الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T Y.1452

(2006/03)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

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

الجوانب المتعلقة ببروتوكول الإنترنت – التشغيل البيني

تقاسم قنوات الصوت على شبكات بروتوكول الإنترنت

التوصية ITU-T Y.1452

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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
الجوانب المتعلقة 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.

تقاسم قنوات الصوت على شبكات بروتوكول الإنترنت

ملخص

تتناول هذه التوصية الوظائف اللازمة لتقاسم قنوات الصوت على شبكات بروتوكول الإنترنت IP. وهي تحدد البروتوكولات المطلوبة والتفاعلات بين هذه البروتوكولات وآليات القناة السمعية وعمل وظيفة التشغيل البيني IWF، وآليات النقل من نقطة إلى نقطة أو عبر شبكات IP المعقدة. بيد أن هذه التوصية قد لا تكون مناسبة للاستعمال من قبل وكالات التشغيل المعترف بها.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 13 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 1 مارس 2006 على التوصية ITU-T Y.1452 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

كلمات مفتاحية

تشغيل بيني، بروتوكول الإنترنت (IP)، تشغيل بيني للشبكة، بروتوكول مخطط بيانات المستعمل (UDP)، مستوي المستعمل، خدمات الصوت، تقاسم قنوات الصوت، الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VoIP).

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).

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 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 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 2
4 الاختصارات والأسماء المختصرة 3
5 اصطلاحات 4
6 تقاسم قنوات الصوت عبر شبكات بروتوكول الإنترنت (IP) 4
7 المتطلبات العامة 6
1.7 متطلبات مستوي المستعمل 6
2.7 جوانب مستوي الإدارة 6
3.7 جوانب إدارة العطب 7
4.7 جوانب إدارة الحركة 7
5.7 مراقبة قبول التوصيلات لوظيفة التشغيل البيني (IWF) 7
6.7 التحكم في الازدحام 7
8 اعتبارات تتعلق بالزمر الوظيفية للتشغيل البيني لشبكة تقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VToIP) 8
1.8 بروتوكول الإنترنت (IP) 8
2.8 بروتوكول مخطط بيانات المستعمل (UDP) 8
3.8 مؤشرات التشغيل البيني المشتركة 8
9 نسق الحمولة النافعة 10
10 نسق التغليف 10
11 تجميع تدفقات (VoIP) 13
12 اعتبارات أمنية 14

مقدمة

تحدد هذه التوصية الوظائف المطلوبة والإجراءات اللازمة لدعم خدمات الصوت الضيق النطاق على شبكات IP. تتضمن خدمات الصوت الضيق النطاق التدفقات السمعية الرقمية ونغمات متابعة نداء المهاتفة والفاكس، وعلى نحوٍ اختياري، بيانات بأسلوب الدارة. كما تُحدَد تفاصيل تغليف التدفقات السمعية المشفرة.

تقاسم قنوات الصوت على شبكات بروتوكول الإنترنت

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية الوظائف المطلوبة والإجراءات اللازمة لدعم خدمات الصوت الضيق النطاق على شبكات IP.

تتضمن خدمات الصوت الضيق النطاق التدفقات السمعية الرقمية ونغمات متابعة نداء المهاتفة والفاكس، وعلى نحوٍ اختياري، بيانات بأسلوب الدارة.

تحدد هذه التوصية تغليف البيانات السمعية الرقمية في رزم بروتوكول الإنترنت (IP). وتقع خوارزميات تشفير التدفقات السمعية خارج نطاق تطبيق هذه التوصية.

يحتمل ألا تكون هذه التوصية مناسبة للاستعمال من قبل وكالات التشغيل المعترف بها.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[1] ITU-T Recommendation Y.1411 (2003), *ATM-MPLS network interworking – Cell mode user plane interworking*.

[2] ITU-T Recommendation G.809 (2003), *Functional architecture of connectionless layer networks*.

[3] ITU-T Recommendation G.711 (1988), *Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies*.

[4] ITU-T Recommendation G.723.1 (1996), *Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s*.

[5] ITU-T Recommendation G.726 (1990), *40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)*.

[6] ITU-T Recommendation G.727 (1990), *5-, 4-, 3- and 2-bit/sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)*.

[7] ITU-T Recommendation G.729 (1996), *Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction (CS-ACELP)*.

[8] ETSI EN 301 703 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM) Adaptive Multi-Rate (AMR); Speech processing functions; General description (GSM 06.71 version 7.0.2 Release 1998)*.

[9] ITU-T Recommendation G.722 (1988), *7 kHz audio-coding within 64 kbit/s*.

[10] ITU-T Recommendation G.722.1 (2005), *Low-complexity coding at 24 and 32 kbit/s for hands-free operation in systems with low frame loss*.

[11] ITU-T Recommendation G.722.2 (2003), *Wideband coding of speech at around 16 kbit/s using Adaptive Multi-Rate Wideband (AMR-WB)*.

[12] ITU-T Recommendation G.711 Appendix I (1999), *A high quality low-complexity algorithm for packet loss concealment with G.711*.

[13] ITU-T Recommendation Q.23 (1988), *Technical features of push-button telephone sets*.

[14] ITU-T Recommendation Q.24 (1988), *Multifrequency push-button signal reception*.

[15] ITU-T Recommendation E.180/Q.35 (1998), *Technical characteristics of tones for the telephone service*.

[16] ITU-T Recommendation I.251.3 (1992), *Number identification supplementary services: Calling Line Identification Presentation*.

[17] ITU-T Recommendation Q.310-Q.332 (1988), *Specifications of Signalling System R1*.

[18] ITU-T Recommendation Q.400-Q.490 (1988), *Specifications of Signalling System R2*.

[19] ITU-T Recommendation Q.724 (1988), *Telephone user part signalling procedures*, plus Amendment 1 (1993).

[20] ITU-T Recommendation T.4 (2003), *Standardization of Group 3 facsimile terminals for document transmission*.

