**التوصيـة ITU-R  BT.1887  
(2011/03)**

**نقل رزم بروتوكول الإنترنت   
في قطار النقل MPEG-2 في  
الإذاعة المتعددة الوسائط**

**السلسلة BT**

**الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)**

**تمهيـد**

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU‑T/ITU‑R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

|  |  |
| --- | --- |
| **سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية**  (يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>) | |
| **السلسلة** | **العنـوان** |
| **BO** البث الساتلي | |
| **BR** التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية | |
| **BS** الخدمة الإذاعية (الصوتية) | |
| **BT الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)** | |
| **F** الخدمة الثابتة | |
| **M** الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة | |
| **P** انتشار الموجات الراديوية | |
| **RA** علم الفلك الراديوي | |
| **RS** أنظمة الاستشعار عن بعد | |
| **S** الخدمة الثابتة الساتلية | |
| **SA** التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | |
| **SF** تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | |
| **SM** إدارة الطيف | |
| **SNG** التجميع الساتلي للأخبار | |
| **TF** إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | |
| **V** المفردات والمواضيع ذات الصلة | |

|  |
| --- |
| ***ملاحظة****: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.* |

*النشر الإلكتروني*جنيف، 2011

© ITU 2011

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من  
الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصيـة ITU-R  BT.1887

**نقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطار النقل MPEG-2  
في الإذاعة المتعددة الوسائط**

)المسألة (ITU-R 45-2/6

(2011)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية عملية نقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطارات النقل MPEG-2 في الإذاعة المتعددة الوسائط. وتُطرح المواصفات الخاصة بأساليب التغليف وأساليب ضغط رأسية بروتوكول الإنترنت.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ ) أنه يمكن تقديم أنواع مختلفة من الإشارات للخدمات المتعددة الوسائط في الإذاعة الرقمية؛

ب) أن التوصية ITU-T H.222.0 (أنظمة MPEG-2) قد اعتمدت كطرائق لنقل الخدمة وتعدد إرسال الخدمة في معظم أنظمة الإذاعة الرقمية؛

ج) أن رزم بروتوكول الإنترنت أصبحت طريقة أخرى لنقل أنواع مختلفة من الإشارات مع تزايد نمو شبكات الاتصالات القائمة على بروتوكول الإنترنت؛

د ) أن هناك طلباً متنامياً لمواءمة الخدمات الإذاعية مع خدمات الاتصالات؛

ﻫ ) أن الأنظمة الإذاعة الرقمية الحالية التي لا تدعم سوى قطار نقل MPEG-2 بوصفه النسق الخاص بها لقطار النقل، يستحسن أن يكون لديها القدرة على نقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطار نقل MPEG-2؛

و ) أن من المستحسن تحديد عدد مخططات التغليف المختلفة في مختلف الأنظمة الإذاعية،

توصـي

**1** بأنه ينبغي استخدام مخططات التغليف المبينة في الملحق 1 لأغراض نقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطارات نقل MPEG-2 في الإذاعة المتعددة الوسائط؛

**2** بأن الامتثال لهذه التوصية طوعي. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً)، ويتحقق الامتثال للتوصية عند الوفاء بجميع هذه الأحكام الإلزامية. وتستخدم صيغة المضارع وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة. ولا يعني استعمال هذه الصيغ مطلقاً أن الامتثال الجزئي أو الكلي لهذه التوصية إلزامي.

الملحق 1

نقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطار النقل MPEG-2  
في الإذاعة المتعددة الوسائط

المراجع

المراجع المعيارية

[1] التوصية ITU-T H.222.0 (2006) - تكنولوجيا المعلومات ‑ التشفير العام لمعلومات الصور المتحركة والأصوات المصاحبة: الأنظمة.

[2] المعيار ISO/IEC 13818-6 (1998)، تكنولوجيا المعلومات - التشفير العام لمعلومات الصور المتحركة والأصوات الصاخبة: الجزء 6: تمديدات لوسائط التخزين الرقمية DSM-CC.

[3] التوصية ITU-R BT.1869 (2010) - مخطط تعدد الإرسال لرزم متغيرةالأطوال في أنظمة الإذاعة الرقمية متعددة الوسائط.

