

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R BT.1866
(2010/03)

تقنيات القياس الموضوعي لجودة الفيديو الحسية
من أجل تطبيقات الإذاعة التي تستعمل
تلفزيون منخفض الوضوح في وجود
إشارة مرجعية كاملة

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 وجميعيات 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 الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات 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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
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، 2010

© ITU 2010

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.1866

تقنيات القياس الموضوعي لجودة الفيديو الحسية من أجل تطبيقات الإذاعة التي تستعمل تلفزيون منخفض الوضوح* في وجود إشارة مرجعية كاملة

(2010)

مجال التطبيق

توصّف هذه التوصية طرائق تقييم جودة الفيديو الحسية لتطبيقات الإذاعة التي تستعمل تلفزيون منخفض الوضوح في وجود إشارة مرجعية كاملة.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه لطالما اعتُرف بالقدرة على قياس جودة الفيديو الإذاعي قياساً أوتوماتياً كأصل من الأصول القيمة للصناعة؛
ب) أن التوصية ITU-R BT.1683 تصف طرائق موضوعية لقياس جودة الفيديو الحسية لتلفزيون الإذاعة الرقمية عادي الوضوح في وجود مرجع كامل؛

ج) أن التوصية ITU-R BT.1833 تصف أنظمة الوسائط المتعددة لإذاعة تطبيقات الوسائط المتعددة والبيانات للاستقبال المتنقل بالمستقبلات المحمولة باليد؛

د) أن التلفزيون منخفض الوضوح أصبح يستخدم على نطاق واسع في إذاعة تطبيقات الوسائط المتعددة والبيانات للاستقبال المتنقل؛

هـ) أن التوصية ITU-T J.247¹ تحدد تقنيات القياس الموضوعي لجودة الفيديو الحسية التي يمكن تطبيقها على تطبيقات التلفزيون منخفض الوضوح في وجود مرجع كامل؛

و) أن القياس الموضوعي لجودة الفيديو الحسية للتلفزيون منخفض الوضوح يمكن أن يكمل طرائق التقييم الذاتي،

وإذ تعترف

أ) بأن الغرض الأساسي من استعمال التلفزيون منخفض الوضوح هو المشاهدة على الشاشات الصغيرة مثل تلك المتاحة في المستقبلات المحمولة باليد والمنتقلة،

توصي

1 باستخدام المبادئ التوجيهية ومجال التطبيق والقيود، الواردة في الملحق 1، في تطبيق نماذج القياس الموضوعي لجودة الفيديو، المحددة في الفقرة 2 من توصي؛

2 باستخدام نماذج القياس الموضوعي لجودة الفيديو الحسية، الواردة في التوصية ITU-T J.247، من أجل تطبيقات الإذاعة التي تستعمل تلفزيون منخفض الوضوح عند وجود إشارة مرجعية كاملة.

الملاحظة 1 - ترد ملخصات نماذج القياس في الملحق 2 من 5 للعلم. وللإطلاع على مزيد من التفاصيل، انظر التوصية ITU-T J.247.

* يشير التلفزيون منخفض الوضوح إلى استبانات الفيديو ذات عدد أقل من البيكسلات مقارنة مع تلك المحددة في التوصية ITU-R ITU-T BT.601. ويجري النظر في توصية لقطاع تقييس الاتصالات ذات صلة بشأن التلفزيون منخفض الوضوح.

¹ التوصية ITU-T J.247 متاحة على العنوان التالي: <http://www.itu.int/rec/T-REC-J.247-200808-P/en>.

الملحق 1

1 مقدمة

توصّف هذه التوصية طرائق تقييم جودة الفيديو الحسية لتطبيقات الإذاعة التي تستعمل التلفزيون منخفض الوضوح عند وجود إشارة مرجعية كاملة.

ويمكن تطبيق طرائق التقييم الواردة في هذه التوصية على ما يلي:

- تقييم الكودك ومواصفته واختبار قبوله؛
- المراقبة المحتملة للجودة في الوقت الفعلي وأثناء الخدمة عند المصدر؛
- مراقبة جودة المقصد عن بعد عند توفر نسخة من المصدر؛
- قياس الجودة لمراقبة نظام للتخزين أو الإرسال يستعمل تقنيات انضغاط وإزالة انضغاط الفيديو ذات مسار وحيد أو متسلسلة؛
- اختبار أنظمة الفيديو في المختبر.

ويمكن استعمال طريقة قياس المرجع الكامل عندما تكون إشارة الفيديو المرجعية غير المشوهة متاحة بسهولة عند نقطة القياس، وهو ما يصير على القياسات التي تجري على معدات فردية أو سلسلة من العمليات في مختبر أو في بيئة مغلقة. وتقوم طرائق التقييم على معالجة الفيديو منخفض الوضوح في استبانات صفيق الصور الفيديوية (VGA) ونسق متوسط مشترك (CIF) وربع النسق المتوسط المشترك (QCIF).

وتشمل مواد اختبار الصلاحية انخطاطات تشفير متعددة وظروف متنوعة لأخطاء الإرسال (مثل أخطاء البتات والرزم المفقودة).