[21] ITU-T Recommendation T.30 (2005), *Procedures for document facsimile transmission in the general switched telephone network*.

[22] ITU-T Recommendation V.17 (1991), *A 2-wire modem for facsimile applications with rates up to 14 400 bit/s*.

[23] ITU-T Recommendation V.29 (1988), *9600 bits per second modem standardized for use on point-to-point 4-wire leased telephone-type circuits*.

[24] ITU-T Recommendation V.18 (2000), *Operational and interworking requirements for DCEs operating in the text telephone mode*.

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

[26] IETF RFC 3246 (2002), *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behaviour)*.

[27] IETF RFC 2210 (1997), *The Use of RSVP with IETF Integrated Services*.

[28] IETF RFC 2212 (1997), *Specification of Guaranteed Quality of Service*.

[29] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol*.

[30] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) specification*.

[31] IETF RFC 768 (1980), *User Datagram Protocol*.

[32] ITU-T Recommendation I.363.2 (2000), *B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 2 AAL*.

[33] ITU-T Recommendation I.366.2 (2000), *AAL type 2 service specific convergence sublayer for narrow-band services,* plus Corrigendum 1 (2002).

[34] ATM Forum specification af-vmoa-0145.001 (2003), *Loop Emulation Service Using AAL 2 Rev 1*.

[35] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.

[36] ITU-T Recommendation I.366.1 (1998), *Segmentation and Reassembly Service Specific Convergence Sublayer for the AAL type 2*.

[37] IETF RFC 2508 (1999), *Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links*..

[38] IETF RFC 2507 (1999), *IP Header Compression*.

[39] IETF RFC 3095 (2001), *Robust Header Compression (ROHC): Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed*.

[40] ITU-T Recommendation X.800 (1991), *Security architecture for Open Systems Interconnection for CCITT Applications*.

3 التعاريف

تستعمل هذه التوصية، أو تعرّف، المصطلحات التالية:

1.3 تشغيل بيني: انظر التوصية [1] ITU-T Y.1411.

2.3 وظيفة التشغيل البيني (IWF): انظر التوصية ITU-T Y.1411.

3.3 دخل وظيفة التشغيل البيني (IWF): النقطة التي تُغلّف عندها خدمات الصوت ضمن رزمة IP (اتجاه الصوت إلى IP).

4.3 خرج وظيفة التشغيل البيني (IWF): النقطة التي تغلف عندها خدمات الصوت من رزمة IP (اتجاه IP إلى الصوت).

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية الاختصارات والأسماء المختصرة التالية:

AAL2 طبقة تكييف أسلوب نقل غير متزامن ATM من النمط 2 (*ATM Adaptation Layer type 2*)

AMR تعدد المعدلات التكييفي (*Adaptive Multi-Rate*)

CAC مراقبة قبول التوصيلات (*Connection Admission Control*)

CAS تشوير مصاحب للقناة (*Channel Associated Signalling*)

CCS تشوير على قناة مشتركة (*Common Channel Signalling*)

CID معرّف القناة (*Channel Identifier*)

CLI تعرّف هوية خط الطالب (*Calling Line Identification*)

COT إشارة التحقق من الاستمرارية (*COnTinuity signal*)

CPS طبقة الجزء المشترك الفرعية (من طبقة تكييف أسلوب نقل غير متزامن) (*Common Part Sub-layer (for AAL)*)

CPT نغمة متابعة النداء (*Call Progress Tone*)

Diffserv خدمات مفاضلة (*Differentiated Services*)

DTMF إشارات متعددة الترددات بنغمة مزدوجة (*Dual Tone Multi-Frequency*)

EF PHB سلوك الإرسال المعجل لكل قفزة (*Expedited Forwarding Per Hop Behaviour*)

GS خدمة مضمونة (*Guaranteed Service*)

HEC مراقبة خطأ الرأسية (*Header Error Control*)

Intserv خدمات متكاملة (*Integrated Services*)

IP بروتوكول الإنترنت (*Internet Protocol*)

ISDN شبكة رقمية متكاملة الخدمات (*Integrated Services Digital Network*)

IWF وظيفة التشغيل البيني (*InterWorking Function*)

LES خدمة محاكاة العروة (*Loop Emulation Service*)

MTU وحدة النقل القصوى (*Maximum Transport Unit*)

OAM التشغيل والإدارة والصيانة (*Operation, Administration and Maintenance*)

PDU وحدة بيانات البروتوكول (*Protocol Data Unit*)

PLC حجب خسارة الرزمة (*Packet Loss Concealment*)

PSTN شبكة هاتفية عمومية تبديلية (*Public Switched Telephone Network*)

QoS نوعية الخدمة (*Quality of Service*)

RFC طلب تعليقات (*Request for Comments*)

ROA وكالة تشغيل معترف بها (*Recognized Operating Agency*)

ROHC ضغط الرأسية المتين (*Robust Header Compression*)

SSCS طبقة فرعية للتقارب الخاص بالخدمة (من طبقة تكييف أسلوب نقل غير متزامن) (*Service-Specific Convergence Sublayer (of AAL)*)

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

TFP نقطة تدفق الإنهاء (*Termination Flow Point*)

TTL زمن البقاء (*Time To Live*)

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

UUI معلومات من مستعمل إلى مستعمل (*User-to-User Information*)

VoDSL الصوت عبر خط المشترك الرقمي (*Voice over DSL*)

VoIP الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (*Voice over IP*)

VToIP تقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (*Voice Trunking over IP*)