[4] المعيار ETF RFC 3095 (يوليو 2001): ضغط جيد للرأسية (ROHC): إطار عام وأربع سمات: RTP وUDP وESP وبدون انضغاط.

يمكن الاطلاع على هذا المعيار IETF على العنوان الإلكتروني التالي: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3095.txt>

[5] المعيار IETF RFC 4326 (ديسمبر 2005)*:* التغليف البسيط أحادي الاتجاه (ULE) لإرسال مخططات بيانات بروتوكول الإنترنت على قطار نقل MPEG-2.

يمكن الاطلاع على هذا المعيار IETF على العنوان الإلكتروني التالي: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4326.txt>

[6] المعيار ATSC Doc. A/90 (يوليو 2000): معيار إذاعة البيانات *ATSC*.

[7] المعيار ATSC Doc. A/92 (يناير 2002):المعيار ATSC: نقل دورات البث المتعدد IP عبر إذاعة البيانات ATSC.

[8] المعيار ETSI EN 301 192 v 1.5.1 (2011-2009): الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB)، مواصفة الإذاعة DVB من أجل إذاعة البيانات.

[9] المعيار IETF RFC 791 (سبتمبر 1981): بروتوكول الإنترنت.

يمكن الاطلاع على المعيار IETF على العنوان الإلكتروني التالي: <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>.

[10] المعيار ITEF RFC 791 (ديسمبر 1998): بروتوكول الإنترنت مواصفة الإصدار السادس (IPv6).

ويمكن الاطلاع على المعيار IETF على العنوان الإلكتروني التالي: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>.

[11] المعيار ISO/IEC 8802-2 (1998): تكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - شبكات المناطق المحلية والمناطق الحضرية - متطلبات محددة - الجزء 2: التحكم في الوصلة المنطقية.

[12] المعيار ISO/IEC TR 8802-1 (2001): تكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - شبكات المناطق المحلية والمناطق الحضرية - متطلبات محددة - الجزء 1: نظرة عامة على معايير الشبكات المحلية.

[13] التوصية ITU-T J.122 (2007) - أنظمة الإرسال من الجيل الثاني لخدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي - المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت.

[14] التوصية ITU-T J.222.2 (2007) - أنظمة الإرسال من الجيل الثالث لخدمات التلفزيون الكبلي التفاعلي - المودمات الكبلية لبروتوكول الإنترنت: بروتوكولات MAC والطبقة العليا.

الاختصارات

ATSC لجنة أنظمة التلفزيون المتطورة في الولايات المتحدة الأمريكية (*Advanced Television Systems Committee*)

CRC التحقق من الإطناب الدوري (*Cyclic Redundancy Check*)

DSM‑CC أوامر التحكم لوسائط التخزين الرقمي (*Digital Storage Media-Command and Control*)

DVB الإذاعة الفيديوية الرقمية (*Digital Video Broadcast*)

ESP حمولة أمن التغليف (*Encapsulating Security Payload*)

ETSI المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (*European Telecommunications Standards Institute*)

HCfB ضغط الرأسية من أجل الإذاعة (*Header Compression for Broadcasting*)

IEC اللجنة الكهرتقنية الدولية (*International Electrotechnical Commission*)

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

IP بروتوكول الإنترنت (*Internet Protocol*)

ISO منظمة التقييس الدولية (*International Organization for Standardization*)

LLC التحكم في الوصلة المنطقية (*Logical Link Control)*

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

MPE التغليف متعدد البروتوكولات (*Multi-Protocol Encapsulation*)

MPEG فريق خبراء الصور المتحركة (*Moving Pictures Experts Group*)

PDU وحدة بيانات البروتوكول (*Protocol Data Unit*)

PES قطار أحادي البيانات بالرزم (*Packetized Elementary Stream*)

RFC طلب التقدم بتعليقات (معيار فريق مهام هندسة الإنترنت ) *Request For Comment (IETF standard)*

ROHC الضغط الجيد للرأسية (*Robust Header Compression*)

RTP بروتوكول نقل البيانات في الزمن الحقيقي (*Real-time Transport Protocol*)

SNAP نقطة ربط شبكة فرعية (*SubNetwork Attachment Point*)

SNDU وحدة بيانات شبكة فرعية (*SubNetwork Data Unit*)

TS قطار نقل (*Transport Stream)*

UDP بروتوكول داتاغرام المستعمل (*User Datagram Protocol*)

