الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T Y.1541

(2006/02)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة Y: البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

خصائص بروتوكول الإنترنت – نوعية الخدمة وأداء الشبكة

أهداف أداء الشبكة للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت

التوصيـــة ITU-T Y.1541

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

البنية التحتية العالمية للمعلومات	
اعتبارات عامة	Y.199–Y.100
الخدمات والتطبيقات، والبرمجيات الوسيطة	Y.299–Y.200
الجوانب الخاصة بالشبكات	Y.399–Y.300
السطوح البينية والبروتوكولات	Y.499–Y.400
الترقيم والعنونة والتسمية	Y.599–Y.500
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.699–Y.600
الأمن	Y.799–Y.700
مستويات الأداء	Y.899–Y.800
جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت	
اعتبارات عامة	Y.1099–Y.1000
الخدمات والتطبيقات	Y.1199–Y.1100
المعمارية والنفاذ وقدرات الشبكة وإدارة الموارد	Y.1299–Y.1200
النقل	Y.1399–Y.1300
التشغيل البيني	Y.1499–Y.1400
جودة الخدمة وأداء الشبكة	**Y.1599–Y.1500**
التشوير	Y.1699–Y.1600
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.1799–Y.1700
الترسيم	Y.1899–Y.1800
شبكات الجيل التالي	
الإطار العام والنماذج المعمارية الوظيفية	Y.2099–Y.2000
جودة الخدمة والأداء	Y.2199–Y.2100
الجوانب الخاصة بالخدمة: قدرات ومعمارية الخدمات	Y.2249–Y.2200
الجوانب الخاصة بالخدمة: إمكانية التشغيل البيني للخدمات والشبكات	Y.2299–Y.2250
الترقيم والتسمية والعنونة	Y.2399–Y.2300
إدارة الشبكة	Y.2499–Y.2400
معمارية الشبكة وبروتوكولات التحكم في الشبكة	Y.2599–Y.2500
الأمن	Y.2799–Y.2700
التنقلية المعممة	Y.2899–Y.2800

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

أهداف أداء الشبكة للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت

ملخص

تحدد هذه التوصية فئات نوعية الخدمة للشبكة إلى جانب أهداف لمعلمات نوعية خدمة الشبكات المستندة إلى بروتوكول الإنترنت. وتحتوي اثنتان من هذه الفئات أهدافاً مؤقتة للأداء. ومن المرتقب أن تشكل هاتان الفئتان أساس الاتفاقات التي تبرم بين مزودي الشبكات والمستعملين النهائيين من جهة وبين مزودي الشبكات من جهة أخرى.

يوفر التذييل I معلومات حول كيف يمكن لأسلوب نقل غير متزامن (ATM) أن يدعم نوعية أداء طبقة بروتوكول الإنترنت (IP). أما التذييل II فيناقش البدائل لتحديد اختلاف وقت نقل الرزمة IP. ويعرض التذييل III المسيرات المرجعية الافتراضية التي تم بموجبها اختبار أهداف نوعية الخدمة للتوصية Y.1541 فيما يتعلق بجدواها. ويعطي التذييل IV أمثلة عن حساب اختلاف وقت نقل الرزم. كما يناقش التذييل V المسائل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار متى أجريت قياسات IP. ويصف التذييل VI العلاقة بين هذه التوصية والآليات التي يحددها فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) لإدارة نوعية الخدمة. ويعطي التذييل VII تقديرات بشأن نوعية إرسال الإشارات الصوتية بالنسبة إلى المسيرات المرجعية الافتراضية الواردة في التذييل III. ويناقش التذييل VIII نقل التلفزيون الرقمي على شبكات IP. ويحتوي التذييل IX تقييم أداء نقل الملفات على المسيرات عبر بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP)، تماشياً مع أهداف التوصية Y.1541.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 12 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 22 فبراير 2006 على التوصية ITU-T Y.1541 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. 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 رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد 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 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، كان 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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2006

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 مقدمة ومجال التطبيق 1
1.1 مقدمة 1
2.1 النطاق 1
2 المراجع 2
3 المختصرات 3
4 قدرة النقل واتفاقات القدرة وقابلية تطبيق فئات نوعية الخدمة 6
5 أهداف أداء الشبكة 6
1.5 مناقشة عامة لنوعية الخدمة 6
2.5 مسير مرجعي لنوعية الخدمة من سطح بيني UNI إلى سطح بيني UNI 7
3.5 فئات نوعية خدمة الشبكة 9
6 أهداف التيسر 13
7 تحقيق أهداف الأداء 13
8 تسلسل أقسام الشبكة وقيمها الخاصة بنوعية الخدمة QoS 13
1.8 مقدمة 13
2.8 تكوين القيم بالنسبة إلى الوصلات UNI-UNI 14
3.8 إجراءات تراكم الانحطاط 16
9 الأمن 16
التذييل I – دعم نوعية خدمة شبكات IP بواسطة نوعية خدمة الشبكة ATM 17
التذييل II – اعتبارات تتعلق بتعريف معلمة تغير وقت النقل IP 18
التذييل III – أمثلة عن مسيرات مرجعية افتراضية للمصادقة على أهداف أداء IP 19
1.III عقد رقم IP في المسير المرجعي الافتراضي HRP 19
2.III أمثلة عن حسابات لدعم وقت النقل من طرف إلى طرف فيما يتعلق بالفئتين 0 و1 21
3.III مثال لحساب وقت النقل من طرف إلى طرف للفئة 1 22
4.III مثال حسابات لدعم وقت النقل من طرف إلى طرف للفئة 4 23
5.III مستوى الحمولة في المسير HRP 24
6.III السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في المسير HRP 24
التذييل IV – أمثلة حساب تغير وقت نقل الرزم IP 24
1.IV المساهمات في تغير وقت نقل الرزم IP 24
2.IV النماذج وإجراءات الحساب لوضع حد أعلى للتغير IPDV 25
3.IV أمثلة للحساب 27
التذييل V – بيانات تتعلق بوسائل قياس نوعية أداء IP 29
التذييل VI – قابلية تطبيق قدرات النقل Y.1221 والخدمات التفاضلية لفريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) على فئات نوعية الخدمة للشبكة IP 30

الصفحة

التذييل VII – آثار نوعية خدمة الشبكة على نوعية الإرسال من طرف إلى طرف للإشارات الصوتية حسبما يدركها المستعمل 31
1.VII مثال لحساب وقت نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت مع نوعية أداء شبكة الفئة 0 وفقاً للتوصية Y.1541 32
2.VII مثال لحساب وقت نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت مع نوعية أداء شبكة الفئة 1 وفقاً للتوصية Y.1541 33
3.VII حساب نوعية الصوت لمسيرات مرجعية افتراضية وفقاً للتوصية Y.1541 33
التذييل VIII – آثار أداء شبكة IP على نوعية خدمة إرسال التلفزيون الرقمي 35
1.VIII مقدمة 35
2.VIII نقطة طرفية مرجعية افتراضية (HRE) للإشارات الفيديوية ذات النطاق العريض العالي 35
3.VIII ملامح الخدمة ومتطلبات أداء الرزم من طرف إلى طرف 35
4.VIII التصحيح الأمامي للأخطاء/التشذير لتحسين أداء الوصلات UNI-UNI 37
5.VIII تقييم مختبري لفعالية التصحيح FEC/التشذير 38
6.VIII معلمات الأداء الإضافية 38
التذييل IX – آثار نوعية خدمة الشبكة على أداء البيانات من طرف إلى طرف بواسطة بروتوكول التحكم في الإرسال TCP 38
1.IX مقدمة 38
2.IX نموذج أداء البروتوكول TCP 39
3.IX النقطة الطرفية المرجعية الافتراضية لبروتوكول TCP 39
4.IX ملاحظات 40
5.IX ملخص لتقييم القدرات TCP 42
ثبت المراجع 43

أهداف أداء الشبكة للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت

1 مقدمة ومجال التطبيق

1.1 مقدمة

يطلب الزبائن مستويات أداء للشبكة تقوم، عند دمجها مع المخدمات والمطاريف وغيرها من التجهيزات، بدعم تطبيقاتهم بشكل مرضٍ. إن اعتماد خدمات الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت لم تغيّر هذا الواقع، باستثناء ضرورة خضوع معلمات أداءٍ نقل الرزم على الشبكات لقيود معينة (على النحو المحدد في التوصية ITU-T Y.1540).

إن متطلبات أداء التطبيق مفهومة فهماً جيداً، حتى وإن تجاوزت العديد من العناصر المهمة قدرة مزود خدمات الشبكة على التحكم فيها (أي الشبكات بالمنـــزل والشبكات المحلية وبوابات التطبيق والمطاريف والمخدمات وغير ذلك من تجهيزات الزبائن). وتجدر ملاحظة أن أهداف أداء تجهيز الزبائن متاحة، مثل تلك الواردة في التوصية ITU-T P.1010 لمطاريف وبوابات نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت (VoIP)، ومن شأن دمج تلك الأهداف مع مستويات محددة لأداء الشبكة (كما تشير إليه تذييلات هذه التوصية) أن يخلق علاقة مباشرة بين أداء الشبكة وأداء التطبيقات.

واستجابة لذلك، اتفق مزودو الخدمات على التعاون للتوصل إلى مستويات معينة من أداء الشبكة، كما قاموا بتدوين الأهداف الرقمية في هذه التوصية. والاتفاق على مستويات أداء الشبكة مفيد للغاية لأنه يؤثر بشكل كبير على نوعية أداء التطبيقات.

تنظّم الأهداف في مجموعات تُعرف بفئات نوعية الخدمة (الجدول 1) يمكن تكييفها مع تجهيزات الزبائن المصممة بشكل جيد وذلك لدعم مختلف التطبيقات بشكل مرضٍ (كما هو مشار إليه في الجدول 2). وترد في الجدول 3 فئات تتضمن أهدافاً مؤقتة. وتم تقييد عدد الفئات عمداً لتبسيط تشكيل المسيرات التي تعبر شبكات المشغلين المختلفين، حتى تلبي الأهداف في كل فئة احتياجات مختلف التطبيقات. ينبغي على قرّاء هذه التوصية أن يخططوا *على الأقل* لثماني فئات عندما ينظرون في مجالات البروتوكول وقيمه، لأن زيادة عدد الفئات ممكن في المستقبل.

تنتج القيم الموضوعية عن تحليل التطبيقات الأساسية مثل المهاتفة التحاورية والمؤتمرات متعددة الوسائط والتبادل الموثوق للبيانات باستخدام بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP) والتلفزيون الرقمي، إلى جانب تحليل جدوى الشبكة. وتوفر التذييلات توجيهات هامة ومفصلة عن كيفية استخدام الأهداف الواردة في فئات شبكة نوعية الخدمة لتحديد نوعية (التطبيق) التي يتم توفيرها من طرف إلى طرف.

تشكل فئات نوعية خدمة الشبكة أداة هامة في سلسلة التطورات المطلوبة لتأمين نوعية الأداء من طرف إلى طرف. وهي جزء من مفردات التفاوض بشأن نوعية الخدمة بين المستعملين والشبكات، خاصة عندما تقوم بروتوكولات التشوير بنقل طلبات نوعية الخدمة على أساس دينامي.

والتحقق من أن الخدمة تلبي أهداف الشبكة يُعتبر مجال آخر يهم المستعمل. وقد تمت معالجة هذه النقطة هنا من خلال فترات التقييم الموصى بها وأحجام الحمولة النافعة للرزم وغيرها من الجوانب المفيدة لمصممي أجهزة القياس. إضافة إلى ذلك، يتحقق المستعملون مباشرة من الأهداف UNI-UNI، على عكس الأهداف التي تنطبق على السطوح البينية لغير المستعملين أو التي تستعمل معلومات يجهلها الزبائن، مثل مسافة الطرق.

2.1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية قيم أداء الشبكة UNI-UNI باستخدام بروتوكول الإنترنت لكل معلمة من معلمات الأداء المحددة في التوصية ITU-T Y.1540. وتختلف قيم الأداء المحددة وفقاً لفئة نوعية خدمة الشبكة. وتحدد هذه التوصية ثماني فئات لنوعية

الخدمة، اثنتان منها مؤقتان. وتنطبق هذه التوصية على المسيرات الدولية للشبكة IP (UNI-UNI). وتهدف فئات نوعية خدمة الشبكة الوارد تعريفها هنا إلى تشكيل أساس الاتفاقات المبرمة بين المستعملين النهائيين ومزودي خدمة الشبكات من جهة وبين مزودي الخدمات من جهة أخرى. ويجب الاستمرار في استخدام هذه الفئات عندما تفسح الاتفاقات السكونية المجال أمام الطلبات الدينامية التي تدعمها بروتوكولات تحديد نوعية الخدمة.

تدعم فئات شبكة نوعية الخدمة المحددة هنا مجموعة واسعة جداً من التطبيقات، بما في ذلك: المهاتفة التحاورية والمؤتمرات متعددة الوسائط والفيديو الرقمي والنقل التفاعلي للبيانات. وقد تتطلب تطبيقات أخرى فئات جديدة أو مراجعة، ولكن يجب إيجاد نوع من التوازن بين أي رغبة في الحصول على فئات جديدة والمتطلبات لعملية تنفيذ مجدية، كما يجب أن يكون عدد الفئات صغيراً للتمكن من إدراج عمليات التنفيذ في الشبكات العالمية.

تطبق أهداف نوعية الخدمة بشكل أولي عندما تكون سرعات وصلة النفاذ عند المعدل T1 أو E1 على الأقل. ويعترف هذا الحد بأن الوقت التسلسلي للرزم IP مدرج في تعريف وقت نقل الرزم IP (IPTD) وأن معدلات النفاذ الفرعية T1 يمكن أن تنتج أوقات تسلسلية تتجاوز 100 ms للرزم ذات حمولة تبلغ 1500 أثمون. كما أن هذه التوصية تتطلب بالفعل نشر آليات نوعية خدمة الشبكة على أجهزة النفاذ لتحقيق هدف تغير وقت نقل رزم بروتوكول الإنترنت IP (IPDV)، لا سيما عندما يكون معدل النفاذ منخفضاً (مثلاً المعدل T1). يمكن أن تتضمن تصميمات الشبكة معدلات نفاذ أكثر انخفاضاً عندما:

1) يأخذ مخططو الشبكة في الاعتبار أثر الوقت التسلسلي الإضافي على هدف الوصلات UNI-UNI بالنسبة إلى الوقت IPTD.

2) تحدّ آليات نوعية الخدمة مساهمة النفاذ عند التغير IPDV، ويتم تحقيق الهدف فيما يتعلق بالوصلات UNI-UNI. والهدف IPDV الحالي ضروري لتحقيق أداء تطبيق عالي الجودة، كما يشير إليه بوضوح التذييلان III وVII.

توفر هذه التوصية فئات نوعية خدمة الشبكة المطلوبة لدعم فئات نوعية الخدمة الموجهة نحو المستعمل. وبناءً على ذلك، تتسق هذه التوصية مع الإطار العام الذي يحدد نوعية خدمات الاتصالات في التوصية ITU-T G.1000 ومع فئات نوعية الخدمة للوسائط المتعددة المطلوبة لدعم تطبيقات المستعمل الواردة في التوصية ITU-T G.1010.

ملاحظة – تستخدم هذه التوصية المعلمات المحددة في التوصية ITU-T Y.1540 التي يمكن استخدامها لتصنيف الخدمة IP الموفرة باستخدام البروتوكول IPv4، أما قابلية تطبيق بروتوكولات أخرى أو توسيعها (مثلاً، IPv6) فستشكل موضوع دراسة لاحقة.

2 المراجع

تحتوي التوصيات التالية وغيرها مما صدر عن القطاع ITU-T بعض الأحكام التي تشكل أحكاماً في هذه التوصية، بموجب الإحالة إليها في النص. ففي تاريخ نشر هذه التوصية كانت الطبعات المذكورة لا تزال صالحة. وبما أن جميع التوصيات والمراجع الأخرى خاضعة لإعادة النظر، فمن ثم نشجع مستعملي هذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث صيغ التوصيات والمراجع الأخرى الواردة في القائمة أدناه. ويجري بانتظام نشر قائمة التوصيات السارية الصلاحية التي تصدر عن القطاع ITU-T . ولذا فإن الإحالة داخل هذه التوصية إلى وثيقة ما لا تضفي على هذه الوثيقة صفة توصية.

[1] التوصية ITU-T G.114 (2003)، *زمن الإرسال أحادي الاتجاه*.

[2] التوصية ITU-T G.109 (1999)، *تعاريف فئات نوعية الإرسال الصوتي*.

[3] التوصية ITU-T G.826 (2002)، *المعلمات والأهداف المتعلقة بأداء الخطأ من طرف إلى طرف للمسيرات والتوصيلات الرقمية الدولية ذات معدل بتات ثابت*.

[4] التوصية ITU-T G.1020 (2003)، *تعاريف معلمات الأداء لنوعية الكلام وغيره من تطبيقات نطاق الكلام التي تستخدم شبكات بروتوكول الإنترنت*.

[5] التوصية ITU-T I.113 (1997)، *مصطلحات تتعلق بالشبكة الرقمية متكاملة الخدمات عريضة النطاق*.

[6] التوصية ITU-T I.350 (1993)، *مظاهر عامة لنوعية الخدمة ولأداء الشبكة في الشبكات الرقمية، بما فيها الشبكات ISDN*

[7] التوصية ITU-T P.1010 (2004)، *الأهداف الأساسية لنقل الصوت للمطاريف والبوابات عبر نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت.*

[8] التوصية ITU-T Y.1540 (2002)، *خدمة نقل البيانات عبر بروتوكول الإنترنت- معلمات الأداء بشأن نقل الرزم IP والتيسرية.*

[9] المعيار IETF RFC 791 (STD-5) (1981)، *بروتوكول الإنترنت، خاصية بروتوكول برنامج الإنترنت DARPA.*

[10] التوصية ITU-T Y.1231 (2000)، *هيكلية شبكة النفاذ IP.*

[11] التوصية ITU-T E.651 (2000)، *التوصيلات المرجعية لهندسة حركة شبكات النفاذ IP.*

[12] التوصية ITU-T G.1000 (2001)، *نوعية خدمة الاتصالات: إطار وتعاريف.*

[13] التوصية ITU-T G.1010 (2001)، *فئات نوعية خدمة الوسائط المتعددة بالنسبة إلى المستعمل النهائي.*

[14] التوصية ITU-T Y.1221 (2002)، *التحكم بالحركة والازدحام في الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت.*

[15] التوصية ITU-T G.107 (2005)، *النموذج E، نموذج حسابي للاستخدام في تخطيط الإرسال.*

[16] التوصية ITU-T G.108 (1999)، *تطبيق النموذج E الإلكتروني: دليل التخطيط.*

3 المختصرات

تستخدم هذه التوصية المختصرات التالية:

AF إعادة تسيير مضمونة (*Assured Forwarding*)

ATM أسلوب نقل غير متزامن (*Asynchronous Transfer Mode*)

CBR معدل بتات ثابت (*Constant Bit Rate*)

CDV تغير وقت انتشار الخلايا (*Cell Delay Variation*)

CER معدل خطأ الخلايا (*Cell Error Ratio*)

CLR معدل خسارة الخلايا (*Cell Loss Ratio*)

CMR معدل الإدراج الخطأ للخلايا (*Cell Misinsertion Ratio*)

CS قسم من دارة (*Circuit Section*)

DS خدمات تفاضلية (*Differentiated Services*)

DST مخدم المقصد (*Destination host*)

E1 إرسال بالتراتب الرقمي عند 2,048 Mbit/s (*Digital Hierarchy Transmission at 2.048 Mbit/s*)

E3 إرسال بالتراتب الرقمي عند 34 Mbit/s (*Digital Hierarchy Transmission at 34 Mbit/s*)

EF إعادة تسيير عاجلة (*Expedited Forwarding*)

FEC/I التصحيح الأمامي للأخطاء والتشذير (*Forward Error Correction and Interleaving*)

FIFO الداخل أولاً خارج أولاً (*First-In, First-Out*)

FTP بروتوكول نقل الملفات (*File Transfer Protocol*)

GW بوابة (*Gateway*)

HRE نقطة طرفية مرجعية افتراضية (*Hypothetical Reference Endpoint*)

HRP مسير مرجعي افتراضي (*Hypothetical Reference Path*)

HTTP بروتوكول نقل النصوص الترابطية (*HyperText Transfer Protocol*)

IETF فريق مهام هندسة الإنترنت (*Internet Engineering Task Force*)

IP بروتوكول الإنترنت (*Internet Protocol*)

IPDV تغير وقت رزمة IP (*IP packet Delay Variation*)

IPER معدل الخطأ في رزم IP (*IP packet Error Ratio*)

IPLR معدل الخسارة في رزم IP (*IP packet Loss Ratio*)

IPOT المعدل المفيد لرزم IP بالأثمونات (*Octet based IP packet Throughput*)

IPPT المعدل المفيد لرزم IP (*IP Packet Throughput*)

IPRE حدث مرجعي لنقل رزم IP (*IP packet transfer Reference Event*)

IPRR معدل إعادة ترتيب رزم IP (*IP Packet Reordering Ratio*)

IPTD وقت نقل رزم IP (*IP Packet Transfer Delay*)

ISP مزود خدمة الإنترنت (*Internet Service Provider*)

ITU-T قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد
(*International Telecommunication Union–Telecommunication Standardization Sector*)

LL الطبقات السفلى (البروتوكولات والتقنيات التي تدعم الطبقة IP)
(*Lower Layers, protocols and technology supporting the IP layer*)