5 اصطلاحات

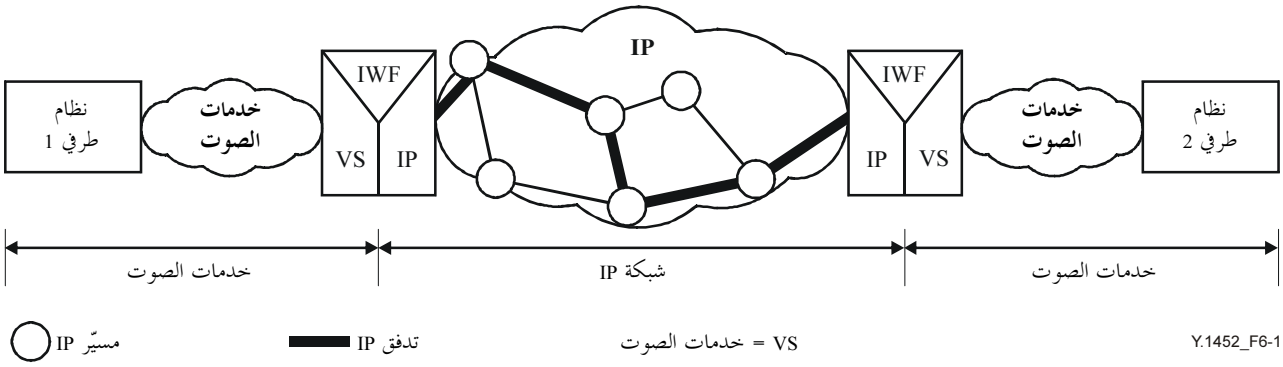
مصطلح خدمات الصوت في هذه التوصية، هو مرادف للخدمات الضيقة النطاق. وتشتمل هذه الخدمات على تردد من 8 kHz سمعي مرقمن (يحمل الصوت ونغمات المهاتفة والفاكس وإرسالات المودم وغيرها)؛ وقد يتضمن، على نحوٍ اختياري، تردد من 16 kHz سمعي مرقمن ("كلام نطاق عريض") وبيانات بمعدل 64 kbit/s.

تتناول هذه التوصية خدمات الصوت بصرف النظر عن السطح البيني المادي الذي تُقدم من خلاله. وتحديداً، يمكن أن يتألف هذا السطح البيني المادي من وصلة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM) تحمل قنوات متعددة لنوعية الصوت، أو وصلة IP تحمل تدفقات متعددة للصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VoIP). ويعين مصطلح "تقاسم قنوات الصوت" في هذه التوصية، إرسال قنوات صوت متعددة على نفس تدفق IP. أما "تقاسم قنوات VoIP" فيشير إلى الحالة الخاصة لنقل رزم VoIP متعددة باستخدام تدفق IP وحيد.

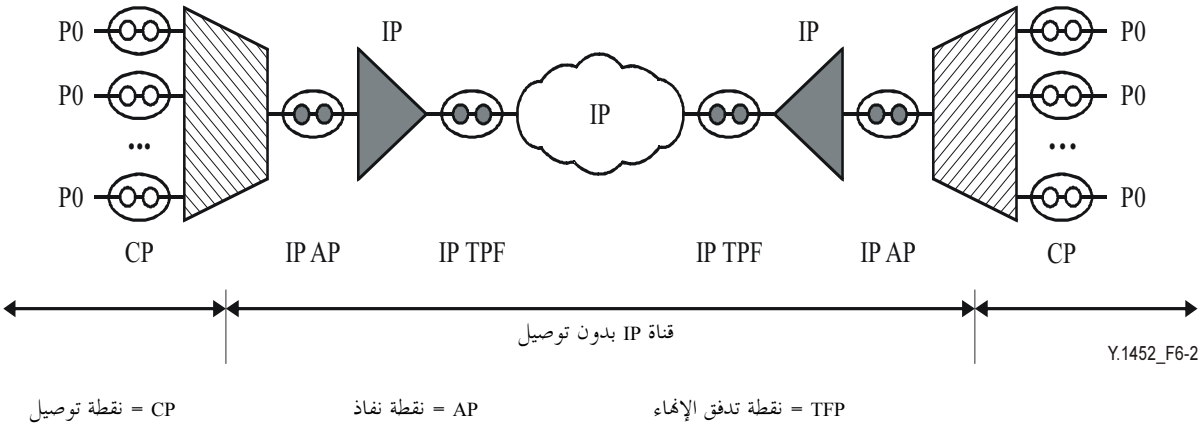
6 تقاسم قنوات الصوت عبر شبكات بروتوكول الإنترنت (IP)

تمثل الأشكال التالية المعمارية المرجعية لتقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت IP (VToIP). وينفذ العنصر الوظيفي الموصوف في هذه التوصية في وظائف التشغيل البيني IWF التي تستقبل قنوات صوت متعددة ناشئة عموماً من أنظمة TDM

طرفية أو من شبكة هاتفية عمومية تبديلية/شبكة رقمية متكاملة الخدمات (ISDN/PSTN) أو من توصيلات VoIP. تعدد وظائف التشغيل البيني (IWF) إرسال قنوات الصوت وتنقلها عبر شبكات IP. يصف الشكل 6-1 خدمات الصوت الآتية أو القاصدة إلى نظام TDM طرفي. تبين هذه الحالة نفسها في الشكل 6-2 باستخدام تقنيات مخططات التوصية G.809 [2]. بينما يصور الشكل 6-3 تقاسم قنوات VoIP.

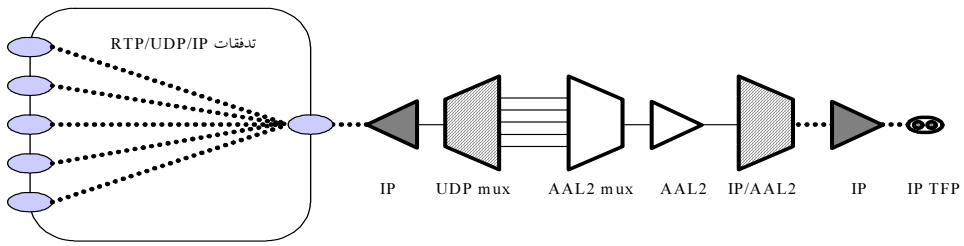


الشكل Y.1452/1-6 – معمارية مرجعية لتقاسم قنوات الصوت عبر IP



الشكل Y.1452/2-6 – معمارية وظيفية لتعدد إرسال قنوات P0 عبر شبكات IP

ملاحظة – يمثل الشكل 6-2 اتجاه واحد من طور صوت ثنائي الاتجاه.