وفي الحالة التي تؤخذ فيها التشوهات في تشفير إشارات الفيديو بعين الاعتبار، يمكن أن يستعمل المشفر طرائق متنوعة للانضغاط (مثل، MPEG-2 و H.264). ويمكن استخدام النماذج التي تصفها هذه التوصية من أجل مراقبة جودة الشبكات التي تم نشرها للتأكد من أنها جاهزة للتشغيل. ويمكن أن تشمل الآثار البصرية للانخطاطات انخطاطات مكانية وزمنية (مثل تكرار الرتل، وتخطي الرتل وتخفيض معدل الأرتال). ويمكن أيضاً استخدام النماذج الواردة في هذه التوصية في اختبار أنظمة الفيديو في المختبر.

وتعتبر هذه التوصية مناسبة للخدمات التي يجري تسليمها بمعدل يساوي أو يقل عن 4 Mbit/s المعروضة على المستقبلات المتنقلة. وقد استخدمت الشروط التالية في اختبار الصلاحية لكل استبانة واتضح أنها مناسبة:

- QCIF (ربع النسق المتوسط المشترك (144 × 176 بيكسلاً)): من 16 إلى 320 kbit/s.
- CIF (نسق متوسط مشترك (288 × 352 بيكسلاً)): من 64 kbit/s إلى 2 Mbit/s.
- VGA (صفيق الصور الفيديوية (480 × 640 بيكسلاً)): من 128 kbit/s إلى 4 Mbit/s.

الجدول 1

العوامل المستعملة في تقييم النماذج

عوامل الاختبار
أخطاء الإرسال مع فقدان الرزم
استبانات الفيديو QCIF و CIF و VGA
معدل بتات الفيديو
QCIF: من 16 إلى 320 kbit/s
CIF: من 64 kbit/s إلى 2 Mbit/s
VGA: من 128 kbit/s إلى 4 Mbit/s

الجدول 1 (تمة)

عوامل الاختبار (تابع)

الأخطاء الزمنية (التوقف مع التخطي) لمدة أقصاها ثانيتين
معدلات الأرتال الفيديوية من 5 إلى 30 رتلاً في الثانية
مخططات التشفير
MPEG-4 AVC / H.264 (الجزء 10)، و MPEG-4، الجزء 2، ومخططات التشفير الثلاثة الأخرى مسجلة الملكية. (انظر الملاحظة 1 أدناه).

الملاحظة 1 - شمل اختبار الصلاحية الذي جرى على النماذج تتابعات فيديوية مشفرة باستعمال 15 كودكاً فيديوياً مختلفاً. وطبقت الكودكات الخمسة المدرجة في الجدول 1 في أغلب الأحيان لتشفير تتابعات الاختبار، ويمكن اعتبار أية نماذج موصى بها مناسبة لتقييم هذه الكودكات. وإلى جانب هذه الكودكات الخمسة، تم إنتاج جزء أصغر من تتابعات الاختبار، باستعمال الكودكات التالية: H.261 و H.263 و H.263+² و MPEG-1 و MPEG-2 و H.264 SVC وأنظمة أخرى مسجلة الملكية. وتجدر الإشارة إلى أن بعض هذه الكودكات استُخدمت فقط للاستبانة CIF والاستبانة QCIF لأن من المتوقع أن تستخدم ميدانياً من أجل هاتين الاستبانتين في معظم الأحيان. وقبل تطبيق نموذج على تتابع مشفر باستعمال واحد من هذه الكودكات، ينبغي أن يفحص المستعمل بعناية الأداء التنبؤي لتحديد ما إذا كان النموذج يصل إلى الأداء التنبؤي المقبول.

2 التطبيق

تشمل تطبيقات نماذج التقييم التي تصفها هذه التوصية ما يلي، لكن دون أن تقتصر عليه:

- 1 تقييم الكودك ومواصفته واختبار قبوله؛
- 2 المراقبة المحتملة للجودة في الوقت الفعلي وأثناء الخدمة عند المصدر؛
- 3 مراقبة جودة المقصد عن بعد عند توفر نسخة من المصدر؛
- 4 قياس الجودة لمراقبة نظام للتخزين أو الإرسال يستعمل تقنيات انضغاط وإزالة انضغاط الفيديو ذات مسار وحيد أو متسلسلة؛
- 5 اختبار أنظمة الفيديو في المختبر.

3 استعمال النماذج

تشمل هذه التوصية النماذج الحاسوبية الموضوعية التي يبينها الجدول 2. ويقدم الجدول 3 لمحة عامة عن أداء النماذج. ويرد المزيد من المعلومات في التذييل 1.

الجدول 2

النماذج الحاسوبية الموضوعية

الملاحق	البلد	الجهة المقترحة	معرف هوية النموذج
2	اليابان	شركة NTT	A
3	ألمانيا	شركة OPTICOM	B
4	المملكة المتحدة	شركة Psytechnics	C
5	جمهورية كوريا	جامعة يونسي	D

جميع النماذج الأربعة تتجاوز إلى حد كبير ذروة النسبة إشارة إلى ضوضاء (PSNR).

