الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R BT.2020-2
(2015/10)

قيم معلمات أنظمة التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV) لإنتاج البرامج وتبادلها دولياً

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 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	العنوان
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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
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، 2017

© ITU 2017
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.2020-2

قيم معلمات أنظمة التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV) لإنتاج البرامج وتبادلها دولياً

(2015-2014-2012)

مجال التطبيق

سيتيح التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV) للمشاهدين خوض تجربة مرئية معززة من خلال تزويدهم أساساً بمجال رؤية واسع أفقياً ورأسياً على حد سواء مع أبعاد شاشات مناسبة للاستعمال في المنزل وفي الأماكن العامة. وتتطلب تطبيقات التلفزيون فائق الوضوح معلمات النظام التي تتجاوز مستويات التلفزيون عالي الوضوح. وتحدد هذه التوصية معلمات نظام الصورة للتلفزيون فائق الوضوح من أجل إنتاج البرامج وتبادلها دولياً.

مصطلحات أساسية

التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV)، معلمات نظام الصورة، مجال رؤية واسع، نظام تلفزيوني، تبادل البرامج دولياً

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن بعض الإدارات أدخلت الخدمة الإذاعية التلفزيونية الرقمية للأرض (DTTB) منذ 1997 ويمكن أن تقدم برامج تلفزيونية ذات جودة عالية من خلال أنظمة التلفزيون عالي الوضوح؛

ب) أن المشاهدين يتوقعون أنظمة تلفزيونية مستقبلية تفوق التلفزيون عالي الوضوح لتوفير خصائص محسنة مقارنةً بأنظمة التلفزيون عالي الوضوح المتاحة حالياً، من حيث إحساس أكثر بالواقعية وزيادة الشفافية بالنسبة للعالم الحقيقي ومعلومات مرئية أكثر دقة؛

ج) أنه من المتوقع أن يصبح التلفزيون فائق الوضوح متاحاً في المستقبل القريب، بخصائص *من بينها* شاشات أكبر واستبانة مكانية/زمنية أعلى ومجموعة ألوان أوسع ومدى دينامي أكبر، إلخ مع مراعاة التطورات في تكنولوجيا العرض؛

د) أن قطاع الاتصالات الراديوية عكف على دراسة أنظمة الصور ذات الاستبانة العالية جداً (EHRI) وتراتب موسع من أنساق عرض الصور الرقمية على الشاشات الكبيرة (LSDI)، ووضع توصيتي قطاع الاتصالات الراديوية التاليتين: التوصية ITU-R BT.1201-1 التي تقدم مبادئ توجيهية بشأن خصائص الصورة المتعلقة بالصور ذات الاستبانة العالية جداً، والتوصية ITU-R BT.1769 التي تقدم قيم المعلمات لتراتب موسع من أنساق عرض الصور الرقمية على الشاشات الكبيرة؛

هـ) أن عرض الصور الرقمية على الشاشات الكبيرة عبارة عن نظام يتيح العرض على شاشات كبيرة جداً للمشاهدة العامة. ويمكن استعمال ذلك في مجموعة واسعة من التطبيقات بما فيها عروض البرامج مثل الأعمال الدرامية والمسرحيات والأحداث الرياضية والحفلات الموسيقية وما إلى ذلك؛

و) أن الصور ذات الاستبانة العالية جداً عبارة عن نظام يوفر استبانة أعلى مقارنةً بالتلفزيون عالي الوضوح ويمكن استعماله في كل من التطبيقات الإذاعية وغير الإذاعية (مثلاً الرسوم البيانية الحاسوبية والطباعة والتطبيقات الطبية)؛

ز) أن التلفزيون فائق الوضوح يسمح للمشاهدين بخوض تجربة مرئية معززة من خلال تزويدهم أساساً بمجال أوسع للرؤية يغطي جزءاً كبيراً من المجال البصري البشري الطبيعي مع أحجام شاشات مناسبة للاستعمال في المنزل وفي الأماكن العامة؛