الشكل Y.1452/3-6 – معمارية وظيفية لتعدد إرسال تدفقات VoIP عبر شبكات IP

7 المتطلبات العامة

1.7 متطلبات مستوي المستعمل

القدرات التالية ضرورية لنقل خدمات الصوت على مستوي المستعمل:

أ) القدرة على تغليف البيانات من قناة بنوعية مهاتفة في رزمة IP.

ب) القدرة على نقل الإشارة السمعية المشفرة بنوعية مهاتفة مشفرة بواسطة مشفرات مطابقة لتوصيات قطاع التقييس [3] G.711 و[4] G.723.1 و[5] G.726 و[6] G.727 و[7] G.729 أو لمشفرات تعدد المعدلات التكييفي [8] (AMR).

ج) القدرة الاختيارية على تغليف الكلام العريض النطاق.

د) القدرة الاختيارية على نقل الكلام العريض النطاق والمشفر حسب مشفرات توصيات قطاع تقييس الاتصالات [9] G.722 و[10] G.722.1 و[11] G.722.2.

هـ) القدرة على تغليف تدفقات VoIP متعددة ضمن رزمة IP واحدة.

و) القدرة على الكشف الموثوق لخسارة الرزمة بغية دعم حجب خسارة الرزمة (PLC) بواسطة خوارزميات PLC مناسبة كتلك الواردة في الملحق I بالتوصية [12] G.711.

ز) القدرة على نقل تشوير المشترك من قبيل تردد متعدد بنغمة مزدوجة (DTMF) وفقاً لتوصيتي قطاع تقييس الاتصالات [13] Q.23 و[14] Q.24 ونغمات متابعة النداء (CPT) وفقاً لتوصيتي قطاع تقييس الاتصالات [15] Q.35 وE.180 وتعرّف هوية خط الطالب (CLI) [16]، وذلك إما في التدفق السمعي أو بواسطة مرحّل مناسب.

ح) القدرة على نقل أنظمة التشوير بين المكاتب R1 وفقاً لتوصية قطاع تقييس الاتصالات [17] Q.310-332 وR2 وفقاً لتوصية قطاع تقييس الاتصالات [18] Q.400-490 وإشارة التحقق من الاستمرارية (COT) على النحو المحدد في توصية قطاع تقييس الاتصالات [19] Q.724، وذلك إما في التدفق السمعي أو بواسطة مرحّل مناسب.

ط) القدرة على حيازة بتات التشوير المصاحب للقناة (CAS) وتغليفها ونقلها.

ي) الدعم الاختياري لنقل بيانات القناة المحررة بمعدل 64 kbit/s، خاصةً من أجل التشوير على قناة مشتركة (CCS).

ك) القدرة على نقل فاكس يستند إلى معايير (توصيات قطاع تقييس الاتصالات [20] T.4 و[21] T.30 و[22] V.17 و[23] V.29) وعلى نقل نص بأسلوب الهاتف (توصية قطاع تقييس الاتصالات [24] V.18) وإشارات مودم بنوعية الصوت (مودمات السلسلة V)، وذلك إما في التدفق السمعي (عندما يسمح بذلك التزامن البعيد) أو بواسطة مرحّل مناسب.

ل) الدعم الاختياري للتشغيل البيني مع خدمات طبقة تكييف أسلوب نقل غير متزامن (AAL) من النمط 2، أي على وجه التحديد، الأنظمة الخلوية للاتصالات المتنقلة الدولية–2000 وخدمة محاكاة العروة LES والصوت عبر خط المشترك الرقمي (VoDSL).

م) القدرة على استغلال وحدة النقل القصوى (MTU) بالكامل.

2.7 جوانب مستوي الإدارة

العناصر التالية ضرورية لنقل خدمات الصوت:

أ) قيم منفذ المصدر والمقصد لبروتوكول مخطط بيانات المستعمل UDP في كلا الاتجاهين.

ب) نمط السطح البيني (تماثلي أو TDM أو VoIP).

ج) معلمات قناة الصوت (مثلاً عرض النطاق، مدة الرتل).

د) طريقة تشفير الإشارة السمعية (مثلاً التوصيات G.711، G.723.1، G.726، G.727، G.729، AMR، G.722، G.722.1، G722.2) والمعلمات المعتمدة على التشفير.

3.7 جوانب إدارة العطب

نظراً لأن فرادى قنوات الصوت لا تحمل مؤشرات العيوب، فلا توجد جوانب إدارة العطب.

4.7 جوانب إدارة الحركة

ينبغي أن يكون بوسع شبكة بروتوكول الإنترنت (IP) أن توفر نوعية الخدمة المطلوبة لجميع قنوات الصوت، وسيكون بوسعها تلبية متطلبات عرض النطاق المجمعة لكافة قنوات الصوت المنقولة.

إذا خولت شبكة IP بتقديم الخدمات التفاضلية وفقاً للوثيقة [25] RFC 2474، يُستعمل سلوك الإرسال المعجل لكل قفزة (EF PHB) وفقاً للوثيقة [26] RFC 3246 مع تكييف مناسب للحركة بغية تأمين خدمة بكمون منخفض وحد أدنى من الارتعاش. يُقترح أن تكون شبكة IP مفرطة الحجم بعض الشيء.

إذا خولت شبكة IP بتقديم الخدمات التفاضلية وفقاً للوثيقة [27] RFC 2210، تُستعمل الخدمة المضمونة (GS) وفقاً للوثيقة [28] RFC 2212 مع حجز عرض نطاق مناسب بغية تأمين عرض نطاق يساوي أو يتجاوز عرض نطاق حركة الصوت المجمعة.