² H.263+ هو تشكيل خاص للكودك H.263 (1998).

ويكون أداء النموذجين B و C أفضل بقليل من أداء النموذجين A و D في بعض الاستبيانات. وينتج النموذجان B و C عادة نتائج متكافئة إحصائياً. وفيما يخص QCIF، يكون النموذج A غالباً مكافئاً للنموذجين B و C إحصائياً. وفيما يخص VGA، يكون النموذج D عادة مكافئاً للنموذجين B و C إحصائياً. وتقدم الجداول أدناه لمحة عامة عن أداء النماذج.

وعلى الرغم من إمكانية استعمال جميع النماذج الأربعة لتلبية الاحتياجات المختلفة للصناعة بشكل واف، ويُصح بشدة باستخدام النماذج B أو C أو D فيما يخص VGA، من أجل الحصول على أداء أفضل بقليل في معظم الحالات. وللسبب نفسه، يُصح بشدة باستخدام النموذجين B أو C فيما يخص CIF وباستخدام النماذج A أو B أو C فيما يخص QCIF. ويبين النموذج B أفضل ترابط أدنى عام. ومعاملات الترابط الأدنى للنماذج B و A و D و C هي 0,68 و 0,60 و 0,59 و 0,57 على التوالي.

وقد سجل النموذج C أعلى عدد من الحالات التي يكون فيها في مجموعة الأداء الأعلى. وكان العدد الإجمالي للحالات التي تكون فيها النماذج في المجموعة الأعلى 37 بالنسبة للنموذج C و 34 بالنسبة للنموذج B و 25 بالنسبة للنموذج A و 24 بالنسبة للنموذج D.

الجدول 3

لمحة عامة عن أداء النماذج

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	VGA
0,713	0,805	0,822	0,825	0,786	الترابط المتوسط
0,499	0,612	0,565	0,685	0,598	الترابط الأدنى
3	10	11	10	8	عدد حالات الوقوع في الرتبة 1
–	الأفضل	الأفضل	الأفضل	الثاني	تحليل الرتبة

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	CIF
0,656	0,785	0,836	0,808	0,777	الترابط المتوسط
0,440	0,712	0,769	0,695	0,675	الترابط الأدنى
0	10	14	13	8	عدد حالات الوقوع في الرتبة 1
–	الثاني	الأفضل	الأفضل	الثاني	تحليل الرتبة

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	QCIF
0,662	0,756	0,830	0,841	0,819	الترابط المتوسط
0,540	0,587	0,664	0,724	0,711	الترابط الأدنى
1	4	12	11	9	عدد حالات الوقوع في الرتبة 1
–	الثاني	الأفضل	الأفضل	الأفضل	تحليل الرتبة

4 القيود

لا يمكن استخدام نماذج التقييم الموصوفة في هذه التوصية لكي تقوم مقام الاختبار الذاتي بشكل كامل. وتقع عادة قيم الترابط بين اختبارين ذاتيين مصممين ومنجزين بعناية (في مختبرين مختلفين) ما بين 0,95 و 0,98.

وتم التحقق من صلاحية النماذج الواردة في هذه التوصية عن طريق قياس الفيديو الذي يظهر حالات لتجميد الرتل لمدة أقصاها ثانيين.

ولم تثبت النماذج الواردة في هذه التوصية صلاحيتها في قياس الفيديو الذي يشهد تأخيراً متزايداً باضطراد (على سبيل المثال، الفيديو الذي لا يهمل الأرتال الناقصة بعد حالة تجميد للرتل).

وتجدر الإشارة إلى أنه بالنسبة إلى التكنولوجيات الجديدة للتشفير والإرسال التي ينتج عنها أخطاء في الإرسال لم يتناولها هذا التقييم، قد تسفر النماذج الموضوعية عن نتائج خاطئة. وفي هذه الحالة يصبح من الضروري إجراء تقييم ذاتي.

التذييل 1

للملحق 1

نتائج فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو

أجرى فريق غير رسمي دراسات عن قياس جودة الفيديو الحسية، يسمى فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو (VQEG)، ويقدم تقاريره إلى لجنتي الدراسات 9 و12 لقطاع تقييس الاتصالات ولجنة الدراسات 6 للاتصالات الراديوية. وقيم هذا الفريق في اختبار المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي انتهى منه مؤخراً، أداء خوارزميات القياس المقترحة لجودة الفيديو الحسية مع مرجع كامل فيما يخص الأنساق QCIF وCIF وVGA.

وبالاستناد إلى الأدلة الحالية، يمكن لقطاع الاتصالات الراديوية أن يوصي في الوقت الراهن بأربع طرائق هي:

النموذج A (الملحق 2) - المقترح على فريق VQEG هو شركة NTT من اليابان

النموذج B (الملحق 3) - المقترح على فريق VQEG هو شركة OPTICOM من ألمانيا

النموذج C (الملحق 4) - المقترح على فريق VQEG هو شركة Psytechnics من المملكة المتحدة

النموذج D (الملحق 5) - المقترح على فريق VQEG هو جامعة يونسني من جمهورية كوريا

ويمكن الاطلاع على الأوصاف التقنية لهذه النماذج في الملحقات من 2 إلى 5 على التوالي. وتجدر الإشارة إلى أن ترتيب الملحقات اعتباطي تماماً ولا ينطوي على أية إشارة إلى مستوى الأداء فيما يتعلق بالتنبؤ بالجودة.

