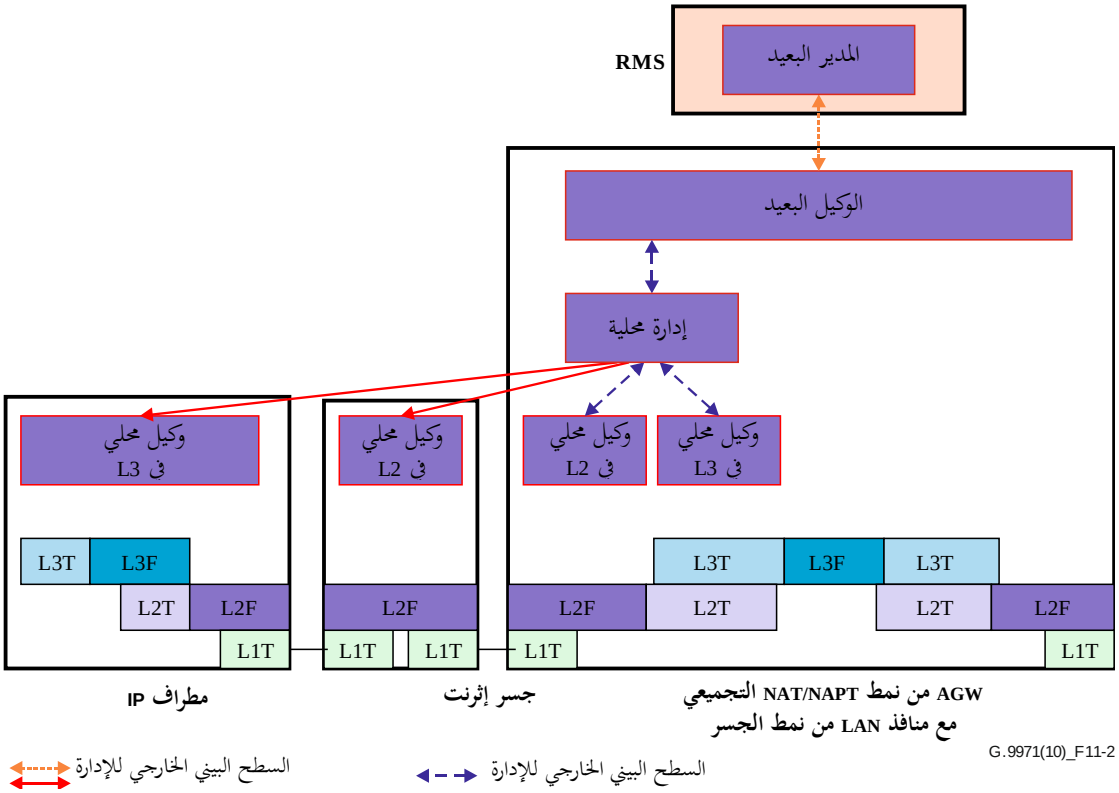
2) تطبيقات إدارة الأعطال

- للتحقق مما إذا كان السطح البيني للإدارة مركَّباً بشكل صحيح أم لا.
- للتحقق ما إذا كان كل جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت مركَّباً بشكل صحيح أم لا.

3) تطبيقات إدارة الأداء

– للتحقق من أداء الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.

وتصف الفقرة 2.11 متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير بعيد ووكيل بعيد (RM-RA)، بينما تصف الفقرة 3.11 متطلبات السطح البيني لإدارة LM-LA؛ علماً بأن المدير المحلي (LM) يمكن أن يقيم في أي جهاز في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت على الرغم من الشكل 11-2 يصور الحالة التي يقيم فيها ضمن بوابة النفاذ. وعلاوة على ذلك، ستكون هناك حالة ليس فيها سوى مدير/وكيل (M/A) محلي بدون مدير/وكيل بعيد من أجل إدارة الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت محلياً.



الشكل 11-2 – مثال على معمارية الإدارة الوظيفية للمخطط B

2.11 متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير بعيد ووكيل بعيد (RM-RA)

تمكن مناقشة متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير بعيد (RM) ووكيل بعيد (RA) من جانبين. أحدهما هو متطلب السطح البيني للإدارة نفسها، في حين أن الآخر هو متطلب إدارة طبقة النقل على جانب شبكة منطقة واسعة من بوابة النفاذ. وبما أن هذا السطح البيني سبق أن بُحث في المرجع [BBF TR-069] والوثائق ذات الصلة، فإن هذه التوصية لا تصف سوى المتطلبات الإجمالية.

