

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R BT.1203-2
(2015/02)

متطلبات المستعمل الخاصة بالتشفير
الفيديوي التنوعي بتنقيص معدل البتات
لإشارات التلفزيون الرقمي في نظام تلفزيون
من طرف-إلى-طرف

السلسلة BT
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)

تمهيد

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 مدى 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 والمظمنة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية 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>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

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

النشر الإلكتروني

جنيف، 2016

© ITU 2016

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).

التوصية ITU-R BT.1203-2

متطلبات المستعمل الخاصة بالتشفير التنوعي الفيديوي بتنقيص معدل البتات لإشارات التلفزيون الرقمي في نظام تلفزيون من طرف-إلى-طرف

(المسألة ITU-R 12/6)

(1995-2007-2015)

مجال التطبيق

ترمي هذه التوصية إلى الاستجابة لاحتياجات المستعمل الخاصة بنظام التشفير الفيديوي بتنقيص معدل البتات لإشارات التلفزيون الرقمي في نظام تلفزيون من طرف-إلى-طرف فيما يتعلق بأنساق الصورة وطرائق التشفير ونوعية الصورة، إلخ.

مصطلحات أساسية

تنقيص معدل بتات الفيديو، تجميع الأخبار ساتلياً (SNG)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن تقنيات التشفير بتنقيص معدل البتات تتطور بسرعة؛

ب) أن التشفير الفيديوي بتنقيص معدل البتات لإشارات التلفزيون الرقمي استعملت في تطبيقات كثيرة لتجميع الأخبار ساتلياً¹/تجميع الأخبار إلكترونياً² والإنتاج في الاستوديو وأنظمة المساهمة والتوزيع الأولي والثانوي والإرسال للأرض والإرسال الساتلي؛

ج) أن عدداً من أجهزة التشفير-فك التشفير في سلسلة الإذاعة الكاملة سوف يستعمل بالتبادل، وهذا ما يؤدي إلى المخطاط في نوعية الصورة؛

د) أن التوصيات ITU-T H.262 | ISO/IEC 13818-2 (MPEG-2 Video) و ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 AVC) H.264 و ISO/IEC 23008-2 (MPEG-H HEVC) H.265 تستعمل بالفعل أو يُقترح استعمالها للكوديكات الخاصة بالتطبيقات المذكورة أعلاه؛

هـ) أن ثمة مزايا للتشفير التنوعي (أي من النمط نفسه) بتنقيص معدل البتات في مختلف التطبيقات، بحيث يتسنى استعمال أقصى عدد من الخصائص المشتركة بين هذه التطبيقات؛

و) أنه ينبغي تحقيق قابلية التشغيل البيئي بين مختلف أنساق الفيديو ووسائط التوزيع؛

ز) أن أنظمة الإذاعة الرقمية والتماثلية سوف تتواجد معاً خلال فترة انتقالية،

توصي

1 أن يستعمل، قدر الإمكان، نسق الصورة نفسه أو أنساق إشارات متقاربة عبر كامل السلسلة الإذاعية؛

¹ يرد تعريف تجميع الأخبار ساتلياً (SNG) في الفقرة 1.1 من الملحق 1 بالتوصية ITU-R SNG.770.

² يرد تعريف تجميع الأخبار إلكترونياً (ENG) في الفقرة 2 من الملحق 3 بالتوصية ITU-R SA.1154 وفي الفقرة 3 من التقرير ITU-R BT.2069.