ويقدم الجدول 4 تفاصيل عن أداء النماذج في اختبار المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي أجراه فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو.

الجدول 4

أ) استبانة VGA: أداء النماذج في اختبار المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي أجراه فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو - المتوسطات خلال 14 اختباراً ذاتياً

القياس	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	PSNR ⁽¹⁾
الملحق	2	3	4	5	
ترابط بيرسون	0,786	0,825	0,822	0,805	0,713
قيمة جَدْر متوسط التربيع للخطأ	0,621	0,571	0,566	0,593	0,714
نسبة القيمة الخارجة	0,523	0,502	0,524	0,542	0,615

الجدول 4 (تتمة)

(ب) استبانة CIF: أداء النماذج في اختبار المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي أجراه فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو - المتوسطات خلال 14 اختباراً ذاتياً

القياس	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	(¹)PSNR
الملحق	2	3	4	5	
ترابط بيرسون	0,777	0,808	0,836	0,785	0,656
قيمة جذر متوسط التربيع للخطأ	0,604	0,562	0,526	0,594	0,720
نسبة القيمة الخارجة	0,538	0,513	0,507	0,522	0,632

(ج) استبانة QCIF: أداء النماذج في اختبار المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي أجراه فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو - المتوسطات خلال 14 اختباراً ذاتياً

القياس	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	(¹)PSNR
الملحق	2	3	4	5	
ترابط بيرسون	0,819	0,841	0,830	0,756	0,662
قيمة جذر متوسط التربيع للخطأ	0,551	0,516	0,517	0,617	0,721
نسبة القيمة الخارجة	0,497	0,461	0,458	0,523	0,596

(¹) أخذت قيم ذروة النسبة إشارة إلى ضوضاء الواردة هنا من التقرير النهائي للفريق المعني بجودة الفيديو عن المرحلة الأولى المتعلقة بالوسائط المتعددة (انظر <http://www.its.bldrdoc.gov/vqeg/projects/multimedia>). وقام بحساب هذه القيم معهد علوم الاتصالات التابع للإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات (NTIA/ITS).

بالاستناد إلى كل قياس، وفيما يخص VGA مع وجود مرجع كامل، ورد كل نموذج في مجموعة النماذج ذات الأداء الأعلى لمرات عددها كالتالي:

الإحصاء	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	PSNR
الترابط	8	10	11	10	3
(¹)RMSE	4	8	10	6	0
نسبة القيمة الخارجة	9	11	12	8	4

(¹) RMSE: قيمة جذر متوسط التربيع للخطأ.

بالاستناد إلى كل قياس، وفيما يخص CIF مع وجود مرجع كامل، ورد كل نموذج في مجموعة النماذج ذات الأداء الأعلى لمرات عددها كالتالي:

الإحصاء	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	PSNR
الترابط	8	13	14	10	0
(¹)RMSE	6	10	13	9	0
نسبة القيمة الخارجة	10	13	12	11	1

(¹) RMSE: قيمة جذر متوسط التربيع للخطأ.

بالاستناد إلى كل قياس، وفيما يخص QCIF مع وجود مرجع كامل، ورد كل نموذج في مجموعة النماذج ذات الأداء الأعلى لمرات عددها كالتالي:

الإحصاء	النموذج A	النموذج B	النموذج C	النموذج D	ذروة النسبة إشارة إلى ضوضاء ⁽¹⁾
الترباط	9	11	12	4	1
⁽¹⁾ RMSE	7	10	11	2	1
نسبة القيمة الخارجة	10	11	12	8	4

⁽¹⁾ RMSE: قيمة جذر متوسط التربيع للخطأ.

الملاحظة 1 - كمبدأ عام، لا تعني الاختلافات الصغيرة في هذه الأعداد الإجمالية اختلافاً عاماً في الأداء.

التحليل الثانوي

يضع التحليل الثانوي متوسطات لجميع التتابعات الفيديوية المرتبطة بكل نظام (أو وضع) فيديوي ويبرز بالتالي إلى أي حد يتعقب النموذج بشكل جيد متوسط أداء الدارة الافتراضية المرجعية. وتبين الجداول التالية متوسط الترابطات لكل نموذج الاستبانة في التحليل الثانوي.

ترابط VGA

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	
0,809	0,864	0,903	0,914	0,891	المتوسط

ترابط CIF

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	
0,817	0,892	0,913	0,919	0,915	المتوسط

ترابط QCIF

PSNR	النموذج D	النموذج C	النموذج B	النموذج A	
0,882	0,893	0,920	0,937	0,942	المتوسط

الملحق 2

النموذج A

يُقسَّم النموذج A إلى ثلاث وحدات برمجية: وحدة تراصف فيديو، ووحدة اشتقاق كمية السمات الزمنية/المكانية، ووحدة التقييم الذاتي لجودة الفيديو (الشكل 1).