ينبغي قياس التأخير المتوقع الذي تسببه الشبكة قبل تدفق الحركة لتقدير الكمون.

5.7 مراقبة قبول التوصيلات لوظيفة التشغيل البيني (IWF)

حينما يمكن ضمان عرض النطاق، ينبغي على وظيفة التشغيل البيني (IWF) أن تؤمن مراقبة قبول التوصيلات (CAC). وسيستند قرار القبول إلى عرض النطاق الكلي المتاح وإلى عرض النطاق المستخدم فعلاً وإلى عرض النطاق المطلوب. وعند توفر عرض النطاق الكافي يمكن الموافقة على الطلب. أما عندما يكون عرض النطاق غير كافٍ فسيُرفض طلب التوصيل.

6.7 التحكم في الازدحام

حين تزدحم الشبكة يكون الملاذ التقليدي إما تغيير مسير الخدمة تفادياً للوصلات المكتظة أو في سحب الخدمة. وكثيراً ما يكون الخيار الأول غير متاح نظراً لأن التحكم اللازم في شبكة IP التحتية ليس بمتناول مزود الخدمة. وعادةً ما يكون الخيار المتبقي، أي وقف الخدمة، بديلاً غير مقبول بالنسبة لتطبيقات تقاسم قنوات الصوت. ووقف الخدمة لن يؤثر على عدد كبير من المستعملين فحسب، لكن وقعه على المستعملين المعتادين على معدلات التيسر العالية سيلحق ضرراً بالغاً بصورة الخدمة (وبصورة مزود الخدمة).

في حالات كثيرة يمكن لتدفق خدمات الصوت أن يتعايش مع الحركة الأخرى، ويُعزى الازدحام فقط لحالات ذروة الحمولة المؤقتة.

باعتبار أن تقاسم قنوات الصوت يقترن عادةً بمعالجة إشارة من قبيل كبت الصمت وضغط الصوت، يمكن للشبكة الرئيسية أن تستهلك عرض نطاق أقل وبالتالي يخفض أثرها على التدفقات المجاورة. علاوةً على ذلك، وعند اكتشاف الازدحام ثمة خيارات عديدة متاحة للمحافظة على عرض النطاق تسمح بتخفيض الازدحام. ويمكن مثلاً تنشيط انضغاط الكلام أو اختيار انضغاط أكبر. وتسمح هذه الأساليب بزيادة تخفيض حالات سحب خدمة قنوات الصوت. ومن ثم يمكن للانضغاط الإضافي أن يكون محسوساً حقاً من جانب المستعمل، بيد أنه سيلاقي دون شك قبولاً أكبر بكثير من انقطاعات الخدمة. وما أن يتبدد الازدحام حتى يصبح بالإمكان استعادة خصائص محاكاة الخدمة الأصلية.

8 اعتبارات تتعلق بالزمر الوظيفية للتشغيل البيني لشبكة تقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VToIP)

يقدم الشكل 8-1 توضيحاً للزمر الوظيفية لتقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VToIP).

IP
UDP
مؤشرات التشغيل البيني المشتركة
الحمولة النافعة للتقاسم VToIP

الشكل Y.1452/1-8 – الزمر الوظيفية لتقاسم قنوات الصوت على بروتوكول الإنترنت (VToIP)

1.8 بروتوكول الإنترنت (IP)

هذا المجال هو الرأسية المعيارية للإصدار الرابع [29] أو الإصدار السادس [30] لبروتوكول الإنترنت (IP).

2.8 بروتوكول مخطط بيانات المستعمل (UDP)

تلزم طريقةٍ لتوسيم تدفقات تقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VToIP) نظراً للحاجة لنقل تدفقات متعددة بين عنواني IP. لا تتناول هذه التوصية سوى التشكيل اليدوي لهذا الوسم. يمكن وضع الوسم في مجال منفذ مصدر بروتوكول مخطط بيانات المستعمل UDP أو في مجال منفذ مقصد UDP وفقاً للوثيقة [31] RFC 768. وحينما يستعمل مجال منفذ المصدر، يمكن أن يشتمل مجال منفذ المقصد على معرف يشير إلى أن الرزمة تتضمن بيانات قنوات الصوت.

3.8 مؤشرات التشغيل البيني المشتركة

تتعلق وظائف مؤشرات التشغيل البيني المشتركة بتدفق التشغيل البيني، وهذه الوظائف مستقلة عن أي خدمة أو تغليف محددين. وبشكل عام، تتألف مؤشرات التشغيل البيني المشتركة من مجال تحكم ومجال طول ومجال رقم التتابع كما يصور الشكل 8-2.

بتة

1	2	3	4	5	6	7	8
تحكم							
طول							محجوز
رقم التتابع (أثمونان)							

ملاحظة – البتة 8 هي البتة الأكثر دلالة.

الشكل Y.1452/2-8 – مؤشرات التشغيل البيني المشتركة

1.3.8 مجال التحكم

يصور الشكل 8-3 نسق مجال التحكم.

بتة

1	2	3	4	5	6	7	8
محجوز			L	محجوز			

ملاحظة – البتة 8 هي البتة الأكثر دلالة.

الشكل Y.1452/3-8 – مجال التحكم

تُضبط المجالات المحجوزة عند القيمة صفر.

يوفر المجال L وسيلة للنقل الشفاف لمؤشرات العيوب بين وظائف التشغيل البيني (IWF) عندما تُشتق قنوات الصوت من سطح بيني لتعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM). ينبغي أن يكون استخدام هذه القنوات وفقاً لمبادئ التوصيات المناسبة من السلسلة G بشأن التشغيل والإدارة والصيانة (OAM).

