الاتحـــــــاد الـــدولـــــــي للاتصـــــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.1020

(2006/07)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل

تعاريف معلمات الأداء لنوعية الكلام وغيرها من تطبيقات نطاق الصوت باستعمال الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت

التوصيـــة ITU-T G.1020

ITU-T

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499–G.450
تجهيزات اختبار	G.599–G.500
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699–G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	**G.1999–G.1000**
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999–G.8000
نفاذ الشبكات	G.9999–G.9000

يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات للحصول على مزيد من التفاصيل.

تعاريف معلمات الأداء لنوعية الكلام وغيرها من تطبيقات نطاق الصوت باستعمال الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت

ملخص

صاحب ظهور تطبيقات إرسال الكلام وغيرها من تطبيقات نطاق الصوت من خلال الشبكات التي تعمل بنظام الرزم (Packet Networks) أنواعاً جديدة وأحياناً فريدة من انحطاط النوعية. وهناك بالفعل العديد من التعريفات القائمة لمعْلَمات الأداء بالنسبة للشبكات التي تعمل بنظام الرزم، ولكن نظراً للرغبة في التحكم في نوعية التطبيقات غير المرنة ومتساوية التزامن، فقد تطلب ذلك معلومات إضافية ومكملة. وتهدف هذه التوصية إلى تعريف معلمات الأداء لكل من الشبكات التي تعمل بنظام الرزم والمطاريف وذلك بشكل أفضل مما يعكس النوعية المحسوسة للتطبيقات المستهدفة. وتركز هذه التوصية بشكل كبير على عوامل انحطاط النوعية التي تنشأ عن تنوع المهلات (Delay Variation) وخسارة الرزم (Packet Loss)، وهي تعد عوامل مميزة للتكنولوجيات المعتمدة على بروتوكول الإنترنت أو أية تكنولوجيات أخرى تعتمد على الرزم، ولا تظهر في شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الوقت TDM التقليدية. وتناقش التوصية التفاعلات والتوازنات فيما بين عوامل الانحطاط هذه، وتصف بعض الآليات مثل الدارئات المانعة للارتعاش (de-jitter buffers) وإخفاء خسارة الرزم من أجل تقليل تأثيرها على نوعية الكلام والتطبيقات الأخرى، ومع ذلك، تتجنب الوثيقة أي تداخل من خلال الإشارة المرجعية إلى التعريفات القائمة كلما أمكن.

وتتجاوز المعلمات التي تعرفها هذه التوصية حدود طبقة بروتوكول الإنترنت في العديد من الحالات، فهي تشتمل أيضاً على معلمات نظام الرزم الممتد من طرف إلى طرف (بشكل يجمع بين المطاريف النهائية والشبكة)، وهي ضرورية أيضاً لتحديد نوعية الكلام أو تطبيقات نطاق الصوت. وتضم الفقرات 5، 6، 7 بالترتيب تعريفات المعلمات لمطراف المصدر وللشبكات التي تعمل بنظام الرزم، ولمطراف المقصد. ويتم تعريف المعلمات الكلية في الفقرة 8.

وفي هذه النسخة تضيف التوصية تعريفات رسمية للعديد من مقاييس الصوت (metrics)، والتقارير الموسعة لبروتوكول التحكم في النقل في الوقت الحقيقي (RTCP-XR) المحددة في الوثيقة RFC 3611.

يعرف الملحق A النقاط المرجعية والمعلمات البوابية، ويقدم الملحق B معلومات بشأن توزيعات ونماذج خسارة الرزم، ويعرف معلمات خسارة الرزم خلال الرشقات (Burst packet loss)، ويحدد الملحق C نظاماً تكيفياً لمحاكاة الدارئات المانعة للارتعاش، ويعرف معلمات الدارئات المانعة للارتعاش. ويضع التذييل I معلمات التقارير الموسعة لبروتوكول التحكم في النقل في الوقت الحقيقي (RTCP-XR) في صورة جدول جنباً إلى جنب مع فحص التوصيات القائمة والإجراء النهائي، والذي يكون بشكل نمطي إضافة أحد المعلمات إلى هذه التوصية.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 12 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 14 يوليو 2006 على التوصية ITU-T G.1020 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيـــد

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).

ملاحظـــة

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

© ITU 2007

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 3
3 التعاريف 3
4 المختصرات 4
5 معلمات رزمة مطراف المصدر 5
1.5 دقة ميقاتية التحويل من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي 5
2.5 حجم مجال المعلومات بشأن الرزمة 6
3.5 بادئة الرزمة 6
4.5 مهلة مطراف المصدر 7
5.5 تنوع مهلة مطراف المصدر 7
6 معلمات أداء الشبكات القائمة على الرزم 7
1.6 موجز بمعلمات أداء الشبكات 7
2.6 التوصية بمعلمات إضافية للشبكة 8
7 معلمات الرزم عند مطراف المقصد 10
1.7 مناقشة معالجة الرزم عند المقصد 11
2.7 تصنيف نماذج ومعلمات الدارئات المانعة للارتعاش 12
3.7 تحديد التخالف في تردد النظام باستخدام ميقاتية المقصد كمرجع 16
4.7 إخفاء خسارة الرزم (النمط والمهلة) 17
8 معلمات الأداء الكلي 17
1.8 المهلة الكلية (شاملة المصدر والشبكة والمقصد) 17
2.8 مهلة النظام الطرفي 17
3.8 مهلة النقل ذهاباً وإياباً RTD 18
4.8 الانقطاعات في السلم الزمني للتدفق عقب كبت الارتعاش وإخفاء خسارة الرزم 18
5.8 الخسارة الكلية في الأرتال أو الرزم (بما في ذلك الشبكة والمقصد) 18
الملحق A – النقاط المرجعية ومعلمات الأداء البوابية لنقل الصوت من خلال بروتوكول الإنترنت 20
1.A: مقدمة 20
2.A: تعاريف 20
3.A: معلمات بوابة المصدر 20
4.A: معلمات بوابة المقصد 21
5.A: المهلة الكلية 22

الصفحة

الملحق B – توزيعات ونماذج خسارة الرزم 23
1.B: مقدمة..... 23
2.B: النماذج الشائعة لخسارة الرزم..... 23
3.B: مثال لتتبع الرزم..... 26
4.B: قائمة بالمراجع للملحق B 27
الملحق C – مثال لمحاكي الدارئ التكيفي المانع للارتعاش..... 29
1.C: مقدمة..... 29
2.C: تعاريف المعلمات 29
3.C: محاكاة الدارئ المانع للارتعاش..... 30
التذييل I – قائمة لقياسات تقارير RTCP..... 32
بيبليوغرافيا 33

مقدمة

صاحب ظهور تطبيقات إرسال الكلام وغيرها من تطبيقات نطاق الصوت من خلال الشبكات التي تعمل بنظام الرزم (Packet Networks) أنواعاً جديدة وأحياناً فريدة من انحطاط النوعية، وهناك بالفعل العديد من التعريفات القائمة لمعلمات الأداء بالنسبة للشبكات التي تعمل بنظام الرزم، ولكن نظراً للرغبة في التحكم في نوعية التطبيقات غير المرنة ومتساوية التزامن، فقد تطلب ذلك معلومات إضافية ومكملة. والغرض من هذه التوصية هو تعريف معلمات الأداء لكل من الشبكات التي تعمل بنظام الرزم والمطاريف التي تعكس بشكل أفضل النوعية المحسوسة للتطبيقات المستهدفة، والتي تتجاوز طبقة بروتوكول الإنترنت في كثير من الحالات. فهي تشتمل أيضاً على نظام الرزم من طرف إلى طرف (بشكل يجمع بين المطاريف النهائية والشبكة)، وهي ضرورية أيضاً لتحديد نوعية الكلام أو تطبيقات نطاق الصوت، وتقوم هذه التوصية بتعريفها أيضاً.

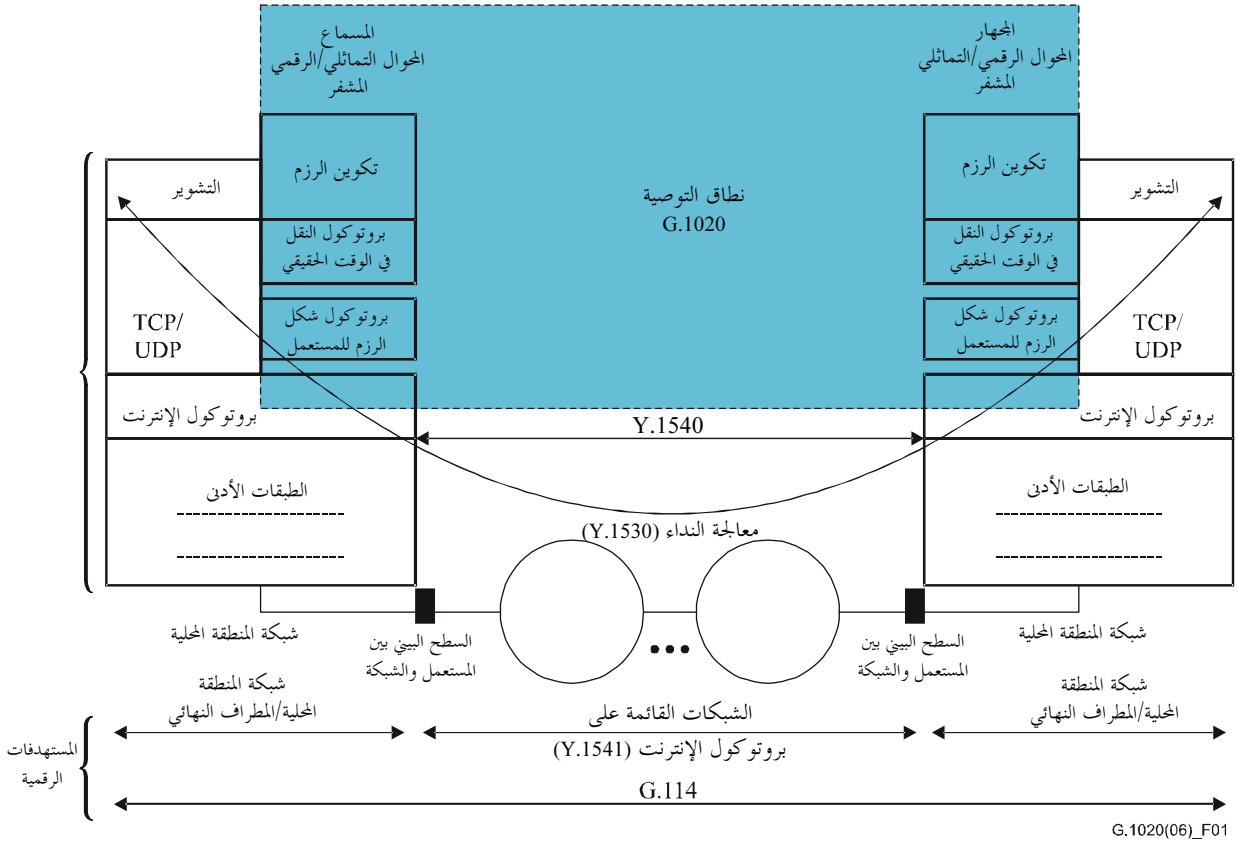
تعاريف معلمات الأداء لنوعية الكلام والتطبيقات الأخرى لنطاق الصوت التي تستخدم الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت

1 مجال التطبيق

تقوم هذه التوصية بتعريف مجموعة من معلمات الأداء للشبكات التي تعمل بنظام الرزم والمطاريف النهائية، والتي يمكن أن تساعد على تكمية النوعية من طرف إلى طرف بالنسبة للكلام والتطبيقات الأخرى لنطاق الصوت. وتركز هذه التوصية بشكل كبير على عوامل انحطاط النوعية التي تنشأ عن تنوع المهلات (Delay Variation) وخسارة الرزم (Packet Loss)، وهي تعد عوامل مميزة للتكنولوجيات المعتمدة على بروتوكول الإنترنت والتكنولوجيات الأخرى المعتمدة على الرزم ولا تظهر في شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الوقت (TDM) التقليدية. وتناقش التوصية التفاعلات والتوازنات فيما بين حالات الانحطاط هذه، وتصف بعض الآليات مثل الدارئات المانعة للارتعاش (de-jitter buffers) وإخفاء خسارة الرزم من أجل تقليل تأثيرها على نوعية الكلام والتطبيقات الأخرى.

وتعترف هذه التوصية بالتعاريف القائمة لمعلمات الأداء وتتجنب التكرار، وهناك العديد من العوامل المشتركة فيما بين شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الوقت وبين تلك القائمة على بروتوكول الإنترنت، وهي تحدد نوعية الكلام وتطبيقات نطاق الصوت، وتتناول بعض التوصيات القائمة هذه المعلمات. وطبقاً لما تقوله التوصية ITU-T I.350 فإن نطاق هذه التوصية مقتصر على دالة نقل المعلومات للمصفوفة 3 × 3 فقط بالنسبة للقناة الحاملة. أما بالنسبة لجوانب معالجة النداء للنفاذ إلى التوصيل أو فصله (مثل مهلة نغمة المراقمة أو مهلة ما بعد المراقمة)، فلا يتم تناولها في إطار هذه التوصية. وفضلاً عن ذلك، لا تحدد هذه التوصية أية أرقام مستهدفة للشبكات التي تعمل بنظام الرزم أو للمطاريف النهائية، ولكن سوف يكون ذلك موضوعاً لمتابعة هذا العمل.

يوضح الشكل 1 مجال التطبيق هذا، جنباً إلى جنب مع بعض المواصفات مع المجالات التي تغطيها، وتعنى هذه التوصية فقط بتعريف المعلمات التي تصف جوانب الانحطاط بالنسبة لمطراف الرزم وإرسال الرزم التي يختص بها تقييم نوعية تطبيقات الكلام ونطاق الصوت الأخرى.



الشكل G.1020/1 – مجال تطبيق التوصية ITU-T G.1020 من حيث علاقتها بمواصفات الأداء الأخرى

لاحظ أن عدد الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت ليس محدوداً في هذه التعاريف.

وتكمل بعض التوصيات الأخرى لقطاع تقييس الاتصالات المعلمات الواردة في هذه التوصية، فعلى سبيل المثال، تتناول التوصية G.177 لقطاع تقييس الاتصالات تخطيط الإرسال عبر الشبكات المهجنة (بين توصيلات الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN) وشبكة الإنترنت). وهناك أيضاً توصيات أخرى تحدد مثل هذه المعلمات في سياق تقييم أداء نقل رزم بروتوكول الإنترنت بشأن خدمات الاتصالات الدولية لنقل البيانات (مثل التوصية Y.1540) وتصف التوصية Y.1541 مستهدفات أداء الشبكات بالنسبة لأصناف نوعية الخدمة للخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت، بينما تتحدد مستهدفات المهلات من طرف إلى طرف في اتجاه واحد كما ورد في التوصية G.114).

ومن المنتظر ظهور توصيات جديدة تكمل توصية قطاع تقييس الاتصالات G.1020 . وتوجد قيد التطوير توصيات متصلة بجوانب معالجة النداء للوصلة، ولا يزال قطاع تقييس الاتصالات يعمل على إعداد توصيات جديدة تتعلق بما يحدث عندما تكون الشبكة في مجملها قائمة على بروتوكول الإنترنت وفي وسطها جزر منفصلة من الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية، وما يحدث عندما تكون الشبكة في مجملها شبكة هاتفية عمومية تبديلية في وسطها جزر منفصلة قائمة على بروتوكول الإنترنت. وتم مؤخراً في التوصية P.1010 استكمال عمل قطاع تقييس الاتصالات بشأن تحديد مستهدفات الأداء للمطاريف وبوابات نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت، وختاماً لا يزال العمل جارياً بشأن طرق تقييم الأداء من خلال أخذ القياسات المتعلقة بنوعية نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت (VoIP) من طرف إلى طرف.

وهناك بعض التعاريف لمعلمات إرسال الرزم تتفرد بها شبكات أسلوب النقل غير المتزامن (ATM)، ولكنها تقع صراحة خارج نطاق هذه التوصية.