ULE التغليف البسيط أحادي الاتجاه (*Unidirectional Lightweight Encapsulation*)

# 1 مقدمة

يستخدم العديد من أنظمة الإذاعة الرقمية المنشورة حالياً قطار النقل [1] MPEG-2 باعتباره نسقه الخاص لقطار الدخل. وهناك إجراءان يمكن اتخاذهما لنقل رزم بروتوكول الإنترنت في قطار النقل MPEG-2 في مثل هذه الأنظمة الإذاعية: أحدهما هو التغليف في قطار منفصل لقطار نقل MPEG-2، كما يرد بيانه في الشكل 1، والآخر هو التغليف في قسم لقطار نقل MPEG-2، على النحو الوارد تفصيله في الشكل 2.

ونظراً لأن المعلومات الخاصة برأسية بروتوكول الإنترنت ليست ضرورية عبر القنوات الإذاعية، فمن الممكن ضغطها قبل التغليف، الأمر الذي يؤدي إلى رفع كفاءة النقل.

الشـكل 1

مجموعة بروتوكولات تغليف رزمة بروتوكول الإنترنت   
في قطار منفصل لقطار نقل MPEG-2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| الإذاعة المتعددة الوسائط | | | | |
| البيانات الفيديوية والسمعية | رزمة بروتوكول الإنترنت | | | البيانات والتحكم |
|  | ضغط رأسية بروتوكول الإنترنت | |
| قطار أحادي البيانات بالرزم | بيانات خاصة | | |
| قطار | | | القسم | |
| قطار نقل MPEG‑2 | | | | |
| تشفير القناة وتشكيلها | | | | |
| الطبقة المادية (للأرض/ساتلية) | | | | |

BT.1887-01

الشـكل 2

مجموعة بروتوكولات تغليف رزم بروتوكول الإنترنت في قسم من قطار النقل MPEG-2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| الإذاعة المتعددة الوسائط | | | |
| الفيديوية والسمعية | البيانات والتحكم | رزمة بروتوكول الإنترنت | |
| قطار أحادي البيانات بالرزم | ضغط رأسية بروتوكول الإنترنت |  |
| قطار | | قسم | |
| قطار نقل MPEG‑2 | | | |
| تشفير القناة وتشكيلها | | | |
| الطبقة المادية (للأرض/ساتلية) | | | |

BT.1887-02

# 2 أساليب تغليف رزم بروتوكول الإنترنت في قطار نقل MPEF-2

## 1.2 تغليف رزم بروتوكول الإنترنت في قطار منفصل لقطار النقل MPEG-2

يمثل التغليف البسيط الأحادي الاتجاه المحدد في معيار فريق مهام هندسة الإنترنت IETF RFC 4326 [5] أسلوباً لتغليف رزم بروتوكول الإنترنت وغيره من رزم بروتوكولات الشبكات الأخرى عبر قطار النقل MPEG-2 باعتبارها بيانات خاصة.

ويطلق على الرزمة المنقولة على غرار رزمة بروتوكول الإنترنت اسم وحدة بيانات البروتوكول (PDU). وتُغلف كل وحدة منها في وحدة بيانات شبكة فرعية عن طريق إضافة رأسية تغليف وذيل دليلي للتحقق من سلامة الوحدة. ويشير الجدول 1 إلى قواعد تركيب وحدة بيانات الشبكة الفرعية. وتُجزّأ الوحدة SNDU إلى سلسلة تضم رزمة أو أكثر من رزم قطار النقل MPEG-2.

الجـدول 1

قواعد تركيب وحدة بيانات شبكة فرعية (SNDU)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| قواعد التركيب | عدد البتات | مختصر تذكيري |
| SNDU { |  |  |
| destination\_address\_absent\_flag | 1 | bslbf |
| length | 15 | uimsbf |
| type | 16 | uimsbf |
| if( destination\_address\_absent\_flag==“0”) |  |  |
| destination\_address | 48 | uimsbf |
| if( type==0x0800 ) |  |  |
| IPv4\_packet () |  |  |
| else if ( type==0x86DD ) |  |  |
| IPv6\_packet () |  |  |
| else if (type==[T.B.D] ) |  |  |
| compressed\_ip\_packet () |  |  |
| else if (type==[T.B.D] ) |  |  |
| compressed\_ip\_packet\_ROHC () |  |  |
| CRC\_32 | 32 | rpchof |
| } |  |  |

**destination\_address\_absent\_flag** - يشير هذا العلم إلى غياب الحقل "destination\_address". وتشير القيمة "0" إلى وجود هذا الحقل. فيما تشير القيمة "1" إلى عدم وجود حقل من هذه الحقول.