- 2 أن يستعمل نسق الإشارة نفسه في إشارات الدخل والخرج للتشفير وفك الشفرة؛
- 3 أن تستعمل، كلما أمكن ذلك، مخططات التشفير نفسها أو مخططات متقاربة في الإرسال للأرض، والإرسال الساتلي، والتوزيع الثانوي، بهدف التقليل من كلفة المستقبل ومن الانحطاط في النوعية؛
- 4 أن يسمح المشفر، بأقصى قدر ممكن، بأن تحمّل عن بعد في أجهزة التشفير-فك التشفير اللاحقة، معلمات ثابتة يمكن استعمالها في عمليات التشفير اللاحقة من مثل المعلومات عن الحركة؛
- 5 أن يكون السطح البيني بين أجهزة التشفير-فك التشفير بسيطاً،
وتوصي إضافة إلى ذلك
- 1 أن تستعمل القيم المذكورة في الجدول 1 لدخل المشفر ولخرج مفكك الشفرة؛
- 2 أن يستجاب للمتطلبات الوظيفية والتشغيلية المذكورة في الجدول 6؛
- 3 أن تدرس مزايا التشفير التنوعي بالنسبة إلى السلسلة الإذاعية بكاملها أو أجزاء منها فيما يتعلق بسهولة التشغيل وكلفة الأجهزة ونوعية الصورة؛
- 4 أن يعتمد الاختيار بين التوصيات ISO/IEC 13818-2 | ITU-T H.262 (MPEG-2 Video) أو ISO/IEC 14496-10 | ITU-T H.264 (MPEG-4 AVC)³ أو ISO/IEC 23008-2 | ITU-T H.265 (MPEG-H HEVC) بالنسبة إلى طريقة تشفير المصدر الذي تستعمله إدارات مختلفة، على عدد من الاعتبارات بما في ذلك قابلية التشغيل البيني مع الأجهزة القديمة وكفاءة استعمال معدل البتات المتيسر في قناة البث، والمواءمة بين طرائق تشفير المصدر التي تعتمدها الإدارات المجاورة في قنوات الإذاعة الرقمية للأرض والساتلية.

³ ملاحظة من الأمانة: توجد النسخ الإلكترونية للتوصيات ITU-T H.262 و ITU-T H.264 و ITU-T H.265 على الموقع الإلكتروني لقطاع تقييس الاتصالات.

الملحق 1

الجدول 1

نسق إشارات الدخل للكوديكات

توزيع ثانوي	إرسال ساتلي	إرسال للأرض	توزيع أولي الحالة 2 ⁽³⁾	توزيع أولي الحالة 1 ⁽²⁾	إنتاج في الاستوديو	مساهمة	SNG/ENG		البنود
							الأسلوب 2 ⁽¹⁾	الأسلوب 1 ⁽¹⁾	
ترد الأمثلة في الجدول 2								عدد العينات لكل خط وعدد الخطوط لكل صورة	
يجب استعمال النسق 4:2:0 أو النسق 4:2:2 أو النسق 4:4:4 للسطح البيئي الرقمي كإنساق محددة للاستديوهات.				يجب استعمال النسق 4:2:0 أو النسق 4:2:2 أو النسق 4:4:4 للسطح البيئي الرقمي كإنساق محددة للاستديوهات.				نسق اللون	

(1) الأسلوب 1: شروط إرسال جيد.

الأسلوب 2: شروط إرسال ضعيف.

(2) الحالة 1: توزيع رقمي أولي يتبعه توزيع ثانوي تماثلي أو إرسال تماثلي.

(3) الحالة 2: توزيع رقمي أولي يتبعه توزيع ثانوي رقمي أو إرسال رقمي.

الجدول 2

أمثلة لأنساق الصورة لدخول الكوديكات

المسح	تردد الرتل (Hz)	الاستبانة المكانية	التوصية ITU-R
تدرجي	100، 1,001/120، 120، 50، 1,001/60، 60، 25، 1,001/30، 30، 1,001/24، 24	7 680 × 4 320	BT.2020
تدرجي	100، 1,001/120، 120، 50، 1,001/60، 60، 25، 1,001/30، 30، 1,001/24، 24	3 840 × 2 160	
تدرجي	50، 1,001/60، 60، 25، 1,001/30، 30، 1,001/24، 24	1 920 × 1 080 ⁽¹⁾	BT.709
تشذير	25، 1,001/30، 30	1 920 × 1 080 ⁽¹⁾	
تدرجي	30، 1,001/60، 60، 1,001/30	1 280 × 720	BT.1543
تدرجي	50	1 280 × 720	BT.1847
تشذير	25	720 × 576	BT.601
تشذير	1,001/30، 30	720 × 483 ⁽²⁾	

(1) للتشفير الداخلي، يمكن خفض عدد العينات لكل خط إلى 1 440.

(2) قد يساوي عدد الخطوط المشفرة 480 في حالة البث وتطبيقات التوزيع الثانوي، على الرغم من تحديد النسبة الباعية ومركز الصورة باستعمال عدد 483 خطأً نشطاً.