ويمكن تحديد المتطلبات التالية لسطح الإدارة البيني:

R11-R1: ينبغي استخدام البروتوكولات المقيَّسة للسطح البيني للإدارة بين مدير بعيد (RM) ووكيل بعيد (RA). ويوصى بالمرجع [BBF TR-069].

R11-R2: ينبغي تخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت لكل مدير بعيد (RM) ووكيل بعيد (RA).

R11-R3: ينبغي التحقق مما إذا كان بروتوكول السطح البيني للإدارة بين مدير بعيد ووكيل بعيد (RM-RA) قد أُعد بشكل صحيح أم لا، عند الحاجة.

وعلى النحو المبين في الشكل 8-2، لدى بوابة النفاذ من نمط NAT/NAPT طرفية L3T، في حين أن بوابة النفاذ من نمط بوابة بروتوكول الإنترنت ليس لديه طرفية L3T. ولكن ينبغي تخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت إلى المنفذ على جانب شبكة منطقة واسعة من بوابة النفاذ بغية تحديد موقع العطل في بوابة النفاذ على جانب شبكة المنطقة الواسعة. وعلى النحو الموضح في الفقرة 9، يجب أن يوضع في الاعتبار أن هناك عدة أنواع من توصيلات بروتوكول الإنترنت مثل IPv4/V6 المحلية، وPPP، وL2TP، وغيرها. ولذلك، يمكن تحديد المتطلبات التالية لإدارة طبقة النقل من بوابة النفاذ.

R11-R4: ينبغي للوكيل البعيد (RA) أن يبلغ المدير البعيد (RM) بعنوان بروتوكول الإنترنت الخاص بإدارة بوابة النفاذ لديه على جانب شبكة المنطقة الواسعة؛ علماً بأن عنوان بروتوكول الإنترنت ينبغي أن يخصَّص لكل توصيل IPv4/V6، وPPP، وL2TP لبوابة النفاذ على جانب شبكة المنطقة الواسعة.

وعلاوة على ذلك، وعلى النحو الموضح في نهاية الفقرة 10، يمكن تحديد المتطلبات التالية لإدارة الشبكة المنزلية عند تقديم خدمات الإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

R11-R5: ينبغي للوكيل البعيد (RA) أن يبلغ المدير البعيد (RM) بالمواصفات الخاصة بإدارة واصفات حركة الشبكة المحلية لديه في حالة تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة لمطراف بروتوكول الإنترنت في خدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف بالإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

R11-R6: ينبغي للوكيل البعيد (RA) أن يتلقى تقابل جودة الخدمة L2/L2 و/أو L3/L3، من قبيل التقابل بين واصفات حركة LAN/WAN، وكذلك معلمات جودة الخدمة في حالة تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة لمطراف بروتوكول الإنترنت في خدمات ضمان جودة الخدمة من طرف إلى طرف بالإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

R11-R7: ينبغي للوكيل البعيد (RA) أن يبلغ المدير البعيد (RM) بمواصفات الوسم الإداري لديه في حالة تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة لمطراف بروتوكول الإنترنت في خدمات ضمان جودة خلال كل قفزة على حدة بالإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

R11-R8: ينبغي للوكيل البعيد (RA) أن يتلقى تقابل جودة الخدمة L2/L2 و/أو L3/L3، من قبيل التقابل بين وسم LAN/WAN، في حالة تقديم خدمات ضمان جودة الخدمة لمطراف بروتوكول الإنترنت في خدمات ضمان جودة الخدمة خلال كل قفزة على حدة بالإصدار 1 من شبكات الجيل التالي.

3.11 متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير محلي ووكيل محلي (LM-LA)

تمكن مناقشة متطلبات السطح البيني للإدارة بين مدير محلي (LM) ووكيل محلي (LA) من جانبين. أحدها هو متطلب السطح البيني للإدارة نفسها، في حين أن الآخر هو متطلب إدارة طبقة النقل في الشبكة المنزلية القائمة على بروتوكول الإنترنت.