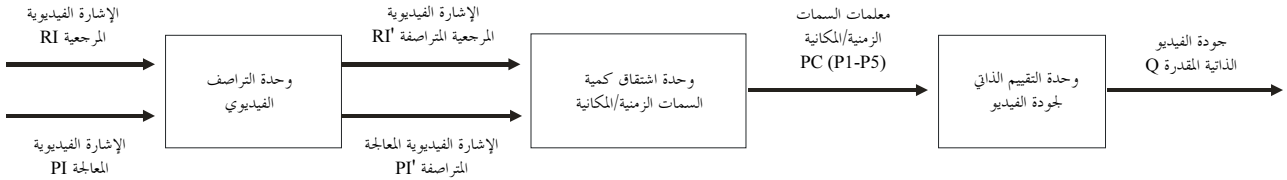
وتقسَّم وحدة التراصف الفيديو إلى عملية تراصف كبيرة وعملية تراصف صغيرة. وفي عملية التراصف الكبيرة تتم موازنة بيكسلات الإشارات الفيديوية المرجعية (RI) مع بيكسلات الإشارات الفيديوية المعالجة (PI) في الاتجاهات المكانية والزمنية وترشح التتابعات الفيديوية لمراعاة تأثير التقاط مفكك التشفير للفيديو ومعالجته له بعد ذلك. وفي عملية التراصف الصغيرة تتم موازنة أرتال التتابعات الفيديوية المرجعية مع أرتال التتابعات الفيديوية المعالجة لمراعاة تأثير تخطي وتجميد أرتال الفيديو بعد الانتهاء من عملية التراصف الكبيرة.

وتحسب وحدة اشتقاق كمية السمات الزمنية/المكانية معلمة الانحطاط المكاني ومعلمة الانحطاط الزمني باستخدام إشارة فيديوية مرجعية متراففة (RI') وإشارة فيديوية معالجة متراففة (PI'). وترتكز معلمة الانحطاط المكاني على أربع معلمات تبين إما وجود ضوضاء عامة أو حافات هامشية أو تشوه في الحركة محدد الموقع، أو تشوه مكاني محدد الموقع. وتبرز معلمة الانحطاط الزمني، التي تُحسب بحاصل جمع مدد التجميد المرجح، تجميد الرتل وتغير معدل الأرتال.

وتحسب وحدة التقييم الذاتي لجودة الفيديو جودة الفيديو الموضوعية (Q) باستعمال المعلمات المذكورة سالفًا.

الشكل 1

المخطط الوظيفي للنموذج A



BT.1866-01

انظر الملحق A للتوصية ITU-T J.247 (2008/08) للاطلاع على الوصف الكامل للنموذج A.

الملحق 3

النموذج B

يقدم الشكل 2 الفكرة الأساسية للنموذج B.