ح) أن أنساق الإشارة التي تساهم في زيادة كفاءة الانضغاط مرغوبة من أجل أنظمة التلفزيون فائق الوضوح، نظراً إلى أنها تتمتع بعدد أكبر من عناصر الصورة مقارنةً بأنظمة التلفزيون عالي الوضوح،

وإذ تلاحظ

أن التقرير ITU-R BT.2246 يشرح الوضع الراهن للتلفزيون فائق الوضوح،

توصي

باستعمال المواصفات الواردة في هذه التوصية من أجل إنتاج برامج التلفزيون فائق الوضوح وتبادلها دولياً[1]،

وتوصي أيضاً

بأنه إذا اتضح أن دالة التحويل الكهربصري البديلة (EOTF) ستوفر فوائد كبيرة دون فرض أي عيوب خطيرة، عندئذ، ينبغي توسيع هذه التوصية لإتاحة استعمالها مع دالة التحويل الكهربصري البديلة المحسنة.

ملاحظة – ينبغي النظر مستقبلاً في توسيع هذه التوصية بطريقة تكميلية لتشمل معلمات موسعة للصورة.

الجدول 1

الخصائص المكانية للصورة

المعلمات	القيم	
النسبة الباعية للصورة	16:9	
عدد البيكسلات رأسي × أفقي	7 680 × 4 320	3 840 × 2 160
شبيكة أخذ العينات	متعامد	
النسبة الباعية للبيكسلات	1:1 (بيكسلات مربعة)	
توجيه البيكسلات	ترتيب البيكسلات في كل صف من اليسار إلى اليمين، ويتم ترتيب الصفوف من أعلى إلى أسفل.	

[1] سيحدد كلا النظامين 160 2 × 840 3 و320 4 × 680 7 للتلفزيون فائق الوضوح تطبيقاتهما الرئيسية من أجل توصيل البرامج التلفزيونية إلى المنازل حيث سيزودان المشاهدين بإحساس أكبر "بالتواجد في عين المكان" وإحساس أكبر بالواقع باستعمال شاشات يبلغ قطرها 1,5 من الأمتار أو أكثر وتقديم عروض للصور الرقمية على الشاشات الكبيرة في المسارح والقاعات وأماكن أخرى كالملاعب الرياضية والحدائق.

كما أن العرض على شاشات الحواسيب اللوحية مع استبانة عالية للغاية سيكون جذاباً بالنسبة للمشاهدين.

وسيتيح النظام 320 4 × 680 7 تجربة مرئية معززة بصورة أكبر مقارنةً بالنظام 160 2 × 840 3 بخصوص مجموعة أوسع من بيئات المشاهدة.

ومن المرجح أن تكون زيادة كفاءة تشفير المصدر الفيديوي و/أو سعة قنوات الإرسال، مقارنةً بتلك المستخدمة حالياً، ضرورية لتوصيل هذه البرامج بواسطة إذاعة الأرض أو الإذاعة الساتلية إلى المنزل. ويجري البحث لتحقيق هذا الهدف. وسيكون توصيل هذه البرامج ممكناً في البداية بواسطة الكبلات أو الألياف البصرية.

وقد يتأثر خيار تردد الإطار بتردد القدرة الكهربائية ونمط إضاءة المشهد المستخدَم وكذلك باعتبارات متصلة بتحويل مادة البرنامج بين معدلات إطار أعلى ومعدلات إطار أخفض (انظر التقرير ITU-R BT.2246).

الجدول 2

الخصائص الزمنية للصورة

المعلمات	القيم
تردد الإطار (Hz)	120، 120/1,001، 100، 60، 60/1,001، 50، 30، 30/1,001، 25، 24، 24/1,001
أسلوب المسح	تدريجي

الجدول 3

القياس اللوني للنظام

المعلمات	القيم		
خصائص التحويل الكهربصري قبل التصويب المسبق غير الخطي	خطي مفترض[1]		
	الإحداثيات اللونية (CIE, 1931)	x	y
الألوان الأساسية المرجعية واللون الأبيض المرجعي[2]	لون أساسي أحمر (R)	0,708	0,292
	لون أساسي أخضر (G)	0,170	0,797
	لون أساسي أزرق (B)	0,131	0,046
	أبيض مرجعي (D65)	0,3127	0,3290

[1] يمكن الإشارة إلى معلومات الصورة خطياً بواسطة حفز مقياس الألوان الثلاثة الأساسية الأحمر والأخضر والأزرق في المدى 0-1.