وينبغي أن تكون هذه التوصية مفيدة بصفة خاصة للمستجدين في مجال نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت (VoIP) والذين يرغبون في اكتساب فهم أفضل للعوامل المؤثرة على نوعية أنظمة الاتصالات هذه، ويمكن لمطوري أجهزة الاتصالات استخدام المعلمات المعَرَّفة في هذه التوصية وذلك لتحديد جوانب إسهامهم ذات الصلة بالأداء من طرف إلى طرف. ويمكن لمقدمي الخدمة أن يستخدموا هذه المعلمات لأجل تقديم موجز فعال لحلول الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت.

2 المراجع

تضم التوصيات التالية وسائر المراجع الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) أحكاماً تشكل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً تتعلق بهذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها في وقت نشرها سارية المفعول. وتخضع جميع التوصيات وغيرها من المراجع للتنقيح؛ ولذلك، يُشجع مستعملو هذه التوصية على تقصي إمكانية تطبيق أحدث طبعة من التوصيات وسائر المراجع المدرجة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة بتوصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية المفعول حالياً. ولا تمنح الإشارة إلى وثيقة معينة داخل هذه التوصية، بوصفها وثيقة مستقلة بحد ذاتها، صفة توصية لهذه الوثيقة.

- ITU-T Recommendation G.107 (2005), *The E-model, a computational model for use in transmission planning*.
- ITU-T Recommendation G.113 (2001), *Transmission impairments due to speech processing*.
- ITU-T Recommendation G.114 (2003), *One-way transmission time*.
- ITU-T Recommendation G.177 (1999), *Transmission planning for voiceband services over hybrid Internet/PSTN connections*.
- ITU-T Recommendation I.356 (2000), *B-ISDN ATM layer cell transfer performance*.
- ITU-T Recommendation P.51 (1996), *Artificial mouth*.
- ITU-T Recommendation P.57 (2005), *Artificial ears*.
- ITU-T Recommendation P.1010 (2004), *Fundamental voice transmission objectives for VoIP terminals and gateways*.
- ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters*.
- ITU-T Recommendation Y.1541 (2006), *Network performance objectives for IP-based services*.
- IETF RFC 3611 (2003), *RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)*.

3 التعاريف

تُعرِّف التوصية المصطلحات التالية:

1.3 النقطة المرجعية للأذن (ear reference point): نقطة تقديرية ذات مرجعية مكانية موجودة عند مدخل أذن المستمع، وهي تستخدم تقليدياً في حساب قياسات جهارة الصوت الهاتفية [P.57].

2.3 نقطة القياس لمدخل المطراف (terminal input measurement point): نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل بين مطراف وشبكة بروتوكول الإنترنت والتي تعبرها رزم بروتوكول الإنترنت عندما تغادر الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت وتدخل في المطراف، وهذه النقطة هي أقرب ما تكون إلى المطراف.

3.3 مطراف بروتوكول الإنترنت (IP terminal): جهاز يمثل نقطة طرفية الغرض منه التوصيل بشبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت لدعم الاتصالات الكلامية، ويمكن أن تكون هذه الأجهزة مخصصة (مثل جهاز الهاتف) أو للاستخدام العام (مثل جهاز الحاسوب الذي يجري تطبيقات تؤدي الوظيفة المطرافية).

4.3 النقطة المرجعية لخرج المطراف (terminal output reference point): نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل بين المطراف وشبكة بروتوكول الإنترنت والتي تعبرها رزم بروتوكول الإنترنت عندما تغادر المطراف وتدخل في الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت، وهذه النقطة هي أقرب ما يكون إلى المطراف.

5.3 الدارئ المانع للارتعاش (de-jitter buffer): دارئ مصمم لإزالة تنوع المهلة (أي الارتعاش) في توقيتات وصول الرزم، وتُدخل البيانات في الدارئ بمعدل متغير (أي كلما يتم تلقيها من الشبكة)، وتؤخذ منه بمعدل ثابت.

6.3 النقطة المرجعية للفم (mouth reference point): النقطة الموجودة على المحور المرجعي على بعد 25 مليمتراً من مستوى سطح الشفتين [P.51].

7.3 إشارة الوقت الحقيقي (real-time signal): إشارة تمثل بدقة الإشارات الصوتية والكهربية في المحيط الوقتي.

8.3 النقطة المرجعية الكهربية للاستقبال (receive electrical reference point): نقطة كهربية مرجعية مكافئة للنقطة المرجعية للأذن من منظور قياس مهلة المطراف.

9.3 النقطة المرجعية الكهربية للإرسال (send electrical reference point): نقطة كهربية مرجعية مكافئة للنقطة المرجعية للفم من منظور قياس مهلة المطراف.

4 المختصرات

تستخدم التوصية المختصرات التالية:

ADC محوال من تماثلي-إلى-رقمي *(Analogue-to-Digital Converter)*

ATM أسلوب النقل غير المتزامن *(Asynchronous Transfer Mode)*

DAC محوال من رقمي-إلى-تماثلي *(Digital-to-Analogue Converter)*

DSCP نقطة شفرية للخدمات التفاضلية *(Differentiated Services Code Point)*

Dst مقصد *(Destination)*

HDLC تحكم عالي السوية لوصلات البيانات *(High-level Data Link Control)*

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

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

IPER نسبة تلف رزم بروتوكولات الإنترنت *(IP Packet Error Ratio)*

IPErr عدد رزم بروتوكولات الإنترنت التالفة *(Errored IP Packet Count)*

IPLR نسبة خسارة رزم بروتوكولات الإنترنت *(IP Packet Loss Ratio)*

IPPM الفريق العامل بشأن قياسات الأداء لبروتوكولات الإنترنت *(IP Performance Metrics working group)*

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

IPSLB الفدرة الحادة لخسارة رزم بروتوكول الإنترنت *(IP Packet Severe Loss Block)*

IPSLBR نسبة الفدرة الحادة لخسارة رزم بروتوكول الإنترنت *(IP Packet Severe Loss Block Ratio)*

IPTD مهلة النقل لرزم بروتوكولات الإنترنت *(IP Packet Transfer Delay)*

IPv4 الإصدار 4 من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol version 4)*

IPv6 الإصدار 6 من بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol version 6)*

MAPDV2 المتوسط المطلق للتنوع في مهلة نقل الرزم 2 *(Mean Absolute Packet Delay Variation 2)*

NA غير متاح *(Not Available)*

PSTN الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية *(Public Switched Telephone Network)*

QoS نوعية الخدمة *(Quality of Service)*

RFC طلب التماس تعليقات *(Request For Comments)*

RSVP-TE بروتوكول حجز الموارد– هندسة الحركة *(Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering)*

RTCP بروتوكول التحكم في النقل في الوقت الفعلي *(Real-time Transport Control Protocol)*

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

RTPErr عدد الرزم التالفة في بروتوكول النقل في الوقت الفعلي *(Errored RTP Packet Count)*

SPR نسبة الرزم الهامشية *(Spurious Packet Ratio)*

Src مصدر *(Source)*

TDM الإرسال المتعدد بتقسيم الزمن *(Time Division Multiplex)*

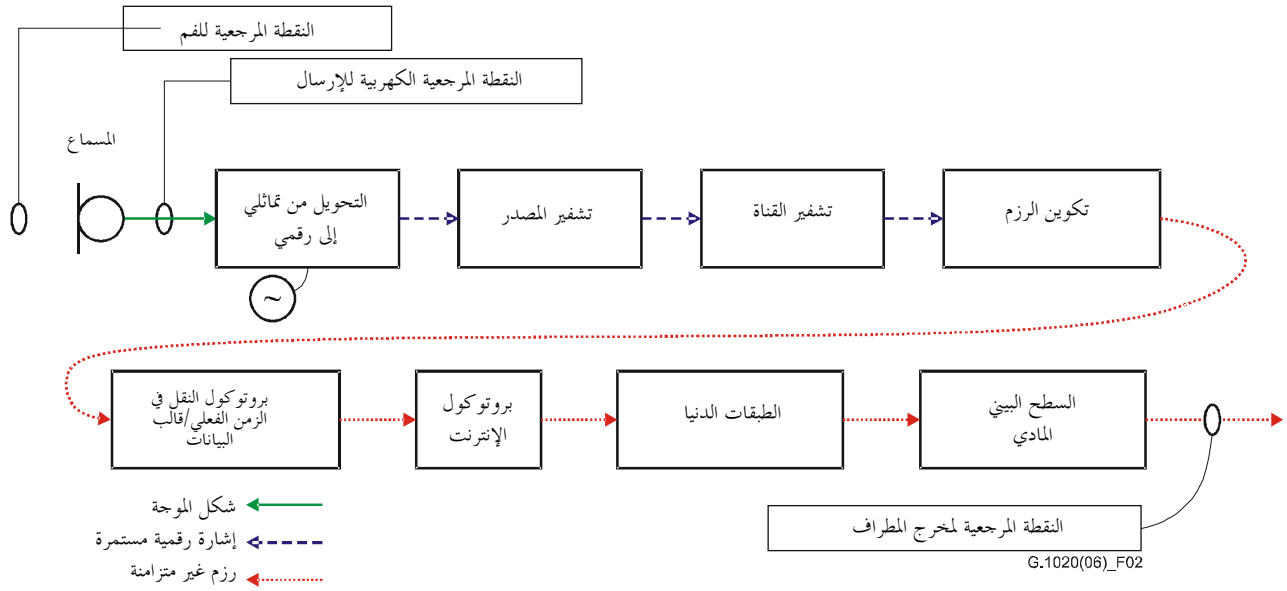
UDP بروتوكول البيانات الخاصة بالمستعمل *(User Datagram Protocol)*

UDPErr عدد الرزم التالفة في UDP *(Errored UDP Packet Count)*

UNI السطح البيني من المستعمل إلى الشبكة *(User-Network Interface)*

5 معلمات رزمة مطراف المصدر

تحدد هذه الفقرة معْلَمات الرزم ذات الصلة لدى المطراف المرسل والتي لها تأثير مباشر على النوعية المحسوسة للكلام وتطبيقات نطاق الصوت، ويشير الشكل 2 إلى أماكن نقاط القياس ومكونات النظام.



الشكل G.1020/2 – مخطط للمطراف المصدر والنقاط المرجعية

1.5 دقة ميقاتية التحويل من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي

يمكن تحديد التخالف النسبي في التردد من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{\Delta f}{f_{\text{nominal}}} = \frac{f_{\text{measured}} - f_{\text{nominal}}}{f_{\text{nominal}}}$$

ويجب تدنية الخطأ في قياس التردد، ولذا يفضل استخدام مرجعية ذرية لقياس التردد (حيث يجب أن يكون التردد الاسمي أقرب ما يكون إلى الوضع المثالي، حسبما تسمح به الاعتبارات العملية).

ويمكن أيضاً تحديد الدقة في المدى الطويل لتكنولوجيا مذبذب الميقاتية (كريستال الكوارتز على سبيل المثال) إذا كانت قيمتها معروفة، حيث تثبت راجحاً لقيمة تخالف التردد.

على سبيل المثال، فلنفترض أن التردد الاسمي لمذبذب التحويل من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي هو 8000 هرتز، فيما أشار قياس التردد لمذبذب مطراف المصدر إلى قيمة مقدارها 8000,0027 هرتز، فيكون عندئذ التخالف النسبي للتردد هو $8000/0,0027 = 3,38 \times 10^{-7}$ يمكن عادة لمذبذبات الكوارتز المضبوطة أن تصل إلى قيم للتخالف 1×10^{-6} بناء على مواصفات الدقة لديها.

لاحظ أنه يمكن استنتاج تردد الميقاتية لدى المرسل من قياسات معدل نقل الرزم عند المصدر (وذلك في إطار الظروف المواتية، التي هي على سبيل المثال عند إخماد كبت الصمت). ومن شأن هذا أن يسمح بإجراء القياسات من خلال إشارات متاحة من الخارج، ولا تزال هذه الطريقة مطروحة على بساط المزيد من البحث.

التخالف النسبي في التردد هو كمية فيزيائية دون الوحدة الواحدة، وتحدد غالباً كنسبة أو كجزء من مليون.

2.5 حجم مجال المعلومات بشأن الرزمة

يحدد حجم مجال المعلومات بشأن الرزمة المقدار من الشكل الموجي لنطاق الصوت المشفر الذي تحتويه الرزمة، ويجب أن يُبيَّن هذا الحجم بدون إبهام، وذلك باستخدام أكبر قدر ممكن من وحدات القياس التالية حسبما تقتضيه الضرورة:

1) عدد الأثمونات (8-بتات) من إشارات تطبيقات نطاق الصوت المشفرة والمعلومات المساندة (على سبيل المثال البتات المصاحبة للتصحيح الأمامي للأخطاء، وللمساعدة على إخفاء خسارة الرزم، أو البتات المصاحبة للتجفير).

2) عدد أرتال التشفير (يجب أيضاً تحديد مشفر بعينه وحجم الرتل الأصلي لديه).

3) مقدار الوقت المتصل بشكل الموجة الذي يتم تمثيله من خلال بتات مشفرة في المجال.

تحتوي مجالات المعلومات النمطية على واحد أو اثنين من أرتال التشفير وتجمع 10 أو 20 مليثانية من الوقت بشكل الموجة في رزمة واحدة، ويقدم الملحق G.114/A إرشاداً بشأن حساب المهلة للعديد من المشفرات وأحجام مجالات المعلومات حول الرزم.

3.5 بادئة الرزمة

يجب أن يتم عد جميع الأثمونات الملحقة بمجال معلومات الرزمة كلٍ على انفراد بالنسبة لكل بادئة طبقة بروتوكول، ولهذا يمكن عد جميع الأثمونات المخصصة للبادئات التي لا تحمل معلومات عند خروج الرزمة من النقطة المرجعية لخرج المطراف، بما في ذلك تأثير ضغط البادئات إن وجد. فيما يجب عد حجم أثمونات الرزم المخصصة للتحكم في تدفق البيانات المطلوب نقلها ولتقارير الحالة والأداء (على سبيل المثال بروتوكول RTCP – بروتوكول التحكم في النقل في الوقت الفعلي) أو أي من الرزم التي لا تحمل بيانات مطلوب نقلها- بصورة منفصلة. فيما يلي بعض العناصر الحساسة التي تدخل في تكوين البادئات (بالأثمونات):

RTP	بروتوكول النقل في الوقت الفعلي:	12 أثموناً
UDP	بروتوكول البيانات الخاصة بالمستعمل:	8 أثمونات
IPv4	الإصدار 4 من بروتوكول الإنترنت:	20 أثموناً
IPv6	الإصدار 6 من بروتوكول الإنترنت:	40 أثموناً
HDLC Encapsulation	إدماج تحكم عالي السوية لوصلات البيانات:	8 أثمونات
Flag	علم:	1 أثمون

وحدة القياس لبادئة الرزمة هي الأثمونات التي تتكون من 8-بتات.

4.5 مهلة مطراف المصدر

تُعرَّف مهلة مطراف المصدر بأنها الفترة الزمنية التي تتحدد فيما بين الوقت الذي تدخل فيه الإشارة إلى النقطة المرجعية للفم، والوقت الذي تخرج عنده أول بتة من الإشارة المناظرة المُشفَّرة والمشكَّلة كرزمة، وحسبما يتناسب يمكن استخدام النقطة المرجعية الكهربية للإرسال كبديل للنقطة المرجعية للفم. وتشمل مهلة مطراف المصدر حسب التعريف الوقت الكلي لتكوين الرزم وفكها، ويجب أن تحتفظ الطرق والإشارات الموجية الاختبارية بما يكفي من المعلومات لتقييم تنوع وقت تكوين الرزم نتيجة للتراصف بين الإشارة الاختبارية وحدود الرزمة. ومثال ذلك، أنه يجب أن يكون طول الإشارة الاختبارية كافياً لتشتمل حدود الرزمة، مما يسمح بتحديد الحدود في الوقت المناسب، ويجب استخدام جزء الإشارة الذي يحمله الجزء الذي يأتي مبكراً من الحمولة النافعة للرزمة.

ملاحظة – تشتمل هذه المهلة على تنوع مهلة مطراف المصدر إن وجد، ويجب استخدام الإحصاءات المناسبة لإيجاز هذا التنوع.

وحدة قياس مهلة مطراف المصدر هي الزمن بالثواني.

5.5 تنوع مهلة مطراف المصدر

الفكرة الأساسية وراء معلمة تنوع المهلة ذات النقطة الواحدة هي المقارنة بين مخطط البث الفعلي ومخطط البث المقصود (عادة ما يكون دورياً). ومن بين الأشكال المنوعة لهذا التعريف ضبط "ميقاتية التخطي" كما يرد في التوصية ITU-T I.356.