**length** - يبين هذا الحقل طول وحدة بيانات الشبكة الفرعية، بالبايتات، والذي يتم احتسابه من البايت من بعد حقل النوع حتى الحقل CRC\_32 ضمناً.

**type** - يشير هذا الحقل إلى نوع الحمولة النافعة المحمولة في وحدة بيانات شبكة فرعية، أو وجود رأسية تالية.

**destination\_address** - يحدد هذا الحقل المُستقبل (أو المُستقبلات) الذي يقوم (تقوم) بمعالجة وحدات بيانات الشبكة الفرعية التي يتم استقبالها.

**IPv4\_packet ()**- يبين هذا الحقل رزمة الإصدار IPv4، التي لها رأسية IPv4 على النحو المعرف في المعيار RFC 791 [1].

**IPv6\_packet ()** - يبين هذا الحقل رزمة الإصدار IPv6، التي لها رأسية IPv6 على النحو المعرف في المعيار RFC 2460 [2].

**compressed\_ip\_packet ()** - يبين هذا الحقل رزمة بروتوكول إنترنت ذات رأسيات مضغوطة يرد عرضها في الفقرة 1.3 من هذه التوصية والفقرة 4 من التوصية ITU-R B.T1869.

**compressed\_ip\_packet\_ROHC ()**- يبين هذا الحقل رزمة بروتوكول إنترنت ذات رأسيات مضغوطة باستخدام أسلوب الضغط الجيد للرأسية (ROHC) [4] كما يرد بيانه في الفقرة 2.3 من هذه التوصية.

**CRC\_32 -** يتوافق هذا الحقل مع التوصية ITU-T H.222.0.

تخصّص وحدات بيانات الشبكة الفرعية في سلسلة من الحمولات النافعة لرزم قطار النقل. وثمة إجراءان متبعان في عملية التخصيص، وهما الملء والتكديس. وترد استعراضات عامة لإجراءات الحشو والتكديس في الشكلين 3 و4 على التوالي. وإجراء التكديس اختياري ويمكن أن يتحدد على أساس الدورة أو على أساس وحدة البيانات (SNDU).

وبالنسبة إلى إجراء الحشو، فبعد أن تُغلف وحدة واحدة من وحدات بيانات الشبكة الفرعية في سلسلة لرزم قطار النقل MPEG-2، لا يتم تغليف وحدة أخرى بعدها مباشرة حتى وإن وُجد حيز في رزمة قطار نقل مملوءة جزئياً. ويؤدي هذا الإجراء إلى تحسين الكمون على حساب نقص الكفاءة.

الشـكل 3

تغليف وحدات بيانات شبكات فرعية في رزم قطار نقل MPEG-2 باستخدام إجراء الحشو

1887-03

وحدة بيانات شبكة فرعية

PP\*: مؤشر الحمولة



Payload

Payload

Payload

TSP

hdr

TSP

hdr

TSP

hdr

TSP

hdr

Payload

TSP

hdr

الحشو

رزم قطار النقل MPEG-2

PP

TSP\*: رأسية رزمة قطار النقل

أما في إجراء التكديس، على الجانب الآخر، فعندما يكون هناك عدد أكبر من وحدات البيانات (SNDU) في انتظار النقل، مع وجود فراغ في الحمولة النافعة لرزمة قطار النقل MPEG-2، يتم نقل وحدة البيانات التي غلفت سلفاً متبوعة بوحدة بيانات أخرى باستخدام البايتة التالية المتاحة في الحمولة النافعة لرزمة قطار النقل.