LAN الشبكة المحلية (*Local Area Network*)

M_{av} العدد الأدنى من الرزم الموصى به لتقييم حالة التيسّر
(*The minimum number of packets recommended for assessing the availability state*)

MP نقطة القياس (*Measurement Point*)

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

MTBISO متوسط الوقت بين انقطاعات خدمة IP (*Mean Time between IP Service Outages*)

MTTISR متوسط الوقت لاستعادة خدمة IP (*Mean Time to IP Service Restoral*)

N عدد الرزم في مسبار الصبيب بحجم N (*The number of packets in a throughput probe of size N*)

NS قسم من شبكة (*Network Section*)

NSE مجموعة أقسام الشبكة (*Network Section Ensemble*)

NSP مزود خدمات الشبكة (*Network Service Provider*)

OSPF أول أقصر مسير مفتوح (*Open Shortest Path First*)

PDB السلوك وفق كل مجال (*Per Domain Behaviour*)

PDH التراتب الرقمي متقارب التزامن (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)

PHB السلوك وفق كل قفزة (*Per Hop Behaviour*)

PIA تيسر نسبي لخدمة IP (*Percent IP service Availability*)

PIU عدم تيسر نسبي لخدمة IP (*Percent IP service Unavailability*)

pkt مخطط بيانات IP (لرزم IP) (*IP datagram (IP packet)*)

QoS نوعية الخدمة (*Quality of Service*)

R مسيّر (*Router*)

RFC طلب التعليقات (*Request for Comment*)

RSVP بروتوكول حجز الموارد (*Resource reSerVation Protocol*)

RTP بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (*Real-Time Transport Protocol*)

SDH تراتب رقمي متزامن (*Synchronous Digital Hierarchy*)

SPR نسبة الرزم الهامشية (*Spurious Packet Ratio*)

SRC المخدم الأصلي (*Source host*)

STD معيار (*Standard*)

T1 إرسال بالتراتب الرقمي عند 1,544 Mbit/s (*Digital Hierarchy Transmission at 1.544 Mbit/s*)

T3 إرسال بالتراتب الرقمي عند 45 Mbit/s (*Digital Hierarchy Transmission at 45 Mbit/s*)

T_{av} أدنى فترة زمنية للتيسر IP؛ أدنى فترة زمنية لعدم التيسر IP
(*Minimum length of time of IP availability; minimum length of time of IP unavailability*)

TBD تحدد لاحقاً (*To Be Determined*)

TCP بروتوكول التحكم في الإرسال (*Transmission Control Protocol*)

TDMA نفاذ متعدد بتقسيم زمني (*Time Division Multiple Access*)

TE جهاز مطرافي (*Terminal Equipment*)

T_{max} الفترة القصوى لنقل رزمة IP التي تعتبر بعدها الرزمة مفقودة
(*Maximum IP packet delay beyond which the packet is declared to be lost*)

ToS نمط الخدمة (*Type of Service*)

TTL مدة الحياة (*Time To Live*)

UDP بروتوكول مخطط معطيات المستعمل (*User Datagram Protocol*)

UNI السطح البيني الشبكة–المستعمل (*User Network Interface*)

VoIP نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت (*Voice over Internet Protocol*)

VTC مؤتمر فيديوي عن بعد (*Video Teleconference*)

4 قدرة النقل واتفاقات القدرة وقابلية تطبيق فئات نوعية الخدمة

تعالج هذه الفقرة قدرة النقل التي تتمتع بها الشبكة (المعدل الفعلي لنقل التدفق على مدى فترة زمنية محددة) وعلاقتها بمعلمات نوعية خدمة نقل الرزم المحددة في التوصية ITU-T Y.1540، وبالأهداف المحددة هنا.

إن قدرة النقل هي معلمة أساسية لنوعية الخدمة ولها تأثير أولي على نوعية الأداء التي يدركها المستعملون النهائيون. للعديد من تطبيقات المستعمل متطلبات دنيا تتعلق بالقدرة يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند إبرام اتفاقات الخدمة. لا تحدد التوصية ITU-T Y.1540 معلمة للقدرة، إلا أنها تحدد معلمة تتعلق بخسارة الرزم. ويمكن اقتطاع البتات أو الأثمونات المفقودة من العدد الإجمالي المرسل لتحديد قدرة الشبكة بشكل مؤقت. وسيشكل تعريف مستقل للقدرة موضوع دراسة لاحقة.

من المفترض أن يكون كل من مستعمل الشبكة ومزودها قد اتفقا على قدرة النفاذ القصوى التي ستكون متيسرة لتدفق واحد أو أكثر من تدفقات الرزم في فئة محددة من نوعية الخدمة (باستثناء الفئة غير المحددة). تدفق الرزم هو الحركة المصاحبة لتدفق بأسلوب موصّل أو غير موصل مزود بنفس المخدم الأصلي (SCR) ونفس مخدم المقصد (DST) ونفس فئة الخدمة ونفس استيقان الدورة. قد تستخدم وثائق أخرى المصطلحين "التدفق الصغري" أو "التدفق الفرعي" عند الإشارة إلى تدفقات حركة بهذه الدرجة من التصنيف. يمكن أن تستخدم الأطراف المتعاقدة أساساً أي خاصية للقدرة تعتبرها مناسبة، طالما أنها تسمح بتعزيز مزود الخدمة من جهة وبالتحقق من هوية المستعمل من جهة أخرى. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون تحديد المعدل الذروي للبتات على وصلة نفاذ كافياً (بما في ذلك مجال الطبقة السفلى). ويوافق مزود الشبكة على نقل الرزم إلى القدرة المحددة، وفقاً لفئة نوعية الخدمة المتفق عليها.

عندما تتوفر البروتوكولات والأنظمة التي تدعم الطلبات الدينامية، يقوم المستعمل بالتفاوض بشأن إبرام عقد الحركة. ويحدد هذا العقد معلمة أو أكثر من معلمات الحركة (مثل المعلمات المحددة في التوصية ITU-T Y.1221 [14] أو في بروتوكول حجز الموارد (RSVP)) وفئة نوعية الخدمة، وينطبق على تدفق محدد.

يمكن أن تكون أهداف نوعية الأداء غير قابلة للتطبيق عندما تتجاوز الرزم اتفاق القدرة أو عقد الحركة الذي تم التفاوض بشأنه. وفي حال مراقبة الرزم الزائدة، يُسمح للشبكة بالتخلص من عدد من الرزم يساوي عدد الرزم الزائدة التي تم تقييمها باستخدام معلمات أداء الشبكة. وبشكل خاص، لا ينبغي اعتبار الرزم المرفوضة رزماً مفقودة عند تقييم أداء الشبكة من خلال حساب معدل الخسارة في رزم IP. ويمكن إعادة إرسال الرزم المفقودة، ولكن عندئذٍ اعتبارها بمثابة رزمة جديدة عند تقييم أداء الشبكة.

يتعين على الشبكة أن تحدد استجابتها على تدفقات الرزم الزائدة بالاستناد الممكن على عدد الرزم الزائدة الملحوظة. عندما يتضمن تدفق ما رزماً زائدة، ليس من الضروري احترام أي التزام بشأن نوعية أداء الشبكة. غير أن الشبكة يمكن أن تقدم التزامات معدلة بشأن نوعية أداء الشبكة.

5 أهداف أداء الشبكة

تحلل هذه الفقرة أهداف نوعية نقل البيانات المتعلقة بمستعمل الخدمات IP العمومية. ويشار إلى هذه الأهداف من حيث معلمات أداء طبقة IP المحددة في التوصية ITU-T Y.1540. ويرد ملخص لهذه الأهداف في الجدول 1 إلى جانب الملاحظات العامة المصاحبة. إن كافة القيم الواردة في الجدول 1 ثابتة.

ملاحظة – من وجهة نظر المستعمل، لا تشكل فئات نوعية خدمة الشبكة سوى جزءاً من نوعية الإرسال (مثلاً، نوعية الإرسال من الفم إلى الأذن عبر بروتوكول الإنترنت IP). ويقدم التذييل VII خطوطاً توجيهية تتعلق بالتوصيات التي تتلاءم في هذا المجال.

1.5 مناقشة عامة لنوعية الخدمة

تفرض تعاريف فئة نوعية الخدمة الواردة في الجدول 1 حدوداً على أداء الشبكة بين السطوح البينية المستعمل–الشبكة. وطالما أن المستعملين (والشبكات الفردية) لا يتجاوزون تحديد القدرة المتفق عليها أو عقد الحركة وأن المسير متيسر (كما هو وارد

في التوصية ITU-T Y.1540)، يجب على مزودي الشبكة أن يدعموا جماعياً هذه الحدود بين السطوح البينية UNI-UNI طوال عمر التدفق.

وتتوقف نوعية الشبكة الحالية المقدمة إلى تدفق ما على المسافة ومدى تعقيد المسير الذي تجتازه. وغالباً ما تتجاوز الحدود المدرجة في تعاريف فئة نوعية الخدمة الواردة في الجدول 1.

يمكن تنفيذ الاتفاقات السكونية لفئة نوعية الخدمة بربطها بفئة محددة لتوسيم الرزم (أي بتات ذات أسبقية حسب نمط الخدمة أو التسلسل المشفر للخدمات التفاضلية).

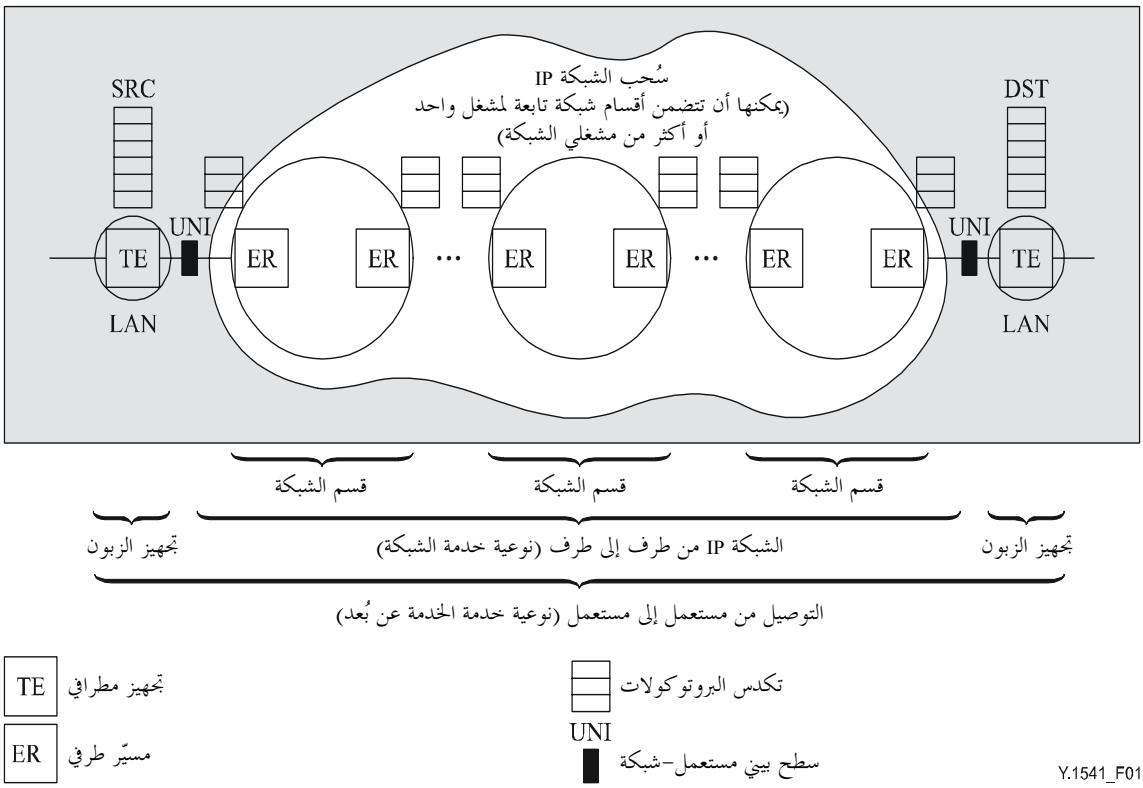
ويجري حالياً دراسة البروتوكولات التي تسمح بدعم الطلبات الدينامية لنوعية الخدمة بين المستعملين ومزودي الشبكة من جهة وبين مزودي الشبكة من جهة أخرى. وعند تنفيذ هذه البروتوكولات والأنظمة الداعمة، يمكن أن يتقدم المستعملون أو الشبكات بطلب فئات مختلفة من نوعية الخدمة على أساس التدفق تلو الآخر وأن يحصلوا عليها. وبهذا الشكل، يمكن توصيل الاحتياجات النوعية المحددة لمختلف الخدمات والتطبيقات وتقييمها وقبولها (أو رفضها أو تعديلها).

2.5 مسير مرجعي لنوعية الخدمة من سطح بيني UNI إلى سطح بيني UNI

تتبع كل رزمة موجودة في تدفق ما مسيراً محدداً. ويمكن اعتبار أي تدفق (مع رزمة واحدة أو أكثر على المسير) يستوفي أهداف نوعية الأداء الواردة في هذه الفقرة، بأنه يمتثل كلياً للأحكام المعيارية الواردة في هذه التوصية.

ملاحظة – تتضمن عبارة "من طرف إلى طرف" معنى مختلفاً في التوصيات المتعلقة بفئات نوعية خدمة المستعمل، حيث تعني مثلاً من "الفم إلى الأذن" في التوصيات المتعلقة بنوعية الصوت. أما في سياق هذه التوصية، فإن عبارة "من طرف إلى طرف" تعني من سطح بيني UNI إلى سطح بيني UNI.

تحدد أهداف أداء السطح البيني UNI إلى السطح البيني UNI من أجل معلمات أداء IP المقابلة للأحداث المرجعية لنقل رزم IP. وتنطبق أهداف أداء تشغيل IP من سطح بيني UNI إلى سطح بيني UNI في الشكل 1. ويتضمن مسير الشبكة IP من سطح بيني UNI إلى سطح بيني UNI مجموعة من أقسام الشبكة (NS) والوصلات بين الشبكات توفر نقل الرزم IP المرسلة من السطح البيني UNI على جانب المخدم الأصلي إلى السطح البيني UNI على جانب مخدم المقصد. ويمكن اعتبار البروتوكولات أدناه بما فيها الطبقة IP (الطبقة 1 إلى الطبقة 3) جزءاً من الشبكة IP. وتكون أقسام الشبكة (NS) المحددة في التوصية ITU-T Y.1540 متشابهة مع مجالات المشغل ويمكنها أن تتضمن معماريات شبكة النفاذ IP، على النحو الوارد في التوصيتين ITU-T E.651 وITU-T Y.1231. والمسير المرجعي الوارد في الشكل 1 هو تكييف لنموذج أداء Y.1540.



ملاحظة – يظهر تجهيز الزبون (المنطقة المظللة) لأغراض توضيحية فقط.

الشكل Y.1541/1 – مسير مرجعي من سطح بيني UNI
إلى سطح بيني UNI لأهداف نوعية خدمة الشبكة

يتضمن تجهيز الزبون كافة التجهيزات المطرافية مثل المخدم وأي مسيّر أو شبكة محلية إن وجدت. وفي بعض التطبيقات لا يوجد سوى مستعمل بشري واحد. ومن المهم ملاحظة أن مواصفات التجهيزات المطرافية والتوصيلات من مستعمل إلى مستعمل تتجاوز نطاق هذه التوصية. يمكن أيضاً إطلاق اسم "بوابات النفاذ" على المسيّرات الطرفية الموصلة بالتجهيزات المطرافية.

تتضمن المسيرات المرجعية الخواص التالية:

1) يمكن أن تدعم السحب IP التوصيلات من مستعمل إلى مستعمل والتوصيلات من مستعمل إلى مخدم وغيرها من تغيرات النقاط الطرفية.

2) يمكن تمثيل أقسام الشبكة باعتبارها سحب مع مسيّرات طرفية على حدودها، مع قيام عدد من المسيّرات الداخلية بأدوار مختلفة.

3) يتوقف عدد أقسام الشبكة في مسير ما على فئة الخدمة المقدمة، إلى جانب تعقيد كل قسم من أقسام الشبكة وامتداده الجغرافي.

4) يسمح مجال تطبيق هذه التوصية بقسم واحد أو أكثر من الشبكة في مسيرٍ ما.

5) يمكن أن تتغير أقسام الشبكة التي تدعم الرزم الموجودة في تدفق ما خلال مدة حياته.

6) تتجاوز التوصيلية IP الحدود الدولية ولكنها لا تتبع اتفاقات الشبكات بتبديل الدارات (مثلاً، من الممكن عدم وجود أي بوابات قابلة للتعرف عليها على مستوى الحدود الدولية إذا كان قسم الشبكة نفسه يُستخدم على جانبي الحدود).

3.5 فئات نوعية خدمة الشبكة

تصف هذه الفقرة فئات نوعية خدمة الشبكة المحددة حالياً. وتخلق كل فئة من هذه الفئات تركيبة محددة من الحدود بشأن قيم الأداء. وتتضمن هذه الفقرة توجيهات بشأن الوقت الذي يمكن خلاله استخدام كل فئة من فئات نوعية خدمة الشبكة، لكنها لا تنظم استخدام أي فئة من نوعية خدمة الشبكة في سياق معين.

الجدول Y.1541/1– تعاريف لفئة نوعية خدمة الشبكة IP وأهداف أداء الشبكة

معلمة أداء الشبكة	طبيعة هدف أداء الشبكة	فئات نوعية الخدمة					
		الفئة 0	الفئة 1	الفئة 2	الفئة 3	الفئة 4	الفئة 5 غير المحددة
IPTD	الحد الأعلى لمتوسط الوقت IPTD (الملاحظة 1)	ms 100	ms 400	ms 100	ms 400	s 1	U
IPDV	الحد الأعلى للجزء $1 - 10^{-3}$ من الوقت IPTD ناقص الوقت الأدنى IPTD (الملاحظة 2)	ms 50 (الملاحظة 3)	ms 50 (الملاحظة 3)	U	U	U	U
IPLR	الحد الأعلى لاحتمال خسارة الرزمة	1×10^{-3} (الملاحظة 4)	1×10^{-3} (الملاحظة 4)	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	U
IPER	الحد الأعلى	1×10^{-4} (الملاحظة 5)			U		

ملاحظات عامة:

تنطبق الأهداف على الشبكات العمومية IP. ويُتوقع تحقيق الأهداف على التطبيقات الجارية للشبكة IP. إن التزام مزودي الشبكة تجاه المستعمل يكمن في محاولة تسليم الرزم بشكل يحقق كل هدف من الأهداف القابلة للتطبيق. ينبغي أن تستوفي غالبية المسيّرات IP التي تعلن المطابقة مع التوصية ITU-T Y.1541 هذه الأهداف. أما بالنسبة إلى بعض المعلمات، يمكن أن تكون نوعية الأداء على مسيّرات أقصر و/أو أقل تعقيداً أفضل بكثير.

ويُقترح فاصل زمني للتقييم مدته دقيقة واحدة للوقت IPTD والتغير IPDV والمعدل IPLR، وفي جميع الأحوال، يجب تسجيل الفاصل الزمني مع القيمة الملحوظة، ويجب أن تستوفي أي دقيقة ملحوظة هذه الأهداف.

ويمكن أن يختار فرادى مزودي الخدمة تقديم التزامات أداء تكون أفضل من تلك الأهداف.

يعني الحرف "U" أن النوعية "غير محددة" أو "غير محدودة". وعندما يتم تحديد أداء النوعية المتعلقة بمعلمة معينة باعتبارها "U"، لا يضع قطاع تقييس الاتصالات أي هدف لهذه المعلمة ويمكن تجاهل أي هدف لا يتطابق بالتغيب مع التوصية ITU-T Y.1541. وعندما يوضع هدف معلمة ما على "U"، يمكن أن يكون أداء النوعية المتعلق بهذه المعلمة منخفضاً على نحو اعتباطي.

الملاحظة 1 – ستحول أزمنة الانتشار الطويلة دون تحقيق الأهداف المنخفضة من طرف إلى طرف من حيث وقت النقل. وفي هذه الظروف وفي غيرها، لا يمكن دائماً تحقيق الأهداف IPTD في الفئتين 0 و2. ويصادف كل مزود شبكة هذه الظروف، ويقدم مدى الأهداف IPTD الواردة في الجدول 1 فئات بديلة من نوعية الخدمة قابلة للتحقيق. والأهداف المحسوبة بزمن نقل فئة ما لا تمنع مزود شبكة من تقديم خدمات إضافة إلى التزامات أقصر تتعلق بوقت النقل. ووفقاً لتعريف الوقت IPTD الوارد في التوصية ITU-T Y.1540، يدخل وقت إدراج الرزمة في الهدف IPTD. وتقترح هذه التوصية طولاً أقصى لمجال المعلومات يبلغ 1500 أثمون لتقييم هذه الأهداف.

الملاحظة 2 – تعريف الهدف IPDV (المحدد في التوصية ITU-T Y.1540) هو تغير وقت الرزم IP بنقطتين. وللحصول على المزيد من المعلومات حول طبيعة هذا الهدف، انظر التوصية ITU-T Y.1540 والتذييل II من هذه التوصية. ولأغراض التخطيط، يمكن اعتبار حد متوسط الوقت IPTD على أنه الحد الأعلى عند أقل قيمة للوقت IPTD وبالتالي، يمكن الحصول على الحد عند القيمة $1 - 10^{-3}$ بزيادة متوسط الوقت IPTD إلى قيمة التغير IPDV (أي 150 ms في الفئة 0).