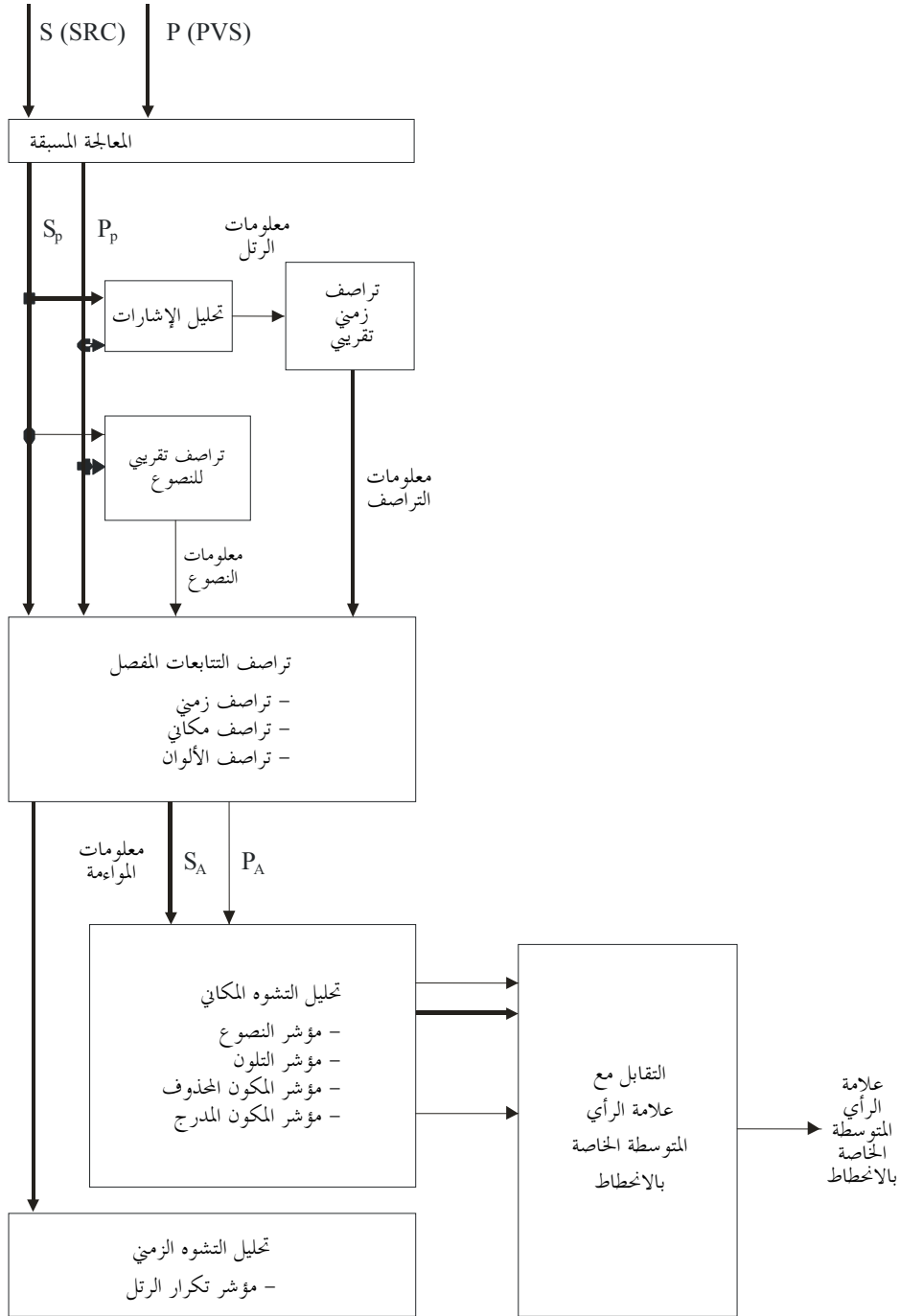
وفي الخطوة الخاصة بالمعالجة المسبقة، تُستخلص منطقة مكانية ذات أهمية (ROI) من المرجع وإشارة الاختبار. وتجري جميع الحسابات اللاحقة على هذه المنطقة فقط التي تمثلها الإشارتان المشدبتان Sp و Pp. ويلى المعالجة المسبقة تراصف تقريبي (تسجيل) لتتابعات الدخول في الميدان الزمني وميدان النصوص. وتستعمل "معلومات النصوص والتراصف"، التي يُحصل عليها بواسطة هذه الوحدات في عملية "التراصف المفصل للتتابعات" اللاحقة التي تجري التراصف الزمني لكل رتل على حدة للتتابعين الفيديويين، تعوض عن الزحزحات المكانية والاختلافات في الألوان واللمعان بالاستناد إلى تقييمات المخطط الدرجي. ونتائج "التراصف المفصل للتتابعات" هي "معلومات المواءمة" التي تُستعمل لتحديد التأثير الحسي للانحطاطات الزمنية، وكذلك التتابعين المشدبين والمتراصفين P_A و S_A .

وتُحلل أيضاً التشوهات المكانية بواسطة فدرة "تحليل التشوه المكاني" التي تحسب الاختلافات الحسية بين التتابعات في الميدان المكاني وتقدم أربعة مؤشرات على التشوه.

وتُعالج أيضاً "معلومات المواءمة" من خلال "تحليل التشوه الزمني" الحسي، الذي يقدم مؤشراً واحداً يمثل حالات تكرار الرتل وحالات أخرى للتشوه الزمني.

وفي الخطوة الأخيرة من النموذج B، جرى توزيع المؤشرات الخمسة المشتقة أعلاه بالوظائف اللوجستية وجمعت لتشكيل العلامة النهائية للتقييم الحسي لجودة الفيديو، التي ترتبط إلى حد كبير بعلامة الرأي المتوسطة المتحصل عليها من الاختبارات الذاتية.

الشكل 2
لمحة عامة عن النموذج B



BT.1866-02

انظر الملحق B للتوصية ITUT J.247 (2008/08) للاطلاع على الوصف الكامل للنموذج B.