الشـكل 4

تغليف وحدة بيانات شبكة خارجية داخل رزم قطارات نقل MPEG-2 باستخدام إجراء التكديس

1887-04

Payload

وحدة بيانات شبكة فرعية

Payload

TSP

hdr

PP

Payload

TSP

hdr

Payload

TSP

hdr

PP

Payload

TSP

hdr

TSP

hdr

وحدة بيانات شبكة فرعية

رزم قطار النقل MPEG-2

TSP\*: رأسية رزمة قطار النقل

PP\*: مؤشر الحمولة

## 2.2 تغليف رزم بروتوكول الإنترنت في قسم من قطار نقل MPEG-2

يمكن استخدام المخططين التاليين لتغليف رزم بروتوكول الإنترنت في قسم من قطار نقل MPEG-2.

### 1.2.2 التغليف متعدد البروتوكولات [6]؛ [7]

تُغلف رزمة بروتوكول إنترنت في قسم DSM-CC قابل للتوجيه. ويورد الجدول 2 قواعد التركيب لهذا القسم. ويحدد في التوصية ITU‑T H.220.0 تقابل القسم مع رزم قطار النقل MPEG-2.

الجـدول 2

قواعد تركيب القسم DSM-CC القابل للتوجيه

| قواعد التركيب | عدد البتات | مختصر تذكيري |
| --- | --- | --- |
| DSMCC\_addressable\_section () { |  |  |
| table\_id | 8 | uimsbf |
| section\_syntax\_indicator | 1 | bslbf |
| error\_detection\_type | 1 | bslbf |
| reserved | 2 | bslbf |
| section\_length | 12 | uimsbf |
| deviceID[7...0] | 8 | uimsbf |
| deviceID[15...8] | 8 | uimsbf |
| reserved | 2 | bslbf |
| payload\_scrambling\_control | 2 | bslbf |
| address\_scrambling\_control | 2 | bslbf |
| LLC\_SNAP\_flag | 1 | bslbf |
| current\_next\_indicator | 1 | bslbf |
| section\_number | 8 | uimsbf |
| last\_section\_number | 8 | uimsbf |
| deviceID[23...16] | 8 | uimsbf |
| deviceID[31...24] | 8 | uimsbf |
| deviceID[39...32] | 8 | uimsbf |
| deviceID[47...40] | 8 | uimsbf |
| if (LLC\_SNAP\_flag==“1”) { |  |  |
| LLC\_SNAP() |  |  |
| } else { |  |  |
| for (j=0; j<N; j++) { |  |  |
| IPv4\_packet ( ) |  |  |
| } |  |  |
| } |  |  |
| if(section\_number == last\_section\_number) { |  |  |
| for(j=0; j<N; j++) { |  |  |
| stuffing\_byte | 8 | bslbf |
| } |  |  |
| } |  |  |
| if (error\_detection\_type==“1”) { |  |  |
| checksum | 32 | uimsbf |
| } else { |  |  |
| CRC\_32 | 32 | rpchof |
| } |  |  |
| } |  |  |

**table\_id -** يبين هذا الحقل نوع قسم DSM-CC الذي ينتمي إليه القسم. ويضبط على القيمة "0x3F" في حالة القسم DSM-CC القابل للتوجيه.

**section\_syntax\_indicator -** هو علم مكون من بتة واحدة. فعندما يضبط على القيمة "1"، يشير إلى وجود الحقل CRC\_32. وعندما يضبط على القيمة "0، يشير إلى وجود حقل المجموع التدقيقي.

**error\_detection\_type -** علم مكون من بتة واحدة. وعندما يضبط على القيمة "1"، يشير إلى وجود حقل المجموع التدقيقي. وعندما يضبط على القيمة "0"، يشير إلى وجود الحقل CRC\_32.

**reserved -** يُضبط هذا الحقل المكون من بتتين على القيمة "11".

**section\_length -** يحدد هذا الحقل عدد البايتات المتبقية في القسم التي تأتي مباشرة بعد الحقل section\_length حتى نهاية القسم بما في ذلك حقل المجموع التدقيقي أو الحقل CRC\_32.

**deviceId -** يحدد هذا الحقل المكون من 48 بتة جهاز الاستقبال المستهدف. ويعاد إنشاء حقل deviceId من التسلسل الترتيبي للحقول deviceId[47...40]، وdeviceId[39...32]، وdeviceId[31...24]، وdeviceId[23...16]، وdeviceId[15...8]، وdeviceId[7...0]، التي تمثل البتات أرقام من 47 إلى 40، والبتات من 39 إلى 32، والبتات من 31 إلى 24، والبتات من 23 إلى 16 والبتات من 15 إلى 8، والبتات من 7 إلى صفر على التوالي.