[2] يمكن تحديد قيم القياس اللوني لمعلومات الصورة استناداً إلى الألوان الأساسية المرجعية واللون الأبيض المرجعي.

الجدول 4

نسق الإشارة

المعلمات	القيم	
نسق الإشارة	$^{(1)}R'G'B'$	
	نصوع ثابت $^{(2)}Y'_CC'_{BC}C'_{RC}$	نصوع غير ثابت $^{(3)}Y'C'_BC'_R$
دالة التحويل غير الخطي[4]	$E' = \begin{cases} 4{,}5E, & 0 \le E < \beta \\ \alpha E^{0{,}45} - (\alpha - 1), & \beta \le E \le 1 \end{cases}$ حيث E عبارة عن الفولطية بعد معايرتها بمستوى اللون الأبيض المرجعي وتتناسب مع شدة الإضاءة الضمنية التي يُكشف عنها بقناة لونية مرجعية للكاميرا، للألوان الأساسية R وG وB؛ وE' هي الإشارة غير الخطية الناتجة. α وβ هما حلاّ المعادلتين المتزامنتين التاليتين: $\begin{cases} 4{,}5\beta = \alpha\beta^{0{,}45} - \alpha + 1 & (1) \\ 4{,}5 = 0{,}45\alpha\beta^{-0{,}55} & (2) \end{cases}$ توفر المعادلتان المتزامنتان الشرط المطلوب لتوصيل قطاعات المنحنيين بسلاسة، فتنتجان α = 1,09929682680944... وβ = 0,018053968510807.... ومن الناحية العملية، يمكن استخدام القيم التالية: α = 1,099 وβ = 0,018 من أجل النظام بعشر بتات α = 1,0993 وβ = 0,0181 من أجل النظام باثنتي عشرة بتة	
اشتقاق Y'_C وY'	$Y'_C = \left(0{,}2627R + 0{,}6780G + 0{,}0593B\right)'$	$Y' = 0{,}2627R' + 0{,}6780G' + 0{,}0593B'$
اشتقاق الإشارات اللونية المختلفة	$C'_{BC} = \begin{cases} \dfrac{B'-Y'_C}{-2N_B}, & N_B \le B'-Y'_C \le 0 \\ \dfrac{B'-Y'_C}{2P_B}, & 0 < B'-Y'_C \le P_B \end{cases}$ $C'_{RC} = \begin{cases} \dfrac{R'-Y'_C}{-2N_R}, & N_R \le R'-Y'_C \le 0 \\ \dfrac{R'-Y'_C}{2P_R}, & 0 < R'-Y'_C \le P_R \end{cases}$ حيث $P_B = \alpha\left(1-0{,}0593^{0{,}45}\right) = 0{,}7909854...$ $N_B = \alpha\left(1-0{,}9407^{0{,}45}\right)-1 = -0{,}9701716...$ $P_R = \alpha\left(1-0{,}2627^{0{,}45}\right) = 0{,}4969147..$ $N_R = \alpha\left(1-0{,}7373^{0{,}45}\right)-1 = -0{,}8591209...$ ومن الناحية العملية، يمكن استخدام القيم التالية: $P_B = 0{,}7910,\ N_B = -0{,}9702$ $P_R = 0{,}4969,\ N_R = -0{,}8591$	$C'_B = \dfrac{B'-Y'}{1{,}8814}$ $C'_R = \dfrac{R'-Y'}{1{,}4746}$

ملاحظات الجدول 4:

(1) يمكن استخدام مشتقات الألوان $R'G'B'$ لتبادل البرامج عندما يكتسي إنتاج البرامج بأفضل جودة أهمية قصوى.