الملاحظة 3 – تتوقف هذه القيمة على قدرة الوصلات بين الشبكات. يمكن حدوث تغيرات بسيطة عندما تكون كافة القدرات أعلى من المعدل الأولي (T1 أو E1) أو عندما تكون مجالات بيانات الرزم المتنافسة أقل من 1500 أثمون (انظر التذييل IV).

الملاحظة 4 – تستند أهداف الفئتين 0 و1 جزئياً فيما يتعلق بالمعدل IPLR إلى الدراسات التي تظهر أن التطبيقات الصوتية وأجهزة الكودك الصوتية عالية الجودة لا تتأثر أساساً بمعدل IPLR يساوي 10^{-3}.

الملاحظة 5 – تضمن هذه القيمة أن خسارة الرزم هي المصدر الرئيسي للعيوب التي تظهر في الطبقات العليا ويمكن التوصل إليها مع نقل IP على الأسلوب ATM.

1.3.5 طبيعة أهداف أداء الشبكة

تنطبق الأهداف الواردة في الجدول 1 على الشبكات العمومية IP، بين نقاط القياس التي تحد الشبكة IP من طرف إلى آخر. ويُعتقد أن الأهداف قابلة للتحقيق على منشآت جارية للشبكات IP.

يشير الجزء الأيسر من الجدول 1 إلى الطبيعة الإحصائية لأهداف الأداء التي تظهر في الصفوف اللاحقة.

تشكل أهداف الأداء لمدة تأخر نقل الرزم IP الحدود العليا لمتوسط الوقت IPTD للتدفق الضمني. وبالرغم من إمكانية تجاوز وقت نقل العديد من الرزم الفردية لهذا الحد، ينبغي أن يكون متوسط الوقت IPTD خلال مدة حياة التدفق (وهو مقدر إحصائي للمتوسط) عادة أقل من الحد المنطبق المستمد من الجدول 1.

وتستند أهداف الأداء فيما يتعلق بتغير وقت نقل الرزم IP بنقطتين إلى الحد الأعلى للكم $1 - 10^{-3}$ وهو كم توزيع الوقت IPTD الضمني بالنسبة إلى التدفق. ويسمح الكم $1 - 10^{-3}$ بفواصل زمنية قصيرة للتقييم (مثلاً، عينة تتضمن 1000 رزمة هو ما يلزم كحد أدنى لتقييم هذا الحد). كما يسمح ذلك بالمزيد من المرونة في تصميم الشبكة حيث ينبغي لحساب دارئ انقضاء الوقت وأطوال صفوف انتظار المسيّرات أن يحقق هدفاً شاملاً بمعدل IPLR قدره 10^{-3}. كما أن استخدام قيم كم أدنى سيؤدي إلى تقدير أدنى لحجم دارئ إزالة الارتعاش قد تتجاوز الخسارة الفعالة للرزم الهدف الشامل للمعدل IPLR (مثلاً، يُترجم كم يساوي $1 - 10^{-2}$ بخسارة شاملة في الرزم تساوي 1,1% بمعدل IPLR يساوي 10^{-3}). وتجرى حالياً دراسة تقنيات وتعاريف إحصائية أخرى للتغير IPDV، على النحو الموصوف في التذييل II ويتناول التذييل IV تقدير أداء التغير IPDV.

تشكل أهداف الأداء بالنسبة إلى معدلات خسارة الرزم IP الحدود العليا لخسارة الرزم IP بالنسبة إلى التدفق. بالرغم من ضياع رزم فردية، تبقى الاحتمالية الضمنية لضياع رزمة فردية ما خلال مدة التدفق أقل من الحد المطبق المشار إليه في الجدول 1.

سوف تشكل الأهداف حول النتائج الأقل شيوعاً فيما يتعلق بنقل الرزم ومعلماتها المصاحبة موضوع المزيد من الدراسة مثل نسبة الرزم الهامشية (SPR) المحددة في التوصية ITU-T Y.1540.

2.3.5 الفواصل الزمنية للتقييم

لا يمكن تقييم الأهداف المشار إليها في الجدول 1 على الفور. وتولّد الفواصل الزمنية للتقييم وحدات فرعية من مجموعة الرزم المعنية (كما هو محدد في التوصية ITU-T Y.1540). نظرياً، تكون هذه الفواصل الزمنية:

- طويلة بما فيه الكفاية بحيث تشمل ما يكفي من رزم التدفق المطلوب، فيما يتعلق بمعدلات وكميات محددة؛
- طويلة بما فيه الكفاية بحيث تعكس فترة من الاستخدام النمطي (فترة حياة التدفق) أو تقييم المستعمل؛
- قصيرة بما فيه الكفاية لضمان مستوى متوازن لأداء مقبول في كل فاصل زمني (يجب تحديد الفواصل الزمنية للأداء الضعيف بدلاً من حجبها ضمن فاصل زمني طويل للتقييم)؛
- قصيرة بما فيه الكفاية لمعالجة الجوانب العملية للقياس.

بالنسبة إلى عمليات التقييم المصاحبة للمهاتفة، يلزم فاصل زمني أدنى يتراوح بين 10 و20 ثانية مع معدلات الرزم الجارية (من 50 إلى 100 رزمة/ثانية). وينبغي أن يكون للفواصل الزمنية حد أعلى من عدة دقائق. وتُقترح قيمة من دقيقة واحدة. في جميع الأحوال، يجب تسجيل القيمة المستخدمة مع القيمة الملحوظة، إلى جانب كافة الافتراضات وفواصل الثقة. كما ينبغي لكل دقيقة ملحوظة أن تستوفي الأهداف IPTD وIPDV وIPLR الواردة في الجدول 1. ويتوقع إجراء عمليات تقييم لقيم دنيا مسموح بها في الصيغ المراجعة لهذه التوصية في المستقبل.

وتشكل وسائل التحقق من تحقيق الأهداف موضوع دراسة لاحقة. ويمكن استخدم التقييم المتواصل أو غير المتواصل. وترد وسيلة ممكنة للقياس في المعيار RFC 3432 بعنوان "*قياس أداء الشبكة مع التدفقات الدورية*"، حيث يؤدي الطلب على قياس عشوائي لأوقات البدء والفواصل الزمنية لتقييم الطول المتناهي إلى تقييم غير متواصل.

3.3.5 تقييم حجم الرزمة

يؤثر حجم الرزمة في نتائج معظم معلمات الأداء. ويمكن أن يكون مدى من أحجام الرزم مناسباً لأن العديد من التدفقات تختلف كثيراً من حيث الحجم. إلا أن عملية التقييم تكون أبسط بوجود حجم واحد للرزمة عند تقييم التغير IPDV، أو عندما يستهدف التقييم التدفقات التي تدعم موارد معدل البتات الثابت، وبالتالي يوصى بحجم ثابت لمجال المعلومات. وتُقترح مجالات معلومات من 160 أثمون أو 1500 أثمون ويجب تسجيل حجم المجال المستخدم. كما يوصى بمجال معلومات من 1500 أثمون لتقدير أداء المعلمات IP عند استخدام الاختبارات في الطبقات السفلى، مثل القيام بقياسات خطأ البتات.

4.3.5 الأداء غير المحدد (غير المحدود)

بالنسبة إلى بعض فئات نوعية الخدمة، يشار إلى قيمة بعض معلمات الأداء بالحرف "U". وفي هذه الحالات، لا يضع قطاع تقييس الاتصالات أية أهداف تتعلق بهذه المعلمات. ويمكن لمشغلي الشبكة أن يختاروا من طرف واحد ضمان مستوى معين لحد أدنى من النوعية للمعلمات غير المحددة، إلا أن قطاع تقييس الاتصالات لا يوصي بتلك القيم الدنيا.

يجب أن يكون مستعملو فئات نوعية الخدمة هذه على بينة من أن أداء المعلمات غير المحددة يمكن أن يكون أحياناً ضعيفاً. ومن المتوقع، بشكل عام، ألا يتجاوز متوسط الوقت IPTD ثانية واحدة.

ملاحظة – يمكن أن تأخذ عبارة "غير محددة" مدلولاً آخر في التوصيات المتعلقة بتشوير الشبكات الرقمية متكاملة الخدمات ذات النطاق العريض (B-ISDN).

5.3.5 مناقشة الأهداف من حيث وقت IPTD

من شأن أوقات الانتشار الطويلة جداً أن تمنع تحقيق الأهداف الدنيا من حيث وقت نقل السطح البيني UNI إلى السطح البيني UNI من طرف إلى طرف، عندما تكون المسافات الجغرافية طويلة جداً، أو في الحالات التي تستخدم فيها السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وفي هذه الظروف وفي ظروف أخرى، لا يمكن دائماً تحقيق الأهداف IPTD في الفئتين 0 و2. وتجدر الإشارة إلى أن أهداف وقت نقل فئة ما لا تمنع مزود شبكة من تقديم خدمات مع التزامات قصيرة لوقت النقل. ويجب الإعلان صراحة عن أي التزام من هذا القبيل. انظر التذييل III لمثال عن حساب الوقت IPTD على مسير عالمي. سوف يواجه كل مزود شبكة هذه الظروف (إما كشبكة منفردة أو عند التشغيل بالتعاون مع شبكات أخرى لتوفير المسير UNI-UNI). ويوفر مدى الأهداف IPTD في الجدول 1 فئات نوعية خدمة الشبكة القابلة للتحقيق كبدائل. وبالرغم من الاعتبارات المختلفة للتسيير والمسافة، تنفذ عادة الفئات المصاحبة (مثلاً، الفئتان 0 و1) باستخدام الآليات العقدية نفسها.

وفقاً لتعريف الوقت IPTD الوارد في التوصية ITU-T Y.1540، تتضمن أهداف الوقت IPTD وقت إدراج الرزم. وتقترح التوصية الحالية مجالاً أقصى من بيانات الرزم بمعدل 1500 أثمون لتقييم الأهداف.

6.3.5 توجيهات بشأن استخدام الفئات

ترد في الجدول 2 بعض التوجيهات بشأن قابلية تطبيق فئات نوعية خدمة الشبكة وحسابها.

الجدول Y.1541/2 – توجيهات بشأن فئات نوعية خدمة الشبكة IP

فئة نوعية الخدمة	التطبيقات (أمثلة)	آليات عقدية	تقنيات الشبكة
0	في الوقت الفعلي، يتأثر بالارتعاش، تفاعل عالٍ جداً (VoIP، VTC)	صف انتظار منفصل مع تخديم تفاضلي، تهيئة الحركة	تسيير ومسافة مقيدان
1	في الوقت الفعلي، يتأثر بالارتعاش، تفاعل عالٍ (VoIP، VTC)		تسيير ومسافة أقل تقييداً
2	بيانات التحويل، تفاعل عالٍ جداً (تشوير)	صف انتظار منفصل، أولوية إزالة الازدحام	تسيير ومسافة مقيدان
3	بيانات التحويل، تفاعلي		تسيير ومسافة أقل تقييداً
4	تطبيقات بخسارة منخفضة فقط (تحويلات قصيرة، جملة بيانات، فيديو بالوقت الفعلي)	صف انتظار طويل، أولوية إزالة الازدحام	أي طريق/مسير
5	تطبيقات تقليدية لشبكات IP بالتغيب	صف انتظار منفصل، (أولوية دنيا)	أي طريق/مسير
ملاحظة – يمكن استخدام أي مثال عن التطبيق مشار إليه في الجدول 2 أيضاً في الفئة 5 مع أهداف أداء غير محددة، طالما أن المستعملين على استعداد لقبول مستوى أداء النوعية السائد خلال دورتهم.			

يمكن تطبيق تنظيم الحركة و/أو تكوينها في عقد الشبكة.

يتضمن التذييل VIII مناقشة حول نقل الإرسال التلفزيوني بنوعية الإذاعة على الشبكات IP.

7.3.5 الفئات المؤقتة لنوعية الخدمة

تقدم هذه الفقرة مجموعة من الفئات المؤقتة لنوعية الخدمة. ويكمن الفرق بين هذه الفئات (انظر الجدول 3) وتلك الواردة في الجدول 1 في أن قيم جميع الأهداف مؤقتة ولا يجب أن تستوفيها الشبكات إلى أن تتم مراجعتها (صعودياً أم هبوطياً) على أساس الخبرة التشغيلية الفعلية.

الجدول Y.1541/3 – تعاريف الفئات المؤقتة لنوعية خدمة الشبكات IP وأهداف أداء الشبكة

معلمة أداء الشبكة	طبيعة هدف أداء الشبكة	فئات نوعية الخدمة	
		الفئة 6	**الفئة 7**
IPTD	الحد الأعلى لمتوسط الوقت IPTD	ms 100	ms 400
IPDV	الحد الأعلى للجزء $1 - 10^{-3}$ للوقت IPTD ناقص أدنى وقت لنقل الرزم IPTD (الملاحظة 1)	ms 50	
IPLR	الحد الأعلى لمعدل خسارة الرزمة	$1 - 10^{-5}$	
IPER	الحد الأعلى	$1 - 10^{-6}$	
IPRR	الحد الأعلى	$1 - 10^{-6}$	

الجدول Y.1541/3 – تعاريف الفئات المؤقتة لنوعية خدمة الشبكات IP وأهداف أداء الشبكة

ملاحظات عامة:

ينبغي أن تكون الفواصل الزمنية للتقييم دقيقة واحدة أو أكثر. وتستخدم عمليات التقييم حمولة نافعة قدرها 1500 أثمون. وتُقترح عملية تقييم للفاصل الزمني بدقيقة واحدة بالنسبة إلى IPTD وIPDV وIPLR وينبغي على أي دقيقة ملحوظة أن تحقق هذه الأهداف.

من المنطقي بالنسبة إلى هدف معدل الخسارة في الرزم IP تقليل أثر الخسارة إلى أدنى حد على قدرة بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP)، حتى عندما يتم توليف معلمات TCP ونظام التشغيل ويتم استخدام خيار "النوافذ الواسعة". يوفر التذييل IX معلومات أساسية عن هذا الموضوع وغيرها من أسباب الدعم.

إن قيمة IPLR ليست كافية لدعم كافة مستويات النوعية التي يراها مجتمع مستعملي الفيديو الرقمي والأرجح أن يطلب التصحيح الأمامي للأخطاء والتشذير (FEC/I).

يوفر التذييل VIII معلومات أساسية بشأن ما يتوقعه مستعملو نقل الفيديو من نوعية وما يلزم من تصحيح أمامي للأخطاء والتشذير FEC/I لتوفير معدلات خسارة أقل.

وقد وضع الهدف لمعدل الخطأ في الرزم IPER للمساهمة بشكل لا يذكر في الخسارة الإجمالية للرزم.

قيمة تغير وقت الرزمة IPDV قيد الدراسة ويرجى إرسال مساهمات لفحص أسباب القيم (الدنيا) الأخرى وجدواها.

الملاحظة 1 – تعريف الهدف IPDV (المحدد في التوصية ITU-T Y.1540) هو التغيير في وقت الرزمة IP بنقطتين. وللحصول على المزيد من المعلومات حول طبيعة هذا الهدف، انظر التوصية ITU-T Y.1540 والتذييل II. ولأغراض التخطيط، يمكن اعتبار حد متوسط الوقت IPTD على أنه الحد الأعلى عند أدنى قيمة للوقت IPTD وبالتالي، يمكن الحصول على الحد عند القيمة $1 - 10^{-5}$ بزيادة متوسط الوقت IPTD إلى قيمة التغير IPDV (أي 150 ms في الفئة 6).

تستهدف هذه الفئات دعم متطلبات نوعية الأداء لتطبيقات المستعمل بمعدل بتات مرتفع، تكون متطلباتها فيما يتعلق بالخسارة أو الأخطاء أكثر صرامة من تلك التي تدعمها الفئات من 0 إلى 4 الواردة في الجدول 1.

6 أهداف التيسر

تشمل هذه الفقرة معلومات بشأن أهداف التيسر استناداً إلى معلمة التيسر المحددة في التوصية ITU-T Y.1540. وتتطلب هذه الأهداف المزيد من الدراسة، لأن الخيارات المتعلقة بالتصميم الأساسي للشبكة سريعة التغير.

7 تحقيق أهداف الأداء

هناك حاجة للمزيد من الدراسة لتحديد أهداف الأداء هذه عندما ينطوي الأمر على العديد من مزودي الشبكة. وهناك أنشطة إنمائية معيارية واعدة تهدف إلى استكمال الجوانب الأخرى المطلوبة لضمان نوعية الخدمة على الوصلات UNI-UNI.

وتوضح الفقرة 8 العلاقة لتسلسل مستويات الأداء لقسمين أو أكثر من أقسام الشبكة لتحديد مدى استيفاء أهداف الوصلات UNI-UNI.

8 تسلسل أقسام الشبكة وقيمها الخاصة بنوعية الخدمة QoS

1.8 مقدمة

تتناول هذه الفقرة تقييم أداء الوصلات UNI-UNI على مسير، مع معرفة أداء الأقسام الفرعية. والهدف هو توفير علاقات معيارية تسمح بإجراء عمليات التقييم.

وتسمح هذه العلاقات بالحصول على تقييمات دقيقة ومعقولة لأداء الوصلات UNI-UNI. ويتوقع أن تكون الأخطاء في عملية التقييم متوازنة مع الأخطاء المحتملة الناجمة عن القيم الفردية نفسها. وعندما تأتي القيم من قياسات حديثة أو أنشطة

النمذجة، يمكن أن تتعرض لأخطاء كثيرة إذا لم تكن الظروف ثابتة أو لم تستوف الفرضية الأساسية للاستقلال بين أقسام الشبكة.

وتستهدف هذه العلاقات دعم تراكم الانحطاط الذي يتسبب فيه بروتوكول (بروتوكولات) التشوير. ولا يجب أن تستخدم لدعم تخصيص قيم الوصلات UNI-UNI.

2.8 تكوين القيم بالنسبة إلى الوصلات UNI-UNI

1.2.8 متوسط تأخر النقل

بالنسبة إلى معلمة أداء متوسط وقت نقل الرزم IP (IPTD)، يكون أداء الوصلة UNI-UNI هو مجموع المتوسطات التي تساهم بها أقسام الشبكة.

تكون وحدات القيم IPTD بالثواني مع استبانة قدرها 1 ميكروثانية على الأقل. وفي حال أتيحت استبانة أقل في قيمة ما، تضبط الأرقام غير المستخدمة على الصفر.

2.2.8 نسبة الخسارة

بالنسبة إلى معلمة أداء معدل خسارة الرزم IP، يمكن تقييم أداء الوصلة UNI-UNI من خلال عكس احتمالية النقل الناجح للرزم عبر عدد n من أقسام الشبكة، على النحو التالي:

$$IPLR_{UNI\text{-}UNI} = 1 - \{ (1 - IPLR_{NS1}) \times (1 - IPLR_{NS2}) \times (1 - IPLR_{NS3}) \times ... \times (1 - IPLR_{NSn}) \}$$

ليس لهذه العلاقة حدود على قيم المعلمة، ولذلك فهي تفضّل على غيرها من التقريبات، مثل المجموع البسيط لمعدلات الخسارة. وتستخدم كافة القياسات نفس القيمة T_{max} (وقت الانتظار لإعلان خسارة الرزمة).

إن وحدات قيم معدل الخسارة في الرزم IPLR هي الرزم المفقودة بالنسبة للعدد الإجمالي للرزم المرسلة، مع استبانة لا تقل عن 10^{-9}. وإذا كانت الاستبانة أقل بالنسبة لقيمة ما، تضبط الأرقام غير المستعملة على الصفر.

3.2.8 نسبة الخطأ في الرزم

بالنسبة إلى معلمة أداء معدل الخطأ في الرزم IP، يمكن تقدير أداء الوصلة UNI-UNI من خلال عكس احتمالية نقل الرزم الخالية من الأخطاء عبر عدد n من أقسام الشبكة، على النحو التالي:

$$IPER_{UNI\text{-}UNI} = 1 - \{ (1 - IPER_{NS1}) \times (1 - IPER_{NS2}) \times (1 - IPER_{NS3}) \times ... \times (1 - IPER_{NSn}) \}$$

ليس لهذه العلاقة حدود على قيم المعلمة، ولذلك فهي تفضّل على غيرها من التقريبات، مثل المجموع البسيط لمعدلات الخطأ في الرزم.

إن وحدات قيم معدل إعادة ترتيب الرزم IPER هي الرزم الخطأ بالنسبة إلى إجمالي الرزم المرسلة، مع استبانة لا تقل عن 10^{-9}. وإذا كانت الاستبانة أقل بالنسبة لقيمة ما، تضبط الأرقام غير المستعملة على الصفر.

4.2.8 العلاقة المؤقتة لتغير وقت النقل

يجب أن تعترف العلاقة الرامية إلى تقييم أداء تغير الوقت للوصلة UNI-UNI انطلاقاً من قيم أقسام الشبكة، بطبيعتها الإضافية الفرعية وأنه من الصعب تقديرها بدقة دون توفر الكثير من المعلومات بشأن التوزيع الفردي لوقت النقل. وإذا كانت مثلاً خصائص توزيع وقت النقل المستقلة معروفة أو مقاسة، يمكن توليفها لتقدير التوزيع المركب. ونادراً ما يتقاسم المشغلون هذه المعلومات المفصلة وقد لا تتيسر في شكل توزيع مستمر. ونتيجة ذلك، يمكن أن يتسم تقييم التغير IPDV للوصلة UNI-UNI بدقة محدودة. ولما كانت الدراسات مستمرة في هذا المجال، فقد تم تحديد علاقة التقييم الواردة أدناه على أساس مؤقت، ويمكن أن تتغير هذه الفقرة في المستقبل على أساس نتائج جديدة أو خبرة تشغيلية حقيقية.