**payload\_scrambling\_control -** يحدد هذا الحقل أسلوب التخليط للحمولة النافعة. ويشمل ذلك الحمولة النافعة التي تبدأ بعد البايتة deviceId[47...40] ويستبعد المجموع التدقيقي أو الحقل CRC\_32.

**address\_scrambling\_control -** يحدد هذا الحقل أسلوب التخليط للحقل deviceId.

**LLC\_SNAP\_flag -** علم من بتة واحدة. فإذا ضُبط هذا العلم على القيمة "1"، تقوم الحمولة بنقل وحدة داتاغرام LLC/SNAP مغلفة بعد الحقل deviceId[47-40]. وتشير البنية LLC/SNAP إلى نوع الرزمة المنقولة. وإذا تم ضبط هذا العلم على القيمة "0"، يكون القسم محتوياً على رزمة للإصدار IPv4 دون تغليف LLC/SNAP.

**current\_next\_indicator -** علم مكون من بتة واحدة. فإذا كانت قيمة الحقل table\_id تتراوح بين 0x3A و0x3A، تُضبط هذه البتة على القيمة "1". وخلاف ذلك يقوم المستعمل بتحديد قيمة هذا الحقل واستخدامه.

**section\_number -** يقوم المستعمل بتحديد قيمة هذا الحقل واستخدامه.

**last\_section\_number -** يُضبط هذا الحقل على القيمة القصوى المشفرة في حقل section\_number لنفس الحقل table\_id.

**LLC\_SNAP() -** تحتوي هذه البنية على الداتاغرام وفقاً للتحكم في الوصلة المنطقية (LLC) [11] حسب المعيار ISO/IEC 8802-2) ونقطة ربط الشبكة الفرعية حسب المعيار ISO/IEC 8802-1.

**IPv4\_packet () -** يبين هذا الحقل رزمة الإصدار IPv4، التي لها رأسية حسب الإصدار IPv4 على النحو المعرف في المعيار RFC 791 [1]

**stuffing\_byte-** حقل اختياري مكون من 8 بتات غير محدد القيمة.

**checksum** - حقل مجموع تدقيقي مكون من 32 بتة يحسب عبر القسم DSMCC القابل للتوجيه بأكمله. ويحسب باعتبار القسم DCMCC القابل للتوجيه تسلسلاً للأعداد الصحيحة مكوناً من 32 بتة وإضافة المتمم الاثنيني (عملية الجمع المنطقية الحصرية) على جميع الأعداد الصحيحة، مع البدء بالبايتة الأكثر دلالة أولاً، ثم أخذ المتمم الاثنيني من النتيجة.

**CRC\_32 -** يتوافق هذا الحقل مع التوصية ITU‑T H.222.0.

### 2.2.2 التغليف متعدد البروتوكولات [8]

تُغلف رزمة بروتوكول إنترنت في قسم وحدات البيانات المتوافق مع النسق [2] للقسم DSMCC. وترد قواعد تركيب قسم وحدات البيانات في الجدول 3. وتورد التوصية ITU‑T H.222.0 تقابل القسم مع رزم قطار النقل MPEG-2.

الجـدول 3

قواعد التركيب لقسم الداتاغرام datagram\_section

| قواعد التركيب | عدد البتات | مختصر تذكيري |
| --- | --- | --- |
| datagram\_section () { |  |  |
| table\_id | 8 | uimsbf |
| section\_syntax\_indicator | 1 | bslbf |
| private\_indicator | 1 | bslbf |
| reserved | 2 | bslbf |
| section\_length | 12 | uimsbf |
| MAC\_address\_6 | 8 | uimsbf |
| MAC\_address\_5 | 8 | uimsbf |
| reserved | 2 | bslbf |
| payload\_scrambling\_control | 2 | bslbf |
| address\_scrambling\_control | 2 | bslbf |
| LLC\_SNAP\_flag | 1 | bslbf |
| current\_next\_indicator | 1 | bslbf |
| section\_number | 8 | uimsbf |
| last\_section\_number | 8 | uimsbf |
| MAC\_address\_4 | 8 | uimsbf |
| MAC\_address\_3 | 8 | uimsbf |
| MAC\_address\_2 | 8 | uimsbf |
| MAC\_address\_1 | 8 | uimsbf |
| if (LLC\_SNAP\_flag == “1”) { |  |  |
| LLC\_SNAP() |  |  |
| } else { |  |  |
| for (j=0; j<N; j++) { |  |  |
| IPv4\_packet ( ) |  |  |
| } |  |  |
| } |  |  |
| if(section\_number == last\_section\_number) { |  |  |
| for(j=0; j<N; j++) { |  |  |
| stuffing\_byte | 8 | bslbf |
| } |  |  |
| } |  |  |
| if (section\_syntax\_indicator ==“0”) { |  |  |
| checksum | 32 | uimsbf |
| } else { |  |  |
| CRC\_32 | 32 | rpchof |
| } |  |  |
| } |  |  |