ويمكن تحديد المتطلبات التالية لسطح الإدارة البيني:

R11-L1: ينبغي استخدام البروتوكولات المقيَّسة للسطح البيني للإدارة بين مدير محلي (LM) ووكيل محلي (LA). والبروتوكولات المرشحة هي ICMP وUPnP وLLDP.

R11-L2: ينبغي التحقق مما إذا كانت طبقة وصلة البيانات (الإثرنت) بين مدير محلي (LM) ووكيل محلي في الطبقة 2 (L2)، وكذلك طبقة الشبكة (IP) بين مدير محلي (LM) ووكيل محلي في الطبقة 3 (L3)، قد أُعدت بشكل صحيح أم لا، عند الحاجة.

وعلى النحو المبين في الشكل 8-2، لدى بوابة النفاذ من نمط NAT/NAPT طرفية L3T، في حين أن بوابة النفاذ من نمط مسيِّر بروتوكول الإنترنت ليس لديه طرفية L3T. ولكن ينبغي تخصيص عنوان بروتوكول الإنترنت إلى المنفذ على جانب الشبكة المحلية من بوابة النفاذ بغية تحديد موقع العطل في بوابة النفاذ على جانب الشبكة المحلية. وعلاوة على ذلك، يجب أن يوضع في الاعتبار أن عنوان بروتوكول الإنترنت ينبغي تخصيصه سكونياً أيضاً، على الرغم من أن الفقرة 9 موضَحة بطريقة تفيد بأن هذه العناوين تخصَص تلقائياً. ولذلك، يمكن فرز متطلبات إدارة طبقة النقل إلى الفئات الثلاث التالية.

1) إدارة التشكيلة

R11-C1: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بعنوان بروتوكول الإنترنت الإداري لديه.

R11-C2: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بعنوان MAC الإداري لديه.

R11-C3: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 2 (L2) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بجدول إعادة تسيير MAC الإداري لديه.

R11-C4: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بمعلومات عن جهازه القائم بالإدارة، مثل صنف المنتج، واسم الشركة المصنعة، واسم طراز الجهاز ورقم طراز الجهاز.

R11-C5: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 2 (L2) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بمعلومات عن جهازه القائم بالإدارة، مثل صنف المنتج، واسم الشركة المصنعة، واسم طراز الجهاز ورقم طراز الجهاز.

R11-C6: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يقوم بإعداد معلومات جهازه القائم بالإدارة استناداً إلى أوامر من المدير المحلي (LM)، مثلاً عند الحاجة إلى إعداد عنوان بروتوكول الإنترنت السكوني لجهازه القائم بالإدارة.

R11-C7: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يرد بإرسال معلومات جهازه القائم بالإدارة استناداً إلى أمر من المدير المحلي.

R11-C8: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يرد بإرسال عناوين URL ليسجل جهازه القائم بالإدارة استناداً إلى أمر من المدير المحلي.

R11-C9: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يقوم بإعادة ضبط أو تهيئة جهازه القائم بالإدارة استناداً إلى أمر من المدير المحلي.

2) إدارة الأعطال

R11-F1: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بحالة جهازه القائم بالإدارة دورياً أو عندما يكون الجهاز في حالة غير طبيعية.

R11-F2: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 2 (L2) أن يبلِّغ المدير المحلي (LM) بحالة جهازه القائم بالإدارة دورياً أو عندما يكون الجهاز في حالة غير طبيعية.

3) إدارة الأداء

R11-P1: يمكن لوكيل محلي في الطبقة 3 (L3) أن يرد بإرسال عدد الرزم في كل منفذ أو تدفق، وما إلى ذلك، استناداً إلى أمر من المدير المحلي.

12 إدارة الأمن

رغم تصنيف إدارة الأمن على أنها استيقان/تخويل وتجفير ودفاع، فإن هذه التوصية تناقش متطلبات التجفير والدفاع ذات الصلة بطبقتي نقل الشبكة المنزلية 2 و3.

1) التجفير: يتعلق نمط التجفير وبروتوكول تبادل المفاتيح بهذه التوصية.