وترد فيما يلي العلاقة المؤقتة لتجميع القيم IPDV.

ويمكن عرض المشكلة قيد البحث على النحو التالي: تقدير الكم t لوقت النقل T للوصلة UNI-UNI، على النحو المحدد في الشرط التالي:

$$\Pr(T < t) = p$$

الخطوة 1

قياس المتوسط وتغير وقت النقل لكل قسم n من أقسام الشبكة. تقدير المتوسط وتغير وقت النقل للوصلة UNI-UNI من خلال جمع المتوسطات والتغيرات لتوزيع المكونات.

$$\mu = \sum_{k=1}^{n} \mu_k$$

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^{n} \sigma_k^2$$

الخطوة 2

قياس الكميات لكل مكون لوقت النقل على أن تكون الاحتمالية p = 0,999. تقدير الانحراف المطابق واللحظة الثالثة باستخدام المعادلة الواردة أدناه، حيث $x_{0,999} = 3{,}090$ هي القيمة التي تستوفي $\Phi(x_{0,999}) = 0{,}999$ حيث Φ تشير إلى دالة التوزيع العادية المعيارية (متوسط 0 وتغير 1).

$$\gamma_k = 6 \cdot \frac{x_p - \frac{t_k - \mu_k}{\sigma_k}}{1 - x_p^2}$$

$$\omega_k = \gamma_k \cdot \sigma_k^3$$

بافتراض أن توزيعات وقت النقل مستقلة، تكون اللحظة الثالثة من وقت النقل للوصلة UNI-UNI هي مجموع اللحظات الثلاثة لأقسام الشبكة.

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \ldots = \sum_{k=1}^{n} \omega_k$$

ويُحسب الانحراف للوصلة UNI-UNI بالقسمة على σ^3 كما هو مشار إليه أدناه.

$$\gamma = \omega / \sigma^3$$

الخطوة 3

إن تقدير الكم ذي الترتيب 99,9 ($p = 0,999$) لوقت النقل t للوصلة UNI-UNI هو كما يلي.

$$t = \mu + \sigma \cdot \left\{ x_p - \frac{\gamma}{6}\left(1 - x_p{}^2\right) \right\}$$

حيث $x_p = x_{0,999} = 3,090$.

كما ذكر أعلاه، إن طبيعة الهدف IPDV هي الحد الأعلى عند الكم $1 - 10^{-3}$ للوقت IPTD ناقص الحد الأدنى للوقت IPTD (التوزيع IPDV مقيس بالنسبة إلى الحد الأدنى للوقت IPTD). وحدات قيم IPDV بالثواني، مع استبانة لا تقل عن ميكروثانية واحدة. إذا كانت الاستبانة الأقل متاحة في قيمة ما، تضبط الأرقام غير المستعملة على الصفر.

3.8 إجراءات تراكم الانحطاط

هناك وسيلتان أساسيتان يمكن فيهما تطبيق العلاقات لتقدير مستويات أداء الوصلات UNI-UNI وكلتاهما مقبولتان.

عندما تكون القيم من كافة أقسام الشبكة في المسير متاحة في مكان واحد لحسابها، ينبغي أن تُستخدم في العلاقات أعلاه باعتبارها قيماً فردية. وفي بروتوكول التشوير، يتم جمع القيم الفردية من المصدر إلى المقصد وترسل إلى الكيان المسؤول عن حسابها واتخاذ الإجراءات استناداً إلى النتائج.

يمكن تراكم القيم كل مرة تتاح فيها قيمة جديدة. وفي هذه الحالة، تُستخدم العلاقات أعلاه لجمع التقدير التراكمي مع القيمة المستقاة من الشبكة الحالية (أو المسيّر، إذا كان ذلك أساس عملية الجمع). وتصبح القيمة المحسوبة هي القيمة الجديدة التراكمية وترسل بعد ذلك على طول المسير باتجاه المقصد.

9 الأمن

لا تحدد هذه التوصية أي بروتوكول وثمة مجالات محدودة يمكن أن تظهر فيها قضايا الأمن، وجميعها مرتبط بالتحقق من أهداف الأداء باستخدام تطبيقات نظام القياس.

يجب على أنظمة القياس التي تقيّم أداء الشبكات لتحديد التطابق مع الأهداف الرقمية المحددة في هذه التوصية، أن تحد حركة القياس عند مستويات مناسبة لتجنب سوء الاستعمال (الشروع في إنكار الخدمة). وعلى الأطراف المشاركة في أنشطة القياس، بما في ذلك الإدارات أو مشغلو الشبكات الذين ينقلون الحركة، أن توافق مسبقاً على مستويات الحركة المقبولة.

وعلى الأنظمة التي تراقب حركة المستعمل لأهداف القياس أن تحافظ على سرية معلومات المستعمل.

كما يجوز للأنظمة التي تحاول إجراء قياسات أن تستخدم تقنيات (مثلاً، التظليل التجفيري) لتحديد ما إذا أدرجت حركة إضافية من جانب مهاجم يبدو أنه ينتمي إلى الفئة المعنية.

التذييل I

دعم نوعية خدمة شبكات IP بواسطة نوعية خدمة الشبكة ATM

يقدم هذا التذييل تحليلاً لتقابل معلمات الأداء IP على قمة أهداف نوعية الخدمة بالأسلوب ATM المحددة في التوصية ITU-T I.356. والهدف من هذا التحليل هو تقدير أداء المستوى IP عندما يُستخدم الأسلوب ATM كوسيلة نقل ضمنية. وبما أن المسيّرات لم تؤخذ في الاعتبار في هذا التحليل، فإن قيم أداء IP المشار إليها هنا هي أفضل القيم التي يمكن الحصول عليها. وفي السيناريوهات التي توجد فيها مسيّرات وسيطة، تكون نوعية أداء IP أسوأ.

الجدول Y.1541/1.I – قيم نسبة خسارة الرزم IP (IPLR) المقابلة للفئتين 1 و2 لنوعية الخدمة بالأسلوب ATM (حجم رزم IP: 40 أثمونا؛ من المفترض أن تكون كافة الرزم الخطأ مفقودة)

فئة نوعية الخدمة بالأسلوب ATM	نسبة معدل خطأ الخلايا (CER) بالأسلوب ATM	نسبة معدل خسارة الخلايا (CLR) بالأسلوب ATM	نسبة معدل الخسارة في رزم IP الناتجة (IPLR)
1	4,00 E-06	3,00 E-07	4,30 E-06
2		1,00 E-05	1,40 E-05

الجدول Y.1541/2.I– قيم وقت نقل رزم IP (IPTD) لتدفق مار فوق جزء وطني ولتدفق من طرف إلى طرف

قسم الشبكة	الوقت IPTD الناتج عن الفئة 1 من نوعية الخدمة بالأسلوب ATM (دون وقت النقل الناجم عن مسيرات IP)
الجزء الوطني	~ 27,4 ms
من طرف إلى طرف	400 ms

تجدر الإشارة إلى أن الفئتين 0 و2 تشيران إلى أنه لا يمكن بلوغ وقت نقل رزم IP (IPTD) على التوصيلية المرجعية البالغة 27 500 كم حسب التوصية ITU-T I.356.

وتبلغ قيمة نسبة خطأ الخلايا في الفئات ATM 4×10^{-6}. وإذا كانت رزم IP طويلة (1500 أثمون) وتسببت الخلايا الخطأ في أخطاء في رزم IP، تكون قيمة المعدل IPER حوالي 10^{-4}.

وتحدد نسبة معدل الإدراج الخطأ للخلايا (CMR) حالياً بنسبة 1/يوم. وتتطلب آثار النسبة CMR على نسبة الرزم الهامشية (SPR) المزيد من الدراسة.

التذييل II

اعتبارات تتعلق بتعريف معلمة تغير وقت النقل IP

يناقش هذا التذييل الاعتبارات اللازمة لتعريف تغير وقت الرزمة IPDV واستخدام منهجيات إحصائية بديلة تتعلق بهدف التغير IPDV.

وبغية توفير توجيهات لمصممي دوارئ الارتعاش في الأجهزة الطرفية، ينبغي للمعلمة (المعلمات) اللازمة أن تأخذ في الاعتبار آثار العوامل التالية على التغير IPDV:

- ازدحام روتيني في الشبكة (التردد العالي للتغيرات IPTD)؛
- سلوك نوفذة البروتوكول TCP (التردد المنخفض للتغيرات IPTD)؛
- التغيرات الدورية واللادورية لمتوسط حمولة الشبكة (التردد المنخفض للتغيرات IPTD)؛
- آثار التحديث الروتيني على الوقت IPTD (تغيرات آنية (ومهمة عرضياً) للوقت IPTD).

إن التعريف الحالي لتغير وقت النقل IP هو التالي:

$$IPDV = IPTD_{upper} - IPTD_{min}$$

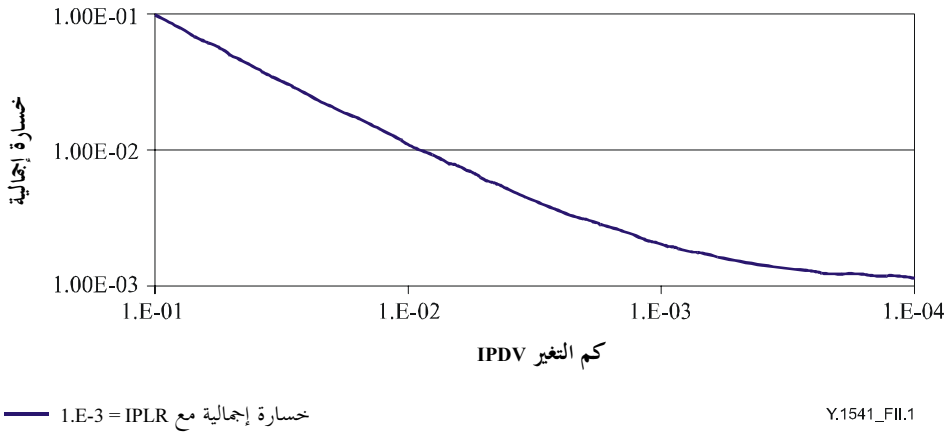
حيث:

$IPTD_{upper}$ هو الكم $1 - 10^{-3}$ للوقت IPTD في الفاصل الزمني للتقييم

$IPTD_{min}$ هو الوقت الأدنى IPTD في الفاصل الزمني للتقييم

يستند تعريف IPDV إلى الأحداث المرجعية الواردة في الفقرة 2.2.6 من التوصية Y.1540. وهنا، يستند وقت النقل الاسمي إلى الرزمة التي تتمتع بأقصر وقت نقل أحادي الاتجاه (كبديل عن الرزمة الأولى أو متوسط الفئة باعتباره وقت النقل الاسمي).

تتأثر مواصفة الكم $1 - 10^{-3}$ (ما يعادل الكم 99,9 من مائة) بحجم عينة الرزمة في فاصل زمني يبلغ دقيقة واحدة وهدف النسبة IPLR البالغ $\geq 10^{-3}$، وينتج عن ذلك هدف نسبة الخسارة الإجمالية يناهز 10^{-3}. ومن شأن الكميات الأصغر أن تضيف المزيد من الخسائر، كما هو مبين أدناه.



الشكل Y.1541/1.II – أثر مختلف كميات التغير IPDV
على الخسارة الإجمالية عندما IPLR = 0,001

ويرد هنا مثال تعريف بالنسبة إلى تغير وقت النقل IP. ويمكن تحديد تغير وقت النقل IP باعتباره الوقت الأقصى IPTD ناقص الوقت الأدنى IPTD خلال فاصل زمني قصير للقياس.

$$IPDV = IPTD_{max} - IPTD_{min}$$

حيث:

$IPTD_{max}$ هو الوقت الأقصى IPTD المسجل أثناء فاصل زمني للقياس

$IPTD_{min}$ هو الوقت الأدنى IPTD المسجل أثناء فاصل زمني للقياس

تم قياس العديد من قيم IPDV عند فاصل زمني طويل، يتضمن العديد من الفواصل الزمنية القصيرة. ومن المتوقع أن يحقق الكم المئوي 95 الهدف المنشود. إنها طريقة سهلة ودقيقة إلى حد ما لحساب التغير IPDV في الوقت الفعلي. وتحتاج القيمة الحالية للفاصل الزمني للقياس لمزيد من الدراسة. يؤثر الفاصل الزمني للقياس على قدرة النظام المتري على التقاط التغيرات في الترددات المنخفضة والعالية في سلوك وقت نقل رزم IP.

التذييل III

أمثلة عن مسيرات مرجعية افتراضية للمصادقة على أهداف أداء IP

يقدم هذا التذييل المسيرات المرجعية الافتراضية التي تم أخذها في الاعتبار عند المصادقة على إمكانية تنفيذ أهداف الأداء من طرف إلى طرف الواردة في الفقرة 5. وتشكل هذه المسيرات المرجعية الافتراضية (HRP) مجرد أمثلة والمواد التي يتضمنها هذا التذييل ليست معيارية ولا توصي أو تؤيد أي معمارية محددة للمسير.

تتبع كل رزمة مدرجة في تدفق ما مسيراً محدداً. ويمكن اعتبار أن أي تدفق (برزمة واحدة أو أكثر على المسير) يستوفي أهداف الأداء الواردة في الفقرة 5 يمتثل كلياً للتوصيات المعيارية الواردة في متن التوصية.

ويتم تحديد أهداف الأداء من طرف إلى طرف لمعلمات أداء IP التي تقابل الأحداث المرجعية لنقل الرزم IP. وتتضمن الشبكة IP من طرف إلى طرف مجموعة من أقسام الشبكة والوصلات بين الشبكات توفر نقل الرزم IP المرسلة من المخدم الأصلي (SRC) إلى مخدم المقصد (DST). كما يمكن اعتبار البروتوكولات أدناه بما فيها الطبقة IP (الطبقة 1 إلى الطبقة 3) ضمن SRC وDST جزءاً من الشبكة IP.

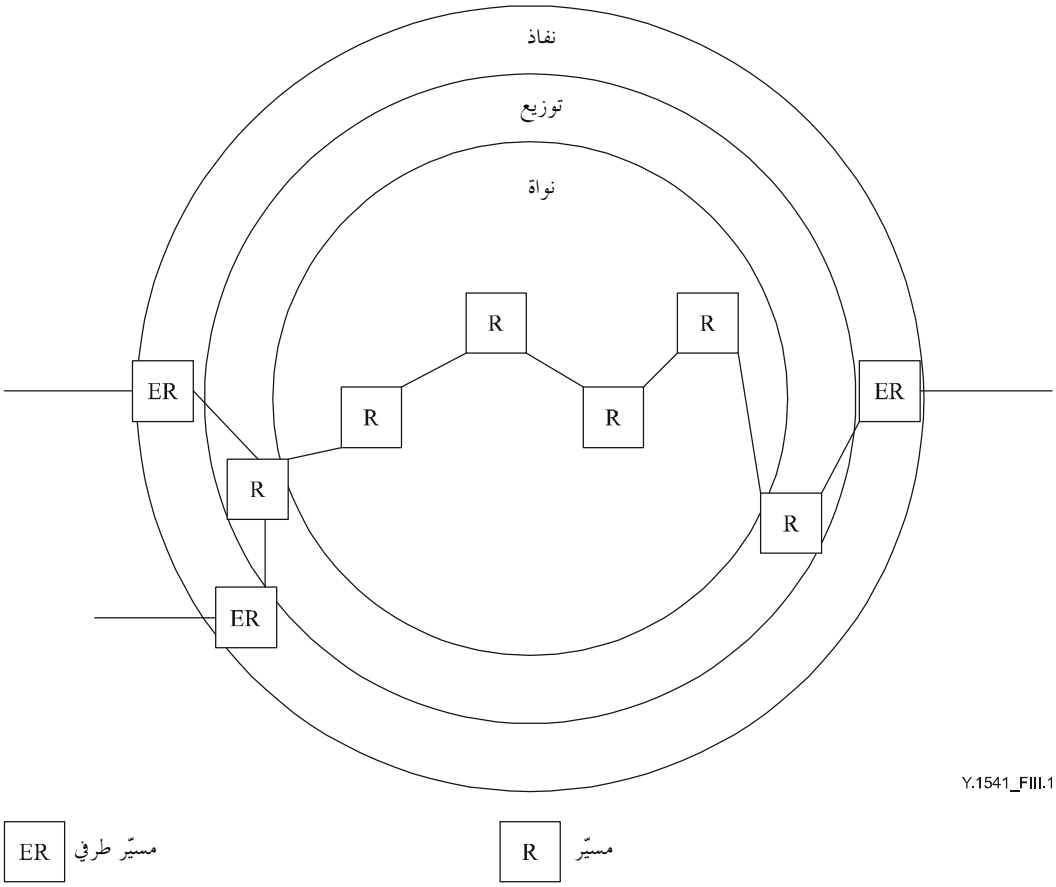
ملاحظة – انظر التذييل VII للحصول على معلومات تتعلق بآثار النوعية من طرف إلى طرف التي يدركها مستعمل قيم وقت نقل المعلومات التي توفرها المسيرات المرجعية الافتراضية.

1.III عقد رقم IP في المسير المرجعي الافتراضي HRP

للمسيرات HRP خواص مشابهة للمسير المرجعي الوارد في الفقرة 5.

وتحدد أقسام الشبكة (في التوصية ITU-T Y.1540) باعتبارها مجموعة من المخدمات مع وصلات الربط الخاصة بها التي توفر جزءاً من الخدمة IP بين المخدم الأصلي ومخدم المقصد وتقع تحت مسؤولية قضائية واحدة (أو جماعية). وأقسام الشبكة شبيهة بمجالات المشغّل. ويمكن تمثيلها على شكل سحب مع مسيّرات طرفية على حدودها، مع عدد معين من المسيّرات الداخلية التي تقوم بأدوار متعددة. وفي هذه الحالة، تتكافأ المسيّرات HRP مع "ملخص المسير" الوارد في طلب التعليقات RFC 2330.

ويمكن أن يتكون كل قسم شبكة من عقد IP تقوم بأدوار النفاذ والتوزيع والنواة، على النحو الموضح في الشكل 1.III.



الشكل Y.1541/1.III – دور عقد IP في قسم من الشبكة

تجدر الإشارة إلى ضرورة وجود مسيّر واحد أو أكثر لأداء كل دور، والمسير الأساسي مزود بأربع مسيّرات متشلشلة. وفي هذا المثال، يمكن لقسم من الشبكة أن يصادف ما لا يقل عن ثلاثة مسيّرات وما لا يتجاوز الثمانية.

قد تتفاوت مساهمة المسيّرات في العديد من المعلمات وفقاً لأدوارها. وبصورة عامة، تؤدي المسيّرات الطرفية أحد الدورين وهما: مسيّرات بوابات النفاذ أو مسيّرات بوابات التشغيل البيني.

الجدول Y.1541/1.III – أمثلة عن المساهمة النمطية بوقت النقل وفقاً لدور المسيّر

الدور	متوسط وقت النقل الإجمالي (مجموع صف الانتظار والمعالجة)	تغير وقت النقل
بوابة النفاذ	ms 10	ms 16
بوابة التشغيل البيني	ms 3	ms 3
التوزيع	ms 3	ms 3
النواة	ms 2	ms 3

ملاحظة – بوابات التشغيل البيني مزودة بخصائص أداء تختلف عن بوابات النفاذ.

حساب طول المسير

إذا كان المكون القائم على المسافة متناسباً مع المسافة الأرضية الفعلية، إلى جانب هامش متناسب مع نسبة نمطية للمسير المادي بمسافة فعلية، يستند حساب طول المسير هنا إلى التوصية ITU-T G.826، ولا تؤخذ في الاعتبار سوى المسافات

الطويلة. إذا كانت D_{km} هي المسافة الجوية بين نقطتي القياس اللتين تحدان الجزء، عندئذٍ يكون حساب طول المسير على الشكل التالي:

- إذا كانت $D_{km} < 1200$، $1{,}25 \times D_{km} = R_{km}$

لا ينطبق ما ورد أعلاه عندما يحتوي الجزء قفزة ساتلية.