يُعرَّف تنوع مهلة مطراف المصدر على أنه الفارق الزمني بين بث أول بتة في رزمة عند النقطة المرجعية لخرج المطراف وبين الوقت المرجعي الدوري المثالي. وبالنسبة لأول الرزم في انسياب التدفق يتم تحديد قيمة الوقت المرجعي الدوري المثالي لتكون مساوية لزمن البث. ويتم مقارنة أزمنة بث الرزم اللاحقة بهذا الوقت المرجعي الدوري، كما هو موضح أدناه:

$$\text{Source Terminal Delay Variation} = t(packet_n) - t(reference_packet_n)$$

حيث إن (*الوقت المرجعي للرزمة n* ***t(reference_packet_n)***) هو زمن البث للرزمة *n* للقطار المرجعي الدوري المثالي، ويجب إتاحة الفترة الزمنية للقياس إلى جانب الإحصاءات الملائمة.

ملاحظة – قد تشتمل القياسات الممتدة عبر فترات طويلة على التأثيرات غير المرغوبة لتخالف تردد المصدر، ويجب ملاحظة التنوع الذي ينتج عن التخالف في تردد المصدر وإزالته كخطأ في القياس كلما أمكن.

ووحدة قياس تنوع مهلة مطراف المصدر هي الثواني.

6 معلمات أداء الشبكات القائمة على الرزم

تشتمل معايير أداء نقل الرزم على طبقة بروتوكول الإنترنت (انظر على سبيل المثال التوصيات Y.1540، Y.1541 لقطاع تقييس الاتصالات، وطلب التماس التعليقات 2330 و2678 من خلال 2681 و3357 و3393 لفريق مهام هندسة الإنترنت) على المعلمات التالية: مهلة النقل في اتجاه واحد، وتنوع المهلات، وخسارة الرزم. ويجب رسم خريطة بهذه المعلمات لتشير إلى طبقة التطبيق (Application Layer) من أجل التقدير الملائم لتأثيراتها على المستعمل.

1.6 موجز بمعلمات أداء الشبكات

يوجز الجدول 1 معلمات أداء الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت فيما يتصل بهذه التوصية، والعلاقات بين معلمات الشبكات ومعلمات المطراف مما يشكل أساساً لمعلمات النظام ككل. وإذا قرأنا من اليمين إلى اليسار، فإن كل صف يحدد إحدى المعلمات ويوضح كيف يمكن تركيبها مع معلمات أخرى لاشتقاق إحدى المعلمات المحددة للأداء العام لأحد جوانب نوعية الاتصال من طرف إلى طرف أو من مستعمل إلى مستعمل (وإن كانت المعادلات المحددة مذكورة في فقرات لاحقة).

الجدول G.1020/1 – موجز بمعلمات أداء الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت والمخطط لها للإشارة إلى المعلمات الكلية/من مستعمل إلى مستعمل

معلمات الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت (ملاحظة)	صيغة الترجمة إلى المعلمات الكلية	المعلمات الكلية
مهلة النقل (متوسط) (IPTD mean)	مهلة النقل لرزم بروتوكول الإنترنت + مهلة المصدر + مهلة المقصد	متوسط المهلة من مستعمل إلى مستعمل
تنوع المهلة (بمقدار 99,9 بالمائة مطروحاً منه القيمة الدنيا)	تجميعه سوياً مع توزيع تنوع مهلة المصدر	يسهم في إيجاد مهلة لدى المقصد أو في خسارة الرتل السمعي
قفزة زمن النقل (وهي مرتبطة في الواقع بطلب الالتماس RFC 3393 مثلاً	قد يأتي نتيجة للتغيير في مسار أو مرافق الشبكة أو قد يظهر فقط عند خرج الدارئ المانع للارتعاش	انقطاع في السلم الزمني السمعي
الرزم التي بها أخطاء (البادئات)	عدد رزم بروتوكولات الإنترنت التالفة + عدد الرزم التالفة في بروتوكول النقل في الوقت الفعلي + عدد الرزم التالفة في بروتوكول شكل الرزم للمستعمل ⇐	خسارة الرتل السمعي (استبعاد الرزم أو أرتال الكودك)
الرزم المعاد ترتيبها (التذييل Y.1540/VII)	(يمكن اعتبارها فُقدت) ⇐	خسارة الرتل السمعي
الرزمة التي تتعرض للخسارة	خسارة في بروتوكول الإنترنت + (كافة العيوب السمعية) ⇐	خسارة الرتل الصوتي (قبل الإخفاء)
فدرة الخسارة الحادة المعتمدة على بروتوكول الإنترنت	(تعتمد على مدة استمرار الفدرة)	انقطاع النداء
مخططات الخسارة (مثال ذلك في طلب الالتماس RFC 3357)	الخسارة الكاملة للقطار أو الوصول الكامل له ⇐	طول مدة التتابع السريع أو الخسارة المتتالية
معدل نقل الرزم (يتم استنتاجه من باقي خصائص النظام)	وجود اختلاف بين مذبذبات المحوال من تماثلي إلى رقمي ومن رقمي إلى تماثلي لدى المصدر والمقصد	تخالف تردد النظام (بالنسبة إلى المقصد)
ملاحظة – مأخوذة من التوصية ITU-T Y.1540، ما لم يذكر خلاف ذلك.		

2.6 التوصية بمعلمات إضافية للشبكة

يرد تعريف جميع النواتج الأساسية للرزمة المنفردة في التوصية ITU-T Y.1540 (وطلبات التماس التعليقات لفريق مهام هندسة الإنترنت المدرجة في ثبت المراجع)، ومع ذلك، يمكن اشتقاق المزيد من المعلمات ذات الأهمية عند النظر في قطارات أو تدفقات الرزم، كما هو الحال في تخطيط وقياس نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت.

1.2.6 حدث خسارة المتتالية للرزم

بالنسبة للحالات التي يتم فيها إرسال رزم متتالية في قطار دوري (طبقاً لطلب الالتماس RFC 3432 على سبيل المثال)، فتعتبر الرزم أنها قد خُسرت طبقاً لتعريف نتيجة خسارة الرزم في التوصية ITU-T Y.1540، ويمكن عندئذ تحديد طول فترة الحدث بعدد الرزم التي تعرضت للخسارة بشكل متتال، ويجب تسجيل طول الفترة لكل حدث على حدة، وتبعاً للقياسات التي تواجه أحداثاً متعددة من الخسارة المتتالية، فيجب أن يتم أيضاً تسجيل العدد لكل طول فترة الحدث. ويمكن أن تساعد الأرقام التتابعية الموجودة في بادئات الرزمة على القيام بهذه القياسات.

2.2.6 ناتج الانحطاط الثانيوي

ويظهر ناتج الانحطاط الثانيوي بالنسبة لفدرة من الرزم لوحظت لمدة ثانية واحدة عندما تكون النسبة بين الرزم التي تعرضت للخسارة الخارجة (egress) عند السطح البيني بين المستعمل والشبكة وبين إجمالي الرزم المناظرة لمدة ثانية واحدة الداخلة

(ingress) عند السطح البيني بين المستعمل والشبكة تتجاوز D%، ويمكن استخدام الأرقام التتابعية ودلالات الوقت المحددة في بادئات الرزم لتساعد في هذه القياسات.

وتتحدد قيمة D مبدئياً بنسبة 15% وقد تتغير بناء على المزيد من الخبرة أو الدراسة، فعلى سبيل المثال، إذا تأثر تدفق للرزم بمعدل 50 رزمة في الثانية سلباً بخسارة 8 رزم في الثانية (16%) فسوف تتعرض النوعية للانحطاط سواء أكانت الخسارة متتالية أم موزعة على مدى الثانية.

وحدة قياس ناتج الانحطاط على مدى ثانية هو عدد هذه النواتج.

3.2.6 تنوع مهلة بروتوكول الإنترنت في الأجل القصير/ تكمية الارتعاش

تقدم الفقرات التالية نهجين لتكمية الارتعاش. فعندما يتوافر توزيع للمهلات على مدى فترات قصيرة، فتتم التوصية باستخدام النهج الأول الذي ينهض على نطاق مقيد الأمد. إلا أنه إذا كانت المتتالية الزمنية لتنوع المهلات معروفة، فإن النهج الثاني على المتوسط المطلق لتنوع مهلات الرزم قد يقدم المزيد من المعلومات.

1.3.2.6 النهج القائم على المدى القصير

هذا التعريف متسق مع التذييل Y.1541/II.

يُعرَّف تنوع المهلات قصير الأجل القائم على بروتوكول الإنترنت على أنه الحد الأقصى لمهلة نقل الرزم القائمة على بروتوكول الإنترنت (IPTD) مطروحاً منه الحد الأدنى لنفس المهلة أثناء فترة قياس قصيرة معينة.

$$IPDV_{Short_Term} = IPTD_{max} - IPTD_{min}$$

حيث يكون

$IPTD_{max}$: هو الحد الأقصى لمهلة النقل المسجلة خلال فترة قصيرة للقياس؛

$IPTD_{min}$: هو الحد الأدنى لمهلة النقل المسجلة خلال فترة قصيرة للقياس.

وهذه طريقة بسيطة ودقيقة جداً لحساب تفاوت مهلة النقل على أساس بروتوكول الإنترنت في الوقت الحقيقي، ولا يزال طول المدة الزمنية أمراً قيد الدراسة. وتؤثر الفترة الزمنية للقياس على قدرة عامل القياس على الإمساك بتنوعات الترددات العالية والمنخفضة في سلوك مهلة رزم بروتوكول الإنترنت.

ومن أجل تحقيق التوافق مع تعريفات المعلمات الأخرى فقد اتخذت فترة 1 ثانية للقياس لتكون مدة متفقاً عليها بصورة مبدئية.

ويتم قياس العديد من قيم تنوع مهلة النقل $IPDV_{Short_Term}$ على المدى القصير لبروتوكول الإنترنت عبر فترة زمنية أطول (تشتمل على العديد من فترات القياس القصيرة). ومن المنتظر أن تحقق نسبة مئوية قدرها 99,9 من قيم القياس لمهلة النقل $IPDV_{Short_Term}$ على المدى القصير لبروتوكول الإنترنت الرقم المستهدف للتوصية Y.1541 ألا وهو 50 مليثانية (لاحظ أن هذا الرقم المستهدف كان قد حُدد بناء على أساس فترة زمنية للقياس قدرها دقيقة واحدة، ويتم تقييم هذه النسبة المئوية على أساس كل رزمة مع افتراض معدل إرسال قدره 50 رزمة في الثانية أو أكثر).

ولنفترض على سبيل المثال، وجود 1200 فترة قياس زمنية قدرها ثانية واحدة لقيم قياس مهلة النقل $IPDV_{Short_Term}$ على المدى القصير لبروتوكول الإنترنت لمدة 20 دقيقة، فإذا تجاوزت القياسات 50 مليثانية مرتين أو أكثر، فلن يتحقق عندئذ الرقم المستهدف للتوصية Y.1541 خلال بعض الفترات الزمنية، ويتطلب الأمر تقييماً أكثر دقة للرقم المستهدف.

ووحدة قياس مهلة النقل على المدى القصير لبروتوكول الإنترنت بالثواني.

2.3.2.6 النهج القائم على المتوسط المطلق لتنوع مهلة نقل الرزم

وثمة نهج بديل لتحديد التنوع في المتوسط المطلق لمهلة نقل الرزم بالنسبة للمتوسط أو للقيمة الدنيا على المدى القصير، ويستخدم مصطلح التنوع المطلق المعدل لمهلة نقل الرزم، وربما يقدم ذلك بشكل أفضل علاقة ذات معنى مع سلوك الدارئات المانعة للارتعاش.

بالنسبة للرزمة 1: (أو أية رزمة تصل بعد اكتشاف خسارة ثلاث رزم متتالية)

$D_1 = t_1$

الانحراف عند $D_1 - t_1 = 0$

ينبغي عدم عدّها كرقم سالب أو موجب

لا تحسب المتوسط المطلق لتنوع مهلات نقل الرزم MAPDV2 بالنسبة للرزمة الأولى.

أما بالنسبة للرزم اللاحقة:

متوسط المهلة $D_i = (15 \text{ x } D_{i-1} + t_{i-1})/16$

وإذا كانت t_i أكبر من D_i عندئذ

يكون الانحراف الإيجابي هو $P_i = (7 \text{ x } P_{i-1} + t_i - D_i)/8$

والانحراف السلبي هو $N_i = (7 \text{ x } N_{i-1})/8$

وخلاف ذلك (إذا كانت t_i أقل من أو تساوي D_i)

فيكون الانحراف الإيجابي هو $P_i = (7 \text{ x } P_{i-1})/8$

والانحراف السلبي هو $N_i = (7 \text{ x } N_{i-1} + D_i - t_i)/8$

ملاحظة – بالنسبة للرزمة الأولى فإن كلاً من t_1، t_{i-1}، D_{i-1} تساوي صفراً، ولهذا $t_1 = D_1$ ولا يتم حساب الانحراف.

ونقوم بحساب المتوسط المطلق لتنوع مهلات نقل الرزم 2 (*MAPDV2*) لأي رزمة (*i*) كما يلي:

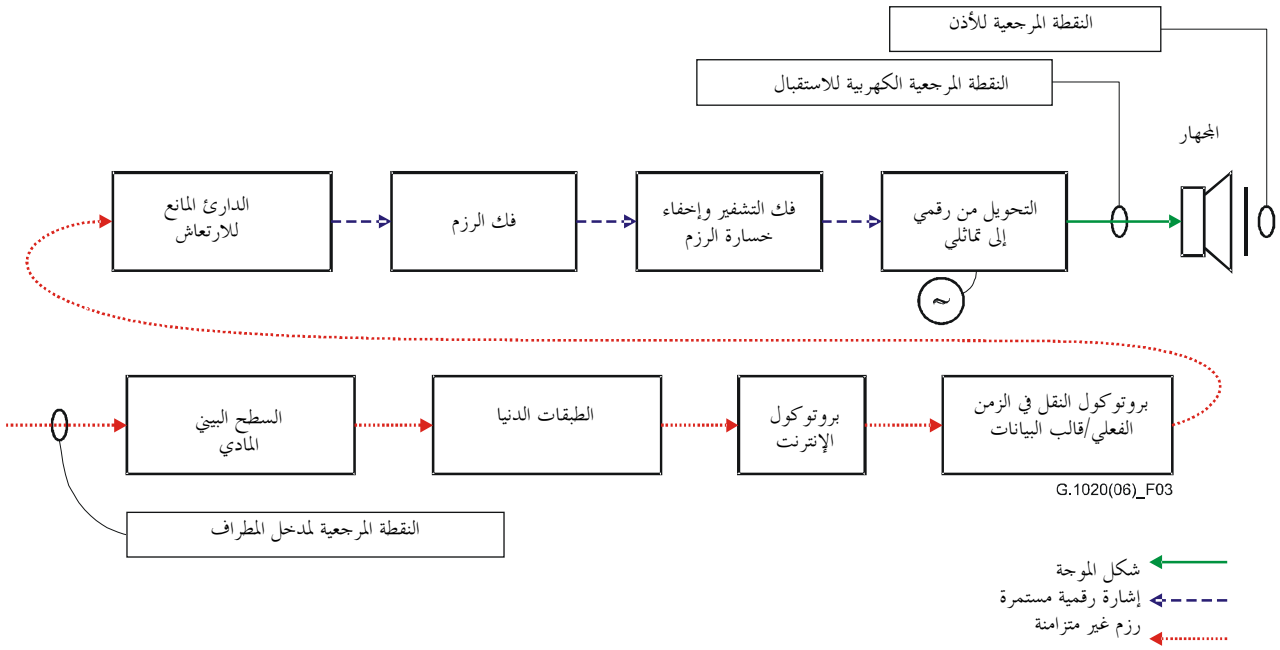
$$MAPDV2 = (P_i) + (N_i)$$

لاحظ أن عدد الرزم التي تعرضت للخسارة والمطلوب من أجل إعادة بدء هذه الخوارزمية مبني على افتراض أن خسارة ثلاث رزم سوف يؤدي إلى إفراغ أي دارئ نمطي مانع للارتعاش، وسوف يتطلب إعداداً على غرار ما تم عمله عند بدء قطار الرزم.