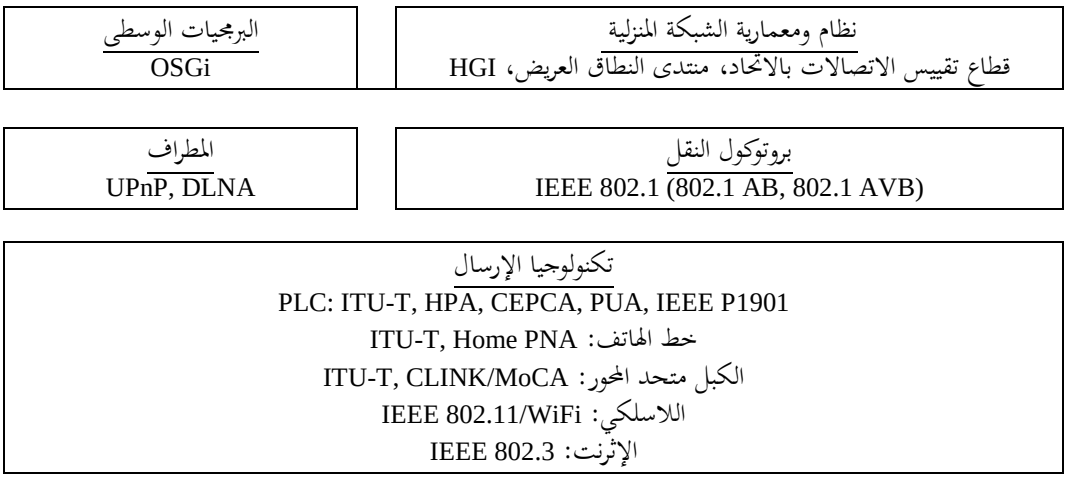
2) الدفاع: أساليب ذات صلة بهذه التوصية لاصطفاء الرزم منعاً للحركة المشبوهة من/إلى بوابة النفاذ.

التذييل I

العلاقة بين معايير الشبكة المنزلية

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

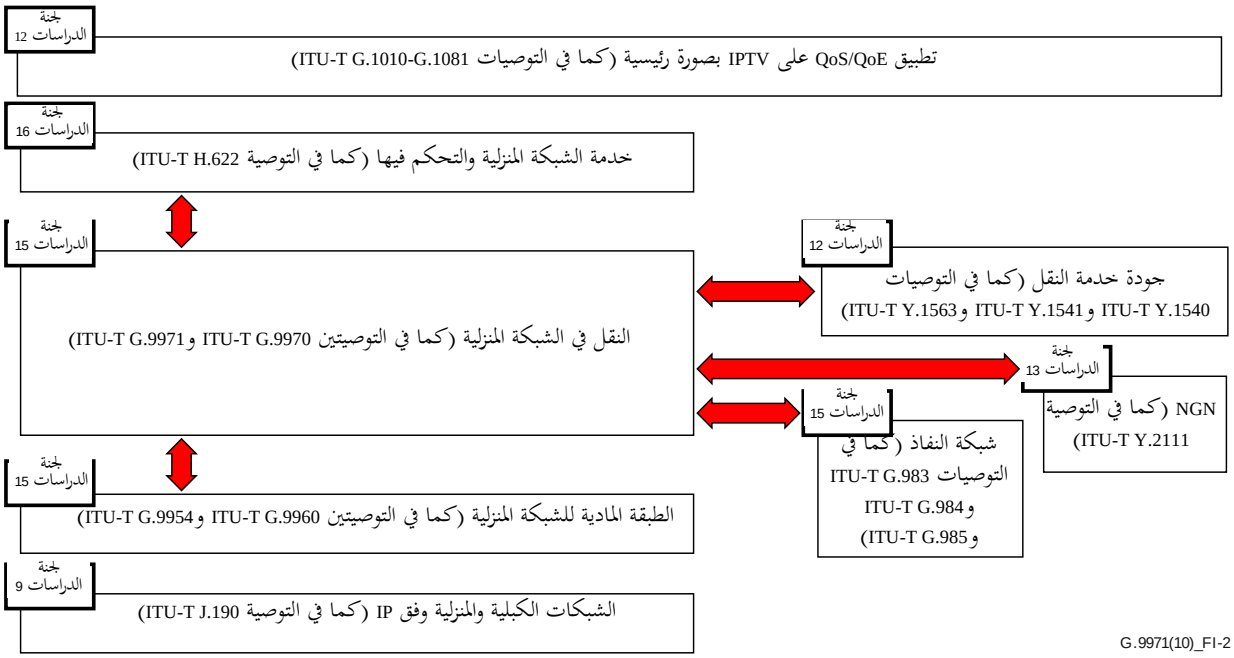
يبين الشكل I-1 هيئات التقييس التي ينبغي أخذها في الاعتبار من أجل دراسة هذه التوصية. وبما أن هذه التوصية تركز على المعمارية وجودة الخدمة والجوانب الإدارية للطبقتين 2 و3 في الشبكة المنزلية، فإن منتدى النطاق العريض وHGI وIEEE وUPnP هي تحديدا هيئات التقييس التي يتعين التنسيق معها.