L (عطل محلي): تشير البتة L عند ضبطها عند 1 أن وظيفة الدخل IWF قد اكتشف عيباً في بيانات الدخل أو أبلغت به. عند ضبط البتة L عند 1 قد لا تكون محتويات الرزمة ذات مغزى ويمكن كبت الحمولة النافعة بغية الحفاظ على عرض النطاق. وعند ضبط البتة L عند 1، ستوضع على 1 في حالة إصلاح العطل.

2.3.8 مجال الطول

عندما يشتمل مسير التدفق على وصلة إثرنت ينبغي أن يكون الحجم الأدنى للرزمة 64 أثمونة. وقد يتطلب هذا تنفيذ حشو على الحمولة النافعة لرزمة التشغيل البيني كي تبلغ الحجم الأدنى للرزمة. ويمكن تحديد حجم الحشو من مجال الطول بحيث يتسنى استخلاص الحشو عند نقطة الخرج.

يوفر مجال الطول بالأثمونات حجم الحمولة النافعة لرزمة IP وتتمثل قيمته بمجموع:

أ) حجم مؤشرات التشغيل البيني المشتركة؛ و

ب) حجم الحمولة النافعة.

ما لم يساو هذا المجموع 64 أثموناً أو يتجاوزه، وفي هذه الحالة سيضبط مجال الطول عند الصفر.

3.3.8 مجال رقم التتابع

مجال رقم التتابع هو مجال من أثمونين يسمح بكشف الرزم المفقودة والرزم المختلة الترتيب.

أما حيز رقم التتابع فهو مكان دائري غير موقّع حجمه 16 بتة يُضبط ويعالج كما هو معرّف أدناه.

1.3.3.8 ضبط أرقام التتابع

تنطبق الإجراءات التالية على وظيفة دخل IWF (اتجاه قناة صوت إلى IP):

- ينبغي ضبط رقم التتابع عند قيمة عشوائية بالنسبة لأول رزمة IP مرسلة على تدفق التشغيل البيني.
- يزاد رقم التتابع بمقدار 1 معامل 2^{16} من أجل كل رزمة IP لاحقة.

2.3.3.8 معالجة أرقام التتابع

الغرض من معالجة رقم التتابع هو كشف الرزم المفقودة والمختلة الترتيب. وينبغي إعادة ترتيب الرزم المختلة الترتيب إن أمكن ذلك. وآليات الكشف عن الرزمة مفقودة تخص التطبيق.

تنطبق الإجراءات التالية عند خرج IWF (اتجاه IP إلى قناة صوت):

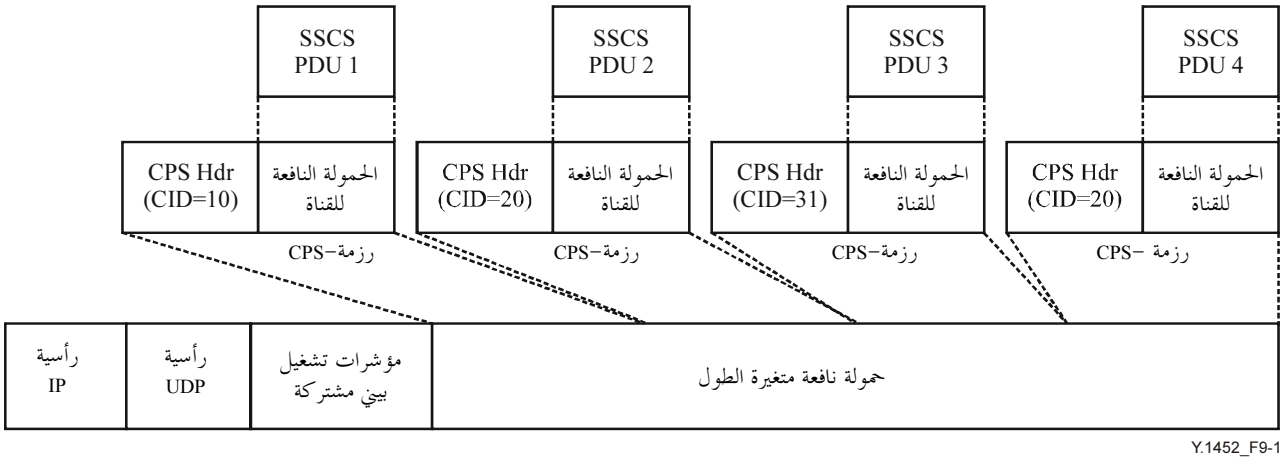
- يحافظ خرج IWF على رقم التتابع المتوقع.
- تعتبر الرزمة الأولى المستلمة من شبكة IP الرزمة المتوقعة دائماً، ويقارن رقم تتابعها برقم التتابع المتوقع.

إذا تساوى رقم التتابع مع الرقم المتوقع للتتابع أو تجاوزه (في اتجاه دوري)، فيضبط رقم التتابع المتوقع على العدد المستلم مُزاداً بمقدار 1 معامل 2^{16}، وإلا يبقى العدد المتوقع دون تغيير.

9 نسق الحمولة النافعة

تتألف الحمولات النافعة لتقاسم قنوات الصوت عبر IP من رزمة واحدة أو أكثر متغيرة الطول في الطبقة الفرعية للجزء المشترك من طبقة تكييف أسلوب نقل غير متزامن CPS ALL من النمط 2 على النحو الموصوف في توصية قطاع تقييس الاتصالات ITU-T I.363.2 [32]. تحتوي كل رزمة طبقة الجزء المشترك الفرعية (CPS) من النمط 2 على ثلاث بايتات من رأسية CPS وما بين 1 إلى 64 بايتة من الحمولة النافعة للقناة. إذا كان التشغيل البيني مع أنظمة AAL من النمط 2 على أسلوب نقل غير متزامن ATM [33] إلزامياً، يمكن أن يُحدَد حجم قناة الحمولة النافعة بأقل من 64 أثمونة (عموماً 45 أو 44 أثمونا). ويمكن بناء رزم IP بإدراج رزم CPS تقابل كل قنوات الصوت النشيطة وذلك بإضافة رزم CPS جاهزة في وقت معين أو بأي وسيلة أخرى.