وحدة قياس المتوسط المطلق للتغير في مهلة نقل الرزم MAPDV2 هي الزمن بالثواني.

7 معلمات الرزم عند مطراف المقصد

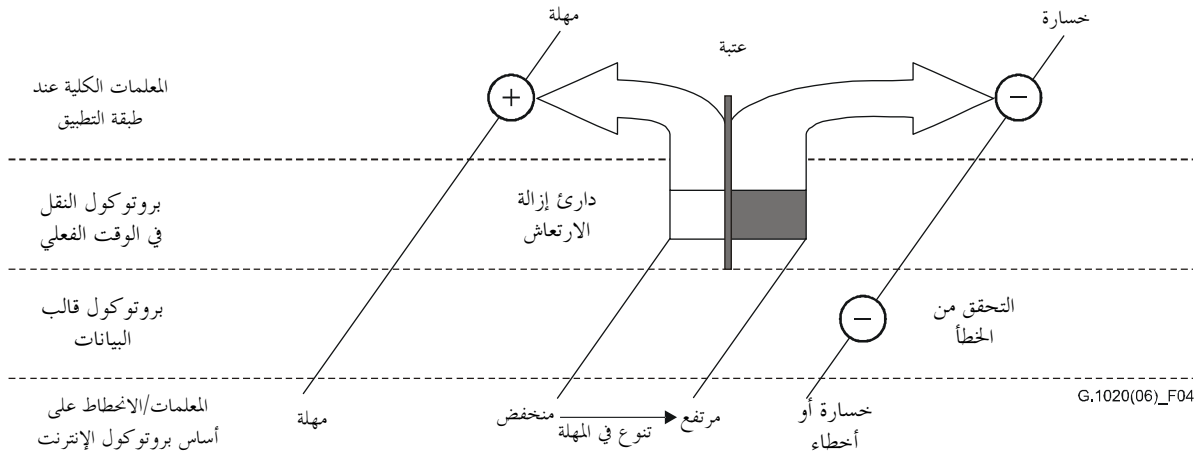
يقدم هذا البند معلمات الرزم لدى مطراف المقصد التي لديها تأثير مباشر على النوعية المحسوسة للكلام وتطبيقات نطاق الصوت الأخرى، ومجموعة من المعلمات الكلية للرزم، ويشير الشكل 3 إلى مواضع نقاط القياس ومكونات النظام.



الشكل G.1020/3 – مكونات مطراف المقصد

1.7 مناقشة معالجة الرزم عند المقصد

يصور الشكل 4 العملية التي يمكن من خلالها توضيح التناظر بين معلمات رزم بروتوكولات الإنترنت أو عوامل الانخطاط المؤثرة عليها (مثل مهلة النقل والتنوع في المهلة وخسارة الرزم والأخطاء) وبين أداء طبقة التطبيقات وذلك من حيث الخسارة الكلية والمهلة الكلية.



الشكل G.1020/4 – توضيح خصائص نقل رزم بروتوكول الإنترنت داخل طبقة التطبيق

تصل الرزم عند أسفل الشكل وبها العديد من مظاهر الانخطاط الناتجة عن مطراف المصدر والشبكة أو الشبكات، أو أنها لا تصل مطلقاً (تُفقد). ويتم معالجة الرزم التي وصلت بمجرد تحركها لأعلى العمود التصاعدي للبروتوكول وذلك من أجل إزالة أكبر قدر ممكن من العوامل السلبية. ونوضح أن بعض أشكال عوامل الانخطاط (مثل الأخطاء والارتعاش) تنضم إلى مظاهر انخطاط أخرى (كالخسارة الكلية أو المهلة الكلية).

ويصور الشكل 4 التوازن بين المهلة أو الخسارة لدى طبقة التطبيق كعتبة في وسط مدى تنوع المهلة، وذلك بناء على حجم الدارئ المانع للارتعاش. ويتم تقبل الرزم ذات التنوع في المهلة الذي يقع داخل النطاق "الأبيض"، أما الرزم ذات التنوع

الأكبر (التي تقع في النطاق "الداكن") فيتم استبعادها، وإذا زاد حجم الدارئ المانع للارتعاش استطاع أن يتناول رزماً ذات تنوع أكبر من حيث المهلة، ومن ثم يقل عدد الرزم التي تُفقد إجمالياً بسبب زيادة المهلة الكلية. وعلى العكس من ذلك؛ إذا صغر حجم دارئ مانع للارتعاش قلت المهلة الكلية وإن كان ذلك يعرض نسبة أكبر من الرزم لأن تستبعد بواسطة المطراف، ويزيد من الخسارة الكلية.

2.7 تصنيف نماذج ومعلمات الدارئات المانعة للارتعاش

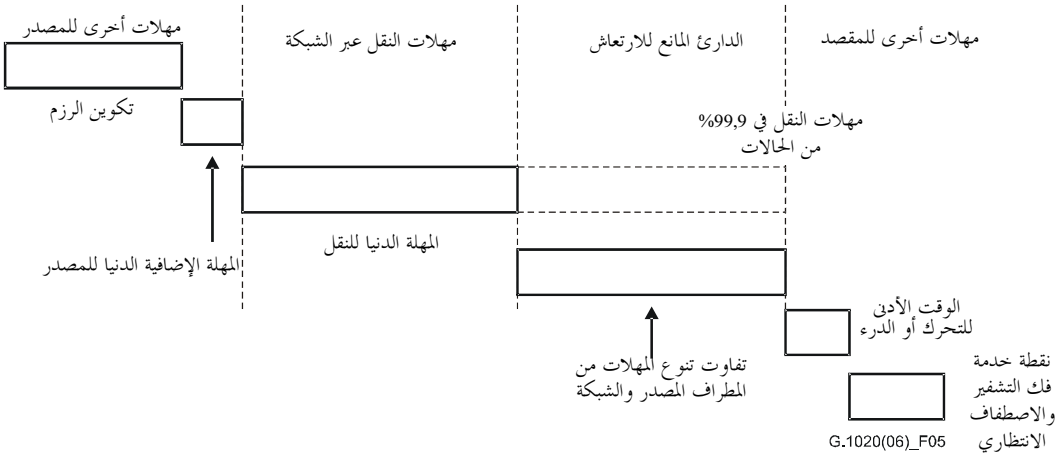
هناك نوعان أساسيان للدارئات المانعة للارتعاش: ذوات الفترة الثابتة أو ذوات الفترة المتكيفة. ويمكن إعداد الدارئات المانعة للارتعاش عبر العديد من الطرق المختلفة بما في ذلك الصفات المحددة في الجدول 2. ويجب أن تكون القيم المنطبقة على معلمات الدارئات المانعة للارتعاش معروفة عند تقييم أداء نظام ما.

الجدول G.1020/2 – أنواع ومعلمات الدارئات المانعة للارتعاش

النمط	السمات	الاختيارات الممكنة	
ثابت (ومتكيف)	الحجم (تشكيل القيم القصوى والاسمية أو الدنيا)	عدد الرزم يكون عدداً صحيحاً	عدد الرزم يحتوي على كسور
متكيف	التحكم	المهلة المؤقتة إذا لم يحدث فيض/ غيض	تقييم نسبة الخسارة (تشكيل أدنى عتبة يمكن قبولها، والحد الأدنى لعدد الرزم فيما بين التعديلات)
	التعديل	ذو توقيت	فقط في فجوات الصمت
	البدء	الرزمة الأولى	عينة صغيرة
	التفاصيل الدقيقة للتعديل	حجم الرزمة	كسر من حجم الرزمة
	استعادة ترتيب الرزم	نعم	لا
	أسلوب بيانات نطاق الصوت	اكتشاف نغمة التردد 2100 Hz، المضبوطة على الطول الأقصى	لا يوجد

1.2.7 مهلة مطراف المقصد وتقييم الخسارة

العناصر الأساسية في المهلة هي لمصادر متنوعة، ويصور هذا البند كيفية تداخل حجم الدارئات المانعة للارتعاش وتنوع مهلة الرزمة القائمة على بروتوكول الإنترنت عبر الشبكة، وكيف يمكن بحرص تجميع إحصاءات المهلة من أجل حساب المجاميع الصحيحة للمهلات.



يصور الشكل 5 بعض عناصر مسار نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت التي تسهم في المهلة من طرف إلى طرف، ويمكن أن يكون وقت تكوين الرزمة لدى المرسل كبيراً، وهناك عادة تنوع في المهلات عند مرور الرزم عبر الشبكة، وعند المتلقي يوجد الدارئ المانع للارتعاش لملاءمة التنوع في المهلة وتقديم قطار متواصل للحمولة النافعة، ونلاحظ أن الرزم التي تعاني من أقل مهلة عبر المصدر والشبكة هي التي تقضي أطول وقت لدى الدارئ المانع للارتعاش، وبالمثل فإن الرزم التي تعاني من مهلة تزيد عن الحد الأدنى تقضي وقتاً أقل لدى الدارئ. وهناك أيضاً حد أدنى للوقت الذي لا بد أن تقضيه كل رزمة في الدارئ لدى المتلقي، ويمكن أن يستغرق ذلك مدى طول الرزمة بالكامل.

وتعطي الفقرات الفرعية التالية إطلالة على العملية التي تجمع بين الخسارة والمهلة عند طبقة بروتوكول الإنترنت سوياً مع الإسهامات الإضافية لوظائف الطبقات العالية لدى مطراف المقصد مثل الدارئات المانعة للارتعاش.

1.1.2.7 الخسارة

وتبعاً لنمط الدارئ المانع للارتعاش، توجد بعض المعايير لتحديد ما إذا كانت كل رزمة محددة في تدفق ما سيتم تقبلها أم استبعادها، إذ يمكن للنتيجة أن تغير توزيع الخسائر الكلية للرزم. فمثلاً إذا كانت الأخطاء العشوائية في البتات تمنع الرزم من النجاح في الفحص التدقيقي لبروتوكول قالب البيانات للمستعمل (UDP)، فسوف تتخذ خسائر الرزم توزيعاً عشوائياً أثناء مضيها تجاه طبقة التطبيق. ولكن إذا شهد العديد من الرزم المتتالية مهلات زائدة، فإن الرزم الإضافية المستبعدة الناتجة عن قصور دارئ المانع للارتعاش سوف تجعل التوزيع الكلي للخسارة يبدو وكأنه رشقات أكثر من كونه عشوائياً. ولهذا لا بد أن يحدث تقسيم لتوزيع الخسارة عند طبقة التطبيق (باستخدام أساليب مثل الموجودة في الملحق باء، أو مثل نسبة الرشقات– انظر التذييل G.113/I) وذلك قبل تقدير أداء التطبيق بأدوات مثل النموذج الإلكتروني E-model (انظر التوصية ITU-T G.107).

وهناك ظروف يمكن أن يتغير فيها ترتيب الرزم خلال نقلها عبر الشبكة. ولا تستطيع بعض الدارئات المانعة للارتعاش استعادة ترتيب هذه الرزم المعاد ترتيبها (انظر التوصية Y.1540) وفي هذه الحالة تُعتبر هذه الرزم مستبعدة.

2.1.2.7 المهلة

تعتمد القيمة الصحيحة لمهلة الدارئ التي تُضم مع المهلات الأخرى على الإحصائيات الوصفية المتاحة، فعلى سبيل المثال، يجب جمع متوسط المهلة عبر الشبكة مع متوسط وقت انشغال الدارئ المانع للارتعاش (والمهلات الأخرى) للحصول على متوسط المهلة الكلية. وتسمح هذه الطريقة بتكيف الدارئ وتتطلب فقط متوسط وقت الاصطفاف الانتظاري لكل الرزم خلال الفترة الزمنية للتقييم. ومن ناحية أخرى، إذا لم يكن معلوماً إلا القدر الأدنى لمهلة النقل عبر الشبكة، فيجب إذاً جمعها مع الحد الأقصى لانشغال الدارئ المانع للارتعاش (أو الحجم المستخدم والمهلات الأخرى) وذلك للحصول على المهلة الكلية.

بعد ذلك ننظر في بدء الدارئ المانع للارتعاش ذي الحجم الثابت. فإذا كان للرزمة التي تصل أولاً الحد الأدنى من مهلة النقل، فسوف يقوم المُستقبِل بتوفير الدارئ للرزمة للوقت المطلوب بالكامل، ويكون حجم الدارئ كما هو متوقع. ولحسن الحظ أن الكثير من الرزم تصَل في الوقت الأدنى للنقل أو بالقرب منه، ولهذا فإن هذه الحالة تكون على جانب كبير من الاحتمالية.

وعلى الجانب الآخر، إذا تعرضت الرزمة الأولى لمهلة طويلة نوعاً ما، فسيتطلب الأمر مساحة أكبر من الدرء لتقبل الوصول "المبكر" للرزم خلال الوقت الأدنى للنقل أو قريباً منه، وسوف يسهم الدارئ المانع للارتعاش بزيادة المهلة بأكثر مما هو متوقع بالنسبة للحسابات الكلية.

3.1.2.7 الدارئ المانع للارتعاش الثابت ونموذج مطراف المقصد

إن أبسط نموذج فعال للخسارة نتيجة لوجود دارئ ثابت مانع للارتعاش هو تعيين الرزم التي تزيد مهلتها عن المهلة الأدنى لنقل قطار الرزم مضافاً إليه طول الفترة (الثابتة) للدارئ المانع للارتعاش على أنها مستبعدة.

ويوفر الإجراء التالي نوعاً من التقابل بين طبقات بروتوكول الإنترنت وطبقات التطبيق، بافتراض وجود دارئ مانع للارتعاش ثابت الطول من أجل تقييم الأداء لدى مطراف المقصد:

1) اعتبار أن الرزم التي تخفق في التحقق من بروتوكول شكل الرزم للمستعمل قد تعرضت للخسارة.

2) اعتبار الرزم التي تزيد مهلتها عن المهلة الدنيا لنقل قطار الرزم مضافاً إليه الفترة (الثابتة) للدارئ المانع للارتعاش أو تلك التي تقل مهلتها عن الحد الأدنى المثبت رزماً مستبعدة.

3) جمع متوسط مهلة نقل بروتوكول الإنترنت مع متوسط مهلة مطراف المصدر والمقصد من أجل الحصول على المتوسط الكلي للمهلة، أو جمع المهلة الدنيا عند مطراف المصدر وعند الشبكة مع المهلة القصوى لدى مطراف المقصد (لتشير إلى الانشغال الأقصى للدارئ المانع للارتعاش عندما يكون هناك ارتعاش في الشبكة، أو إلى أقصى حجم مستخدَم).

في الخطوة 2 عاليه، يجب تقييم المهلة الدنيا للنقل على فترات قصيرة (مبدئياً باستخدام فترة 10 ثوان)، في حين يُستخدم الحد الأدنى للفترة الأولى من البداية حتى النهاية، إلا إذا ازداد الحد الأدنى للمدى القصير عن مدى تقبل الدارئ، وفي هذه الحالة لا يتم توصيل أية رزم إلى الطبقات العليا، ولا بد أن يتم إعادة ضبط الدارئ المانع للارتعاش على حد أدنى جديد، وهو المتوقع أن يحدث في الممارسة العملية. أو، إذا انحدر الحد الأدنى للمدى القصير إلى قيمة يمكن عندها اعتبار نسبة كبيرة (مبدئياً 50%) من الرزم أنها تعرضت للخسارة نظراً لوصولها مبكراً، عندئذ يكون لا بد من إعادة ضبط الدارئ المانع للارتعاش على الحد الأدنى الجديد.

عند حساب الإسهام الكلي للدارئ المانع للارتعاش ذي الفترة الثابتة في الانحطاط، فإن توزيع التنوع في المهلة هو ما يحدد نسبة الرزم التي سيتم استبعادها، ويمكن استخدام توزيع مهلات نقل الرزم التي يتم تقبلها (أي لا يتم استبعادها) لحساب متوسط فترة انشغال الدارئ المانع للارتعاش كما يلي:

متوسط مهلة انشغال الدارئ المانع للارتعاش = [حجم الدارئ المانع للارتعاش] – (متوسط مهلة تقبل الرزم – المهلة الدنيا)

يمكن إضافة متوسط المهلة هذا إلى القيم الثابتة الأخرى لمهلة مطراف المقصد للوصول إلى تقدير كمتوسط مهلة مطراف المقصد. وإذا لم يكن التوزيع الدقيق للمُهل متاحاً، عندئذ يوجد اتفاق على أن قيمة نصف حجم الدارئ المانع للارتعاش يمكن أن تحل محل متوسط مهلة انشغال الدارئ المانع للارتعاش ، وذلك في الحسابات الداعمة لتخطيط الشبكة.

