الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R BT.1203-1

(2007/01)

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

السلسلة BT

الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

تمهيـــد

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	العنـــوان
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).

التوصيـــة ITU-R BT.1203-1

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

(المسألة ITU-R 12/6)

(2007-1995)

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.، مع التركيز على تنفيذ أجهزة التشفير–فك التشفير (الكودك) الواردة في التوصيتين H.262 (MPEG-2 Video) وH.264 (MPEG-4 AVC).

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن تقنيات التشفير بتنقيص معدل البتات تتطور بسرعة؛

ب) أن التشفير بتنقيص معدل البتات لإشارات التلفزيون الرقمي استُعملت في تطبيقات كثيرة لتجميع الأخبار بالساتل1/تجميع الأخبار الإلكتروني2 وللإنتاج 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 بالترادف، وهذا ما يؤدي إلى انحطاط في نوعية الصورة؛

د) أن التوصيتين H.262 (MPEG-2 Video) وH.264 (MPEG-4 AVC) تستعملان بالفعل أو يُقترح استعمالهما لأجهزة التشفير–فك التشفير الخاصة بالتطبيقات المذكورة أعلاه؛

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

و) أنه ينبغي تحقيق القابلية للتشغيل البيني 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 السلسلة الإذاعية الكاملة؛

---

* أدخلت لجنة الدراسات 6 بقطاع الاتصالات الراديوية تعديلات صياغية على هذه التوصية في أكتوبر 2010 طبقاً للقرار ITU-R 1.

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

2 يرد تعريف تجميع الأخبار الإلكتروني (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 الانخطاط في النوعية؛

4 أن يسمح المشفر، بأقصى قدر ممكن، بأن تحمَّل 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 التوصيتين H.262 (MPEG-2 Video) وH.264 (MPEG-4 AVC)[3] 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 النسختان الإلكترونيتان للتوصيتين ITU-T H.262 وITU-T H.264 على العنوان التالي: http://www.itu.int/md/R03-WP6A-C-0110/en.

الملحق 1

الجـــدول 1

نسق إشارات أجهزة التشفير–فك التشفير (الكودك)

البنود	SNG/ENG		مساهمة	إنتاج في الاستوديو	توزيع أولي الحالة 1[2]	توزيع أولي الحالة 2[3]	إرسال للأرض	إرسال ساتلي	توزيع ثانوي
	الأسلوب 1[1]	الأسلوب 2[1]							
عدد العينات لكل خط وعدد الخطوط لكل صورة	ترد الأمثلة في الجدول 2								
نسق اللون	يجب استعمال النسق 4:2:2 أو النسق 4:4:4 للسطح البيني الرقمي				يجب استعمال النسق 4:2:2 للسطح البيني الرقمي ويمكن استعمال النسق 4:2:0 للتشفير الداخلي				

[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.

الجـــدول 2

أمثلة لأنساق الصورة

التوصية ITU-R	البيئة 24 Hz		البيئة 50 Hz		البيئة 60 Hz	
BT.709/HDTV (16:9)	P	1 920 × 1 080 [1]	P I	1 920 × 1 080 [1] 1 920 × 1 080 [1]	P I	1 920 × 1 080 [1] 1 920 × 1 080 [1]
BT.1543 (16:9)					P	1 280 × 720
BT.601 وBT.1358/SDTV (4:3 أو 16:9)			P I	720 × 576 720 × 576	P I	720 × 483 [2] 720 × 483 [2]

I: بنية مشذرة.

P: بنية تدريجية.

[1] يمكن خفض عدد العينات لكل خط إلى 1 440 خطاً فيما يتعلق بالتشفير الداخلي.

[2] قد يكون عدد الخطوط المشفرة 480 في حالة تطبيقات الإرسال والتوزيع الثانوي، إلا أنه ينبغي تحديد النسبة الباعية ووسط الصورة باستعمال 483 خطاً فعالاً.

الملاحظة 1 – يحتوي الجدولان 3 و4 على معلومات عن المواصفات والسويات المعرفة في التوصية ITU-T H.262.

الملاحظة 2 – يحتوي الجدول 5 على معلومات عن السويات المعرفة في التوصية ITU-T H.264.

الجـــدول 3

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

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

[1] 512 خطاً/صورة من أجل 525/60، و608 خطوط/صورة من أجل 625/50.

الجـــدول 4

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

سوية	مواصفة			
	بسيطة	رئيسية	عالية	4:2:2
عالية		80	100	300
عالية 1 440–		60	80	
رئيسية	15	15	20	50
منخفضة		4		

الجـــدول 5

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

رقم السوية	حجم الصورة (عينات/خط × خطوط/صورة)	معدل الصورة (صور/ثانية)	معدل البتات الفيديوي الأقصى (Mbit/s)[1]	أقصى عدد للصور المرجعية المتعلقة بحجم الصورة
3	720 × 480 720 × 576	30 25	Mbit/s 10	5
3,1	720 × 480 720 × 576 1 280 × 720	60 50 30	Mbit/s 14	5
3,2	1 280 × 720	60	Mbit/s 20	4
4	1 920 × 1 080	30، 25، 24	Mbit/s 20	4
4,1	1 920 × 1 080	30، 25، 24	Mbit/s 50	4
4,2	1 920 × 1 080	60، 50	Mbit/s 50	4

[1] تنطبق مضاعفات معدل البتات التالية بالنسبة إلى المواصفات العالية وعالٍ 10 وعالٍ 4:2:2.