2.III أمثلة عن حسابات لدعم وقت النقل من طرف إلى طرف فيما يتعلق بالفئتين 0 و1

حساب وقت نقل شبكة الفئة X (X= 0 إلى 4)

تحسب هذه الفقرة وقت نقل الرزم IPTD لأي جزء من المسير يدعم تدفق فئة نوعية الخدمة X. وعندما لا يحتوي جزء التدفق قفزة ساتلية، يكون الوقت IPTD (باستخدام أوقات النقل البصري المشار إليها في التوصية ITU-T G.114):

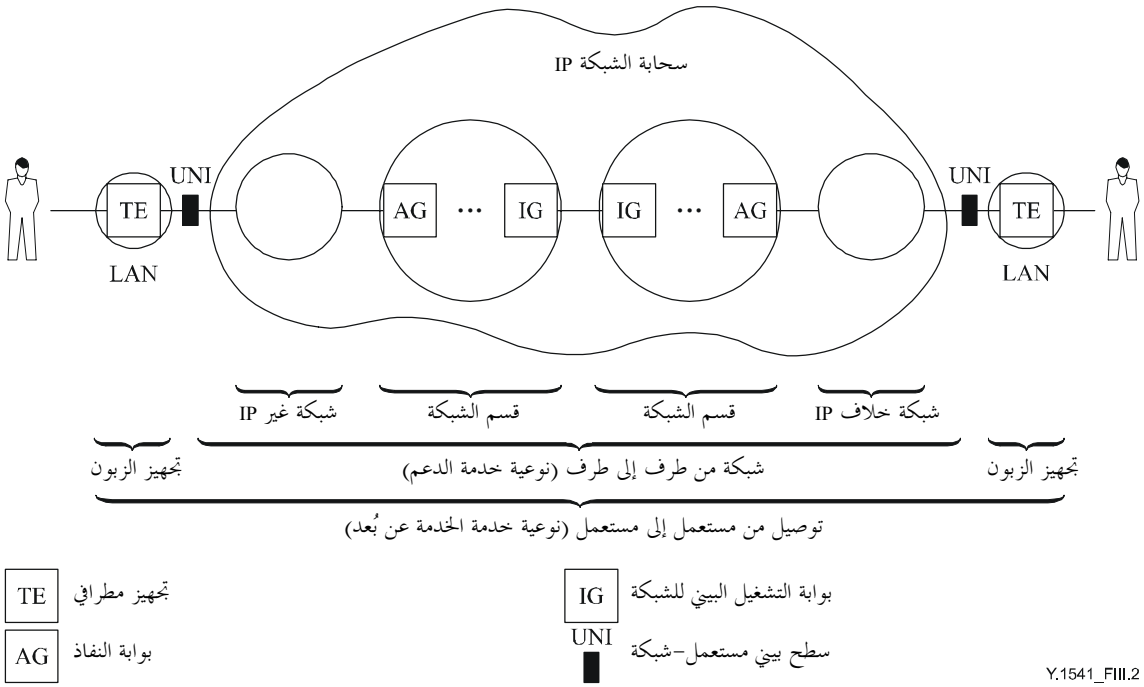
$$\text{IPTD (بالوحدة ms)} \geq (R_{km} \times 5) + (N_A \times D_A) + (N_D \times D_D) + (N_C \times D_C) + (N_I \times D_I)$$

في هذه المعادلة:

- R_{km} يمثل افتراض طول المسير المحسوب أعلاه.
- $(R_{km} \times 5)$ هو هامش "للمسافة" ضمن الجزء.
- تمثل القيم N_A وN_D وN_C وN_I على التوالي عدد العقد IP لبوابات النفاذ والتوزيع والنواة وبوابات التشغيل البيني للشبكات، بما يتفق مع المثال قسم الشبكة الوارد في الفئة X (مثلاً، الجدول 1.III).
- تمثل القيم D_A وD_D وD_C وD_I على التوالي وقت نقل العقد IP لبوابات النفاذ والتوزيع والنواة وبوابات التشغيل البيني للشبكات، بما يتفق مع القيم الواردة في الفئة X (مثلاً، الجدول 1.III).

ويمكن حساب تغير وقت الرزمة IPDV الأقصى بالطريقة نفسها.

وكمثال لهذا الحساب، يؤخذ في الاعتبار المسير HRP التالي. ويتضمن هذا المسير شبكتين IP ونقطة تشغيل بيني للشبكات.



الشكل Y.1541/2.III – المسير المرجعي الافتراضي لفئة نوعية الخدمة 0

لا يشار في الشكل 2.III إلى تشكيلات المسيّر الداخلي ضمن المسير المرجعي الافتراضي. ويشار إلى عدد مسيّرات النواة والتوزيع في الجدول 2.III.

افتراضات:

1) المسافة المستخدمة هي تقريباً المدى بين دايتونا بيتش (Daytona Beach) وسياتل (Seattle) (وهو عرض الولايات المتحدة من أقصاها شرقاً إلى أقصاها غرباً، أطول من المسافة التي تفصل بين لشبونة وموسكو).

2) وصلات النفاذ هي ذات قدرة T1، أما الوصلات الأخرى فهي أكبر من T1 (مثلاً، OC-3).

3) يبلغ أكبر حجم للرزم 1500 أثمون ويبلغ حجم الرزمة VoIP 200 أثمون.

4) الشبكات خلاف IP ضرورية بين بوابة التشغيل البيني NI وبوابة النفاذ.

الجدول Y.1541/2.III– تحليل مثال المسير من الفئة 0

العنصر	الوحدة	وحدة IPTD	متوسط IPTD	وحدة IPDV	IPTD الأقصى
المسافة	4 070 كم				
المسير	5 087,5 كم		25		
وقت الإدراج	200 بايتة (1500 بايتة)		1 (8)		
شبكة خلاف IP1			15		0
الشبكة IP1					
النفاذ، N_A	1	10	10	16	16
التوزيع، N_D	1	3	3	3	3
النواة، N_C	2	2	4	3	6
التشغيل البيني، N_I	1	3	3	3	3
الشبكة IP2					
النفاذ، N_A	1	10	10	16	16
التوزيع، N_D	1	3	3	3	3
النواة، N_C	4	2	8	3	12
التشغيل البيني، N_I	1	3	3	3	3
شبكة خلاف IP2			15		0
المجموع، ms			**100**		**62**

يعطي الجدول 2.III تشكيلة المسير المرجعي الافتراضي (HRP) بالنسبة إلى عدد المسيّرات وأنماطها والمسافات، ومساهمة كافة مكونات HRP لوقت النقل (IPTD) وتغير الوقت (IPDV). وتجدر ملاحظة أن حساب التغير IPDV الأقصى هنا متشائم جداً (على افتراض إضافة الحالة الأسوأ في كل عقدة) وهي بالتالي أكبر من الخاصية IPDV الواردة في متن هذه التوصية.

3.III مثال لحساب وقت النقل من طرف إلى طرف للفئة 1

تسمح الفئة 1 بدعم مسيرات أكثر طولاً ومسيرات شبكية أكثر تعقيداً. وباستخدام نفس الافتراضات الواردة في الجدول 2.III، ولكن بمسافة تبلغ 12000 كم، يبلغ متوسط الوقت IPTD 150 ms، ويمكن وجود قيمة R تبلغ تقريباً 83.

وفي مثال ثانٍ، يضاف قسم من الشبكة IP للعبور، أي ما مجموعه 3 أقسام NS.

الجدول Y.1541/3.III – مثال لحساب مسير من الفئة 1

العنصر	الوحدة	وحدة IPTD	متوسط IPTD	وحدة IPDV	IPTD الأقصى
المسافة	كم				
المسير	27 500 كم		138		
وقت الإدراج	200 بايتة (1500 بايتة)		1 (8)		
شبكة خلاف IP1			15		0
الشبكة IP1					
النفاذ، N_A	1	10	10	16	16
التوزيع، N_D	1	3	3	3	3
النواة، N_C	2	2	4	3	6
التشغيل البيني، N_I	1	3	3	3	3
الشبكة IP2					
النفاذ، N_A	1	10	10	16	16
التوزيع، N_D	1	3	3	3	3
النواة، N_C	4	2	8	3	12
التشغيل البيني، N_I	1	3	3	3	3
شبكة خلاف IP2			15		0
المجموع، ms			**233**		**86**

يعطي الجدول 3.III تشكيلة المسير المرجعي الافتراضي HRP بالنسبة إلى عدد المسيّرات وأنماطها والمسافات، ومساهمة كافة مكونات HRP لوقت النقل (IPTD) وتغير الوقت (IPDV).

4.III مثال حسابات لدعم وقت النقل من طرف إلى طرف للفئة 4

وفقاً لشكل الحساب الوارد أعلاه، يمكن توسيع عدد الأقسام NS التي تتمتع بمساهمات في وقت النقل المشار إليها في الجدول 1.III أو يمكن توسيع المساهمات على النحو التالي:

الجدول Y.1541/4.III – المساهمة في وقت نقل الفئة 4 حسب دور المسيّر

الدور	متوسط وقت النقل الإجمالي (مجموع صف الانتظار والمعالجة)
بوابة النفاذ	200 ms
بوابة التشغيل البيني	64 ms
التوزيع	64 ms
النواة	3 ms

هنا، مع طول مسير يبلغ 27 500 كم، يصل متوسط وقت النقل باتجاه واحد إلى 884 ms (باستخدام المسير HRP والتشكيل العقدي، على النحو الوارد في الجدول 2.III).

5.III مستوى الحمولة في المسير HRP

الجزء الذي تشغله الرزم النشطة في كل وصلة إرسال هو أحد العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار في المسير HRP. وتشكل مستويات الحمولة التي تشغّل عندها الشبكة عاملاً آخر.

6.III السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض في المسير HRP

أخذ في الاعتبار استخدام السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض خلال دراسة المسيرات HRP. ويمكن استخدام ساتل وحيد مستقر بالنسبة إلى الأرض ضمن المسير HRP مع الاستمرار في تحقيق الأهداف من طرف إلى طرف على افتراض أنه يمثل مسافة أرضية كبيرة والعديد من العقد IP و/أو أقسام من شبكة المرور.

لم يؤخذ في الاعتبار استعمال سواتل الأرض ذات المدار المنخفض أو المتوسط فيما يتعلق بالمسيرات HRP.

عندما يحتوي المسير قفزة ساتلية، يتطلب الجزء وقتاً IPTD يبلغ 320 ms وذلك لمراعاة ضعف زاوية الرؤية للمحطة الأرضية و/أو أنظمة TDMA بمعدل منخفض. وفي حال الساتل المزود بقدرات معالجة على متنه، يكون من المطلوب 330 ms من الوقت IPTD حتى تؤخذ في الاعتبار المعالجة على متن الساتل وفترات صف الانتظار بالنسبة إلى الرزم.

ومن المتوقع أن تبلغ معظم المسيّرات HRP التي تتضمن ساتلاً مستقراً بالنسبة إلى الأرض أوقات IPTD تقل عن 400 ms. ولكن في بعض الحالات، يمكن يتم تجاوز القيمة 400 ms. وبالنسبة إلى المسيرات الطويلة جداً باتجاه المناطق النائية، قد يحتاج مزودو الشبكة إلى إبرام اتفاقات ثنائية إضافية لتحسين احتمالية تحقيق الهدف البالغ 400 ms.

التذييل IV

أمثلة حساب تغير وقت نقل الرزم IP

يشير هذا التذييل إلى البيانات التي تسهّل حساب التغير IPDV لفئات نوعية خدمة الشبكة IP حيث يتم تحديد قيمة صارمة نوعاً ما للتغير IPDV، أي الفئتان 0 و1 للشبكات IP.

وبالنسبة إلى الحسابات، نفترض هنا أن مشغل الشبكة يقدم مجموعة من مختلف فئات نوعية الخدمة للشبكة IP، بما فيها فئات نوعية الخدمة التي لا يحدد من أجلها أي هدف تغير IPDV. وتفسر هذه المجموعة من الخصائص مفهوم التدفقات "المتأثرة بتغير وقت النقل" (مثلاً، فئتا نوعية الخدمة 0 و1) والتدفقات "غير المتأثرة بتغير وقت النقل" (مثلاً، فئات نوعية الخدمة 2 و3 و4 و5). ومن المفترض كذلك أن يقوم مشغل يقدم مثل هذه المجموعة من فئات نوعية الخدمة ببذل جهد معقول لفصل التدفقات التي تتأثر بتغير وقت النقل عن التدفقات التي لا تتأثر به. وتقوم المكونات الأساسية لمثل هذا الجهد على اتباع استراتيجية لبرمجة الرزم واتخاذ التدابير الإضافية للتحكم بالحركة. وبالنسبة إلى الحسابات الواردة في هذا التذييل، من المفترض أن يتم التخطيط لرزم التدفقات التي تتأثر بالتغير مع أولوية دون حق الشفعة للرزم الناتجة عن التدفقات التي لا تتأثر بالتغير، ويكون التخطيط في كل من الفئتين من النمط FIFO.

ملاحظة – لا تهدف هذه الفرضية البسيطة سوى إلى التوصل إلى نموذج "قابل للحساب". ولا تستثنى استراتيجيات أخرى لتخطيط الرزم (مثل موازنة الإدارة المنصفة للملفات) أو إجراءات أخرى للتحكم بالحركة. كما يفترض أيضاً أن تكون نوعية أداء النهج الأخرى أفضل وليست أسوأ من مستوى أداء النهج المستخدم لهذه الحسابات.

1.IV المساهمات في تغير وقت نقل الرزم IP

تؤخذ العوامل التالية في الاعتبار باعتبارها المساهمات الأكثر بروزاً فيما يتعلق بتغير وقت نقل الرزم IP (IPDV) بالنسبة إلى التدفقات المتأثرة بالتغير:

- وقت النقل المتغير لأن وقت معالجة قرار إعادة الرزم (استكشاف التسيير) ليس قيمة ثابتة واحدة ولكنها يمكن أن تختلف من رزمة إلى أخرى.
- وقت النقل المتغير لأن على الرزمة أن تنتظر وراء رزم أخرى تتأثر بالتغير ووصلت قبلها.
- وقت النقل المتغير لأن على الرزمة أن تنتظر استكمال خدمة رزمة لا تتأثر بالتغير وصلت قبلها دخلت الخدمة.

2.IV النماذج وإجراءات الحساب لوضع حد أعلى للتغير IPDV

1.2.IV تغير وقت النقل بسبب استكشاف التسيير

بالنسبة إلى رزمة واردة، يحتاج المسيّر إلى إنشاء نفاذ خارج يتم إرسال الرزمة في اتجاهه، استناداً إلى عنوان IP. ويمكن أن يختلف الوقت اللازم لهذا القرار بين رزمة وأخرى.

يمكن للمسيّرات ذات الأداء العالي أن تخبئ العناوين IP التي استخدمت مؤخراً لتعجيل هذه العملية للرزم اللاحقة. وبالتالي، يتوقع من كافة رزم تدفق ما، باستثناء التدفق الأول، أن تختبر فترات استكشاف قصيرة وتغيرات طفيفة جداً بين هذه الفترات. وبحصر المعنى، بالرغم أن الوقت الأطول لنقل الرزمة الأولى يساهم في التغير IPDV، يتم غض النظر عن وقت النقل الاستثنائي للرزمة الأولى في هذه الحسابات لأن ذلك يتعلق بحدث "معزول" ومن شأن أثره أن يختفي في التدفقات الطويلة نسبياً (مثلاً، التدفق VoIP).

ومن المتوقع ألا يتجاوز تغير استكشاف التسيير من رزمة إلى رزمة بضعة عشرات من الألف من الثانية في كل مسيّر. أما بالنسبة إلى الحسابات، فمن المفترض أن تكون التغيرية أقل من 30 µs لكل مسيّر.

ونظراً لقلة المعلومات المتاحة حول توزيع هذا المكون لوقت النقل، فإن التغيرية المتجمعة للعديد من المسيّرات التشلشلية تعتبر مساوية لمجموع التغايرات الفردية، أي أن الآثار الإحصائية لا تؤخذ في الاعتبار لمكون التغير IPDV.

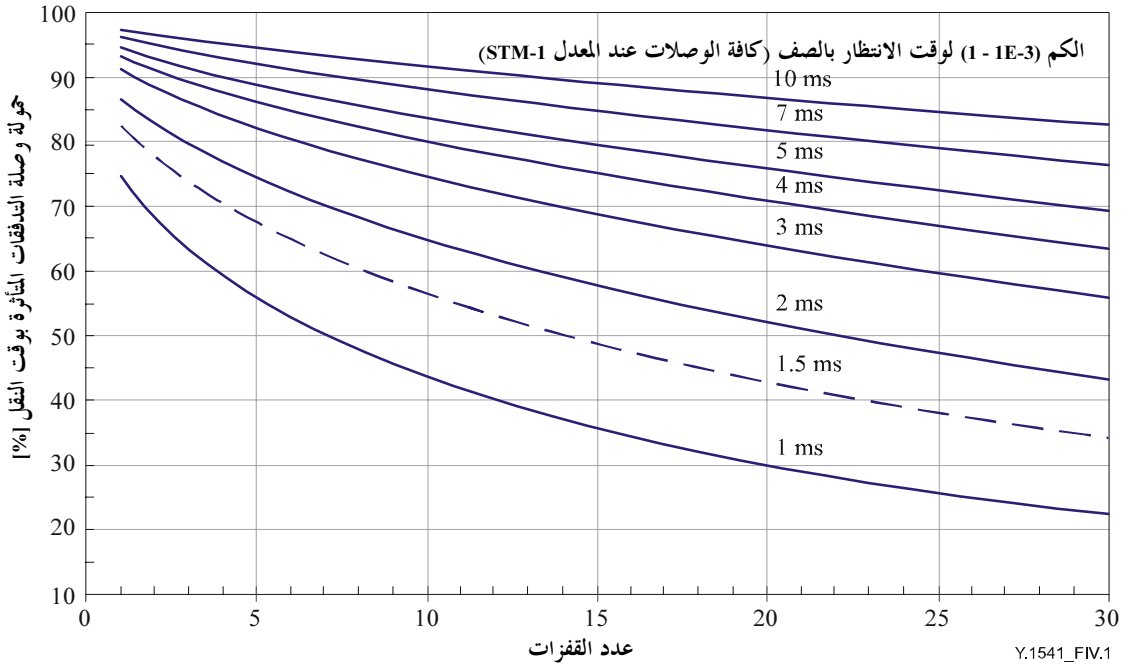
2.2.IV تغير وقت النقل الناجم عن الرزم المتأثرة بالتغير

ينبغي أن تنتظر الرزمة المتأثرة بالتغير تخديم الرزم الأخرى التي تتأثر بالتغير والتي وصلت قبلها (مبدأ FIFO). ويتم نمذجة التدفق المتأثر بالتغير باعتباره تدفقاً مستمراً من الرزم مع تغير وقت نقل الرزم IP بنقطة واحدة، مقارنة بمفهوم "التغير CDV المهمل" الذي يُستخدم لتدفق بمعدل CBR من الخلايا ATM (انظر التوصية ITU-T E.736).

ولإجراء الحسابات، من المفترض أيضاً أن يكون لكافة الرزم التي تتأثر بالتغير طولاً ثابتاً يبلغ 1500 بايتة. ويسمح ذلك بتطبيق النموذج المعروف M/D/1 لصفوف الانتظار (انظر التوصية ITU-T E.736) لحساب هذا المكون في تغير وقت نقل الرزمة. ويحدد وقت الخدمة الثابتة بحجم الرزمة الثابت المفترض (1500 بايتة) وبمعدل وصلة الخرج للمسيّر، مثلاً، 80,13 µs على وصلة بمعدل STM-1.

بالنسبة إلى تجميع هذا المكون لوقت النقل على عدة مسيّرات متشلشلة، ينبغي استخدام توليف توزيعات أوقات النقل المناسبة، مع مراعاة مختلف معدلات وصلة الخرج، في حال انطباقها. ومن المفترض أن يساوي الكم الأدنى القيمة 0 ويمكن تقريب الكم الأعلى ($1 - 10^{-3}$) بدقة بواسطة نظرية الانحرافات الكبيرة، لا سيما تقدير Bahadur-Rao الوارد وصفه في [IFIP].

يصف الشكل 1.IV نتيجة هذه الحسابات، ويظهر الكم ($1 - 10^{-3}$) لتغير وقت النقل فيما يتعلق بالمكون المجمّع لوقت النقل بسبب التداخل الناجم عن الحركة المتأثرة بالتغير، مختلف مستويات حمولة الحركة المتأثرة بالتغير ولعدد مختلف من قفزات المسير المتشلشلة.



الشكل Y.1541/1.IV – الكم (10^{-3} – 1) للعنصر المجمّع لوقت الانتظار في الصف بسبب حركة متأثرة بالتغير لمختلف مستويات الحركة المتأثرة بالتغير ولعدد مختلف من قفزات المسيّر المتشلشلة

ويفترض الشكل 1.IV أن جميع الوصلات في الشبكة هي STM-1 وأن جميع الوصلات تبين نفس مستوى الحمولة بالنسبة إلى الحركة المتأثرة بالتغير. إذا كان لوصلة واحدة أو أكثر قدرة أعلى من المعدل STM-1، يكون وقت النقل الناتج من طرف إلى طرف أدنى، وإذا كان لبعض الوصلات قدرة أدنى، يكون وقت النقل الناجم من طرف إلى طرف أعلى. يمكن حساب هذه الآثار (انظر الفقرة 4.2.IV) ولكن ليس من السهل إظهارها في الشكل 1.IV.

وأخيراً، من المفترض ألا تتجاوز حمولة الحركة المتأثرة بالتغير على وصلة ما نسبة 50 في المائة، وذلك في شبكة تدعم كلاً من الحركة التي تتأثر بالتغير وتلك التي لا تتأثر به، وذلك لإظهار الاتجاه الملحوظ باتجاه "بيانات أكثر من الصوت". وانطلاقاً من الشكل 1.IV، يمكننا أن نستنتج أن مكوّن وقت النقل لا يسهم بأكثر من 2,48 ms في الوقت IPDV على المسير، حتى إذا عبر المسير عدداً كبيراً جداً من 25 قفزة للمسيرات STM-1.

3.2.IV تغير وقت النقل بسبب رزمة لا تتأثر بالتغير

ليس لرزمة واردة تتأثر بالتغير أولوية على تخديم رزمة سبقتها لا تتأثر بالتغير. وبالتالي، يمكن أن تصادف الرزمة المتأثرة بالتغير مكوناً من صف الانتظار في كل مسيّر يحدده الوقت اللازم لتخديم رزمة لا تتأثر بالتغير.

ولإجراء هذا الحساب، من المفترض أن تقابل كل رزمة تتأثر بالتغير وقتاً عشوائياً للنقل ناجم عن رزمة لا تتأثر بالتغير تكون موزعة بانتظام بين 0 ووقت تخديم الرزمة 1 ذات الحجم الأكبر (1500 بايتة) التي لا تتأثر بتغير معدل وصلة الخرج المقابلة. وعلى وصلة خرج المعدل STM-1، يقابل ذلك وقت نقل موزعاً بانتظام بين 0 و80,13 µs في كل مسيّر.