**table\_id -** يحدد هذا الحقل نوع القسم DSM-CC الذي ينتمي إليه القسم. ويضبط على القيمة "0x3E" في حال كانت الأقسام DSM-CC تحتوي على بيانات شخصية.

**section\_syntax\_indicator -** علم مكون من بتة واحدة. وعندما يضبط على القيمة "1"، يشير ذلك إلى وجود الحقل CRC\_32. وعندما يضبط على القيمة "0"، يشير ذلك إلى وجود حقل المجموع التدقيقي.

**private\_indicator -** علم مكون من بتة واحدة. ويُضبط هذا الحقل للقيمة الاثنينية المتممة للعلم "Section\_syntax\_indicator".

**reserved -** يُضبط هذا الحقل المكون من بتتين على "11".

**section\_length -** يحدد هذا الحقل عدد البايتات المتبقية من القسم التي تلي الحقل "section\_length" مباشرة حتى نهاية القسم بما في ذلك حقل المجموع التدقيقي أو الحقل CRC\_32.

**MAC\_address -** يحتوي هذا الحقل المكون من 48 بتة على العنوان MAC للمقصد. ويتم تجزئة عنوان MAC إلى 6 حقول يتألف كل منها من 8 بتات، وتأخذ الترتيب من MAC\_address\_1 إلى MAC-address\_6.

**payload\_scrambling\_control -** يحدد هذا الحقل أسلوب تخليط الحمولة النافعة. ويشمل ذلك الحمولة النافعة التي تبدأ بعد البايتة MAC\_address\_1 ويستبعد حقل المجموع التدقيقي والحقل CRC\_32.

**address\_scrambling\_control -** يحدد هذا الحقل أسلوب التخليط للعنوان MAC.

**LLC\_SNAP\_flag -** علم مكون من بايتة واحدة. وفي حالة ضبطه على القيمة "1"، تقوم الحمولة النافعة بنقل داتاغرام LLC/SNAP مغلّف بعد الحقل MAC\_address\_1. وتشير بنية التغليف LLC/SNAP إلى نوع الرزمة المنقولة. وفي حالة ضبط هذا العلم على القيمة "0"، فإن ذلك يعني أن القسم يحتوى على رزمة من الإصدار IPv4 دون تغليف LLC/SNAP.

**current\_next\_indicator -** علم مكون من بتة واحدة. ففي حال كانت قيمة الحقل table\_id في حدود من 0x3A إلى  0x3C، تضبط هذه البتة على "1". وخلاف ذلك، يقوم المستعمل بتحديد قيمة هذا الحقل واستخدامه.

**section\_number -** في حالة حمل الداتاغرام في أقسام متعددة، فإن هذا الحقل يبين موضع القسم داخل عملية التجزئة. وخلاف ذلك، يضبط على القيمة "0".

**last\_section\_number -** يبين هذا الحقل رقم القسم الأخير المستخدم لحمل الداتاغرام، أي رقم القسم الأخير في عملية التجزئة.

**LLC\_SNAP() -** تحتوي هذه البنية على الداتاغرام وفقاً للتحكم في الوصلة المنطقية (LCC) [11] حسب المعيار ISO/IEC 8802-2 ونقطة ربط الشبكة الفرعية (SNAP) ISO/IEC 8802-1.

**IPv4\_packet ( ) -** يبين هذا الحقل رزمة حسب الإصدار IPv4، التي لها رأسية IPv4 على النحو المعرف في المعيار RFC 791 [1].