يمكن لقناة الحمولة النافعة أن تتألف من أرتال صوت خام أو من رزم VoIP، ويرد وصف الأخيرة في الفقرة 11 أدناه.



الشكل Y.1452/1-9 – ترزيم رُزَم CPS ضمن رزمة IP

ستتألف كل رزمة IP من رأسية IP/UDP ومؤشرات تشغيل بيني مشتركة ورزمة CPS كاملة واحدة أو أكثر كما يبين الشكل 9-1. وتحدد وحدة النقل القصوى MTU في شبكة IP العدد الأقصى لرزم CPS لكل رزمة IP. ويمكن لرزمة IP واحدة أن تحوي أي تركيبة من رزم CPS من النمط 1 والنمط 3.

لا يستعمل مجال بدء رأسية CPS-PDU نظراً لعدم وجود رزم CPS جزئية.

يبلغ طول مجال معرّف القناة (CID) لرزمة CPS ثماني بتات. ولضمان الاتساق مع الجدول I.363.2/4، لا تستعمل القيمة 0 لمعرف القناة CID، كما تُحجز القيم 1-7 فيقتصر بذلك عدد التوصيلات AAL من النمط 2 على 248 توصيلة. إذا طلب التشغيل البيني مع الصوت عبر DSL (VoDSL)، عندئذٍ تستعمل القيم CID = 8 حتى CID = 15 لأغراض خاصة كما يرد في af-vmoa-0145.001 [34]. يمكن لقيمة CID نفسها أن تظهر مراتٍ عديدة ضمن رزمة IP. وسيتم الحفاظ على الترتيب عند حدوث ذلك.

10 نسق التغليف

يصور الشكل 10-1 البنية الكاملة لرزمة تقاسم قنوات الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VToIP).

الأثمونات	بتة							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	IHL				صيغة بروتوكول الإنترنت			
2	IP TOS							
4-3	الطول الكلي							
6-5	تعرف الهوية							
7	تخالف القطعة						أعلام	
8								
9	زمن البقاء (TTL)							
10	بروتوكول							
12-11	مجموع تدقيقي لرأسية IP							
16-13	عنوان IP للمصدر							
20-17	عنوان IP للمقصد							
22-21	رقم منفذ UDP المصدر							
24-23	رقم منفذ UDP المقصد							
26-25	طول UDP							
28-27	مجموع تدقيقي لبروتوكول UDP							
29	محجوز				L	محجوز		
30	طول							قطعة
32-31	رقم التتابع							
n-33	حمولة نافعة مكيفة							

ملاحظة – البتة 8 هي البتة الأكثر دلالة.

الشكل Y.1452/1-10 – نسق التغليف

الأثمونات العشرون الأولى هي رأسية IP، في حين أن الأثمونات من 21 حتى 28 هي رأسية UDP. أما الأثمونات من 29 حتى 32 فهي مؤشرات التشغيل البيني المشتركة.

صيغة بروتوكول الإنترنت (IP)، الأثمون 1، البتات من 8 إلى 5

يبين رقم صيغة IP، مثلاً IPv4 يعني صيغة IP الرابعة.

IHL، الأثمون 1، البتات من 4 إلى 1

يبين طول رأسية IP (بكلمات من 32 بتة)، IHL = 5.

IP TOS، الأثمون 2

يبين نمط خدمة IP.

الطول الكلي، الأثمونين 3 و4

يبين طول الرأسية وحمولة IP النافعة (بالأثمونات).

تعرف هوية، الأثمونين 5 و6

يبين مجال تعرف هوية تجزئة IP وفقاً للوثيقة RFC 791 [29].

الأعلام، الأثمون 7، البتات من 8 إلى 6

يبين أعلام تحكم IP، وتحصل على القيمة 010 تلافياً للتجزئة.

تَخَالُف القطعة، الأثمون 7، البتات من 5 إلى 1 والأثمون 8

يبين مكان القطعة في مخطط البيانات. لا يستعمل هذا المجال في هذه التوصية.

زمن البقاء، الأثمون 9

يبين مجال زمن بقاء بروتوكول الإنترنت (IP TTL). يتم تجاهل مخططات البيانات التي يبلغ مجالها صفر.

بروتوكول، الأثمون 10

يبين نمط البروتوكول وسيضبط عند 0×11 (أي 11 ست عشري) للدلالة على UDP.

مجموع تدقيقي لرأسية IP، الأثمونين 11 و12

يبين المجموع التدقيقي لرأسية IP.

عنوان مصدر IP، الأثمونات من 13 إلى 16

يبين عنوان مصدر IP.

عنوان مقصد IP، الأثمونات من 17 إلى 20

يبين عنوان مقصد IP.

رقم منفذ المصدر، الأثمونين 21 و22، و

رقم منفذ المقصد، الأثمونين 23 و24

يمكن استخدام أياً من هذين المجالين للتعريف فقط بمصدر التدفق قيد النقل. وسوف يُشكل تدفق UDP يدوياً.

عند استخدام منفذ المصدر لتعريف قنوات الصوت، يمكن استخدام رقم منفذ المقصد لتعريف رزمة UDP باعتبارها مطابقة لهذه التوصية.

أما عند استخدامه كمعرّف تدفق، فسيتم اختيار رقم منفذ UDP من سلسلة من أرقام منافذ موزعة دينامياً (من 49152 إلى 65535).

يعتمد استخدام الخيار بين مجال منفذ المصدر أو مجال منفذ المقصد كمعرّف تدفق على نمط التطبيق، لكن ينبغي الموافقة عليه بوظيفتي دخل وخرج IWF.

طول UDP، الأثمونين 25 و26

يبين الطول بالأثمونات لرأسية UDP والحمولة النافعة المكيفة.