- الملاحظة 1 - يقدم الجدولان 3 و4 معلومات عن المواصفات والمستويات المحددة في التوصية ITU-T H.262.
- الملاحظة 2 - يقدم الجدول 5 معلومات عن المستويات المعرفة في التوصية ITU-T H.264.
- الملاحظة 3 - يحتوي الجدول 6 على معلومات عن المستويات المعرفة في التوصية ITU-T H.265.

الجدول 3

الحدود العليا لكثافة الاعتيان ومعدل اعتيان النصوص المستعملة حالياً
من بين تلك المحددة في التوصية ITU-T H.262

مواصفة					المستوى
4:2:2	عالية		رئيسية	بسيطة	
	(4:2:2)	(4:2:0)			
1 920 1 088 60 62 668 800	1 920 1 088 60 62 668 800	1 920 1 088 60 83 558 400	1 920 1 088 60 62 668 800		عينات/خط خطوط/صورة صور/ثانية عينات/ثانية
	1 440 1 088 60 47 001 600	1 440 1 088 60 62 668 800	1 440 1 088 60 47 001 600		عينات/خط خطوط/صورة صور/ثانية عينات/ثانية
720 (1) 608 30 11 095 200	720 576 30 11 095 200	720 576 30 14 745 600	720 576 30 10 368 000	720 576 30 10 368 000	عينات/خط خطوط/صورة صور/ثانية عينات/ثانية
			352 288 30 3 041 280		عينات/خط خطوط/صورة صور/ثانية عينات/ثانية

(1) 512 خطأ/صورة من أجل 525/60، و608 خطوط/صورة من أجل 625/50.

الجدول 4

الحدود العليا لمعدلات البتات (Mbit/s) المستعملة حالياً
من بين تلك المحددة في التوصية ITU-T H.262

مواصفة				المستوى
4:2:2	عالية	رئيسية	بسيطة	
300	100	80		عال
	80	60		عال - 1 440
50	20	15	15	رئيسي
		4		منخفض

الجدول 5

المستويات التي يجب استعمالها من بين تلك المحددة في التوصية ITU-T H.264

رقم المستوى	حجم الصورة (عينات/خط × خطوط/رتل)	تردد الرتل ⁽¹⁾ (Hz)	معدل البتات الفيديوي الأقصى ⁽²⁾ (Mbit/s)	أقصى عدد للأرتال المرجعية المتعلقة بحجم الصورة
3	720 × 480	30	Mbit/s 10	5
	720 × 576	25		
1.3	1 280 × 720	30	Mbit/s 14	5
2.3	1 280 × 720	50 ، 60	Mbit/s 20	4
4	1 920 × 1 080	24 ، 25 ، 30	Mbit/s 20	4
1.4	1 920 × 1 080	24 ، 25 ، 30	Mbit/s 50	4
2.4	1 920 × 1 080	50 ، 60	Mbit/s 50	4
1.5	3 840 × 2 160	24 ، 25 ، 30	Mbit/s 240	5
2.5	3 840 × 2 160	50 ، 60	Mbit/s 240	5

(1) بما في ذلك تلك المضروبة في 1 000/1 001 من أجل 24 و 30 و 60 و 120 Hz.

(2) تنطبق مضاعفات معدلات البتات التالية بالنسبة إلى المواصفات العالية وعالية 10 وعالية 4:2:2.

عالية: 1,25 × ، عالية 10 : 3 × ، عالية 4:2:2 : 4 × .

الجدول 6

المستويات التي يجب استعمالها من بين تلك المحددة في التوصية ITU-T H.264

رقم المستوى	حجم الصورة (عينات/خط × خطوط/رتل)	تردد الرتل ⁽¹⁾ (Hz)	معدل البتات الفيديوي الأقصى ⁽²⁾ (Mbit/s)	أقصى عدد للأرتال المرجعية المتعلقة بحجم الصورة
3	720 × 480	30	Mbit/s 6	8
	720 × 576	25		
1.3	1 280 × 720	30	Mbit/s 10	6
4	1 280 × 720	50 ، 60	Mbit/s 12	16
	1 920 × 1 080	24 ، 25 ، 30		
1.4	1 920 × 1 080	50 ، 60	Mbit/s 20	6
5	3 840 × 2 160	24 ، 25 ، 30	Mbit/s 25	6
1.5	3 840 × 2 160	50 ، 60	Mbit/s 40	6
2.5	3 840 × 2 160	100 ، 120	Mbit/s 60	6
6	7 680 × 4 320	24 ، 25 ، 30	Mbit/s 240	6
1.6	7 680 × 4 320	50 ، 60	Mbit/s 480	6
2.6	7 680 × 4 320	100 ، 120	Mbit/s 800	6