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

الملحق 2

الجـــدول 6

المتطلبات الوظيفية والتشغيلية لأجهزة التشفير–فك التشفير (الكودك) الواردة في التوصية ITU-T H.262*

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
عدد القنوات السمعية BT.709/HDTV BT.1543 BT.601 وBT.1358/SDTV	2 كحد أدنى 2 كحد أدنى 2 كحد أدنى			8 كحد أقصى 8 كحد أقصى 6 كحد أقصى			6 كحد أقصى 6 كحد أقصى 6 كحد أقصى		
مدى معدلات البتات BT.709/HDTV BT.1543 BT.601 وBT.1358/SDTV	حتى 140 Mbit/s حتى 140 Mbit/s حتى 34 Mbit/s أو 45 MBit/s				يقابل معدل بتات تجميع الأخبار بالساتل والتوزيع	يقابل التوزيع الثانوي	حتى 80 Mbit/s حتى 80 Mbit/s حتى 15 Mbit/s		
أسلوب التنبؤ[1]	I، P				تستعمل (I، B، P) و(I، P) في الإذاعة غير المباشرة والمباشرة				
نوعية الصورة[2]	12%[3]	36%[3]	12%[4]		12%[4]	12%[4]		12%[5]	
الملاءمة	غير مطلوب				غير مطلوب		مرغوب		
تشفير تراتبي	غير مطلوب				غير مطلوب		مطلوب فقط لنظام الانخطاط التدريجي		
قابلية التوسع القياسي	غير مطلوب، إلا أنه في حالة الضرورة يمكن الحصول على نوعية أقل باستعمال وحدة نسق فضائي.				مرغوب، مطلوب للتشفير التراتبي				
قابلية التشغيل البيني	غير مطلوب				ينبغي أن يفكك جهاز الكودك تشفير قطار البتات مع أكبر قدر ممكن من أنساق الصورة وليس بالضرورة كلها.				

الجـــدول 6 (*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				مطلوب في سوية قطار البتات					
مرونة معدل البتات	ينبغي لجهاز الكودك أن يفك تشفير قطار البتات عند أي معدل بتات موصوف في البند "مدى معدلات البتات"								
تأخر جهاز الكودك	يكون تأخير إجمالي يقل عن 300 ms مرغوباً في التطبيقات التفاعلية مع قناة العودة.								
وقت الاسترجاع (بعد مهلة تستغرق 50 ms)	≤ 1 s		≤ 500 ms		≤ 500 ms				
وقت الحيازة	يعزى وقت الحيازة أساساً إلى تأخر فك التشفير والفاصل بين الصور I. ومن المرغوب أن يكون هذا التأخير أقل من 500 ms								
إخفاء الخطأ	مطلوب، ينبغي لجهاز الكودك أن يؤمن هذه الوظيفة وأن يقوم أيضاً بوظيفة تشوير شروط الخطأ في تطبيقات الاستوديو.				مرغوب				
انخطاط تدريجي	غير مطلوب				مرغوب، ضروري للاستقبال بأجهزة متنقلة ومحمولة				
فترة الكمون للانتقال من قناة إلى أخرى	غير مطلوب				أقل من 550 ms				
التأخر النسبي بين إشارة الصوت وإشارة الصورة	± 2 ms لكل كودك				قيد الدراسة				

* تجري دراسة المتطلبات الوظيفية والتشغيلية لأجهزة الكودك الواردة في التوصية ITU-T H.264.

(1) I: الصورة I، P: الصورة P، B: الصورة B.

(2) تستعمل الطريقة DSCQS (طريقة سلم الجودة المستمرة ثنائية الحافز).

(3) انظر التوصية ITU-R BT.1868.

(4) انظر التوصية ITU-R BT.1868.

(5) انظر التوصية ITU-R BT.1122.

التذييل[4]

تعريف البنود المذكورة في الجداول 1 و3 و6 وتفسيرها

التشفير التنوعي: تشفير رقمي للصور مبني على مجموعة طرائق التشفير ذات الصلة فيما بينها.

عدد العينات لكل خط: عدد عينات النصوع في كل خط فعال.

عدد العينات لكل صورة: عدد الخطوط الرأسية في كل صورة فعالة.

نسق اللون: النسبة بين عدد بكسيل (عناصر الصورة) النصوع وعدد بكسيل فرق اللون في الموقع نفسه، أو النسبة بين بكسيل اللون R وG وB.

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 البيني: 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.

[4] تتعلق التعاريف الواردة في هذا التذييل بهذه التوصية فقط.

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 تركيبة للطريقتين.

الانتقال من قناة إلى أخرى: ضرورة التبديل بأسرع وقت ممكن بين برنامجين تلفزيونيين مختلفين.