إذا احتاجت الحسابات إلى معرفة الحد الأقصى لمهلة مطراف المقصد، فيمكن إضافة الحد الأقصى لحجم الدارئ المانع للارتعاش إلى القيم الثابتة الأخرى لمهلة مطراف المقصد، وذلك للوصول إلى تقدير المهلة القصوى.

4.1.2.7 نموذج الدارئ المانع للارتعاش المُتكيِّف

يمكن استبدال الدارئ المانع للارتعاش الثابت الفترة، الوارد في البند 2 أعلاه، بدارئ مانع للارتعاش متكيف الفترة لتحسين خصائصه، بالشكل الموصوف في هذه الفقرة، عندما يتعلق الأمر بمتوالية زمنية لقطار من الرزم.

يمكن استخدام المتوالية الزمنية لمرات وصول الرزم مع محاكي الدارئ المانع للارتعاش المتكيف لتحديد ديناميات حجم الدارئ ومتوسط وقت انشغال الدارئ المانع للارتعاش خلال هذه المتوالية. ويمكن تجميع هذا المتوسط للمهلة مع القيم الثابتة الأخرى لمهلة مطراف المقصد، وذلك للوصول إلى تقدير متوسط المهلة لدى مطراف المقصد.

وهناك مثال لمحاكاة الدارئ المانع للارتعاش في الملحق C.

2.2.7 المعلمات المتعلقة بخسارة مطراف المقصد

تحدد هذه الفقرة معلمتين هامتين تستخدمان في تقارير بروتوكول التحكم في النقل في الوقت الفعلي (RTCP-XR) [RFC 3611]، وهما معدل الاستبعاد ومعدل الخسارة، وبعض من المصطلحات المساندة. وتتسم تعاريف هذه المعلمات بالتفرد إلى حد ما نظراً لأنها تنبني أساساً على المعلومات الحاضرة لدى المستقبِل، بينما تتضمن أغلب تعاريف خسارة الرزم معرفة المرسل ومراقبة المستقبِل. ويتم تلافي الإبهام المبدئي بإعلان حدوث خسارة فقط عندما يكون هناك يقين بوجود انقطاع في تتابع الأرقام التي تم تلقيها (على سبيل المثال، عند وصول رزمة ذات رقم تتبعي أكبر من المتوقع)، حيث يكون هذا برهاناً على أن السبب ليس مجرد توقف المرسل عن الإرسال.

1.2.2.7 زمن قراءة الرزم

يتحدد زمن القراءة لأية رزمة بإضافة مقدار ثابت من الوقت إلى دلالات الوقت لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي. ويتضمن هذا الوقت المضاف الوقت الذي تستغرقه الرزمة للمرور عبر الشبكة وأية درء يتم إحداثه عند المستقبِل، وبذلك يكون وقت القراءة اللحظة التي تُنزع فيها الرزمة من الدارئ لفك تشفيرها أو إجراء أي من المعالجات لها قبل عرضها. ويتم إقران أرقام التتابع ووقت القراءة معاً وتتبعهما طوال فترة حياة التدفق.

2.2.2.7 نافذة الاستبعاد

نافذة الاستبعاد هي الفترة الزمنية لقبول الرزم التي وصلت وتحمل إشارة مرجعية تفيد بوقت قراءتها، وربما اشتملت على فترة سماح لا تناظرية لاستيعاب التبكير أو التأخير في الوصول.

3.2.2.7 الرزم المستبعدة

عندما تصل الرزمة ويُحسب زمن قراءتها (بإضافة وقت ثابت إلى دلالة الوقت)، فيُعلَن أن الرزمة مستبعدة إذا تم تجاوز حدود نافذة الاستبعاد.

4.2.2.7 وقت الانتظار الأقصى للرزم المفقودة

يتحدد وقت الانتظار الأقصى لأية رزمة عن طريق إضافة وقت ثابت إلى زمن القراءة المقدر لهذه الرزمة. ويكون هذا الوقت نمطياً، أطول كثيراً من نافذة الاستبعاد مثلما ينطبق على الرزم المتأخرة.

5.2.2.7 الرزم المفقودة

إذا مضى على زمن القراءة لرزمة معينة ما يزيد على وقت الانتظار الأقصى ووصلت رزمة ذات تتابع أكبر، عندئذ يُعلَن أنها فُقدت.

6.2.2.7 الأبعاد المستخدمة في التقييم

في المعلمات الواردة أعلاه، يُعبَّر عن الوقت بالثواني، وسوف يكون من الممكن تقييم هذه المعلمات ذاتها باستخدام أبعاد الرزم، بشرط أن تمثل كل رزمة وقتاً ثابتاً للقراءة (كما هو الحال في نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت)، فعلى سبيل المثال، يمكن التعبير عن نافذة الاستبعاد في صورة رزم باستخدام أرقامها التتابعية، وإذا وصلت رزمة ذات رقم تتابعي خارج حدود إطار الاستبعاد، فإنها تُستبعد. ويُعبَّر عن وقت الانتظار الأقصى بدلاً من ذلك على أنه عدد الرزم بالنسبة للرقم التتابعي للرزمة الحالية التي يتم قراءتها.

7.2.2.7 معلمات معدل الخسارة المستخدمة في تقارير RTCP-XR

هو نسبة العدد الإجمالي لعدد الرزم التي أُعلن فقدها إلى العدد المتوقع منذ بداية الاستقبال حتى وقت الإبلاغ، حيث يتحدد العدد الكلي المتوقع من واقع أول وآخر الأرقام التتابعية.

وحدة هذه المعلمة هي نسبة الرزم المفقودة إلى العدد الكلي للرزم.

8.2.2.7 معلمات معدل الاستبعاد المستخدمة في تقارير RTCP-XR

هو نسبة العدد الإجمالي لعدد الرزم التي أُعلن استبعادها إلى العدد المتوقع منذ بداية الاستقبال حتى وقت الإبلاغ، حيث يتحدد العدد الكلي المتوقع من واقع أول وآخر الأرقام التتابعية.

وحدة هذه المعلمة هي نسبة الرزم المستبعدة إلى العدد الكلي للرزم.

3.2.7 مهلة مطراف المقصد

يتم تعريف مهلة مطراف المقصد على أنها الفترة التي تبدأ مع دخول أول بتة من الرزمة التي تمثل إشارة شكل الموجة إلى النقطة المرجعية لدخل المطراف وتنتهي عندما تخرج الإشارة المناظرة التي تم فك تشفيرها وفُكَّت رزمها من النقطة المرجعية للأذن. ويمكن، حيثما يكون مناسباً، أن تحل النقطة المرجعية الكهربية الواردة محل النقطة المرجعية للأذن.

ملاحظة – قد تتنوع هذه المهلة إذا كان هناك دارئ تكيفي مانع للارتعاش، ويجب استخدام الإحصائيات المناسبة لإيجاز هذا التنوع.

وحيث إن مهلة مطراف المصدر تشتمل طبيعياً على إجمالي وقت تكوين الرزمة وفكها، فينبغي أن تتكون إشارات الاختبار للرزم عند مطراف المقصد بشكل يجعلها تشتمل على الجزء الأول من الحمولة النافعة. وبهذه الطريقة يمكن إجراء قياسات على مهلة مطراف المقصد والمصدر في لحظات متكافئة مع قت تكوين الرزمة.

ووحدة قياس مهلة مطراف المقصد هي الزمن بالثواني.

3.7 تحديد التخالف في تردد النظام باستخدام ميقاتية المقصد كمرجع

يمكن تقييم تخالف تردد النظام عن طريق مراقبة تزايد الأرقام التتابعية لكل وحدة زمنية، أو التراكم في تخالف دلالات الوقت، وهو أحد القياسات للاختلاف بين دقة ميقاتيتي المحوال بين النظام الرقمي والتماثلي لكل من المصدر والمقصد. ويمكن تحديد التخالف النسبي في التردد ما بين المصدر والمقصد على النحو التالي:

$$\frac{\Delta f}{f_{Destination}} = \frac{f_{Source} - f_{Destination}}{f_{Destination}}$$

ويمكن استخدام التخالف في التردد لتحديد معدل أحداث الفيض أو أحداث الغيض لدى الدارئ عند مطراف المقصد، مما يؤدي عادة إلى المزيد من خسارة الرزم، وذلك بملاحظة أن التخالف الكَسْري في التردد هو مكافئ للنقلة الزمنية (Δt) مقسوماً على فترة المراقبة (T).

$$\frac{\Delta f}{f_{Destination}} = -\frac{\Delta t}{T}$$

(وذلك بملاحظة أن العلاقة بين اختلاف التردد واختلاف الفترة هي علاقة سالبة). ولنفترض على سبيل المثال أن تردد المصدر هو 7999,997 Hz، وتردد المقصد هو 8000,001 Hz وطول فترة الدارئ المانع للارتعاش هو 20 مليثانية. فبما أن سرعة ميقاتية المحول من النظام الرقمي إلى النظام التماثلي عند المقصد هي أكبر من ميقاتية المصدر الذي يرسلها، فسوف يصبح الدارئ المانع للارتعاش في نهاية المطاف فارغاً، أي يحدث له غيض، وذلك بتخالف نسبي قدره:

$$\frac{7999.997 - 8000.001}{8000.001} = -5 \times 10^{-7}$$

(حيث تشير علامة السالب إلى أن نبضات ميقاتية المصدر أبطأ من نبضات المقصد النظيرة لها)، أما النقلة الزمنية التي تساوي إجمالي حجم الدارئ المانع للارتعاش فتتراكم على مدى فترات للمراقبة وتساوي:

$$T = \frac{-(\Delta t = 0.02)}{-5 \times 10^{-7}} = 40\,000\,\text{sec} = 667\,\text{min}$$

تخالف تردد النظام هو كمية فيزيائية دون الوحدة الواحدة، وغالباً ما تحدد ككسر أو كجزء في المليون.

4.7 إخفاء خسارة الرزم (النمط والمهلة)

لدى الكثير من مشفرات الكلام الموحدة قياسياً نظام لإخفاء خسارة الرزمة (PLC)، ويكفي تحديد ما إذا كان هذا النظام في حالة تشغيل أم متوقفاً، واستنتاج ضرورة أية مهلة إضافية. فعلى سبيل المثال يضيف التذييل G.711/I على الأقل 3,75 مليثانية مهلة خوارزمية، ومن الممكن أن تزيد عن ذلك تبعاً للتنفيذ، ويمكن استخدام نظام إخفاء خسارة الرزم هذا مع مشفرات إشارات أخرى كما في التوصية G.726.

وقد ظهرت العديد من الأشكال غير الموحدة قياسياً في الواقع العملي لإخفاء خسارة الرزم، وخاصة بالنسبة للمشفرات بشكل الموجة في G.711 وغيرها، وإذا استخدمت هذه الأنظمة، فينبغي تحديد مهلة وخوارزمية نظام الإخفاء هذا.

ويُلاحظ أن أنظمة إخفاء خسارة الرزم التي قد تبدو هي الأفضل للمستعملين البشر قد لا تفي بمتطلبات أجهزة الكشف بمودم نطاق الصوت للشبكة الحمالة، وإذا كان هناك مُصنِّف لإشارات لبيانات نطاق الصوت أو لأجهزة الفاكس-مودم، وتم اختيار نظام خاص لإخفاء خسارة الرزم من أجل تحسين عمل هذه الأجهزة على الشبكات العاملة بنظام الرزم، فلا بد من تحديد نوع نظام إخفاء خسارة الرزم وطريقة تصنيف الإشارة.

8 معلمات الأداء الكلي

1.8 المهلة الكلية (شاملة المصدر والشبكة والمقصد)

بعد أن فرغنا من مناقشة الدارئ المانع للارتعاش وباقي مكونات مطراف المقصد بالشكل المبين في 1.2.7 والموضح في الشكل 5، أصبح من الممكن تجميع مهلها مع مهلة مطراف المصدر والشبكة أو الشبكات لتحديد المهلة الكلية للنظام، ويمكن قبول المعادلات التالية، ويتحدد استخدامها من خلال الإحصائيات المحددة للمهلة المتاحة للحساب:

عندما يكون متاحاً متوسط المهلات لكل المكونات:

متوسط_المهلة_الكلية = متوسط (مهلة_المصدر) + متوسط (لمهلة_الشبكة) + متوسط (لمهلة_المقصد)

وكما يبين الشكل 5 بوضوح، يمكن تجميع المقادير الدنيا للمهلات لدى المطراف المصدر والشبكة مع الحد الأقصى لمهلة المطراف المقصد للوصول إلى قيمة تقديرية باستخدام القيم الثابتة:

المهلة الكلية (قيمة ثابتة) = القيمة الدنيا (لمهلة_المصدر) + القيمة الدنيا (لمهلة_الشبكة) + القيمة القصوى (لمهلة_المقصد)

وإذا تم قياس المهلة الكلية مباشرة، كانت هي الفترة المعرَّفة من الوقت الذي تدخل فيه الإشارة إلى النقطة المرجعية للفم وتنتهي عند الوقت الذي تخرج فيه الإشارة المناظرة من النقطة المرجعية للأذن (أو النقاط المرجعية المكافئة لها).

وترد في الملحق باء [10] إحدى الطرق الموثقة للقياس المباشر للمهلة الكلية.

ويرد في التذييل VII/Y.1541 العديد من الأمثلة على حساب متوسط المهلة الكلية الواردة، وتستخدم هذه الأمثلة العديد من تشكيلات الشبكات والمطاريف المرجعية من خلال العديد من أحجام الرزم والدارئات المانعة للارتعاش، وصور إخفاء خسارة الرزم، ويمضي التذييل VII/Y.1541 في حساب النموذج الإلكتروني E-model لعوامل تقدير الإرسال R لكل من هذه الحالات [G.107].

وحدة قياس المهلة الكلية هي الزمن بالثواني.

2.8 مهلة النظام الطرفي

تُعرف هذه الفقرة معلمة مهلة النظام الطرفي المستخدمة في تقارير RTCP-XR [RFC 3611].

وتُعرف مهلة النظام الطرفي على أنها مجموع مهلة المصدر والمقصد للنظام الطرفي الذي يبلغ عن القيمة، ويشتمل على عينة لمهلة التراكم ومهلة التشفير ومهلة الدارئ المانع للارتعاش ومهلة إزالة التشفير ومهلة القراءة ويمكن إما تقدير أو قياس هذه القيمة.

ووحدة قياس مهلة النظام الطرفي هي الزمن بالثواني.

3.8 مهلة النقل ذهاباً وإياباً (RTD)

تعرف هذه الفقرة معلمة مهلة النقل جيئة وذهاباً المستخدمة تقارير RTCP-XR [RFC 3611].

وتعرف مهلة النقل ذهاباً وإياباً على أنها الوقت الذي تستغرقه الرزم للانتقال من السطح البيني لبروتوكول النقل في الوقت الحقيقي للمصدر إلى السطح البيني لبروتوكول النقل في الوقت الحقيقي للمقصد ثم تعود إلى المصدر ثانية. ويتم الإبلاغ عن أقرب وقت تم حسابه مؤخراً.

ووحدة قياس مهلة النقل ذهاباً إياباً هي الزمن بالثواني.

4.8 الانقطاعات في السلم الزمني للتدفق عقب كبت الارتعاش وإخفاء خسارة الرزم

يُعرَّف الانقطاع في السلم الزمني على أنه تغير مفاجئ في المهلة الكلية التي يتم قياسها من النقطة المرجعية للفم وحتى النقطة المرجعية للأذن، وتوضح هذه المعلمة كثرة حدوث نقلات في الوقت المرجعي للمستعمل وذلك بسبب مسار الشبكة أو الدارئ المانع للارتعاش أو كليهما.

ووحدة قياس الانقطاعات في مقياس الزمن هي الزمن بالثواني وعدد مرات الحدوث.

5.8 الخسارة الكلية في الأرتال أو الرزم (بما في ذلك الشبكة والمقصد)

يمكن التعبير عن هذه المعلمة بالرزم أو الأرتال المشفرة، ومن المهم فهم العلاقة بين خسارة الرتل وخسارة الرزمة، فعندما يتم تجميع رتلين مثلاً في كل رزمة، فإن كل خسارة للرزم تشير إلى حدوث رشقة بخسارة رتلين، ولا بد أن يحاول نظام فك التشفير أو نظام إخفاء خسارة الرزم استعادة تلك الخسارة في ظل هذه الظروف الأكثر صعوبة من خسارة منعزلة لرتل.