مجموع تدقيقي لبروتوكول UDP، الأثمونين 27 و28

يبين المجموع التدقيقي لرأسية IP/UDP والحمولة النافعة المكيفة. وإذا لم يحسب يضبط على الصفر.

محجوز، الأثمون 29، البتات من 8 إلى 5 والبتات من 3 إلى 1

يبين المجالين المحجوزين، ويحصل كل منهما على القيمة صفر.

L، الأثمون 29، البتة 4

انظر الفقرة 1.3.8.

FRAG، الأثمون 30، البتتين 8 و7

يبين التجزئة ويضبط عند "00" ليبين عدم وجود تجزئة.

طول، الأثمون 30، البتات من 6 إلى 1

انظر الفقرة 2.3.8.

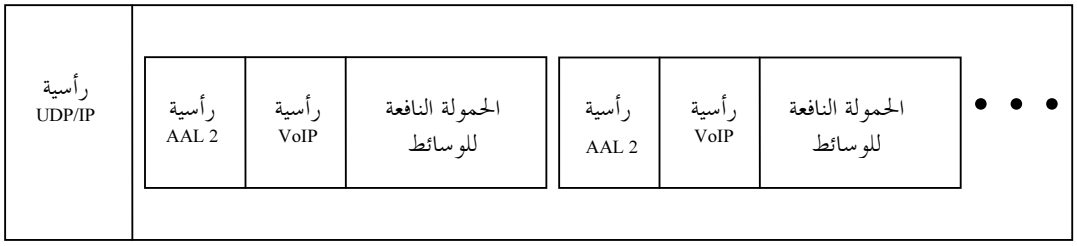
رقم التتابع، الأثمونين 31 و32

انظر الفقرة 3.3.8.

11 تجميع تدفقات VoIP

تتطلب بعض التطبيقات نقل تدفقات VoIP متعددة من نقطة إلى نقطة. يُحمل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت (VoIP) باستخدام بروتوكول النقل في الوقت الفعلي (RTP) وفقاً للوثيقة [35] RFC 3550. إن إرسال تدفقات VoIP تقليدية متعددة على التوازي يفتقر إلى الفعالية إلى حد بعيد، إذ إن رأسية البروتوكولات IP/UDP/RTP يمكن أن تتجاوز قدرة الحمولة النافعة للصوت. في حين أن دمج الحمولات النافعة المتعاقبة لمختلف القنوات في رزمة واحدة ينطوي على كمون إضافي نظراً لتعذر عمل مخططات ضغط رأسية IP عبر شبكات IP في هذه الحالة.

على نحو مشابه لتطبيقات تقاسم قنوات الصوت المعيارية، يمكن دمج محتويات تدفقات VoIP ضمن رزمة واحدة مستتبعين بذلك بتات خدمة لرأسية واحدة من أجل عدد كبير من القنوات. انظر الشكل 11-1.



الشكل Y.1452/1-11 – نسق تغليف لتقاسم الصوت على شبكات بروتوكول الإنترنت (VoIP)

في بعض الحالات (مثلاً 10 ms من الصوت غير المضغوط على النحو الوارد في التوصية G.711) يمكن أن يتجاوز حجم رأسية VoIP فضلاً عن الحمولة النافعة لوسائط الحجم الأقصى لرزمة CPS البالغ 64 أثموناً. في هذه الحالة يستخدم مجال معلومات المستعمل إلى المستعمل UUI في رأسية AAL2 للإشارة إلى التجزئة على النحو المشار إليه في توصية قطاع تقييس الاتصالات [36] I.366.1.

يمكن أيضاً استخدام آليات الرأسية المضغوطة حرصاً على زيادة المحافظة على عرض النطاق. ويتطلب بروتوكول النقل في الوقت الفعلي RTP المضغوط والموصوف في الوثيقة [37] RFC 2508 طبقة وصلة قادرة على تأمين دلالة على أربعة أنساق رزم خاصة فضلاً عن نسقي IPv4 وIPv6. والأساليب الأخرى لضغط الرأسية من قبيل ضغط رأسية IP الموصوف في الوثيقة [38] RFC 2507 وضغط الرأسية المتين (ROHC) الموصوف في الوثيقة [39] RFC 3095 تسمح بتوسيع هذا الأسلوب ليغطي أنماط أخرى من رزم IP، لكنها تستلزم تمييزاً إضافياً. تُنقل هذه المؤشرات عبر مجال UUI في رأسية CPS ALL من النمط 2 وفقاً للجدول 11-1. والقيم الأخرى غير المدرجة في القائمة محجوزة.

الجدول Y.1452/1-11 – استعمال مجال UUI لتوزيع قنوات VoIP

قيمة UUI	المعنى
0	بلا رأسية – حمولة نافعة صافية لقناة صوتية، رزمة نهائية
1	رأسية غير مضغوطة، رزمة نهائية
2	RFC 2507 بروتوكول تحكم بالإرسال TCP مضغوط
3	TCP_NODELTA RFC 2507 مضغوط
4	NON_TCP RFC 2507 مضغوط
5	RTP RFC 2508 مع CID من 8 بتات
6	RTP RFC 2508 مع CID من 16 بتة
7	UDP RFC 2508 مع CID من 8 بتات
8	RFC 2508 مع CID من 16 بتة
9	RFC 2507/2508 رزمة حالة السياق
10	RFC 3095 ضغط ROHC
27	رزمة غير مطرافية

ملاحظة – رغم أن بعض بروتوكولات الرأسية المضغوطة لها مجالات CID خاصة بها (8 بتات أو 16 بتة)، فلا ينبغي الخلط بينها وبين CID AAL من النمط 2 ذي 8 بتات.

12 اعتبارات أمنية

لا تطالب هذه التوصية بالاستناد إلى أي من خدمات الأمن المحددة في توصية قطاع تقييس الاتصالات [40] ITU-T X.800.

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 وتعدد 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