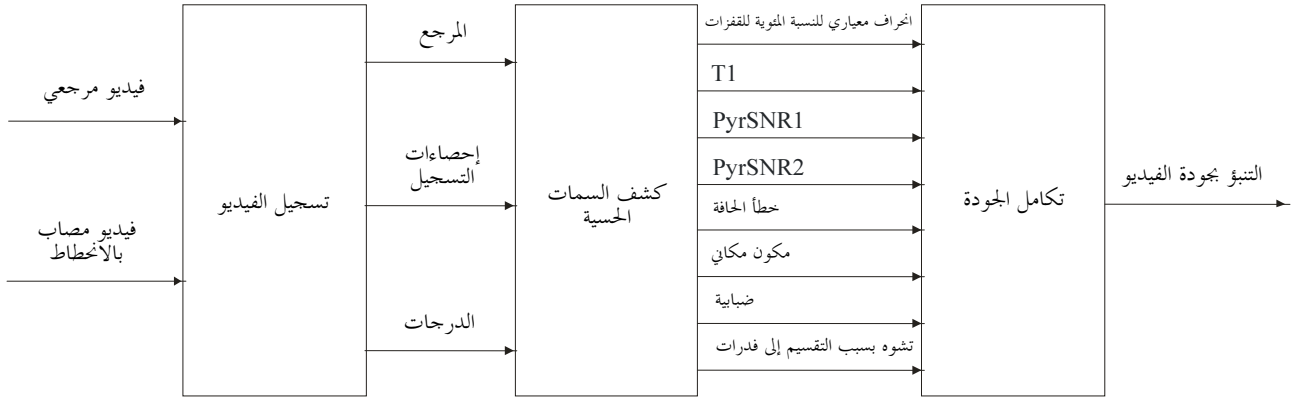
الملحق 4

النموذج C

يقدم الشكل 3 لمحة عامة عن النموذج C. ويتضمن هذا النموذج ثلاث مراحل رئيسية، وهي: (1) تسجيل الفيديو، و(2) كشف السمات الحسية و(3) دمج هذه الخصائص في علامة التنبؤ بالجودة العامة.

الشكل 3

لمحة عامة عن النموذج C



BT.1866-03

وتتألف المرحلة الأولى من تسجيل الفيديو حيث تتم بصورة مؤقتة مزوجة كل رتل في الفيديو المصاب بالانحطاط مع الرتل المقابل الأكثر توافراً في المرجع الفيديوي. ولا بد من تسجيل الفيديو لتقديم قياس دقيق للجودة. وانطلاقاً من المرجع الأصلي وإشارات الفيديو المصابة بالانحطاط يتم الحصول على تنبؤات فيديوية مرجعية متوائمة وتتابعات فيديوية مصابة بالانحطاط متوائمة إلى جانب معلومات عن التسجيل. ويتضمن الفيديو المرجعي المتوائم جميع الأرتال المرجعية التي جرت مواءمتها مع أرتال الفيديو المصابة بالانحطاط. أما الفيديو المصاب بالانحطاط والمتوائم فيتضمن جميع الأرتال المصابة بالانحطاط التي تحدد لها رتل مرجعي. وتستطيع خوارزمية تسجيل الفيديو التعامل مع التخالفات الزمنية والمكانية المتغيرة مع الوقت بين الفيديو المرجعي والفيديو المصاب بالانحطاط.

وتتألف المرحلة الثانية من تحليل من مجموعة من السمات المنطوية على دلالة من الناحية الحسية، والمستخلصة إما من الفيديو المصاب بالانحطاط مباشرة أو من خلال المقارنة بين الفيديو المرجعي والفيديو المصاب بالانحطاط. ولا تقوم هذه السمات الحسية على أي افتراض بشأن نوع محتوى الفيديو أو الطريقة التي تم بها تشفير الفيديو وإرساله إلى المستعمل النهائي. وتعمل السمات الحسية كطبقة حساسة تقوم باستبعاد مكونات الصور التي لا يشعر بها المشاهد. وهذا لأن الكودكات الفيديوية تخفض كمية البيانات التي يجب تشفيرها بتطبيق تقنيات معالجة الصور لإزالة مكونات الإشارة الفيديوية التي ستكون ملاحظة للمشاهدين لغياها أقل احتمالاً. ومن خلال إدراج نموذج لنظام الرؤية البشرية، يمكن لهذه المرحلة من الخوارزمية تحديد مدى فعالية هذه العمليات وتحديد الأخطاء التي يمكن رؤيتها. وعندما لا يحقق مخطط للتشفير هذا الهدف بنجاح، قد يري المستعمل النهائي الانحطاطات التي ستشكل بالتالي جزءاً من خرج الطبقة الحساسة.

وفي المرحلة النهائية، تُجمع المعلومات الحسية للحصول على تنبؤ عام واحد لجودة الفيديو. وتم التوصل إلى الصيغة الأمثل لوظيفة التكامل من خلال تطبيق النموذج على مجموعة واسعة من التجارب الذاتية (مجموعة التدريب) والتحقق من أدائه خلال مجموعة من التجارب غير المعروفة (مجموعة التحقق من الصلاحية).

وكان نسق دخل الفيديو المرجعي والفيديو المصاب بالانحطاط المدعم بالتنفيذ البرمجي للنموذج الذي أُخضع لتقييم المرحلة الأولى للوسائط المتعددة الذي أجراه فريق الخبراء المعني بجودة الفيديو، نسقاً سمعياً ومرئياً تفاعلياً (AVI) غير مضغوط مع حيز لوني UYVY (4:2:2)، مثلما تحدد ذلك خطة اختبار الوسائط المتعددة للفريق المذكور. غير أن نموذج تقييم الجودة مستقل عن هذا النسق ولهذا يمكن تطبيقه على أنساق أخرى بنفس القدر (على سبيل المثال، نسق AVI RGB24 غير المضغوط) شريطة أن يطبق مرشاح مناسب على الدخل أولاً (كمرشاح لتحويل الحيز اللوني أو قارئ ملف مثلاً).