1.5.8 نسبة الخسارة الكلية في الرتل أو الرزم

يتم تعريف نسبة الخسارة الكلية لفترة التقييم كما يلي:

$$\text{Overall Loss Ratio} = 1 - \frac{(\text{Total_pkt_sent} - \text{Lost_net} - \text{Lost_error_check} - \text{Discarded_de - jitter - buffer} - \text{Discarded_reordering})}{\text{Total_pkt_sent}}$$

وحدة هذه المعلمة هي نسبة الرزم (أو الأرتال) التي تعرضت للخسارة إلى الإجمالي.

2.5.8 نموذج الخسارة الكلية في (الرتل أو الرزمة)

من أجل تقييم تأثير الخسائر والاستبعاد على تطبيقات نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت، فمن المفيد النظر في توزيع عوامل الانحطاط هذه على مدى الوقت. وتتضمن النُهُج النمطية نموذج جيلبرت–إليوت (Gilbert-Elliot) والنماذج المماثلة القائمة على طريقة ماركوف. كما تحدد RFC 3611 استخدام نموذج جيلبرت–إليوت لوصف توزيع خسارة واستبعاد الرزم، وتعطي مثالاً لنموذج ماركوف ذي الأربع حالات لاشتقاق هذه المعلمات. ويقدم الملحق باء وصفاً لهذه النماذج، ويعطي مثالاً لتوزيع نمطي لخسارة أو استبعاد الرزم. والمعلمات النمطية الناتجة هي متوسط فترة الانقطاع وكثافة الخسارة أو الاستبعاد، ومتوسط فترة الرشقة وكثافة الخسارة أو الاستبعاد.

3.5.8 حساب حوادث الخسارة الكلية المتتالية في الأرتال أو الرزم

بعد فحص دفق من الرزم المرسلة طبقاً للمرجع [9] وتم تعيين مجموعة من الرزم المتتالية على أنها تعرضت للخسارة أو للاستبعاد طبقاً لكل معايير الخسارة أو الاستبعاد ذات الصلة في معلمة نسبة الخسارة الكلية، فإنه يجب تحديد فترة الحدث على أساس عدد الرزم المفقودة على التوالي. كما ينبغي تعريف طول هذه الفترة لكل حدث بشكل منفصل باستخدام وحدات الرزم. ويتم تقديم عدد كل حدث من كل حجم كنتيجة. ويمكن استخدام الأرقام التتابعية الموجودة في بادئات كل رزمة للمساعدة في هذا القياس.

4.5.8 حساب المعلمات الكلية: الأخطاء واحتمالات الزلل

ثمة نهج مبسط لحساب المهلة من طرف إلى آخر، وهو استخدام متوسط مهلة نقل رزمة بروتوكول الإنترنت وجمعه إلى ثوابت للعناصر الأخرى الموجودة على المسار من الفم إلى الأذن. ويمكن أن يولد هذا الإجراء أخطاء بسبب تنوع مهلات الانتقال في مكونات معينة للمطراف (مثل الدارئ المانع للارتعاش)، أو نظراً لعدم أخذ تنوع زمن الانتقال في الاعتبار.

وهناك احتمال للزلل باستخدام نسبة خسارة الرزم على النحو الذي يقيسه مستقبِل اختباري يسمح على سبيل المثال بفترة 3 ثوان قبل إعلان خسارة الرزمة، وبالتالي يقلل من التقدير الصحيح لنسبة الخسارة. والدارئ النمطي المانع للارتعاش يقل تسامحه بكثير في حالة المهلات الطويلة التي تتجاوز المعتاد. وبالتالي فإن المعرفة بالدارئ المانع للارتعاش تسهم بشكل متفرد في تحديد التناظر ما بين أداء رزم بروتوكول الإنترنت والخسارة عند طبقة التطبيق.

الملحق A

النقاط المرجعية ومعلمات الأداء البوابية لنقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت

1.A مقدمة

يتم نشر بوابات نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت لتحقيق التوصيل البيني للشبكات القائمة على الرزم أو الشبكات التبديلية، وبالتالي تتطلب نقاطاً مرجعية جديدة للمهلات والمعلمات الأخرى. ويحدد هذا الملحق النقاط المرجعية والمعلمات المتعلقة بالبوابات.

2.A تعاريف

يُعرِّف هذا الملحق المصطلحات التالية:

1.2.A النقطة المرجعية لإدخال الرزمة: وهي نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل ما بين شبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت وبوابة، وهي التي تعبرها رزم بروتوكول الإنترنت عندما تغادر الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت وتدخل إلى البوابة، ونقطة القياس هذه هي أقرب ما تكون إلى المطراف.

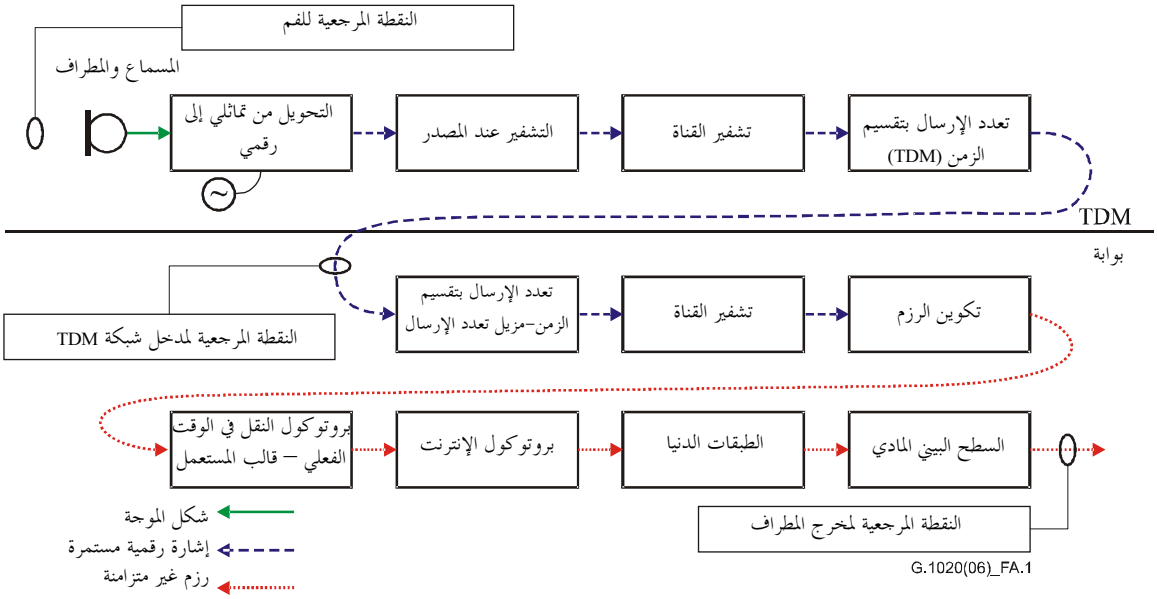
2.2.A النقطة المرجعية لإخراج الرزمة: وهي نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل ما بين شبكة قائمة على بروتوكول الإنترنت وبوابة، وهي التي تعبرها رزم بروتوكول الإنترنت عندما تغادر البوابة وتدخل إلى الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت، ونقطة القياس هذه هي أقرب ما تكون إلى البوابة.

3.2.A النقطة المرجعية لدخل تعدد الإرسال بتقسيم الزمن: وهي نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل بين شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الزمن وبوابة شبكة نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت. ويتم تكوين رزم للإشارات التي تمر بهذه النقطة وتدخل في الشبكة القائمة على بروتوكول الإنترنت، ونقطة القياس هذه هي أقرب ما تكون إلى البوابة.

4.2.A النقطة المرجعية لخرج تعدد الإرسال بتقسيم الزمن: وهي نقطة قياس في الوسط المادي الذي يصل بين شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الوقت وبوابة شبكة نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت. ويتم حمل الإشارات التي تمر بهذه النقطة إلى نهاية المطراف. ونقطة القياس هذه هي أقرب ما تكون إلى البوابة.

3.A معلمات بوابة المصدر

تحدد هذه الفقرة معلمات الرزم ذات الصلة لدى بوابة المصدر والتي لديها تأثير مباشر على نوعية الكلام وتطبيقات نطاق الصوت الأخرى. ويشير الشكل 1.A إلى مواضع نقاط القياس ومكونات النظام.



الشكل G.1020/1.A – مخطط بوابة المصدر والنقاط المرجعية

ونحن نلاحظ أن بعض البوابات تحتوي على مشفرات توفر ضغطاً لمعدل البتات، بينما تقوم الأخرى ببساطة بتكوين رزم للإشارات ذات التشكيل الشفري النابض، أو توفر المزيد من المعالجة مثل فك التشكيل أو إعادة التشكيل لإشارات الفاكس.

ومعظم معلمات مطراف المصدر التي عُرِّفت في الفقرة 5 ذات صلة بالبوابات المصدر. وتتطلب بعض المعلمات استبدال النقاط المرجعية التالية كما هو وارد في الجدول 1.A:

الجدول G.1020/1.A – استبدال النقاط المرجعية للمصدر

مطراف المصدر	النقطة المرجعية البديلة لبوابة المصدر
النقطة المرجعية للفم	النقطة المرجعية لدخل شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الزمن
النقطة المرجعية الكهربية للإرسال	النقطة المرجعية لدخل شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الزمن
النقطة المرجعية لخرج المطراف	النقطة المرجعية لخرج الرزم

ويتم تحديد التقابل بين معلمات مطراف المصدر ومعلمات بوابة المصدر كما يلي:

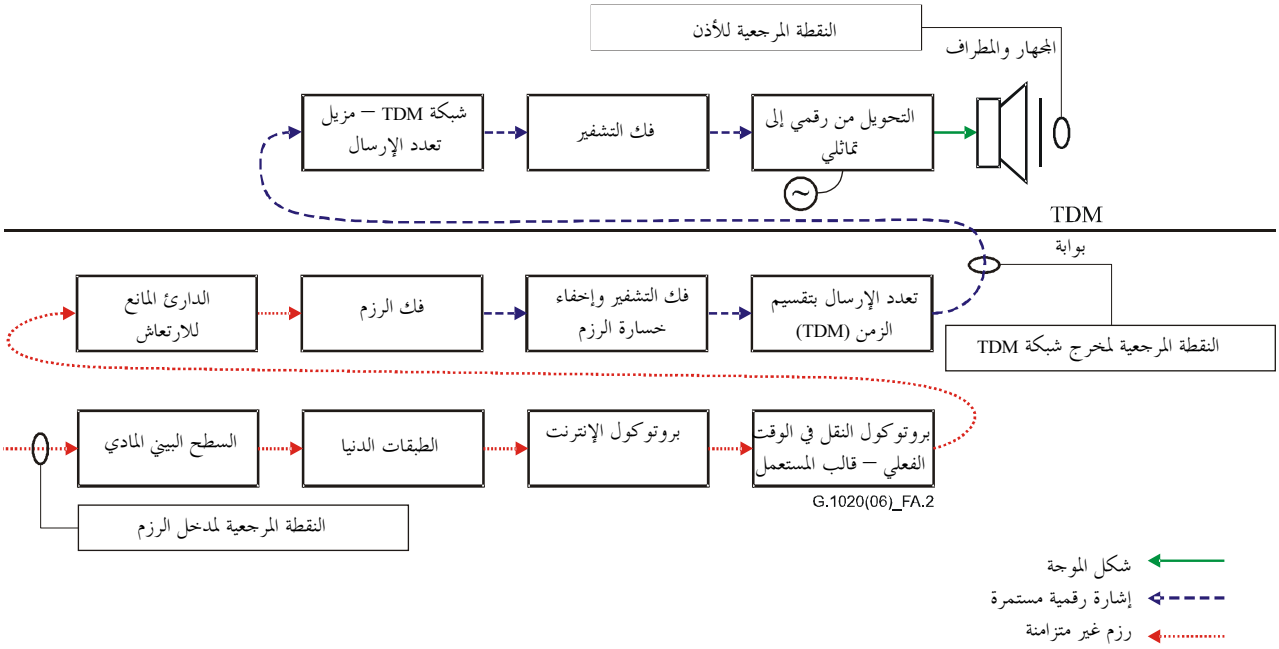
الجدول G.1020/2.A – تقابل معلمات المصدر

معلمات مطراف المصدر	معلمات بوابة المصدر
مهلة مطراف المصدر	مهلة بوابة المصدر
تنوع مهلة مطراف المصدر	تنوع مهلة بوابة المصدر

والمعلمات مثل حجم مجال معلومات الرزمة لا تتطلب أية تعديلات.

4.A معلمات بوابة المقصد

تحدد هذه الفقرة معلمات الرزم ذات الصلة لدى بوابة المقصد والتي لها تأثير مباشر على النوعية المحسوسة للكلام ونوعية تطبيقات نطاق الصوت الأخرى. ويشير الشكل 2.A إلى مواضع نقاط القياس ومكونات النظام.



الشكل G.1020/2.A – مخطط بوابة المقصد والنقاط المرجعية

ومعظم معلمات مطراف المقصد التي عُرِّفت في الفقرة 7 ذات صلة ببوابات المقصد. وتتطلب بعض المعلمات استبدال النقاط المرجعية التالية كما هو وارد في الجدول 3.A:

الجدول G.1020/3.A – استبدال النقاط المرجعية للمقصد

مطراف المقصد	النقطة المرجعية البديلة لبوابة المقصد
النقطة المرجعية للأذن	النقطة المرجعية لخرج شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الزمن
النقطة المرجعية الكهربية للاستقبال	النقطة المرجعية لخرج شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الزمن
النقطة المرجعية لدخل المطراف	النقطة المرجعية لدخل الرزم

ويتم تحديد التقابل بين معلمات مطراف المصدر ومعلمات بوابة المصدر كما يلي:

الجدول G.1020/4.A – التقابل بين معلمات المقصد

معلمات مطراف المقصد	معلمات بوابة المقصد
مهلة مطراف المقصد	مهلة بوابة المقصد

والمعلمات من قبيل "إخفاء خسارة الرزم" لا تتطلب أية تعديلات.

5.A المهلة الكلية

عندما يكون هناك بوابة في المسير من طرف إلى طرف، فلا بد أن تشتمل المهلة الكلية على المهلة الإضافية لشبكة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن بين النقطة المرجعية للفم والنقطة المرجعية للأذن. ويوجد عادة لمكونات شبكات تعدد الإرسال بتقسيم الوقت مهل ثابتة، وبالتالي يمكن جمعها على مهلة مكونات الشبكة التي تعمل بنظام الرزم. ووحدة قياس المهلة الكلية هي الزمن بالثواني.

الملحق B

توزيعات ونماذج خسارة الرزم

1.B مقدمة

من المفوم عامة أن توزيع خسارة الرزم في الشبكات القائمة على بروتوكولات الإنترنت يتخذ شكل رشقات، ولكن هناك يقين أقل فيما يتصل باستخدام أحد نماذج الخسارة بعينه، وهناك قدر من سوء الفهم بالنسبة لبعض النماذج المستخدمة على نطاق واسع مثل نموذج جيلبرت، ويحدد هذا الملحق بعض النماذج الأساسية لخسارة الرزم، ويقدم تحليلاً لبيانات خسارة الرزم، ويناقش مدى (مناسبة) النماذج والبيانات.

2.B النماذج الشائعة لخسارة الرزم

1.2.B خلفية تاريخية

أجريت معظم الدراسات بشأن نمذجة الخسائر أو الأخطاء في الستينات فيما يتعلق بتوزيع أخطاء البتات على قنوات الهاتف.

وكان من بين النُهُج المستخدمة نهج ماركوف أو النموذج متعدد الحالات، بينما كان جيلبرت [B-13] أحد أول من وصفوا نموذج خطأ الرشقة لهذا النمط، وقد مضى كل من إليوت [B-10] و[B-11] وكين وسيمبسون [B-6] قدماً بهذا النموذج. وقام بلانك وترافتون [B-3] بعمل نماذج ماركوف ذات حالات أعلى لتمثيل توزيع الأخطاء.