بالنسبة إلى تجميع مكونات وقت النقل من خلال العديد من المسيّرات المتشلشلة، ينبغي استخدام توليف توزيعات أوقات النقل المناسبة، مع مراعاة مختلف معدلات وصلة الخرج، في حال انطباقها. ومن المفترض أن يساوي الكم الأدنى القيمة 0 ويمكن حساب الكم الأعلى بدقة. وفي معظم الحالات، يمكن التوصل إلى تقريب جيّد باستخدام تقريب بتوزيع (غوسي) عادي أو في الحالة الأسوأ، أيهما يقدم القيمة الأصغر. هذا ويقع الكم (10^{-3} – 1) في ($\mu + 3{,}72 \cdot \sigma$).

4.2.IV التغير الكلي في وقت نقل الرزم المتأثرة بالتغير

يمكن حساب الحد الأعلى للتغير IPDV على مسير HRP بإضافة القيم المحسوبة لكل من المكونات الثلاثة المشار إليها في الفقرات من 1.2.IV إلى 3.2.IV.

ملاحظة – يتوقع من القيمة المحسوبة أن تكون أعلى من القيمة الواردة في الشبكة الفعلية. ويشار إلى العوامل التالية:

- إن إضافة قيم الكم الثلاث تعطي قيمة أعلى لكم وقت النقل الفعلي؛
- من المتوقع أن يكون الحجم الفعلي للرزم المتأثرة بالتغير (مثل الرزم VoIP) أصغر من الحجم المفترض البالغ 1500 بايتة. ومن ناحية أخرى، يفترض أن تكون الحمولة مع الحركة المتأثرة بالتغير في معظم الوصلات أصغر من القيمة المفترضة بنسبة 50%. وبالتالي، يُفترض أن يكون الوقت الفعلي لصف الانتظار الناجم عن التداخل مع الحركة المتأثرة بالتغير أصغر من القيمة المحسوبة؛
- إن التوزيع الفعلي للرزم التي لا تتأثر بالتغير (مثلاً، أداء البروتوكول TCP) يتضمن أيضاً رزماً أصغر (بكثير) من الحجم المفترض البالغ 1500 بايتة. وبالإضافة إلى ذلك، من المتوقع أن تكون الحمولة الكلية (الحركة المتأثرة بالتغير والحركة غير المتأثرة به) على معظم الوصلات أصغر من القيمة المفترضة البالغة 100%. إذاً، من المتوقع أن يكون وقت الانتظار الفعلي بسبب التداخل مع الحركة التي لا تتأثر بالتغير أصغر من القيمة المحسوبة.

3.IV أمثلة للحساب

تبين الأمثلة الثلاثة التالية حساب التغير IPDV الحادث في المسير HRP من مستعمل إلى آخر (انظر الشكل 1.II).

- مثال على الوصلات بمعدل مرتفع نسبياً (STM-1 أو أعلى).
- مثال تكون فيه الوصلات بين الزبون والشبكة والوصلات بين أقسام الشبكة بمعدل أدنى (E3 أو T3).
- مثال تكون فيه الوصلات بين الزبون والشبكة بمعدل منخفض (مثلاً، 1,544 Mbit/s، T1).

1.3.IV مثال مع الوصلات STM-1

في هذا المثال، يفترض أن تكون كافة الوصلات STM-1. يتكون المسير HRP بين السطوح البينية للشبكة مع سحابة الشبكة IP (انظر الشكل 2.III) من 12 قفزة مسيّر. وهكذا، يمكن حساب عوامل التأثير على التغير IPDV على هذا المسير على النحو التالي:

- تغير وقت استكشاف المسيّر (انظر الفقرة 1.2.IV): $12 \times 30\ \mu s = 0{,}36\ ms$
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة المتأثرة بالتغير (انظر الشكل 1.IV لحمولة نسبتها 50% و12 قفزة STM-1): $\approx 1{,}36\ ms$.
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة غير المتأثرة بالتغير (انظر الفقرة 3.2.IV): $0{,}72\ ms = 80{,}13\ \mu s \times 9{,}01 \approx$

إذاً، يفترض أن يكون التغير IPDV على هذا المسير ذي المعدل العالي أصغر من **2,44 ms**.

2.3.IV مثال مع وصلات التوصيل البيني E3

في هذا المثال، من المفترض أن تكون كافة الوصلات STM-1 باستثناء الوصلات مستعمل–شبكة والوصلة بين أقسام الشبكة التي يُفترض أن تكون بمعدل E3 (34 Mbit/s). يتكون المسير HRP بين السطوح البينية للشبكة مع سحابة الشبكة IP (انظر الشكل 3.III) من 12 قفزة مسيّر، تتضمن قفزتان منها بمعدل بتات E3 أدنى. وهكذا، يمكن حساب عوامل التأثير على التغير IPDV على هذا المسير على النحو التالي:

- تغير وقت استكشاف المسيّر (انظر الفقرة 1.2.IV): $12 \times 30\ \mu s = 0{,}36\ ms$
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة المتأثرة بالتغير (انظر الشكل 1.IV لحمولة نسبتها 50% و10 قفزات STM-1 بالإضافة إلى قفزتين E3): $\approx 2{,}92\ ms$.

- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة غير المتأثرة بالتغير (لعشر قفزات STM-1 بالإضافة إلى قفزتين E3): ≈ 1,19 ms.

وهكذا من المتوقع أن يكون التغير IPDV على هذا المسير بمعدل وصلة مختلط أصغر من **4,47 ms**.

3.3.IV مثال مع وصلة نفاذ بمعدل منخفض

في هذا المثال، من المفترض أن تكون كافة الوصلات STM-1 باستثناء الوصلات مستعمل–شبكة التي من المفترض أن يبلغ معدلها حوالي 1,5 Mbit/s T1. يتكون المسير HRP بين السطوح البينية للشبكة مع سحابة الشبكة IP (انظر الشكل 3.III) من 12 قفزة مسيّر، تكون لواحدة منها معدل بتات منخفض. في هذه الحالة، تعامل مساهمة وصلة النفاذ بشكل منفصل. ويمكن حساب العوامل المساهمة في المتغير IPDV في الجزء ذي المعدل العالي على هذا المسير على النحو التالي:

- تغير وقت استكشاف المسيّر (انظر الفقرة 1.2.IV): $12 \times 30\ \mu s = 0.36\ ms$؛
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة المتأثرة بالتغير (لحمولة بنسبة 50% و11 قفزات STM-1 بالإضافة إلى قفزتين E3): ≈ 1,29 ms؛
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة غير المتأثرة بالتغير (لأجل 11 قفزة STM-1): $8,364 \times 80,13\ \mu s = 0,67\ ms$ ≈.

وهكذا، من المتوقع أن يكون التغير IPDV على هذا المسير الأساسي بمعدل عالي أصغر من **2,32 ms**.

وعلى وصلات النفاذ، من الممكن أن تبلغ المساهمة في وقت النقل بسبب التداخل مع رزمة لا تتأثر بالتغير 15,6 ms، عندما يتم تخديم رزمتين من 1500 بايتة مع رزمة لا تتأثر بالتغير (يمكن أن تكون رزمة من هاتين الرزمتين جزءاً من التدفق المتأثر بوقت النقل). تتوقف المساهمة في التغير IPDV بسبب التداخل مع تدفقات أخرى تتأثر بالتغير، إلى حد كبير على عدد من التدفقات والأحجام الحقيقية للرزم المستخدمة.

وتجدر الإشارة إلى أنه يتم تحديد عدد التدفقات المتأثرة بالتغير وحجم الرزم المصاحبة لوصلة النفاذ بمعدل منخفض من خلال التطبيقات التي يختارها المستعملون النهائيون. ودون أي تأثير معيّن، يجد مشغل الشبكة نفسه في وضع صعب للتقيد بقيمة صارمة لهدف أداء الشبكة IPDV في وجود وصلة نفاذ بمعدل منخفض.

إذا كانت الحركة المتأثرة بوقت النقل ذات حجم ثابت للرزم (تحتوي كل رزمة منها على 20 ms من الصوت المشفر G.711، بما يتفق مع التذييل III)، ولا تشغل أكثر من 50% من وصلة النفاذ، عندئذٍ يمكن تقدير وقت النقل على النحو التالي. يمكن وجود حتى 9 تدفقات صوتية من 50 رزمة بالثانية، تكون الحمولة النافعة لكل منها 160 بايتة إلى جانب رأسيات من 40 بايتة للبروتوكولات RTP وUDP وIP (أي ما مجموعه 80 Kbit/s).

- إن تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة المتأثرة بالتغير (لحمولة بنسبة 46,9% وقفزة واحدة T1) باستخدام نموذج صفوف MD/1، يشير إلى أن المساهمة في وقت النقل، بسبب الرزم الصغيرة نسبياً المتأثرة بالتغير على وصلة النفاذ، تبلغ 5,12 ms.
- تغير وقت صف الانتظار بسبب الحركة غير المتأثرة بالتغير (لقفزة واحدة T1): 7,81 ms.

إذاً، تتمتع المساهمة في تغير وقت النقل على وصلة النفاذ بقيمة كلية تبلغ 12,93 ms، مما يؤدي إلى مجموع يبلغ 15,25 ms. وتسيطر مساهمة وصلة النفاذ على المتغير IPDV في هذه الحالة.

4.3.IV ملخص المثال واستنتاجاته

توضح أمثلة الحساب أن مشغل الشبكة الذي يبذل جهداً متواضعاً لدعم الحركتين المتأثرة وغير المتأثرة بتغير وقت النقل، يستطيع أن يتقيّد بقيم صارمة إلى حد ما للتغير IPDV على مسير HRP حيث يكون لكافة الوصلات معدل مرتفع نسبياً

(مثلاً، مجموعة من الوصلات STM-1 وE3/T3 أو أعلى). والالتزام بقيمة تغير IPDV بمعدل 10 ms يترك مجالاً واسعاً للوصلات الإضافية بمعدل منخفض (E3/T3) أو لقسم الشبكة الإضافي.

في حال وجود وصلة بمعدل منخفض (1,5 Mbit/s T1, E1)، يصبح من الصعب التقيد بقيمة منخفضة من التغير IPDV. لا يتحكم مشغل الشبكة سوى بقدر ضئيل أو لا يتحكم في العدد الفعلي للتدفقات المتأثرة بالتغير وعلى الحجم الفعلي للرزم المتأثرة بالتغير. وبالتالي، تسيطر وصلة النفاذ على التزامات الشبكة بالتغير IPDV في هذه الحالة وينبغي أن تكون أكبر من 10 ms، على النحو الوارد في الجدول 1. أما على وصلة النفاذ، يمكن للمستعمل النهائي أن يقرر عدد ونوع التدفقات المتوقعة لفئة تتأثر بوقت النقل وبالتالي بالمتغير IPDV الناتج. وبافتراض أن وصلة النفاذ محمّلة بحمولة معتدلة (< 50%) مع حركة تتأثر بالتغير وأن الحجم السائد لهذه الرزم سيكون أصغر مقارنة بالحجم الأقصى البالغ 1500 بايتة، يمكن أن يكون الهامش الإضافي بقيمة **ms 20** لوصلة نفاذ بمعدل منخفض.

التذييل V

بيانات تتعلق بوسائل قياس نوعية أداء IP

سوف يشكل هذا التذييل موضوع دراسة لاحقة وهو يصف مسائل هامة ينبغي النظر فيها عند التحقق من وسائل قياس نوعية أداء IP. كما يصف آثار الظروف الخارجية على الأقسام قيد الاختبار، بما فيها الاعتبارات المتعلقة بالحركة، على الأداء المقيس.

ينبغي تحديد الظروف التالية والتحكم فيها خلال قياسات أداء IP:

1) الأقسام الصحيحة الجاري قياسها:
   - الطرفان SRC وDST للقياسات من طرف إلى طرف؛
   - النقاط MP المحددة لعنصر NSE مقيس؛

   ملاحظة – ليس من الضروري القياس بين كافة أزواج النقاط أو كافة الأزواج الطرفية SRC وDST لوصف نوعية الأداء.

2) مدة القياس:
   - الفاصل الزمني لتجميع العينات؛
   - أوقات القياس.

3) الخصائص الدقيقة للحركة:
   - المعدل الذي يقدم عنده الطرف SRC الحركة؛
   - نموذج الحركة SRC؛
   - الحركة المتنافسة عند الطرفين SRC وDST؛
   - حجم الرزمة IP.

4) نمط القياس:
   - أثناء الخدمة وخارج الخدمة؛
   - نشيط أو منفعل.

5) ملخصات البيانات المقيسة:

- المتوسطات وأسوأ الحالات والكميات التجريبية؛
- مدة التلخيص:
  - فترة قصيرة (مثلاً، دقيقة واحدة)؛
  - فترة طويلة (مثلاً، ساعة واحدة أو يوم واحد أو أسبوع واحد أو شهر واحد).

التذييل VI

قابلية تطبيق قدرات النقل Y.1221 والخدمات التفاضلية لفريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) على فئات نوعية الخدمة للشبكة IP

يتناول هذا التذييل قابلية تطبيق قدرات النقل المحددة في التوصية ITU-T Y.1221 على فئات نوعية الخدمة للشبكة IP المحددة في التوصية ITU-T Y.1541. كما يحدد العلاقة بين قدرات النقل المحددة في التوصية ITU-T Y.1221 والسلوك المحدد بالقفزات للخدمات التفاضلية للفريق IETF المتوائمة مع خصائص التوصية ITU-T Y.1221.

تحدد التوصية ITU-T Y.1221 ثلاث قدرات نقل يُطلق عليها اسم "عرض النطاق المخصص" و"عرض النطاق الإحصائي" و"الجهد الأفضل". ويسمح كل نموذج خدمة محدد كجزء من تعاريف قدرات النقل الواردة في التوصية ITU-T Y.1221 عموماً بتحديد مجموعة من معلمات نوعية أداء الشبكة تكون متسقة مع المعلمات المشار إليها في الجدول 1. ويمكن استخدام قدرات النقل المحددة في التوصية ITU-T Y.1221 للاستجابة إلى أهداف نوعية الأداء للفئات الست من نوعية الخدمة المحددة في التوصية ITU-T Y.1541.

تسمح فئتا نوعية الخدمة 0 و1 بتحديد حدود كل من أوقات نقل الرزم IP وتغير أوقات النقل على السواء، وكذلك معدل خسارة الرزم IP. إن قدرة النقل الواردة في التوصية ITU-T Y.1221 التي تسمح لعقد الحركة بأن يحدد الحدود المتعلقة بوقت نقل الرزم IP وبتغير هذه الأوقات، بالإضافة إلى خسارة الرزم IP، هي قدرة نقل عرض النطاق المخصص. وتسمح فئات نوعية الخدمة 2 و3 و4 الواردة في الجدول 1 بتحديد حدود معدلات خسارة الرزم IP ولا تسمح بتغير أوقات نقل هذه الرزم. وقدرة النقل الواردة في التوصية ITU-T Y.1221 التي تسمح لعقد الحركة بأن يحدد الحدود المتعلقة بخسارة الرزم IP وبتغير أوقات نقل هذه الرزم، قيد الدراسة. لا تسمح فئة نوعية الخدمة 5 في الجدول 1 بتحديد الحدود لمعدل خسارة الرزم IP أو لوقت نقل الرزم IP أو بتحديد تغير أوقات النقل. إن قدرة النقل الواردة في التوصية ITU-T Y.1221 التي لا تقترح أي التزام فيما يتعلق بنوعية الخدمة هي قدرة النقل "الأفضل". ويحدد الجدول 1.VI التقابل بين فئات نوعية الخدمة الوارد وصفها في التوصية ITU-T Y.1541 وقدرات النقل الوارد وصفها في التوصية ITU-T Y.1221.

توفر التوصية ITU-T Y.1221 التقابل بين قدرات النقل الثلاث الوارد تعريفها فيها بالإضافة إلى السلوك المحدد بالقفزات للخدمات التفاضلية للفريق IETF التي ينبغي استخدامها في الشبكات القائمة على المعمارية DiffServ. كما يحدد الجدول 1.VI التقابل بين قدرات النقل المحددة في التوصية ITU-T Y.1221 والسلوك IETF DiffServ لكل قفزة.

الجدول Y.1541/1.VI – العلاقة بين فئات نوعية الخدمة المطابقة للتوصية ITU-T Y.1541 وبين قدرات النقل وسلوك الخدمات التفاضلية لكل قفزة المطابقة للتوصية ITU-T Y.1221

قدرات النقل في Y.1221	السلوك وفقاً لكل قفزة مصاحبة DiffServ	فئة نوعية الخدمة للشبكة IP	ملاحظات
الجهد الأفضل (BE)	بالتغيب	فئة نوعية الخدمة 5 غير المحددة	خدمة قائمة يمكنها أن توفر مستوى جيداً من نوعية الخدمة على الشبكة IP، إذا تم تشغيلها على شبكة محمّلة تحميلاً خفيفاً.
عرض النطاق الإحصائي المتأثر بوقت النقل (DSBW)	AF	فئات نوعية الخدمة 2 و3 و4	لا ينطبق الهدف IPLR إلا على الرزم IP ذات مستويات الأولوية الأعلى في كل فئة AF. ينطبق وقت نقل الرزم IPTD على جميع الرزم.
عرض النطاق المخصص (DBW)	EF	فئتا نوعية الخدمة 0 و1	

التذييل VII

آثار نوعية خدمة الشبكة على نوعية الإرسال من طرف إلى طرف للإشارات الصوتية حسبما يدركها المستعمل

يوفر هذا التذييل حسابات نوعية الإرسال من طرف إلى طرف للإشارات الصوتية باستخدام أهداف الفئتين 0 و1 لنوعية خدمة الشبكة المطابقة للتوصية ITU-T Y.1541، كنقطة انطلاق. وتفرض هذه الأهداف على المساهمين الأساسيين نوعية أداء للتطبيقات غالباً ما تؤثر في الحسابات بشكل كبير. ومع نوعية أداء تجهيزات الزبون المصممة جيداً، من المعتقد أن الأهداف التي تقدمها هذه التوصية تسمح بالتوصل إلى مستوى عالٍ من نوعية الإرسال من طرف إلى طرف للإشارات الصوتية حسبما يدركها المستعمل. غير أنه يجب أن تؤخذ في الاعتبار كذلك البيانات التي توفرها توصيات السلسلة G.100 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

تشكل التوصيات ITU-T G.107 وITU-T G.108 وITU-T G.109 وITU-T G.113 وITU-T G.114 الوثائق الأساسية اللازمة لتقييم النوعية الصوتية (من الفم إلى الأذن) التي يمكن الحصول عليها مع قيم فئة نوعية خدمة الشبكة المناسبة.

تشير التوصية ITU-T G.114 إلى القيم الحدية والخصائص من طرف إلى طرف لمتوسط وقت النقل باتجاه واحد، بغض النظر عن أوجه التعطيل الأخرى للإرسال. كما تعالج التوصية ITU-T G.107 الآثار المجمعة لكافة أوجه التعطيل على نوعية الإرسال الكلية، ما يسمى بالنموذج E باعتباره نموذجاً لتقييم مؤشر الإرسال، ويُعتبر هذا الأخير الطريقة المشتركة التي يوصي بها قطاع تقييس الاتصالات لتخطيط إرسال الإشارات الصوتية من طرف إلى طرف. وتقدم التوصية ITU-T G.108 أمثلة مفصلة حول طريقة استخدام هذا النموذج بغية تقييم نوعية إرسال التوصيلات التي تتضمن العديد من أوجه التعطيل، بما فيها وقت النقل. وتقابل التوصية ITU-T G.109 تنبؤات تقييم مؤشر الإرسال في فئات نوعية الإرسال الصوتي. وبالرغم من أن التوصية ITU-T G.114 تشير إلى معلومات مهمة تتعلق بمتوسط وقت النقل باتجاه واحد باعتبارها معلمة مستقلة، ينبغي استخدام التوصية ITU-T G.107 (والتوصيتان المصاحبتان G.108 وG.109) لتقييم آثار وقت النقل بالتآزر مع أوجه تعطيل أخرى (مثلاً، تشوهات ناشئة عن معالجة الإشارات الصوتية).

من جهة أخرى، تجري حالياً مراجعة جذرية للتوصية ITU-T G.101 (خطة الإرسال) والتوصيات المصاحبة لها.

1.VII مثال لحساب وقت نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت مع نوعية أداء شبكة الفئة 0 وفقاً للتوصية Y.1541

على سبيل المثال، يمكن للنقطة الطرفية المرجعية الافتراضية (HRE) للوسيط الصوتي أن تكون على النحو الوارد أدناه. تتدفق المعلومات من المتكلم باتجاه مجموعة البروتوكول الموجودة على اليسار، مروراً بالمسير HRP، باتجاه مجموعة البروتوكول الموجودة على اليمين وصولاً إلى المستمع (لا يظهر إلا اتجاه واحد للإرسال).

المستمع		المتكلم
مزيل التشفير G.711، التذييل I إخفاء خسارة الرزم		المشفر G.711
دارئ الارتعاش ms 60		حجم الحمولة النافعة RTP بقيمة ms 20
بروتوكول مخطط بيانات المستعمل		بروتوكول مخطط بيانات المستعمل
بروتوكول الإنترنت		بروتوكول الإنترنت
	(الطبقات السفلى)	

الشكل Y.1541/1.VII – مثال لنقطة طرفية مرجعية افتراضية لنقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت

عند استخدام النقطة الطرفية المرجعية الافتراضية الواردة في الشكل 1.VII، يكون تأخر وقت النقل عند النقطة الطرفية على النحو الوارد أدناه. ويتم الحصول على هذه الحسابات من خلال المعادلات الواردة في التوصية ITU-T G.1020 لإجمالي وقت النقل.