(1) بما في ذلك تلك المضروبة في 1 000/1 001 من أجل 24 و 30 و 60 و 120 Hz.

(2) في حالة مواصفة الطبقة الرئيسية أو الرئيسية 10 أو الرئيسية.

الملحق 2

الجدول 7

المتطلبات الوظيفية والتشغيلية

توزيع ثانوي	إرسال ساتلي	إرسال للأرض	توزيع أولي الحالة 2	توزيع أولي الحالة 1	إنتاج في الاستوديو	مساهمة	SNG/ENG الأسلوب 2	SNG/ENG الأسلوب 1	البند
		24 كحد أقصى ⁽⁵⁾ 6 كحد أقصى 6 كحد أقصى 6 كحد أقصى			24 كحد أقصى ⁽⁵⁾ 8 كحد أقصى 8 كحد أقصى 6 كحد أقصى		2 كحد أدنى 2 كحد أدنى 2 كحد أدنى 2 كحد أدنى		عدد القنوات السمعية BT.2020/HDTV BT.709/HDTV BT.1847 و BT.1543 BT.601/SDTV
	انظر الجداول 3 إلى 6	يقابل التوزيع الثانوي	يقابل معدل بتات تجميع الأخبار ساتلياً والمساهمة				انظر الجداول 3 إلى 6		مدى معدلات البتات
		تستعمل (P، I) و (P، B، I) في الإذاعة غير الحية والحية، على التوالي						P، I	أسلوب التنبؤ ⁽¹⁾
		12% ⁽⁵⁾	12% ⁽⁴⁾	12% ⁽⁴⁾		12% ⁽⁴⁾	36% ⁽³⁾	12% ⁽³⁾	جودة الصورة ⁽²⁾
		مرغوب						غير مطلوب	التوافق
		مطلوب فقط لنظام الانحطاط التدريجي						غير مطلوب	تشفير تراتبي
		مرغوبة، مطلوبة للتشفير التراتبي						غير مطلوبة، إلا أنه في حالة الضرورة يمكن الحصول على جودة أقل باستعمال وحدة استكمال داخلي مكاني	قابلية التوسع
		ينبغي أن يفكك جهاز الكودك تشفير قطار البتات مع أكبر قدر ممكن من أنساق الصورة وليس بالضرورة كلها						غير مطلوبة	قابلية التشغيل البيئي

التوصية ITU-R BT.1203-2

الجدول 7 (تتمة)

البند	SNG/ENG الأسلوب 1	SNG/ENG الأسلوب 2	مساهمة	إنتاج في الاستوديو	توزيع أولي الحالة 1	توزيع أولي الحالة 2	إرسال للأرض	إرسال ساتلي	توزيع ثانوي
قابلية التحرير				مطلوبة في ميدان قطار البتات					
مرونة معدل البتات	ينبغي كمفكك الشفرة أن يفك تشفير قطار البتات عند أي معدل بتات موصوف في البند "مدى معدلات البتات"								
تأخر الكودك	يكون تأخير إجمالي يقل عن 300 ms مرغوباً في التطبيقات التفاعلية مع قناة العودة								
وقت الاسترجاع (بعد مهلة تستغرق 50 ms)	$s \geq 1$	$ms \geq 500$				$ms \geq 500$			
وقت الحيازة	يعزى وقت الحيازة أساساً إلى تأخر فك التشفير والفاصل بين الصور I. ومن المرغوب أن يكون هذا التأخير أقل من 500 ms								
إحفاء الخطأ	مطلوب، ينبغي كمفكك الشفرة أن يؤمن هذه الوظيفة وأن يقوم أيضاً بوظيفة تشوير شروط الخطأ في تطبيقات الاستوديو.								
الخطا تدريجي	غير مطلوب								
فترة الكمون للانتقال من قناة إلى أخرى	غير مطلوب								
التأخر النسبي بين إشارة الصوت والرؤية	± 2 ms لكل كودك ⁽³⁾								
	± 2 ms لكل كودك ⁽⁴⁾								

(1) I: الصورة، P: الصورة، B: الصورة.