وكان هناك نهج آخر لتحديد التوزيع الإحصائي للانقطاعات. وقام ميرتز [B-16] باستخدام توزيعات تقوم على أساس القطع الزائد بينما قام بيرجر وماندلبروت [B-2] باستخدام توزيعات باريتو لنمذجة الانقطاعات فيما بين الأخطاء، واكتشف لويس وكوكس [B-15] وجود علاقة ترابطية إيجابية قوية بين توزيعات الأخطاء بين الانقطاعات المتجاورة.

ويبدو أن نمذجة خسارة الرزم في الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت قد اتبعت مساراً مماثلاً، وذلك مع أن الأسباب الأصلية للخسارة (نموذج الازدحام) قد تكون مختلفة عن تلك المسببة لأخطاء البتات (نموذج الضوضاء أو الارتعاش على الدارة).

2.2.B نموذج برنولي أو النموذج المستقل

وأكثر النماذج استخداماً هي قناة بسيطة مستقلة للخسارة، يحدث بها خسارة لرزمة (أو ظهور خطأ في البتات) باحتمالية قدرها P_e. وبالنسبة لعدد كبير من الرزم N، فيكون العدد المتوقع للرزم المفقودة هو حاصل ضرب $N \times P_e$. ويمكن تقدير احتمالية الخسارة بجمع عدد الرزم المفقودة وقسمة هذا العدد على العدد الإجمالي للرزم التي تم إرسالها.

3.2.B نماذج جيلبرت وجيلبرت–إليوت

نموذج الرشقة المعروف على أوسع نطاق هو نموذج جيلبرت [B-13] وهناك صيغة متنوعة له معروفة باسم نموذج جيلبرت–إليوت [B-10] و[B-11]. وكلاهما نماذج للحالة حيث يكون النقل من الحالة الجيدة أو "حالة الانقطاع" صفر إلى الحالة السيئة أو حالة الرشقة وذلك طبقاً لاحتماليتي الانتقال P_{01} وP_{11}:

i) *نموذج جيلبرت*:

أ) الحالة صفر التي لا يكون عندها خسارة أو خطأ؛

ب) الحالة 1 التي تشوبها الخسارة وذات احتمالية مستقلة للخسارة P_{e1}؛

ii) *نموذج جيلبرت–إليوت*:

أ) الحالة صفر الحالة منخفضة الخسارة ذات احتمالية خسارة P_{e0}؛

ب) الحالة 1 التي تشوبها الخسارة والتي يحدث عندها الخسارة باحتمالية خسارة P_{e1}.

من المفترض غالباً أن الحالة التي تشوبها الخسارة التابعة لنموذج جيلبرت تناظر حالة "الخسارة"، أي أن احتمالية خسارة الرزم بها هي 100%، ولكن هذا غير صحيح، (وقد يكون من الأصح وصفها كنموذج ماركوف ثنائي الحالة (2-state Markov model). وهذا يؤدي إلى تحليل رشقة خسارة الرزمة فقط من حيث الخسارة المتتالية فقط، مما يضيع معه تأثيرات الفترات الأطول ذات الكثافة العالية للخسارة. وقد يكون لهذه الفترات الأطول ذات الكثافة العالية للخسارة تأثير لا يستهان به على خدمات نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت.

انظر فيما يلي على سبيل المثال:

مخطط الخسارة 0000011001010101101100000000000000000000000000001000000000

التطبيق الصحيح لنموذج جيلبرت– طول فترة الرشقة 15، وكثافة الرشقة 60%

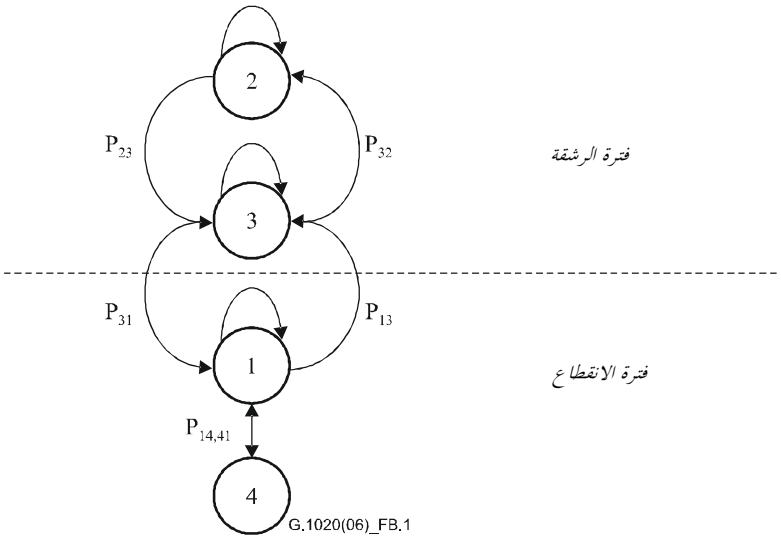
التطبيق الخاطئ لنموذج جيلبرت– متوسط فترة الرشقة 1,5 رزمة

4.2.B نماذج ماركوف

نموذج ماركوف هو نموذج عام متعدد الحالات تتبدل فيه حالة النظام بين الحالتين i وj وذلك باحتمالية انتقال $p(i,j)$.

وهناك ميزة في نموذج ماركوف ثنائي الحالة (2-state Markov model) من ناحية قدرته على أن يأخذ في اعتباره الصلات شديدة القِصَر بين الرزم المفقودة، أي بالنسبة للخسائر المتتالية [B-1] و[B-4] و[B-14] و[B-18]، وهذا الأمر يتعلق عامة بأحداث قصيرة الأجل (كأن يكون طولها من رزمة إلى ثلاث رزم) ولكن قد يتسبب حدوث الفشل للوصلة بشكل عارض في تتابعات طويلة للأخطاء قد تمتد إلى عشرات الثواني [B-5].

ومن خلال الجمع بين النموذج ثنائي الحالة ونموذج جيلبرت–إليوت؛ يمكن تحديد كل من الخسائر المتتالية على فترات زمنية قصيرة جداً وكذلك الأحداث ذات الكثافة الأقل والأطول.



الشكل G.1020/1.B – نموذج ماركوف رباعي الحالات

ويمثل نموذج ماركوف رباعي الحالات [B-7] و [B-12] فترات الرشقات التي يتم خلالها تسلُّم وخسارة الرزم طبقاً للنموذج الأول ذي الحالتين، وفترات الانقطاع التي يتم خلالها تسلُّم وخسارة الرزم طبقاً لنموذج آخر ذي حالتين. ويتم تعريف الحالات على النحو التالي:

أ) حالة 1: تم تلقي الرزمة بنجاح؛

ب) حالة 2: تم تلقي الرزمة خلال رشقة؛

ج) حالة 3: تعرضت الرزمة للخسارة خلال رشقة؛

د) حالة 4: خسارة رزمة منفردة خلال انقطاع.

وعلى سبيل المثال، إذا استخدمنا مخطط الخسارة التالي:

يكون مخطط الخسارة: 0000011001010101101100000000000000000000000001000000000

والحالة: 1111133223232323323311111111111111111111111114111111111

ومن الشائع تعريف حالة الانقطاع طبقاً لبعض المعايير مثل معدل الخسارة الذي يقل عن حد معين أو عدد متتال من الرزم المتسلمة. وهناك تعريف ملائم ويذهب إلى أن الرشقة يجب أن تكون أطول تتابعاً يبدأ وينتهي بخسارة ويكون خلالها عدد الرزم المتلقاة المتتالية أقل من قيمة معينة G_{min} (ويمكن أن تكون القيمة المناسبة ل G_{min} لاستخدامها في نقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت هي 16، بينما تُفضَّل قيمة أعلى لاستخدامها في خدمات الفيديو، هي مثلاً 64 أو 128)، ونسوق فيما يلي هذه التعاريف بصورة رسمية بقدر أكبر.

5.2.B معْلمات الرشقة

تعرِّف هذه الفقرة معلمات الرشقة في التقارير RTCP-XR [RFC 3611].

1.5.2.B معلمة G_{min}

تُعرِّف هذه المعلمة عدد الرزم التي يتم تلقيها والتي تميز بين ما إذا كان الدفق يعاني من رشقة أم هو في انقطاع ما بين الرشقات، ووحدة القياس هي عدد الرزم.

2.5.2.B الرشقة

الرشقة هي أطول تتابعاً من الرزم التي تبدأ وتنتهي بخسارة، ويكون خلالها عدد الرزم المتسلم أقل من G_{min} من حيث الطول. ووحدة القياس هي عدد الرزم.

3.5.2.B الانقطاع

هي أطول تتابعاً من الرزم التي تبدأ وتنتهي بخسارة أو بداية أو نهاية استقبال يكون خلالها تتابعات عدد الرزم المستقبلة أكبر من أو مساو ل G_{min} من حيث الطول، ووحدة القياس هي عدد الرزم.

4.5.2.B كثافة الرشقة

كثافة الرشقة هي كَسر من رزم بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP) خلال فترات الرشقة منذ بداية الاستقبال التي فُقدت أو استُبعدت، ويُعبَّر عن هذه القيمة بأنها ثابت له نقطة إثنينية على الحافة اليسرى للمجال. وتُحسب بقسمة العدد الإجمالي للرزم التي فُقدت أو استُبعدت (باستثناء الرزم المستبعدة المكررة) خلال فترة الرشقة على إجمالي عدد الرزم المنتظر تلقيها خلال فترات الرشقات، وضرب ناتج القسمة في 256، مما يَحد القيمة القصوى بـــ255 (لتجنب حدوث فيض) وأخذ الجزء الصحيح. ووحدة القياس هنا هي نسبة الرزم المفقودة أو المستبعدة إلى العدد الكلي للرزم.

5.5.2.B كثافة الانقطاع

كثافة الانقطاع هي نسبة رزم بروتوكول النقل في الوقت الفعلي أثناء الانقطاعات الواقعة بين الرشقات منذ بداية التلقي التي إما فُقدت أو استُبعدت. ويُعبَّر عن هذه القيمة بأنها رقم ثابت وتكون هذه النقطة الإثنينية عند الحافة اليسرى للمجال. وتُحسب من خلال قسمة إجمالي عدد الرزم المفقودة أو المُستبعدة (باستثناء الرزم المستبعدة المكررة) خلال فترة الانقطاع على إجمالي عدد الرزم المتوقع ورودها خلال فترة الرشقة، وضرب ناتج القسمة في 256، مما يَحد القيمة القصوى عند 255 (لتجنب الفيض) وأخذ الجزء الصحيح. ووحدة القياس هنا هي نسبة الرزم التي فُقدت أو استُبعدت إلى العدد الكلي للرزم.

6.5.2.B المدة الزمنية التي تستغرقها الرشقة

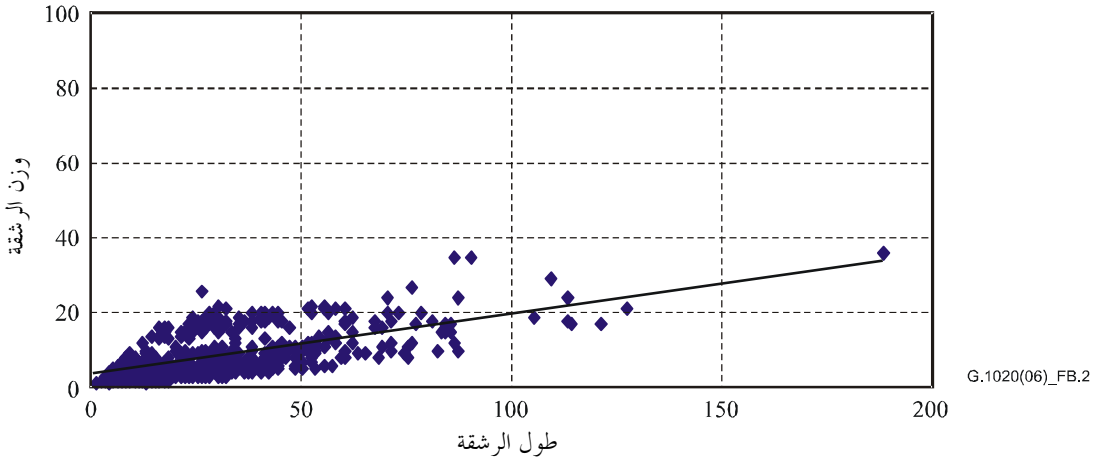
والمدة الزمنية التي تستغرقها الرشقة هي متوسط فترات الرشقة منذ بدء التلقي ويُعبَّر عنها بوحدة المليثانية. وتُحسب المدة الزمنية المستغرقة لكل فترة بناء على الرزم التي تمثل علامة بداية ونهاية هذه الفترة. وتعد مساوية لدلالة الوقت للرزمة الأخيرة، بالإضافة إلى المدة الزمنية التي تستغرقها الرزمة الأخيرة، مطروحاً منها دلالة الوقت للرزمة الأولى. فإذا لم تكن القيم الفعلية متوافرة **فلا بد** من استخدام قيم تقديرية، وإذا لم يكن هناك فترات للرشقة، **فلا بد** أن تكون قيمة المدة المستغرقة صفراً.

7.5.2.B المدة الزمنية للانقطاع

المدة الزمنية للانقطاع هي متوسط فترات الانقطاعات منذ بدء الاستقبال، معبراً عنها بوحدة المليثانية. وتُحسب المدة الزمنية لكل فترة بناء على الرزم التي تمثل علامة نهاية فترة رشقة سابقة، والرزم التي تمثل بداية الرشقة التالية. وتعد مساوية لدلالة الوقت لرزمة الرشقة التالية مطروحاً منها دلالة الوقت لرزمة الرشقة السابقة، مضافاً إليها المدة الزمنية لرزمة الرشقة السابقة. وإذا لم تتوافر القيم الفعلية **فلا بد** من استخدام قيم تقديرية. وفي حالة حدوث انقطاع مع بداية الاستقبال، فيمكن استخدام مجموع دلالات الوقت لرزمة الرشقة السابقة، والفترة الزمنية لرزمة الرشقة السابقة حيث يتم استبدالها بوقت بداية الاستقبال. وفي حالة حدوث انقطاع في نهاية الاستقبال، فيتم استبدال دلالة الوقت لرزمة الرشقة اللاحقة بوقت انتهاء الاستقبال. وإذا لم يكن هناك فترات للانقطاع، **فلا بد** أن تكون قيمة مدة الانقطاع صفراً.

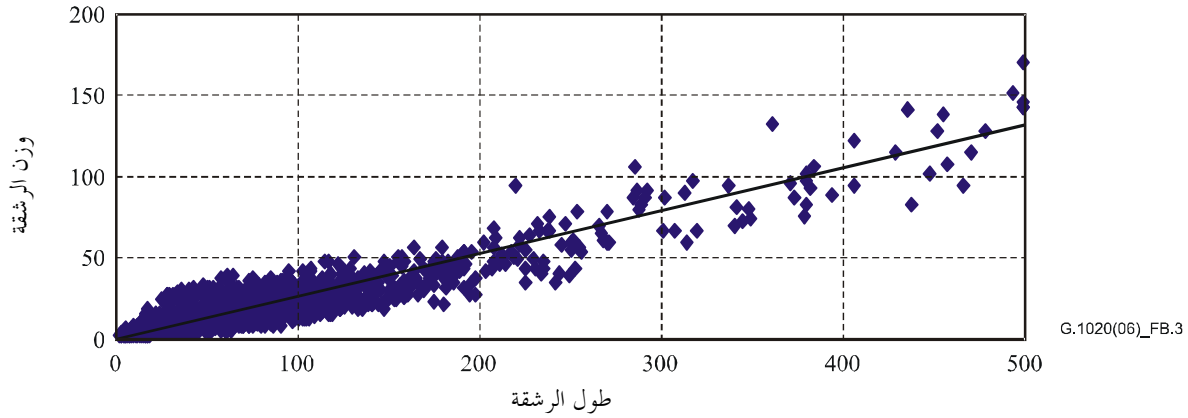
3.B مثال لتتبع الرزم

هناك رسمان بيانيان أدناه تم الحصول عليهما من تحليل لمثال لتتبع بروتوكول الإنترنت. ويصور الرسم الأول مخطط تبعثر لأطوال الرشقة في مقابل وزن الرشقة (تبعاً لنموذج جلبرت). وطول فترة الرشقة هي المسافة المحسوبة بعدد الرزم من أول الرزم التي فُقدت إلى آخر رزمة، أما وزن الرشقة فهو عدد الرزم التي فُقدت خلال الرشقة. ويمكن بوضوح رؤية الرشقات التي يبلغ طول فترتها أكثر من 100 رزمة، ولديها كثافة نمطية للخسارة مقدارها 20–25%.