الجدول Y.1541/1.VII – تحليل وقت النقل إلى النقطة الطرفية

	وقت النقل (ms)	ملاحظات
تكوين الرزم	40	مثلي حجم الرتل بالإضافة إلى القيمة 0 للتحليل المسبق
متوسط دارئ الارتعاش	30	متوسط دارئ الارتعاش يبلغ ms 60
إخفاء خسارة الرزم	10	"رتل" واحد PLC
المجموع (ms)	**80**	

يكون وقت النقل إلى النقطة الطرفية المحسوب في الجدول 1.VII متسقاً مع هدف المطراف من الفئة B وفقاً للتوصية P.1010. إذا جمعنا متوسط الوقت إلى النقطة الطرفية مع وقت شبكة الفئة 0، يكون متوسط إجمالي الوقت للمسير مستعمل–مستعمل 100 + 80 = 180 ms. ويشير مثال المسير المرجعي للفئة 0 في التذييل III إلى أنه يمكن تحقيق هذا الوقت على مسافة 4070 كم.

ويمكن وضع تجهيز للزبون بقيمة 50 ms (إرسال واستقبال باتجاه واحد) مع وقت لتكوين الرزم قدره 10 ms ودارئ للارتعاش قدره 50 ms.

الجدول Y.1541/2.VII – تحليل وقت النقل (المنخفض) إلى النقطة الطرفية

	وقت النقل (ms)	ملاحظات
تكوين الرزم	20	مثلي حجم الرتل بالإضافة إلى القيمة 0 للتحليل المسبق
متوسط دارئ الارتعاش	25	متوسط لدارئ تأخر الارتعاش يبلغ ms 60
إخفاء خسارة الرزم	0	"تكرار السابق" لا يستلزم وقتاً إضافياً للنقل
تجهيزات أخرى	5	
المجموع (ms)	**50**	

يكون وقت النقل إلى النقطة الطرفية المحسوب في الجدول 2.VII متسقاً مع هدف المطراف من الفئة A وفقاً للتوصية P.1010. ويبلغ وقت النقل IPTD لمسير الفئة 0 وأوقات تجهيز الزبون 150 ms من الإرسال أحادي الاتجاه من الفم إلى الأذن، مما يستجيب إلى احتياجات معظم التطبيقات (وفقاً للتوصية ITU-T G.114).

ويجب ملاحظة أن مساهمة دارئ تأخر الارتعاش في وقت النقل من الفم إلى الأذن تقوم على متوسط الفترة التي تقضيها الرزم في الدارئ وليس على القدرة القصوى للدارئ. والرزم التي تواجه أدنى وقت نقل سوف تنتظر الفترة القصوى في دارئ تأخر الارتعاش قبل استخراجها على شكل تدفق متزامن، في حين أن العكس صحيح بالنسبة إلى الرزم التي تستغرق وقت النقل الأقصى المناسب (تقضي هذه الرزم الوقت الأدنى في دارئ تأخر الارتعاش). وبهذا الشكل، يقوم دارئ تأخر الارتعاش بتعويض تغيرات وقت النقل ويضمن أن تُنقل الرزم وفقاً لوتيرة استخراج متزامنة. وتقدم التوصية ITU-T G.1020 وصفاً أكثر تفصيلاً لدارئ تأخر الارتعاش ولمساهماته في إجمالي وقت النقل.

2.VII مثال لحساب وقت نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت مع نوعية أداء شبكة الفئة 1 وفقاً للتوصية Y.1541

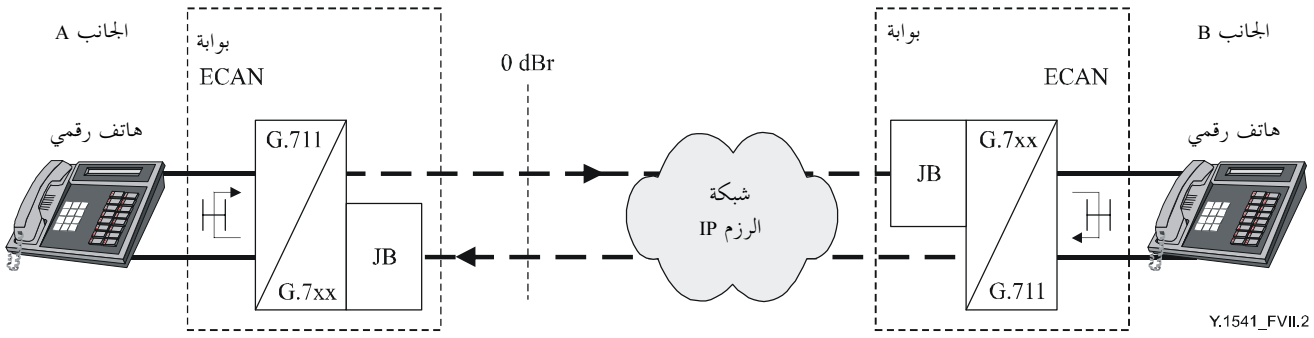
باستخدام نفس الفرضية والنقطة الطرفية للمسير المرجعي الافتراضي في الجدول 1.VII، إلى جانب مثال مسير الفئة 1 في التذييل III، يبلغ متوسط إجمالي وقت النقل على مسير مستعمل–مستعمل 500 27 كم: 233 + 80 = 313 ms.

3.VII حساب نوعية الصوت لمسيرات مرجعية افتراضية وفقاً للتوصية Y.1541

من الممكن تقييم نوعية صوت على شبكات IP باستخدام أداة تخطيط الإرسال الوارد وصفها في التوصية G.107، والمعروفة أيضاً بالنموذج E.

يعطي التذييل III افتراضات وتفاصيل عن تشكيلات الحسابات للشبكة (UNI-UNI). ويتضمن مثال الافتراضات عند النقطة الطرفية وحسابات أوقات النقل أعلاه جهاز الكودك (G.711) وحجم الرزم وإخفاء خسارة الرزم وحجم دارئ تأخر الارتعاش، الخ. ومن الممكن وجود كودكات صوتية أخرى بمعدلات بتات منخفضة وأحجام رزم بديلة وغير ذلك من التغيرات.

يرد في الشكل 2.VII التوصيل المرجعي لهذا التحليل.



الشكل Y.1541/2.VII – التوصيل المرجعي

ترد في الجدول 3.VII معلمات النموذج E المستخدمة في التحليل.

الجدول Y.1541/3.VII – معلمات النموذج E

المعلمات		القيم الدخل للنموذج		
الرمز	التعريف	القيم G.107 بالتغيب	قيم الدخل	الوحدة
Nc	ضوضاء الدارة الكهربائية المشار إليها في النقطة 0 dBr	(70–)	70,0–	dBm0p
Pos	ضوضاء القاعة (إرسال)	(35)	35,0	dB(A)
Por	ضوضاء القاعة (استقبال)	(35)	35,0	dB(A)
SLR	تقييم الجهارة المرسلة	(8)	8,0	dB
RLR	تقييم الجهارة المستقبلة	(2)	2,0	dB
Ds	العامل D (إرسال)	(3)	3,0	
LSTR	تقييم النغمة الجانبية للمستمع	(مكافئ)	18,0	dB
Nfor	ضوضاء الخلفية	(64–)	64,0–	dBmp
STMR	تقييم حجب النغمة الجانبية	(15)	15,0	dB
qdu	وحدات تشويه التكمية	(1)	1,0	وحدات
T	متوسط وقت النقل أحادي الاتجاه	(0)	**150,0**	ms
TELR	تقييم جهارة صدى المتكلم	(65)	65,0	dB
WEPL	خسارة مرجحة لمسير الصدى	(110)	110,0	dB
Ta	وقت النقل المطلق من المرسل إلى المستقبل	(0)	**150,0**	ms
Tr	وقت النقل ذهاباً وإياباً	(0)	**300,0**	ms
Ie	عامل تعطيل التجهيز	(0)	0,0	
Bpl	عامل قوة خسارة الرزمة	(1)	**4,8**	
Ppl	احتمالية خسارة الرزمة العشوائية	(0)	0,0	%
A	عامل التوقع	(0)	0,0	
Dr	العامل D (استقبال)	(3)	3,0	

لقد افترضنا قيماً بالتغيب لكافة المعلمات، باستثناء المعلمات T وTa وTr. وقد تم حساب متوسط وقت النقل المطلق أحادي الاتجاه باستخدام 100 ms لوقت نقل الشبكة (UNI-UNI، وفقاً لهدف نوعية خدمة الفئة **0**) و50 ms للمطراف النهائي، بما في ذلك الرزمنة ودارئ تأخر الارتعاش وفقاً للتوصية G.711 (Tr/2 = Ta = T = ms 150 = 50 + 100). هنا R = 89,5.

تؤثر خسارة الرزم كذلك على نوعية الصوت. وندرج فيما يلي عموداً حيث تتجمع خسارة تبلغ تقريباً 0,1% مع عامل قوة خسارة الرزمة (Bpl) يساوي 4,8، عندما يتكرر حجب خسارة الرزم المستخدمة مع التوصية G.711، تتبعه فترة صمت. وعند استخدام PLC حسب التذييل G.711/I، نفترض أن عامل قوة خسارة الرزمة (Bpl) = 25,1.

ويقدم التذييل III أيضاً حسابات توضح أطول وقت للنقل في الشبكة وأطول وقت لنقل المطاريف. ويلخص الجدول 4.VII ما تم التوصل إليه من نتائج.

الجدول Y.1541/4.VII – نتائج النموذج E مع مسيرات مرجعية افتراضية ومطاريف نهائية وفقاً للتوصية Y.1541

الشبكة، متوسط وقت النقل باتجاه واحد (ms)	متوسط وقت نقل المطراف باتجاه واحد (ms)	إجمالي، متوسط وقت النقل باتجاه واحد (ms)	حجم الرزمة (ms)	حجب خسارة الرزم	R، دون خسارة	R، مع خسارة رزم تساوي ~ 0,1 %	فئة نوعية الخدمة Y.1541
100	50	150	10	Rpt.1/Sil	89,5	87,6	0
100	80	180	20	G.711ApI	87,8	87,5	0
150	80	230	20	G.711ApI	81,9	81,5	1
233	80	313	20	G.711ApI	71,1	70,7	1

التذييل VIII

آثار أداء شبكة IP على نوعية خدمة إرسال التلفزيون الرقمي

1.VIII مقدمة

يفصّل هذا التذييل جزءاً من التحليل الذي يستند إليه تخصيص الفئتين المؤقتتين 6 و7 من نوعية خدمة الشبكة الوارد في الجدول 3. وقد تم اختيار قيم الأهداف من أجل دعم إرسال التلفزيون الرقمي. ولم يكن هدف معدل الخسارة في رزم IP في الفئتين 0 و4 كافياً لدعم هذا التطبيق، كما ورد في النسخة السابقة لهذا التذييل.

2.VIII نقطة طرفية مرجعية افتراضية (HRE) للإشارات الفيديوية ذات النطاق العريض العالي

من المهم أولاً إنشاء نقطة طرفية مرجعية للنقل الفيديوي. وتستند النقطة الطرفية المقترحة إلى الأعمال التي كانت تجريها في الماضي اللجنة ATIS T1A1.3 وإلى تحليل النماذج النمطية للنقل الفيديوي، سواء كان الفيديو مضغوطاً أم لا، الذي يقوم به منتدى الخدمات الفيديوية. وقد تكون هناك حاجة في نهاية المطاف إلى إنشاء أكثر من نقطة HRE بغية السماح بالإرسال من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى نقاط متعددة، ويقتصر هذا التحليل على الحالة الأبسط للنقطة الطرفية HRE من نقطة إلى نقطة.

المستقبل		المرسل
فيديو (SDI غير مضغوط، DVB-ASI بتدفق MPEG مضغوط، متعدد أو وحيد، الخ). تدفقات سمعية متعددة، بيانات مساعدة		فيديو (SDI غير مضغوط، DVB-ASI بتدفق MPEG مضغوط، متعدد أو وحيد، الخ). تدفقات سمعية متعددة، بيانات مساعدة
نظام لإزالة الإدماج		نظام إدماج
نظام التصحيح FEC-1/إزالة التشذير/إزالة الترزيم		نظام ترزيم/تشذير/تصحيح أمامي للأخطاء
دارئ تأخر الارتعاش قدره 100 ms		بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP)
بروتوكول مخطط بيانات المستعمل (UDP)		بروتوكول مخطط بيانات المستعمل (UDP)
بروتوكول الإنترنت (IP)		بروتوكول الإنترنت (IP)
	(الطبقة المادية)	

الشكل Y.1541/1.VIII – نقطة طرفية مرجعية افتراضية للتلفزيون الرقمي

يستخدم الإرسال التلفزيوني الرقمي شبكة IP حيث تكون الرزم الفيديوية غير المضغوطة أو الرزم الفيديوية المضغوطة MPEG مغلفة إما في بروتوكول UDP/IP أو في بروتوكول RTP/UDP/IP. ويفترض أن البروتوكول RTP/UDP/IP هو البروتوكول المستخدم وأن الرأسية التالية للبروتوكول تطبق:

طول رزمة IP = (7 x رزمة MPEG ذات 188 بايتة) + رأسية الرزمة RTP/UDP/IP

تصف الفقرات التالية ثلاثة ملامح للخدمات الفيديوية وتحدد أسباب انتشار آليات تصحيح الأخطاء في شبكات IP لضمان المستوى المناسب من النوعية والموثوقية.

3.VIII ملامح الخدمة ومتطلبات أداء الرزم من طرف إلى طرف

سوف تقتصر المتطلبات التقنية الواردة في هذا التذييل على ثلاثة ملامح للخدمة: ملمح خدمات المساهمة، وملمح خدمة التوزيع الأولي وملمح خدمة توزيع النفاذ. وتشمل هذه الملامح الثلاثة الغالبية الكبرى لتطبيقات القطاع الفيديوي واحتياجاته. كما نقدم متطلبات الأداء لهذه الملامح فيما يتعلق بخسارة الرزم عند مستويات ثلاثة من النوعية للمشاهد أو على معدلات عالية.

1.3.VIII ملمح الخدمات الفيديوية المساهمة

تتمتع خدمات المساهمة عموماً بأفضل نوعية أداء ويمكنها أن تتفاوت من الإشارات الفيديوية والسمعية غير المضغوطة إلى الإشارات المضغوطة باعتدال والإشارات السمعية. وتسمح توصيلات المساهمة بتبادل المحتويات من جانب شبكة أو جهة تابعة لها لاستخدامها في المستقبل، مثلاً لجلب إشارات من مواقع ثابتة أو مؤقتة أو نائية باتجاه الاستوديو بغية تحريرها أو إعادة إذاعتها على الفور. وفي هذه السيناريوهات، يمكن استخدام التوصيلات بالألياف الأرضية أو توصيلات الموجات الصغرية أو التوصيلات باتجاه النقطة الطرفية للبنية التحتية الساتلية.

ويعني أيضاً المصطلح "خدمات المساهمة" التسليم الخارجي للإشارات الآتية من استوديو الشبكة الأساسية باتجاه الجهات التابعة للشبكة لإعادة الإذاعة، والذي يستخدم عادة خدمات الشبكة الساتلية أو الأرضية طويلة المسافة. واليوم، تقوم الخطوط (الألياف) المؤجرة الثابتة أو الخاصة عند الطلب بتوفير هذه التوصيلات باتجاه الخارج أو، في بعض التطبيقات الأقل امتداداً والخدمات ATM التي توفر عروض نطاقات DS-3 أو OC-3 أو OC-12.

وإلى جانب هذه التطبيقات في الوقت الفعلي، تُستخدم خدمات IP أحياناً للتبادل التفاضلي بين المخدمات الفيديوية والسمعية ولرصد الأنظمة النائية والتحكم فيها. وبما أن المستعمل نفسه يمكنه أن يستخدم خدمات IP للمساهمة الفيديوية ونقل الملفات، يمكن لملمح خدمة المساهمة أن يوفّق بسهولة بين نقل الملفات والتحكم عن بعد.

2.3.VIII ملمح الخدمات الفيديوية بالتوزيع الأولي

التوزيع يعني تسليم المحتوى الفيديوي والسمعي إما مباشرة إلى المستهلك أو من خلال طرف رأسية الكبل للإرسال عبر منشأة للتلفزيون الكبلي. وفي هذه التطبيقات، تكون نوعية الإشارات الدنيا (معدل بتات منخفض) ضرورية إجمالاً، حيث تطبق معالجة إضافية طفيفة للإشارة. وفي هذه التطبيقات، تُستخدم عادة خدمات الأرض أو الخدمات الساتلية. ويوجد نمطان من إشارات التوزيع: التوزيع الأولي وتوزيع النفاذ. تغذي الجهات التابعة المحلية توصيلات التوزيع الأولي باتجاه طرف رأسية الكبل أو هوائيات الإرسال التلفزيوني. وتقارن هذه التوصيلات عادة بتوصيلات المساهمة أو تكون أقل منها من حيث النوعية. ويمكن توفير التوزيع الأولي من خلال السواتل أو الموجات الصغرية للأرض قصيرة المسافة أو توصيلات الألياف البصرية. ويتضمن توزيع النفاذ توفير المحتوى من طرف رأسية الكبل إلى المستهلك النهائي عبر منشأة تلفزيون كبلي أو عبر الهواء في شكل إرسال يذاع من هوائي الإرسال التلفزيوني. ويوصي المنتدى VSF أن تمثل القيمة 40 Mbit/s معدل البتات لهذا النمط من الخدمة.

3.3.VIII ملمح خدمات توزيع النفاذ

يحدد ملمح خدمات توزيع النفاذ الخدمات التلفزيونية التي توفرها حالياً الشبكات الكبلية والساتلية. ولما كانت النوعية التي توفرها هذه الشبكات ذاتية نوعاً ما، فإن المساهمة ستصف النوعية باعتبارها الحد الأعلى للأخطاء على البيانات الفيديوية (بسبب الشبكة) في نافذة معينة من الوقت.

4.3.VIII متطلبات الأداء لملامح الخدمة

تُعطى نوعية الخدمة بالنسبة إلى هذا التطبيق من حيث العدد الفعلي للأخطاء (اضطرابات مفاجئة في الأداء) في فترة زمنية محددة. وقد تم وضع الجدول 1.VIII استناداً إلى توصيات الأعضاء النشيطين في منتدى الخدمات الفيديوية، وهو يمثل معدلات الأخطاء المتوقعة التي قد يطلبها مزودو الخدمة (مثلاً، direcTV) أو المستعملون (مثلاً، Fox Sport Network).

الجدول Y.1541/1.VIII – توصيات تتعلق بمعدلات الخطأ/الخسارة للتلفزيون الرقمي

ملمح (معدل البتات النمطي)	اضطراب مفاجئ واحد خلال 10 أيام	اضطراب مفاجئ واحد في اليوم	10 اضطرابات مفاجئة في اليوم
المساهمة (Mbit/s 270)	4×10^{-11}	4×10^{-10}	4×10^{-9}
التوزيع الأولي (Mbit/s 40)	4×10^{-10}	4×10^{-9}	4×10^{-8}
توزيع النفاذ (Mbit/s 3)	4×10^{-9}	4×10^{-8}	4×10^{-7}

في هذا الجدول، نفترض أن كافة الرزم الضائعة يمكن أن تتسبب في اضطراب مفاجئ (مع احتمال حصول تشوه مرئي أو سمعي)، وتكون 7 رزم TS MPEG مغلفة في رزمة وحيدة IP. ويُعطى معدل خسارة الرزم المطلوبة عند نقطة التقاطع بين معدل الاضطرابات والملمح. وعلى سبيل المثال، يتطلب توزيع النفاذ الذي يسمح بمستوى نوعية باضطراب مفاجئ واحد في اليوم معدل خسارة الرزم قدرها 4×10^{-8}.

4.VIII التصحيح الأمامي للأخطاء/التشذير لتحسين أداء الوصلات UNI-UNI

لا تستطيع شبكة IP مطابقة للفئتين 6 أو 7 من نوعية الخدمة أن توفر معدلات خسارة الرزم المطلوبة للملامح أعلاه، وهناك حاجة إلى تجهيز طرفي لتصحيح الأخطاء في الرزم وخسارة الرزم وإعادة ترتيبها. ونفترض أن الخدمة تستعمل التصحيح FEC/التشذير، كما هما محددان في التوصية CPO-3 الصادرة عن المنتدى Pro-MPEG (مدونة الممارسات) وكما يشير إليه الجدول 2.VIII.

الجدول Y.1541/2.VIII – التصحيح FEC/التشذير الذي يسمح بتحقيق معدلات مطلوبة من الاضطرابات من طرف إلى طرف

	التصحيح الأدنى	التصحيح المعتدل	التصحيح العالي
الأداء الأدنى للشبكة			
مسافة خسارة (الرزم)	100	50	50
فترة خسارة (الرزم)	5	5	10
التصحيح FEC المطبق			
التصحيح FEC L,D	5، 20	5، 10	5، 10
مجال التصحيح FEC (%)	5	10	20
نوعية الأداء الفيديوي الناتجة؟	عالية	عالية	عالية

تجدر الإشارة إلى أن مواصفات أداء الشبكة أعلاه تستخدم مصطلحين جديدين. والمصطلحان مسافة الخسارة (LD) وفترة الخسارة (LP) محددان في المعيار RFC 3357 وهما معلمتا تشكيل لخسارة الرزم. وتحدد الفترة LP العدد الأقصى للرزم المتعاقبة التي يمكن أن تضيع، في حين أن المسافة LD تحدد العدد الأدنى للرزم الصحيحة التي ينبغي أن تصل بين الرزم الضائعة حتى تتمكن الخوارزمية من تصحيح الخسارة بطريقة مناسبة. إن القيمتين LD وLP تصفان الأداء الأدنى للشبكة التي من الممكن تصحيحها بواسطة التصحيح FEC المناسب في العمود نفسه. وتحدد معلمتا خوارزمية الطول (L) والعمق (D) التصحيح FEC اللتان تحددان قوة الطريقة.