(2) عندما تستعمل الطريقة DSCQS (طريقة سلم الجودة المستمرة ثنائية الحافز). ويمكن بالتبادل استعمال طريقة سلم الخطا ثنائي الحافز (DSIS).

(3) انظر التوصية ITU-R BT.1868.

(4) انظر التوصية ITU-R BT.1122.

(5) انظر التوصية ITU-R BT.2051.

المرفق 4

تعريف البنود المذكورة في الجداول 1 و 3 و 5 و 6 و 7 وتفسيرها

- التشفير التنوعي: تشفير رقمي للصور مبني على مجموعة طرائق التشفير ذات الصلة فيما بينها.
- عدد العينات لكل خط: عدد عينات النصوص في كل خط فعال.
- عدد العينات لكل صورة: عدد الخطوط الرأسية في كل صورة فعالة.
- نسق اللون: النسبة بين عدد بيكسل (عناصر الصورة) النصوص وعدد بيكسل فرق اللون في الموقع نفسه، أو النسبة بين بيكسل اللون R و G و B .
- عدد القنوات السمعية: العدد الكلي لقنوات الصوت في كل برنامج مع وصف لكيفية ضم هذه القنوات من أجل تطبيقات مختلفة.
- مدى معدلات البتات: أدنى معدل بتات وأقصى معدل عند خرج المشفر من أجل عدة أنساق للدخل.
- أسلوب التنبؤ: نمط التنبؤ المستعمل داخل المشفر. ويؤثر ذلك تأثيراً شديداً في أقصى نوعية للصورة يمكن الحصول عليها في الكودكات اللاحقة.
- نوعية الصورة: نتائج التقدير الشخصي لأداء التشفير وفك الشفرة في قناة خالية من الأخطاء.
- الملاءمة: وصف قدرة قواعد تركيب قطار البتات على السماح بمعالجة الإشارة المنفصلة لأجزاء من قطار البتات الكلي في أجهزة الكودك اللاحقة.
- التشفير التراتبي: طريقة تسمح بتحقيق طبقات مختلفة من الاستبانة على جانب مفكك الشفرة.
- قابلية التوسع القياسي: النفاذ إلى عدة نوعيات للصورة في قطار البتات الواحد.
- قابلية التشغيل البيئي: وصف درجة التشابه بين قطارات بتات مختلفة داخل السلسلة الإذاعية.
- قابلية التحرير: القدرة على تحرير برنامج مع مراعاة بنية بيانات خرج المشفر.
- مرونة معدل البتات: يمكن لخوارزمية التشفير أن تسمح باستعمال تشفير CBR (معدل بتات ثابت) - أو تشفير VBR (معدل بتات متغير).
- تأخر الكودك: التأخر الذي تدخله خوارزمية التشفير/فك الشفرة.
- وقت الاسترجاع: الفترة الزمنية الممتدة بين الانقطاع المادي داخل السلسلة الإذاعية وإنجاز كل الوظائف.
- وقت الحيازة: أقصى فترة انتظار مقبولة بين بداية عملية فك التشفير وعرض الصورة. وقد يؤثر ذلك في اختبار مخطط التشفير التنوعي.
- إخفاء الأخطاء: إمكانية رد الفعل من مفكك الشفرة بطريقة مميزة أمام إشارات الإنذار الصادرة عن الجزء FEC في مفكك الشفرة.
- الانحطاط التدريجي: يمكن من أجل تجنب الانحطاط المفاجئ في نوعية الصورة عند جانب مفكك الشفرة، أن تؤمن حماية خرج المشفرات القابل للتوسع القياسي بواسطة مخططات FEC مختلفة أو بواسطة مخططات تشكيل غير منتظمة. ويمكن أن تستعمل أيضاً تركيباً للطريقتين.
- الانتقال من قناة إلى أخرى: ضرورة التبديل بأسرع وقت ممكن بين برنامجين تلفزيونيين مختلفين.