الشكل G.1020/2.B – مخطط تبعثر W3 لطول فترة الرشقة في مقابل وزن خسارة الرزمة فقط

ويصور الرسم الآخر مخطط تبعثر لأطوال الرشقة في مقابل وزن الرشقة الذي يحمل الخسارة والاستبعاد، بافتراض وجود دارئ مانع للارتعاش حجمه 50 مليثانية، وهو يصور عدداً أكبر من الرشقات مما يدل على أن الارتعاش كان يمثل مشكلة كبيرة في هذا التتبع. وتمتد كثافة الرشقة لتصل إلى 500 رزمة وتصل قيمة متوسط كثافة الرشقة إلى ما يقرب من 30%.



الشكل G.1020/3.B – مخطط تبعثر W3 لطول فترة الرشقة مقابل وزن خسارة واستبعاد الرزمة (حجم الدارئ 50 مليثانية)

4.B قائمة بالمراجع للملحق B

[B-1] ALTMAN (E.), AVRACHENKOV (K.), BARAKAT (C.): TCP in the Presence of Bursty Losses, Performance Evaluation 42, pp. 129-147, 2000.

[B-2] BERGER (J.M.), MANDELBROT (B.): A New Model for Error Clustering in Telephone Circuits, IBM J R&D, July 1963.

[B-3] BLANK (H.A.), TRAFTON (P.J.): A Markov Error Channel Model, *Proc. Nat Telecomm Conference*, 1973.

[B-4] BOLOT (J.C.), VEGA GARCIA (A.): The case for FEC based error control for packet audio in the Internet, *ACM Multimedia Systems*, 1997.

[B-5] BOUTREMANS (C.), IANNACCONE (G.), DIOT (C.): Impact of Link Failures on VoIP Performance, *Sprint Labs Technical Report IC/2002/015*.

[B-6] CAIN (J.B.), SIMPSON (R.S.): The Distribution of Burst Lengths on a Gilbert Channel, IEEE Trans IT, 15 September 1969.

[B-7] CLARK (A.): Modelling the effects of burst packet loss and recency on subjective voice quality, *IPtel 2001 workshop*.

[B-8] DRAJIC (D.), VUCETIC (B.): Evaluation of Hybrid Error Control Systems, *IEE Proc. F.* Vol. 131, April 1984.

[B-9] EBERT (J-P.), WILLIG (A.): A Gilbert-Elliott Model and the Efficient Use in Packet Level Simulation, *TKN Technical Report 99-002*.

[B-10] ELLIOTT (E.O.): Estimates of Error Rates for Codes on Burst Noise Channels, *BSTJ 42*, September 1963.

[B-11] ELLIOTT (E.O.): A Model of the Switched Telephone Network for Data Communications, *BSTJ 44*, January 1965.

[B-12] ETSI TIPHON TS 101 329-5 VI.1.2 (2002), *Annex E, QoS measurements for Voice over IP*.

[B-13] GILBERT (E.N.): Capacity of a Burst Noise Channel, *BSTJ*, September 1960.

[B-14] JIANG (W.), SCHULZRINNE (H.): Modelling of Packet Loss and Delay and their effect on Real Time Multimedia Service Quality, *NOSSDAV*, 2000.

[B-15] LEWIS (P.), COX (D.): A Statistical Analysis of Telephone Circuit Error Data, *IEEE Trans COM-14*, 1966.

[B-16] MERTZ (P.): Statistics of Hyperbolic Error Distributions in Data Transmission, *IRE Trans CS-9*, December 1961.

[B-17] SANNECK (H.), CARLE (G.): A Framework Model for Packet Loss Metrics Based on Loss Runlengths, *Proc. ACM MMCN*, January 2000.

[B-18] YAJNIK (M.), MOON (S.), *KUROSE* (J.), TOWSLEY (D.): Measuring and Modelling of the Temporal Dependence in Packet Loss, *UMASS CMPSCI Tech. Report 98-78*.

الملحق C

مثال لمحاكي الدارئ التكيفي المانع للارتعاش

1.C مقدمة

يعمل هذا المثال لمحاكي الدارئ التكيفي من خلال تتبع المهلة الأدنى على المدى القصير واستخدامها لتحديد مكان نافذة زمنية مكافئة في حجم الدارئ. ويتم مقارنة الوقت الفعلي لوصول الرزمة بالنسبة لنافذة الوقت لتحديد ما إذا كان سيتم استبعاد الرزمة أم تقبلها.

وناتج محاكي الدارئ المانع للارتعاش هذا هو حدث خسارة أو استبعاد الرزمة مرتبط بعدٍّ الرزم الجيدة (أي غير المفقودة أو المستبعدة)، والتي تكون مدخلاً لنموذج توزيع خسارة الرزم.

وتحدد خوارزمية محاكي الدارئ المانع للارتعاش تنوع المهلات لكل رزمة واردة من رزم لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP)، وذلك استناداً إلى دلالة الوقت أو الرقم التتابعي لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي وللميقاتية المحلية. ويفضل استخدام هذا النهج لقياس تنوع المهلة من رزمة إلى رزمة حيث إنه:

i) يتعامل مع الرزم المعيبة دون أن يطلب كبت ارتعاشها، الأمر الذي يقلل من التعقيدات الحسابية؛

ii) يستطيع اكتشاف التنوعات المتوسطة إلى الطويلة الأمد في المهلات بسبب الازدحام، وتغير المسار، أو تزحزح التوقيت.

2.C تعاريف المعلمات

1.2.C الدارئ التكيفي (المانع) للارتعاش

علامة منطقية (يعبر عنها بوضع ثنائي البتة) للإشارة إلى ما إذا كان الدارئ المانع للارتعاش متكيفاً (11) أم ثابتاً/غير متكيف (10). ومخطط البتة (00) يعني أن الأسلوب غير معروف و(01) محجوز.

2.2.C معدل الدارئ (المانع) للارتعاش

ومعدل تعديل الدارئ هو الوقت التقريبي الذي يستغرقه الدارئ التكيفي لكي يتلاءم مع تغير تدريجي من 30 مليثانية إلى 100 مليثانية، ويتم حساب المعدل R طبقاً للمعادلة التالية: وقت التعديل = 2 * R * (حجم الحمولة النافعة للرزمة بالمليثانية).

3.2.C المهلة الاسمية للدارئ (المانع) للارتعاش

هذا هو الوضع الحالي لوقت إخماد الارتعاشات لرزمة تصل في الوقت الصحيح بالضبط، بمعنى أن الرزمة تلاقي بالضبط نفس مهلة النقل التي كانت الرزمة المرجعية تستخدمها لتحقيق التراصف مع الدارئ المانع للارتعاش (أولى الرزم في المحاكي أدناه)، ووحدة القياس هي المليثانية.

4.2.C المهلة القصوى للدارئ (المانع) للارتعاش

هذا هو الوقت اللازم لإخماد الارتعاشات للرزمة التي تمثل أول الرزم التي تصل بالنسبة لرزمة لن يتم استبعادها، بمعنى أن الرزمة تقابل مهلة نقل قصيرة جداً بالنسبة للرزمة المرجعية، ومع ذلك لا يزال يتم إخماد ارتعاشها وقراءتها بنجاح. ووحدة القياس هي المليثانية.

5.2.C المهلة القصوى المطلقة للدارئ (المانع) للارتعاش

وهي أعلى قيمة لمهلة الدرء التي يمكن إجراؤها على الرزمة المتلقاة في ظل التحكم المتكيف بالدارئ. ومن خلال التحكم الثابت في الدارئ، فإن هذه المعلمة تساوي المهلة القصوى المعرَّفة أعلاه. وتكون هذه عادة إحدى معلمات التشكُّل، ووحدة القياس هي المليثانية.

3.C محاكاة الدارئ المانع للارتعاش

يعمل محاكي الدارئ المانع للارتعاش على النحو التالي:

أول رزمة لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP) تصل لتكون هي النقطة المرجعية الأولية وتحمل دلالة للوقت R_{ref}.

وضع القيمة الاسمية تساوي لمهلة الرزم التي تصل في الوقت الصحيح (معلمة التشكُّل).

وضع المهلة القصوى مساوية لعدد أزمنة الرزم مضروبة في حجم الرزمة (معلمة التشكُّل).

تعريف النافذة المبكرة = الأقصى–الاسمي.

تعريف النافذة المتأخرة = الاسمي.

ولكل رزمة من رزم بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP) مصاحبة لدفق يمر بنقطة المراقبة:

وضع دلالة للوقت L لتصاحب وقت وصول رزمة من رزم بروتوكول النقل في الوقت الفعلي

تعريف دالة الوقت R لرزمة لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي

عمل تقدير لوقت الوصول المتوقع لرزمة من رزم بروتوكول النقل في الوقت الفعلي بناء على الرزمة المرجعية، وذلك باستخدام المعادلة: $L_{expected} = L_{ref} + (R - R_{ref})$

عمل تقدير للتنوع في رزمة لبروتوكول النقل في الوقت الفعلي بالشكل التالي: $D = L - L_{expected}$

إذا كانت D أقل من النافذة المبكرة، إذاً

وضع علامة على أن هذه الرزمة مستبعدة

إعادة ضبط النقطة المرجعية على هذه الرزمة

إذا كانت D أكبر من النافذة المتأخرة إذاً

وضع علامة بأن هذه الرزمة مستبعدة

إذا كانت الرزمة مطابقة لرزمة تم تلقيها من قبل، فيمكن استبعادها بدون إعلان

الاحتفاظ بنافذة منـــزلقة تشتمل على 32 رزمة مرتبة حسب رقمها التتابعي، وتوضع عليها علامة بالتغيب تفيد أنها فُقدت، وتوضع علامة على الرزم داخل هذه النافذة إما أنه جرى تقبلها أو استبعادها

عند نهاية النافذة – حدد الرزم التي تم استبعادها أو خسارتها وتلك التي تم تقبلها

ويمكن تعديل النافذة المبكرة والمتأخرة بشكل حركي ليلائم السلوك المتكيف للدارئ المانع للارتعاش.

خوارزمية التعديل:

تحديد عتبة $T1$ تساوي أدنى معدل غير مقبول للاستبعاد (عتبة قابلة للتشكُّل)

تحديد عتبة $T2$ تساوي الفترة ما بين التعديلات التخفيضية لحجم الدارئ المانع للارتعاش (والتي تقاس من خلال عدد الرزم، وهي معلمة قابلة للتشكُّل)

الحفاظ على متوسط جار للرزم التي استُبعدت C1 باستخدام مقياس S (نمطياً قيمته 15)

$C1 = (C1 \times (S - 1) + D)/S$ حيث إن D تساوي 1 إذا تم استبعاد الرزمة وتساوي 0 إذا لم تستبعد

الاحتفاظ بعدد الرزم التي المتلقاة منذ آخر استبعاد متأخر C2

إذا تجاوزت C1 العتبة T1 وكان الدارئ أقل من الحد الأقصى عندئذ يتم القيام بزيادة حجم الدارئ وإعادة ضبط C1؛

إذا تجاوزت C2 العتبة T2 وكان الدارئ أكثر من الحد الأدنى عندئذ يتم تقليل حجم الدارئ وإعادة ضبط C2.

ولا بد أن يتم تحديد القيمة القصوى للنافذة أو طول الحجم الأقصى للدارئ المانع للارتعاش حتى لا يزيد المحاكي من حجم الدارئ إلى قيم قصوى قد لا تكون ممكنة في الواقع العملي.

التذييل I

قائمة لقياسات تقارير RTCP

يقدم هذا التذييل تقابلاً فيما بين قياسات تقارير RTCP-XR ومختلف توصيات قطاع تقييس الاتصالات، وذلك بوجود وصف تفصيلي للإجراء المتخذ لإدراج هذه القياسات في المتن الرئيسي للتوصية.

قياسات تقارير RTCP XR	المراجع الحالية لقطاع تقييس الاتصالات	الإجراء
معدل الخسارة	التوصية Y.1540: بشأن نسبة خسارة الرزم القائمة على بروتوكول الإنترنت هو عند طبقة بروتوكول الإنترنت، وهناك حاجة لتعريف جديد لطبقة النقل في الوقت الفعلي (RTP) يتم حسابها لدى المتلقي فقط.	أضيف التعريف إلى 2.2.7 بناء على الفقرة 1.7.4 من RFC 3611. وهناك إطاران بديلان للتعاريف الأخرى المطلوبة، مثل تعريف الرزمة المفقودة.
معدل الاستبعاد	مذكورة في التوصية G.1020 الخسارة الكلية، ولكن غير معرَّفة.	أضيف التعريف إلى 2.2.7 بناء على الفقرة 1.7.4 من RFC 3611.
كثافة الرشقة	عُرِّف هذا النموذج بالفعل في الملحق B	تعريف نموذج للخسارة، بناء على نموذج جيلبرت–إليوت. التعاريف موجودة في 5.2.B.
كثافة الانقطاع		
المدة التي تستغرقها الرشقة		
المدة التي يستغرقها الانقطاع		
G_{min}		
مهلة النقل ذهاباً وإياباً		الأخذ بتعريف RFCs 3550 و3611 (يحتاج المزيد من التهذيب، وأضيف إلى 3.8)
مهلة النظام الطرفي	هذه القيمة تناظر مجموع وقت الانتقال إلى المصدر الطرفي ووقت الانتقال إلى مطراف المقصد للتوصية G.1020.	هناك حاجة للعمل على تعريف محدد (بناء على ذلك الموجود في RFC 3611، وأضيف إلى 8.2).
سوية الإشارة	P.56، P.561	التشجيع على استخدام هذه الطرق المعيارية.
سوية الضوضاء	O.41، P.561	
الخسارة المتبقية لرجوع الصدى	G.122 لخسارة الصدى G.168 (SG 16) لسوية الصدى المتبقي	
عامل تقدير الإرسال R	G.107	هناك حاجة لقيم محددة بالتغيب
عامل تقدير الإرسال الخارجي R	G.107	هناك حاجة لقيمة محددة بالتغيب
متوسط علامة الرأي – نوعية الاتصال MOS LQ	P.862، P.563، P.564	هناك مجال غير موجود في قياسات RTCP XR لنقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت لتعريف أي نموذج تم استخدامه
متوسط علامة الرأي – نوعية الاتصال (MOS CQ)	P.562 (CCI)، G.107	هناك مجال غير موجود في قياسات RTCP XR لنقل الصوت باستعمال بروتوكول الإنترنت لتعريف أي نموذج تم استخدامه
إخفاء خسارة الرزمة	تتضمن التوصية G.1020 معلومات بشأن ذلك في 4.7.	
دارئ الارتعاش المتكيف	تغطي الفقرة 2.7 أغلب معلمات دارئ الارتعاش.	
معدل دارئ الارتعاش		هناك نموذج للدارئ المانع للارتعاش في الملحق C، وأضيفت التعاريف به (وكان هذا فيما سبق التذييل II)
المهلة الاسمية لدارئ الارتعاش		
المهلة القصوى لدارئ الارتعاش		
المهلة القصوى المطلقة لدارئ الارتعاش		

بيبليوغرافيـــا

B-1] RFC 3550, RTP (2003), *A Transport Protocol for Real-Time Applications*.

[B-2] RFC 2330 (1998), *Framework for IP Performance Metrics*.

[B-3] RFC 2678 (1999), *IPPM Metrics for Measuring Connectivity*.

[B-4] RFC 2679 (1999), *A One-way Delay Metric for IPPM.*

[B-5] RFC 2680 (1999), *A One-way Packet Loss Metric for IPPM.*

[B-6] RFC 2681 (1999), *A Round-trip Delay Metric for IPPM.*

[B-7] RFC 3357 (2002), *One-way Loss Pattern Sample Metrics*.

[B-8] RFC 3393 (2002), *IP Packet Delay Variation Metric for IP Performance Metrics IPPM.*

[B-9] RFC 3432 (2002), *Network performance measurement for periodic streams*.

[B-10] ETSI TS 101 329-5 V1.1.2 (2002), *TIPHON release 3, End-to-End Quality of Service in TIPHON Systems, Part 5 Quality of Service (QoS) Measurement Methodologies*.

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 تلفزيونية وبرامج صوتية 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 ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وبروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طبعت في سويسرا
جنيف، 2007