ويجب أن يكون الفيديو المرجعي والفيديو المصاب بالانحطاط في نسق ذي تصاعد تدريجي. ويجب أن يكون معدل الأرتال المطلق للفيديو المصاب بالانحطاط مماثلاً لمعدل الأرتال المطلق للفيديو المرجعي (25 رتلاً على سبيل المثال)، حيث إن معدل الأرتال المطلق هو عدد الأرتال (التصاعدية) في الثانية. بيد أن معدل الأرتال الفعلي للفيديو المصاب بالانحطاط قد يكون مختلفاً عن معدل أرتال الفيديو المرجعي، عندما يكون معدل الأرتال الفعلي هو العدد (المتوسط) للأرتال الوحيدة في الثانية. ويمكن أيضاً أن يكون معدل الأرتال الفعلي للفيديو المعطوب متغيراً مع الوقت. ويقدم المثال التالي كتوضيح لهذا: يكون الفيديو المرجعي (ألف) ذا معدل أرتال مطلق يبلغ 25 رتلاً ويُشفّر بمعدل أرتال فعلي (هدف) يبلغ 12,5 رتلاً (باء). ويُقرأ ويُلتقط الفيديو المشفر (أي يفكك تشفيره) بمعدل 25 رتلاً (جيم). وبالتالي يكون كل رتل آخر في جيم مماثلاً للرتل السابق. ويتمثل دخل الفيديو المرجعي والفيديو المصاب بالانحطاط إلى نموذج تقييم الجودة، في ألف وجيم على التوالي.

انظر الملحق C من التوصية ITUT J.247 (2008/08) للاطلاع على الوصف الكامل للنموذج C.

الملحق 5

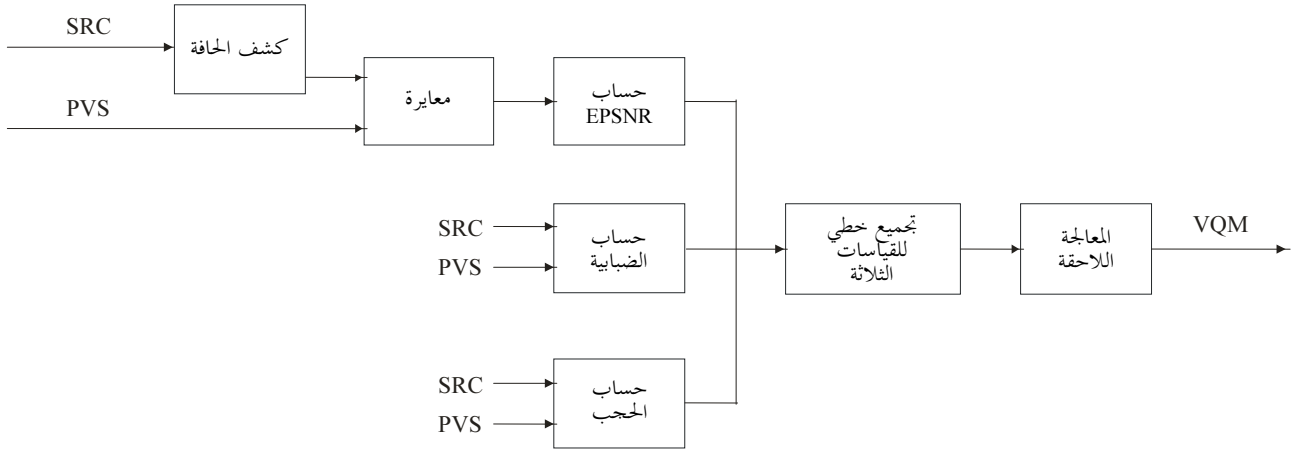
النموذج D

يلاحظ أن نظام الرؤية البشري جد حساس للانحطاط حول الحواف. ويلاحظ أيضاً أن خوارزميات انضغاط الفيديو تسفر في أغلب الأحيان عن أخطاء حول مناطق الحواف. وبالاستناد إلى هذه الملاحظة، يقدم هذا النموذج طريقة لقياس موضوعي لجودة الفيديو يقيس الانحطاط حول الحواف. وتُطبق في النموذج خوارزمية للكشف عن الحواف على التابع الفيديوي المصدر أولاً لكي تحدد مواقع مناطق الحواف. وبعد ذلك، يُقاس الانحطاط في مناطق الحواف هذه بحساب متوسط التربيع للخطأ. وتُحسب قيمة الذروة للنسبة إشارة إلى ضوضاء عند الحافة (EPSNR) انطلاقاً من متوسط التربيع للخطأ هذا. وفضلاً عن هذا، يحسب النموذج سمتين إضافيتين تندجان مع EPSNR للحصول على القياس النهائي لجودة الفيديو (VQM).

ويبين الشكل 4 المخطط الوظيفي للنموذج D القائم على انحطاط الحواف لنموذج مرجعي كامل، يقبل دخلين: تتابع فيديوي مصدر (SRC) وتتابع فيديوي معالج (PVS).

الشكل 4

المخطط الوظيفي للنموذج D



BT.1866-04

انظر الملحق D للتوصية ITU-T J.247 (2008/08) للاطلاع على الوصف الكامل للنموذج D.