الشكل I-1 – هيئات التقييس الرئيسية ذات الصلة بالشبكة المنزلية

وعلاوة على ذلك، يبين الشكل I-2 موضع هذه التوصية ضمن قطاع تقييس الاتصالات:

- تجري دراسة مواصفات الطبقة 1 والطبقة 2 من الشبكة المنزلية في لجنة الدراسات 9 ولجنة الدراسات 15، بينما تناقش هذه التوصية معمارية الطبقة 2 و3 من الشبكة المنزلية ومتطلباتها الإجمالية على أساس التوصية [ITU-T G.9970]. وبما أن الطبقة 2 من هذه التوصية لا تركز إلا على جسر التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) بما في ذلك الشبكة المحلية الافتراضية (VLAN)، فلا يوجد تداخل مع التوصيات الأخرى، على الرغم من أن الحاجة قد تدعو إلى بعض التعاون.
- وبما أن هذه التوصية لا تفترض إلا الإثرنت لشبكة النفاذ، فإن توصيات شبكة النفاذ ذات الصلة هي سلسلة التوصيات ITU-T G.983.x، وما إلى ذلك.
- وبما أن هذه التوصية لا تعالج إلا جودة الخدمة في طبقة النقل، يُستشهد بتوصيات شبكات الجيل التالي وجودة الخدمة في لجنة الدراسات 13 وفي لجنة الدراسات 12، كل فيما يخصها. ومن ناحية أخرى، تقوم لجنة الدراسات 16 بدراسة معمارية الشبكة المنزلية وكذلك جودة الخدمة في طبقة التطبيق.



الشكل I-2 – العلاقة بين لجان دراسات قطاع تقييس الاتصالات بشأن الشبكة المنزلية

بيبليوغرافيا

[b-BBF TR-124] Broadband Forum TR-124 (2006), *Functional Requirements for Broadband Residential Gateway Devices, Version 1.0.*

[b-HGI] HGI (2008), *Home gateway technical requirement, Version 1.0.*

[b-IEEE 802.1AB] IEEE Std. 802.1AB (2009), *Station and Media Access Control Connectivity Discovery.*

[b-ISO/IEC 29341-1] ISO/IEC 29341-1:2008, *Information technology – UPnP Device Architecture – Part 1: UPnP Device Architecture, Version 1.0.*

[b-ITU-T Y.1223] التوصية ITU-T Y.1223 (2008)، *المبادئ التسييرية للتشغيل البيني من أجل نقل تدفقات بروتوكول الإنترنت المضمونة.*

[b-ITU-T Y.1540] التوصية ITU-T Y.1540 (2007)، *خدمة اتصالات البيانات في بروتوكول الإنترنت – نقل رزم بروتوكول الإنترنت ومعلمات أداء التيسر.*

[b-ITU-T Y.2091] التوصية ITU-T Y.2091 (2008)، *مصطلحات وتعاريف لشبكات الجيل التالي.*

[b-ITU-T Y.2111] التوصية ITU-T Y.2111 (2008)، *وظائف التحكم في الموارد والقبول في شبكات الجيل التالي.*

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
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 (ISDN)
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	صيانة الدارات الإذاعية الدولية لإرسال البرامج الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات أجهزة القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	التراسل الإبراقي
السلسلة S	التجهيزات الانتهائية لخدمات الإبراق
السلسلة T	تجهيزات مطرافية للخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل الإبراقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، وجوانب بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2017