ليس تصحيح الخطاط الشبكة مجاناً لأنه يستهلك عرض نطاق إضافي. والقيم الواردة في الجدول تمثل ثلاثة مستويات من القوة: 5% تمثل التصحيح الأدنى و10% تمثل التصحيح المعتدل و20% تمثل التصحيح الأقوى. وتجدر الإشارة إلى أنه كلما ازدادت الخوارزمية التي نختارها قوة، كلما كانت الرأسية أعلى. ووفقاً لمنتدى الخدمات الفيديوية، إن هذه القيم الثلاث تحتوي معظم احتياجات القطاع.

وعلى سبيل المثال، ينبغي تشكيل خدمة فيديوية عند 2 Mbit/s تتطلب تصحيحاً أدنى بواسطة الإنشاء (L وD) عند (5 و20). وقد يولّد ذلك حركة إضافية للشبكة قدرها 100 kbit/s (5% من 2 Mbit/s) للرزم FEC، الناجمة عن معدل إجمالي للبيانات قدره 2,1 Mbit/s. كما ينبغي تشكيل خدمة عند 270 Mbps تحتاج لتصحيح قوي بواسطة القيم (L وD) عند (10 و5) التي قد تولّد حركة إضافية للشبكة بقيمة 54 Mbit/s الناجمة عن معدل مجمع بقيمة 324 Mbit/s.

5.VIII تقييم مختبري لفعالية التصحيح FEC/التشذير

تشير نتائج الاختبارات المخبرية مع التصحيح FEC/التشذير (5,50) إلى أن:

- نسبة خسارة الوصلات UNI-UNI عند 10^{-4} تتحسن إلى $1,5 \times 10^{-8}$ (تشمل معظم ملامح النفاذ)
- نسبة خسارة الوصلات UNI-UNI عند 10^{-5} تتحسن إلى 2×10^{-10} (تشمل معظم الملامح)

تم التوصل إلى أن شبكة IP بمعدلات IPLR وIPER للوصلات UNI-UNI مطابقة للفئتين 6 و7 تدعم تطبيق التلفزيون الرقمي الوارد أعلاه، شريطة تطبيق التصحيح FEC/التشذير المناسب.

6.VIII معلمات الأداء الإضافية

توصّل منتدى الخدمات الفيديوية إلى أن القيم للوقت IPTD والتغير IPDV المحددة في الفئتين 6 و7 في الجدول Y.1541/3 تكفي لإرسال التلفزيون الرقمي.

التذييل IX

آثار نوعية خدمة الشبكة على أداء البيانات من طرف إلى طرف بواسطة بروتوكول التحكم في الإرسال TCP

1.IX مقدمة

يفصّل هذا التذييل جزءاً من التحليل الذي تقوم عليه مواصفة الفئتين 6 و7 المؤقتتين لنوعية خدمة الشبكة في الجدول 3. وقد تم اختيار قيم الأهداف بحيث تدعم التطبيقات التي تستخدم الخدمات الموثوقة لنقل تدفقات بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP) [RFC793] عند أعلى معدل بيانات ممكن. يدعم الهدف الحالي لمعدل خسارة رزم IP (IPLR) (في الفئات من 0 إلى 4) لبروتوكول التحكم في الإرسال TCP دون القيود التي تفرضها التشكيلات القديمة المنتشرة على نطاق واسع، أو يفترض حدوث بعض الاختناقات على مسير الوصلة UNI-UNI.

هناك عاملان أساسيان يحدان من قدرة النقل TCP:

1) تسمح **آليات التحكم في التدفق** التي تراعي الازدحام باستنتاج أن الازدحام وقع على المسير عند حدوث خسارة في الرزم. ورداً على هذه الخسارة، يخفض التحكم في التدفق نافذة الإرسال إلى النصف. ويسمح بزيادة خطية عندما يتم نقل نافذة كاملة من الرزم بنجاح. وهكذا **يمكن لخسارة الرزم أن تحد من القدرة**.

2) يمكن الحد من **الأبعاد القصوى للنافذة** بواسطة ضبط البروتوكول TCP للمرسل والمستقبل (من خلال الحد من حجم الذاكرة المتاحة لتطبيق معين لدرء بيانات الشبكة). وهذا هو الناتج التقليدي لعرض النطاق، حيث يُعطى معدل الإرسال على **شكل نافذة من الأثمونات لكل ذهاب وإياب** (كإشعار استلام).

وبالنظر إلى أن وقت الانتشار يسيطر عادة على وقت نقل الرزم، كان الهدف من التحليل هو تحديد هدف للمعدل IPLR الذي يمكنه أن يضمن قدرة نقل عالية جداً للبروتوكول TCP، عندما لا تؤدي عوامل أخرى، مثل حجم النافذة أو عرض نطاق الاختناق، إلى إثقال الإجراء. وتم اختيار معدل لخسارة الرزم يبلغ 10^{-5} للفئتين 6 و7، ويبين التحليل الوارد أدناه القدرات الممكن تحقيقها.

2.IX نموذج أداء البروتوكول TCP

تستند هذه الدراسة إلى النموذج TCP Reno [RFC2001] الذي وضعه وتحقق منه Padhye و[Padhye98] وآخرون. ويمكن التعبير عن هذا النموذج تقريباً بواسطة المعادلة التالية:

$$B(p) \approx \min\left(\frac{W_{\max}}{RTT}, \frac{1}{RTT\sqrt{\frac{2bp}{3}} + T_0 \min\left(1, 3\sqrt{\frac{3bp}{8}}\right) p\left(1+32p^2\right)}\right)$$

حيث:

$B(p)$: قيمة تقريبية للمعدل TCP [الرزمة/ثانية]

W_{max}: الحجم الأقصى لدارئ نافذة المستقبل [الرزم]

RTT: الوقت ذهاباً وإياباً [بالثانية]

b: عدد الرزم التي تم استلامها بواسطة الرسالة ACK

p: احتمالية خسارة رزمة

T_0: إمهال لإعادة إرسال رزمة (مفقود) لم يرد إشعار باستلامها [بالثانية]

هناك العديد من التركيبات للمواصفات TCP وغالباً ما يطلق على هذه التركيبات اسم المكان الذي تم فيه الاتفاق عليها (Vegas وTahoe وReno). وهناك دراسة حول المواصفات TCP متاحة في [Morton98] وفي الكثير من المراجع الأخرى. وللاطلاع على نموذج TCP أبسط مع معلمة تسوية واحدة يكون مفيداً في كافة النسخ، انظر المرجع [Mathis97].

3.IX النقطة الطرفية المرجعية الافتراضية لبروتوكول TCP

تحدد مختلف تذييلات هذه التوصية النقاط الطرفية المرجعية الافتراضية (HRE) واقترانها بواسطة المسيرات المرجعية الافتراضية لتقييم مستويات نوعية تطبيقات المستعمل التي يمكن أن تدعمها أهداف أداء الشبكة. وفيما يلي تحديد للنقطة الطرفية المرجعية الافتراضية لبروتوكول TCP.

تطبيق الاستقبال		تطبيق الإرسال
TCP Reno نافذة قصوى = 16 kbyte أو 64 kbyte أو 256 kbyte b= 1 ACK / رزمتان خيار النوافذ الكبيرة		TCP Reno نافذة قصوى= 16 kbyte أو 64 kbyte أو 256 kbyte إمهال T_0= ثانية واحدة خيار النوافذ الكبيرة
بروتوكول الإنترنت		بروتوكول الإنترنت
	(الطبقات الدنيا)	

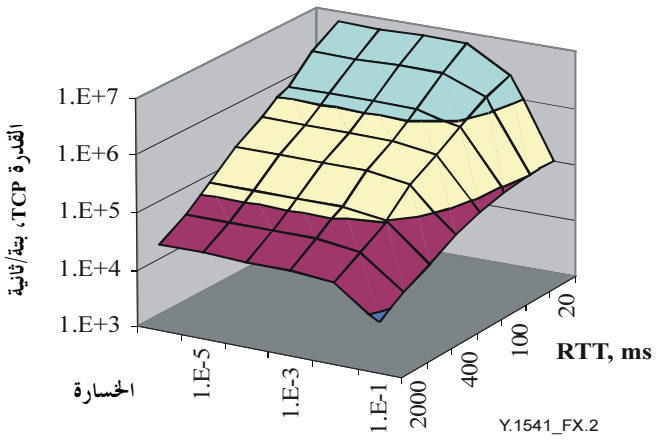
الشكل Y.1541/1.IX – النقطة الطرفية المرجعية الافتراضية لبروتوكول TCP

نفترض أن تطبيق الإرسال يوفر تدفقاً مستمراً للبايتات دون فواصل زمنية غير مشغولة وأن مساهمة مخدم المستقبل في الوقت RTT لا تذكر. كما تجدر الإشارة إلى أن حجم النافذة القصوى للإرسال والاستقبال يختلف في التحليل الوارد فيما يلي.

4.IX ملاحظات

يبين الشكل 2.IX تقييم القدرة "القديمة" TCP لرونو (Reno) حسب الوقت ذهاباً وإياباً (بما في ذلك معالجة المخدم) وخسارة الرزم. وتم رسم خطوط على المساحة ثلاثية الأبعاد تقابل أوقات الذهاب والإياب البالغة 20 و40 و100 و200 و400 و1000 و2000 و4000 ms التي تتقاطع مع خطوط خسارة الرزم بمعدل 10^{-1} و10^{-2} و10^{-3} و10^{-4} و10^{-5} و10^{-6}. ويشير ارتفاع المساحة إلى القدرة TCP بالوحدة bit/s ويتغير لون المساحة عندما تقابل مستوىً من القدرة مشاراً إليه.

وتجدر ملاحظة عدم تطبيق أي توهين بسبب أوقات الانتشار الطويلة، مثل النوافذ الكبيرة RFC 1323 أو الإشعارات بالاستلام المختارة (SACK) للمعيار RFC 2018.

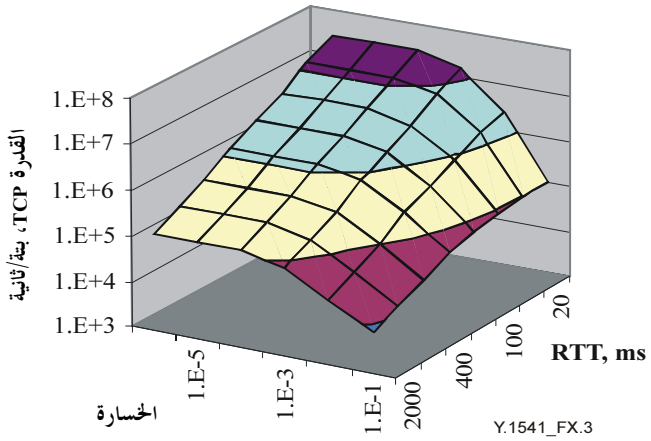


الشكل Y.1541/2.IX – القدرة TCP ("القديمة") مع نافذة بمعدل 16 kbyte

إن نافذة ما بمعدل 8 kbyte أو 16 kbyte هي التشكيل بالتغيب للعديد من تطبيقات TCP القديمة. ويبين الشكل 2.IX أن خسارة الرزم > 10^{-3} تؤثر على القدرة، ولكن تحديد حجم النافذة يسيطر على نوعية القدرة التي تتوقف على خسارة مجموعة كبيرة من أوقات الذهاب والإياب (RTT). وبالتالي، يكون الهدف IPLR < 10^{-3} كافياً في هذه الظروف، وتولّد الفئات 2 و3 و4 من نوعية خدمة الشبكة قدرة كافية.

بالرغم من إمكانية الحصول على قدرات نقل بمعدل 10 Mbit/s لأوقات ذهاب وإياب منخفضة جداً، يؤثر وقت نقل الرزم أيضاً على قدرة زوج المرسل–المستقبل TCP "القديم".

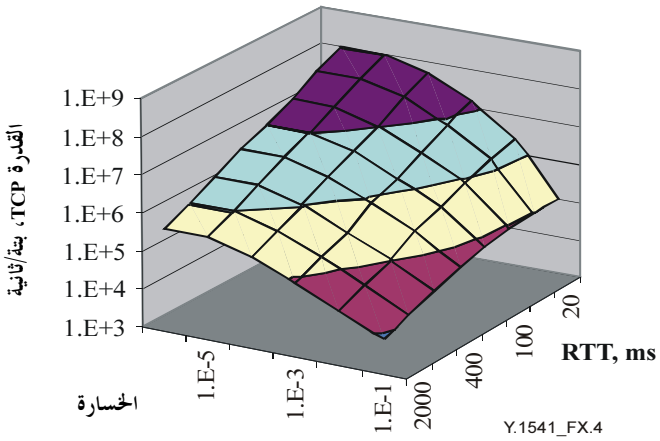
يبين الشكل 3.IX القدرة TCP لرينو عندما يكون الحجم الأقصى للنافذة ثابتاً عند 64 kbyte. وعادة ما يكون ذلك ممكناً مع إجراءات توليف بسيطة، لكن الغالبية الساحقة من مستعملي الشبكة IP لا يحاولون الدخول في مجال التوليف أو لا يحتاجون إلى ذلك. والمستعملون الذين يريدون تحقيق الإمكانات الكاملة للنفاذ بالنطاق العريض من خلال تخفيض وقت نقل الملفات الكبيرة الحجم (مثل ملفات ISO لتوزيع Linux التي تحتوي على صور CD-ROM من 700 Mbyte) قد يستفيدون من فوائد التوليف.



الشكل Y.1541/3.IX – القدرة TCP مع نافذة بمعدل 64 kbyte

إن نافذة ما بمعدل 64 kbyte هو الضبط الأقصى لتطبيقات TCP المعيارية التي لا تقبل النوافذ الكبرى للمعيار RFC 1323. يبين الشكل 3.IX أن خسارة الرزم > 10^{-4} تؤثر على القدرة ولكن حد حجم النافذة يسيطر على القدرة انطلاقاً من هنا.

يبين الشكل 4.IX القدرة TCP لرينو عندما يضبط الحجم الأقصى للنافذة عند 256 kbyte. ويكون ذلك ممكناً للعديد من أنظمة التشغيل ويجب أن يكون خيار النوافذ الكبيرة TCP متيسراً.



الشكل Y.1541/4.IX – القدرة TCP مع نافذة بمعدل 256 kbyte (والمعيار RFC 1323)

يبين الشكل 4.IX أن خسارة الرزم > 10^{-5} تؤثر على القدرة، ولكن تحديد حجم النافذة يسيطر على نوعية القدرة التي تتوقف على خصائص خسارة الأداء انطلاقاً من هذه النقطة. وبالتالي، هناك ظروف تكون فيها الفئات الجديدة المؤقتة (مع هدف بمعدل < 10^{-5}) ضرورية لكفالة القدرة القصوى.

يمكن الحصول على قدرات نقل بمعدل 100 Mbit/s لأوقات ذهاب وإياب منخفضة جداً، ويخفض خيار النافذة الكبيرة (المعيار RFC 1323) التأثير السلبي للوقت RTT على القدرة.

5.IX ملخص لتقييم القدرات TCP

يوفر الجدول 1.IX ملخصاً رقمياً للأشكال من 2.IX إلى 4.IX لقيم الوقت ومعدل الخسارة الواردة في الأهداف.

الجدول Y.1541/1.IX – ملخص لتقييم القدرات TCP، bits/s

حجم النافذة	خسارة الرزم، p	ms 100=RTT/2 =IPTD	ms 400=RTT/2 =IPTD
kbytes 16	10^{-3}	640 000	160 000
	10^{-5}	640 000	160 000
kbytes 64	10^{-3}	**1 624 887**	**409 640**
	10^{-5}	2 560 000	640 000
kbytes 256	10^{-3}	**1 624 887**	**409 640**
	10^{-5}	10 240 000	2 560 000

تجدر الإشارة إلى أن القيم باللون الداكن محددة بمعدل خسارة الرزم، وخلاف ذلك يحد حجم النافذة من القدرة. ومعدل خسارة الرزم البالغ 10^{-5} لا يحد من القدرة أياً كان حجم النافذة قيد الفحص، وهي تُظهر بوضوح مزايا الفئات الجديدة لنوعية خدمة الشبكة.

ثبت المراجع

– ITU-T Recommendation J.241 (2005), *Quality of service ranking and measurement methods for digital video services delivered over broadband IP networks*.

– ITU-T Recommendation P.911 (1998), *Subjective audiovisual quality assessment methods for multimedia applications*.

– ETSI TIPHON TR 101 329 – *Part 2, Quality of Service (QoS) Classes*.

– IETF RFC 768 (STD-6) (1980), *User Datagram Protocol*.

– IETF RFC 792 (STD-5) (1981), *Internet Control Message Protocol*.

– IETF RFC 793 (STD-7) (1981), *Transmission Control Protocol – DARPA Internet program Protocol specification*.

– IETF RFC 919 (STD-5) (1984), *Broadcasting Internet datagrams*.

– IETF RFC 922 (STD-5) (1984), *Broadcasting Internet datagrams in the presence of subnets*.

– IETF RFC 950 (1985), *Internet Standard Subnetting Procedure (updates RFC 792)*.

– IETF RFC 959 (STD-9) (1985), *File Transfer Protocol (FTP)*.

– IETF RFC 1305 (1992), *Network Time Protocol (v3) – Specification, Implementation and Analysis*.

– IETF RFC 1786 (1995), *Representation of IP Routing Policies in a Routing Registry*.

– IETF RFC 1812 (1995), *Requirements for IP Version 4 Routers*.

– IETF RFC 1889 (1996), *RTP: A transport protocol for real-time applications*.

– IETF RFC 2018 (1996), *TCP Selective Acknowledgment Options*.

– IETF RFC 2330 (1998), *Framework for IP performance metrics*.

– IETF RFC 2474 (1998), *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*.

– IETF RFC 2475 (1998), *An Architecture for Differentiated Services*.

– IETF RFC 2597 (1999), *Assured Forwarding PHB Group*.

– IETF RFC 2598 (1999), *An Expedited Forwarding PHB*.

– IETF RFC 2679 (1999), *A One-way Delay Metric for IPPM*.

– IETF RFC 2680 (1999), *A One-way Packet Loss Metric for IPPM*.

– IETF RFC 2681 (1999), *A Round-trip Delay Metric for IPPM*.

– IETF RFC 2733 (1999), *An RTP payload format for generic forward error correction*.

– IETF RFC 3086 (2001), *Definition of Differentiated Services Per Domain Behaviours and Rules for their Specification*.

– IETF RFC 3357 (2002), *One-way loss pattern sample metrics*.

– IETF RFC 3432 (2002), *Network Performance Measurement with Periodic Streams*.

[RFC1323] IETF RFC 1323 (1992), *TCP Extensions for High Performance*.

[RFC2001] IETF RFC 2001 (1997), *TCP Slow Start, Congestion Avoidance, Fast Retransmit, and Fast Recovery Algorithms*.

– IFIP: MANDJES (Michel), VAN DER WAL (Kees), KOOIJ (Rob), BASTIAANSEN (Harrie): End-to-end delay models for interactive services on a large-scale IP network, *Proceedings* (edited by Guido H. Petit) *of the seventh IFIP workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks: IFIP ATM'99*, Paper 42, Antwerp, Belgium, June 1999.

[Mathis97] MATHIS (M.), SEMKE (J.), MAHDAVI (J.), OTT (T.): The Macroscopic Behaviour of TCP Congestion Avoidance Algorithm, *Computer Communications Review*, Vol. 27, No. 3, July 1997, ISSN# 0146-4833. http://www.psc.edu/networking/papers/model_ccr97.ps

[Morton98] MORTON (A.C): Transmission Control Protocol Overview, T1A1.3/98-015; PROJECT#: T1A1-14; MEETING DATE: 03/16/98. ftp://ftp.t1.org/pub/t1a1/98-t1a1.3/8a130150.doc

[Padhye98] PADHYE (J.), FIROIU (V.), TOWSLEY (D.), AND KUROSE (J.): Modelling TCP Throughput: a Simple Model and its Empirical Validation, *SIGCOMM 1998*. ftp://gaia.cs.umass.edu/pub/Padhye-Firoiu98:TCP-throughput.ps.Z

– PADHYE (J.), FIROIU (V.), TOWSLEY (D.), KUROSE (J.): Modelling TCP Reno Performance: A Simple Model and its Empirical Validation, *IEANEP*, Vol. 8, No. 2, pp. 133-145, April 2000.

– Study Group 12 Delayed Contribution D15: The effect of Packet Losses on Speech Quality, C. Karlsson, *Telia AB*, Feb. 2001.

– Study Group 12 Delayed Contribution D22: A Framework for Setting Packet Loss Objectives for VoIP, J. Rosenbluth, *AT&T*, Oct. 2001.

– T1 Standard[1] T1.522-2000, Quality of Service for Business Multimedia Conferencing.

[1] T1 Standards are maintained since November 2003 by ATIS.

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
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) 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
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	**البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي**
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبع في سويسرا
جنيف، 2006