(2) يمكن استخدام النصوع الثابت $Y'_CC'_{BC}C'_{RC}$ عندما يكتسي الحفاظ على أقصى درجة من دقة معلومات النصوع أهمية قصوى أو عند توقع كفاءة تشفير محسنة للتسليم (انظر التقرير ITU-R BT.2246).

(3) يمكن استعمال النصوع غير الثابت التقليدي $Y'C'_BC'_R$ عندما يكون استعمال نفس الممارسات التشغيلية كتلك المستعملة في بيئات التلفزيون عادي الوضوح (SDTV) والتلفزيون عالي الوضوح (HDTV) ذا أهمية قصوى عبر السلسلة الإذاعية (انظر التقرير ITU-R BT.2246).

(4) في عرف الإنتاج النمطي، تعدَّل دالة تشفير مصادر الصورة بحيث تكتسب الصورة النهائية المظهر المرغوب على النحو الذي تشاهَد فيه على شاشة مرجعية لها دالة فك تشفير مرجعية ترد في التوصية ITU-R BT.1886 وفي بيئة المشاهدة المرجعية المعرَّفة في التوصية ITU-R BT.2035.

الجدول 5

التمثيل الرقمي

المعلمات	القيم		
إشارة مشفرة	R', G', B' أو Y', C'_B, C'_R أو Y'_C, C'_{BC}, C'_{RC}		
شبيكة أخذ العينات – R', G', B', Y', Y'_C	متعامدة، متكررة في الخط والصورة ومشتركة الموقع		
شبيكة أخذ العينات – C'_B, C'_R or C'_{BC}, C'_{RC}	متعامدة، متكررة في الخط والصورة ومشتركة الموقع. العينة الأولى (أعلى اليسار) مشتركة الموقع مع العينات الأولى Y'.		
	النظام 4:4:4	النظام 4:2:2	النظام 4:2:0
	لكل مكون نفس عدد العينات الأفقية كما هو الحال بالنسبة للمكون Y' (Y'_C)	يُقسم إلى عينات فرعية أفقياً بمعامل 2 فيما يتعلق بالمكون Y' (Y'_C)	يُقسم إلى عينات فرعية أفقياً ورأسياً بمعامل 2 فيما يتعلق بالمكون Y' (Y'_C)
نسق التشفير	10 أو 12 بتة لكل مكون		
التقدير الكمي للمشتقات $R', G', B', Y',$ $Y'_C, C'_B, C'_R, C'_{BC}, C'_{RC}$	$DR' = INT\left[(219 \times R' + 16) \times 2^{n-8}\right]$ $DG' = INT\left[(219 \times G' + 16) \times 2^{n-8}\right]$ $DB' = INT\left[(219 \times B' + 16) \times 2^{n-8}\right]$ $DY'(DY'_C) = INT\left[(219 \times Y'(Y'_C) + 16) \times 2^{n-8}\right]$ $DC'_B(DC'_{BC}) = INT\left[(224 \times C'_B(C'_{BC}) + 128) \times 2^{n-8}\right]$ $DC'_R(DC'_{RC}) = INT\left[(224 \times C'_R(C'_{RC}) + 128) \times 2^{n-8}\right]$		

الجدول 5 (*تتمة*)

المعلمات	القيم	
سويات التقدير الكمي	تشفير بعشر بتات	تشفير باثنتي عشرة بتة
– سوية الأسود $DR', DG', DB', DY', DY'_C$	64	256
– سوية لا لونية $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	512	2 048
– ذروة اسمية $DR', DG', DB', DY', DY'_C$	940	3 760
$DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	64 و960	256 و3 840
تخصيص سويات التقدير الكمي	تشفير بعشر بتات	تشفير باثنتي عشرة بتة
– بيانات فيديوية	4 إلى 1 019	16 إلى 4 079
– مرجع التوقيت	0-3 و1 020-1 023	0-15 و4 080-4 095