**stuffing\_byte -** حقل اختياري مكون من 8 بتات غير محدد القيمة.

**checksum -** حقل مجموع تدقيقي مكون من 32 بتة يحسب عبر القسم DSMCC القابل للتوجيه بأكمله. ويحتسب باعتبار القسم DCMCC القابل للتوجيه تسلسلاً للأعداد الصحيحة المكونة من 32 بتة وإضافة المتمم الاثنيني (عملية الجمع المنطقية الحصرية) على جميع الأعداد الصحيحة، مع البدء بالبايتة الأكثر دلالة أولاً، ثم أخذ المتمم الاثنيني للنتيجة.

**CRC\_32 -** يتوافق هذا الحقل مع التوصية ITU‑T H.222.0.

# 3 ضغط رأسية رزمة بروتوكول الإنترنت

بوجه عام، تحتوي كل رزمة بروتوكول إنترنت على 20 بايتة على الأقل من كرأسية في حالة الإصدار IPv4 أو 40 بايتة كرأسية في حالة الإصدار IPv6. وتحتاج المسيرات في شبكات الاتصالات إلى تحديد المسار الذي ينبغي اتخاذه لنقل الرزمة، حسب هذه الرأسيات. ومن ثم، تمثل هذه الرأسيات أهمية بالغة في شبكات الاتصالات.

ومن جهة أخرى، ليس ثمة ضرورة لهذه الرأسيات على القنوات الإذاعية، حيث إن جميع الرزم في القنوات الإذاعية يتم نقلها إلى مستقبلات فحسب. ويمكن زيادة صبيب النقل إذا تم ضغط معلومات الرأسيات غير المستعملة هذه.

ويمكن أن تنقل الرزم المضغوطة الرأسية في رزم قطارات نقل MPEG-2 باستخدام التغليف البسيط الأحادي الاتجاه أو التغليف متعدد البروتوكولات. ويمكن استخدام المخططين التاليين لضغط معلومات رأسية بروتوكول الإنترنت. ومن الضروري تحديد مخطط ضغط الرأسية المستخدم.

## 1.3 ضغط الرأسية لأغراض الإذاعة [3]

يعمل أسلوب ضغط الرأسية هذا الوارد في الفقرة 4 من التوصية ITU-R BT.1869 على إحلال 3 أو 5 بايتات رأسية مضغوطة محل رأسيات بروتوكول الإنترنت وبروتوكول داتاغرام المستعمل، وذلك بالنسبة لمعظم الرزم. وعند نقل المحتوى على رزم بروتوكول الإنترنت، تبقى معظم الحقول في هذه الرأسيات ثابتة خلال التوصيل. وبمجرد نقل أي رأسية غير مضغوطة، فقد لا تنقل بالضرورة الحقول التي لها نفس القيم في الرزم التالية. واستناداً إلى هذا المبدأ، تُنقل رأسيات بروتوكول الإنترنت وبروتوكول داتاغرام المستعمل بجميع المعلومات على فترات فاصلة طويلة، وتُنقل الرأسيات المضغوطة لكلفة الرزم تقريباً.

وتسترجع الرأسيات المضغوطة على المُستقبِل عن طريق حشوها برأسية رزمة سابقة تحتوي على جميع معلومات الرأسية.

## 2.3 الأسلوب الأحادي الاتجاه لضغط الرأسية القوي [4] (U-mode)

تعتبر هذه التقنية واحدة من أقوى تقنيات ضغط الرأسية وأكثرها كفاءة لرأسيات RTP/UDP/IP وUDP/IP، وESP/IP. وقد صممت هذه التقنية نظراً لضعف أداء التقنيات القائمة عند استخدامها عبر وصلات ذات معدلات خطأ كبيرة ومدد طويلة للدورات.

ولتحقيق قوة الضغط، تُحدد ثلاثة أساليب للتشغيل وتستخدم حسب الوضع القائم، وهي: أسلوب التشغيل الأحادي الاتجاه (U‑mode)، والوضع الاستشرافي ثنائي الاتجاه (O‑mode)، والوضع الموثوق ثنائي الاتجاه (R-mode). وعلى الرغم من أن تقنية ضغط الرأسية هذه تستخدم عادة عبر قنوات ثنائية الاتجاه، فمن الممكن استخدامها عبر قنوات أحادية الاتجاه مثل الإذاعة إذا ما تم تشغيلها على الأسلوب أحادي الاتجاه (U-mode).