الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

T.810

(2006/05)

السلسلة T: تجهيزات مطرافية للخدمات التلماتية

توجيهات المعلومات – نظام تشفير الصورة JPEG 2000: إرسال لا سلكي

التوصية ITU-T T.810

المعيار الدولي ISO/IEC 15444-11
التوصية ITU-T T.810

تكنولوجيا المعلومات – نظام تشفير الصورة JPEG 2000: إرسال لا سلكي

ملخص

تهدف هذه التوصية|المعيار الدولي إلى توفير قواعد تركيب تتيح حماية معطيات الصورة المشفرة حسب المعيار JPEG 2000 لدى إرسالها عبر القنوات والشبكات اللاسلكية. وتضم خدمات الحماية كشف الأخطاء ومقدرة تصحيحها في الرأسية وفي تدفق البتات، ووصفاً لحساسية النظام للأخطاء في مختلف أقسام المعطيات المضغوطة، ووصفاً للأخطاء المتبقية المحتملة في المعطيات المضغوطة. وتسمح قواعد التركيب بتطبيق خدمات الحماية هذه على كل معطيات الصورة المشفرة أو على جزء منها. وصممت هذه الخدمات على نحو يحافظ على العناصر المكونة للنظام JPEG 2000 مثل قابلية القياس والنفاذ إلى مناطق مختلفة وسويات الاستبانة والمكونات اللونية وطبقات النوعية تقديم خدمات الحماية لهذه العناصر.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 16 (2005-2008) التابعة لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات على التوصية ITU-T T.810 في تاريخ 29 مايو 2006 بموجب الإجراء الوارد في التوصية ITU-A.8. كما نُشر نص مماثل تحت اسم المعيار ISO/IEC 15444-11.

تمهيـــد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA)، التي تجتمع مرة كل أربع سنوات، المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، كان الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB).

© ITU 2009

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

ملخص i
المصدر i
1 مجال التطبيق 1
2 المراجع المعيارية 1
3 المصطلحات والتعاريف 1
4 الرموز والمصطلحات المختصرة 3
1.4 المختصرات 3
2.4 الرموز 4
5 وصف عام لنظام الإرسال JPWL 5
1.5 مقدمة 5
2.5 وصف النظام JPWL 5
6 أجزاء النظام JPWL المعيارية 8
7 أجزاء النظام JPWL الإعلامية 9
الملحق A – قواعد تركيب التدفق المشفر 10
1.A تعاريف الوسوم وقطع الوسوم 10
2.A مدى شفرات الواسم المعرّفة في هذه التوصية | المعيار الدولي 10
3.A قواعد ناظمة للوسوم وقطع الوسوم والتدفق المشفَّر 11
4.A معلومات عن قطع الوسوم 11
5.A بناء التدفق المشفر 11
6.A قطع الوسوم JPWL 12
الملحق B حماية الرأسية من الأخطاء 22
1.B مقدمة 22
2.B الشفرات مسبقة التحديد لتصحيح الأخطاء 23
3.B استخدام الوسم EPB في حماية الرأسية 24
الملحق C مقدرة الحماية من الأخطاء 27
1.C استخدام قطعة واسم مقدرة الحماية من الأخطاء (EPC) 27
2.C المعلمة PCRC 27
3.C طول المعطيات (DL) 27
4.C المعلمة PEPC 28
5.C تعرف هوية الأدوات (ID) 28
6.C معلمات الأدوات (PID) 28
الملحق D واصف الحساسية للأخطاء 29
1.D مقدمة وتطبيقات 29
2.D تعريف الواسم وموقعه في التدفق المشفر 29
3.D تقسيم التدفق المشفر إلى وحدات معطيات 30
4.D معلومات الحساسية 30
5.D أمثلة وخطوط توجيهية 33

الصفحة

الملحق E واصف الأخطاء المتبقية 35
1.E مقدمة..... 35
2.E الإشارة إلى الأخطاء المتبقية 35
3.E أمثلة 36
الملحق F خطوط توجيهية لتشفير التدفقات المشفرة JPEG 2000 في سياق البيئات المعرضة للأخطاء..... 37
1.F مقدمة..... 37
2.F أدوات مقاومة الأخطاء حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000..... 37
3.F خطوط توجيهية لتطبيقات المشفر JPEG 2000..... 38
الملحق G السلوك الموصى به في معالجة أخطاء مفكك التشفير..... 40
1.G مقدمة..... 40
2.G السلوك الموصى به لمفكك التشفير حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000..... 40
3.G خطوط توجيهية لعمل مفكك التشفير JPWL..... 41
الملحق H تشفير إنتروبي مقاوم للأخطاء 43
1.H مقدمة..... 43
2.H قواعد التركيب 43
3.H التشفير الإثنيني مع الرمز الممنوع 44
4.H رموز التقطيع المقاوم للأخطاء..... 46
5.H كشف الخطأ 46
6.H تصحيح الأخطاء..... 47
الملحق I الحماية المتباينة من الأخطاء 53
1.I مقدمة..... 53
2.I استخدام واصف الحساسية للأخطاء كمعلومات دخل لأنظمة الحماية المتباينة من الأخطاء 53
3.I استعمال فدرة الحماية من الأخطاء (EPB) في الحماية المتباينة من الأخطاء 53
الملحق J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444 54
1.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444-1 54
2.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444-3 54
3.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444.8 (JPSEC) 54
الملحق K سلطة التسجيل 56
1.K مقدمة عامة..... 56
2.K معايير قبول أصحاب طلبات التسجيل 56
3.K طلبات التسجيل 57
4.K النظر في الطلبات والإجابة عليها 57
5.K الصيانة..... 59
6.K نشر السجل..... 59
الملحق L بيان براءة الاختراع 60

المعيار الدولي ISO/IEC 15444-11
التوصية ITU-T T.810

تكنولوجيا المعلومات – نظام تشفير الصورة JPEG 2000: إرسال لا سلكي

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية | المعيار الدولي "قواعد التركيب والطرائق الخاصة بالحماية من الأخطاء المحتملة أثناء إرسال التدفقات المشفرة JPEG 2000 المطابقة للتوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC 15444-1، على نحو يُفسح المجال للتوسيع لاحقاً.

ويطلق على التدفقات المذكورة في هذه التوصية | المعيار الدولي اسم التدفقات اللاسلكية JPEG 2000 أو التدفقات "JPWL"، وتدعى التطبيقات التي تستخدم التدفقات JPWL "الأنظمة JPWL".

ويحدد النظام JPWL مجموعة من الأدوات التي تنطوي على بُنى معطيات إضافية للتدفقات المشفّرة JPEG 2000 وعلى تقنيات حماية من الأخطاء ضرورية من أجل التصحيح والتشوير. وتضم هذه التوصية | المعيار الدولي تعاريف الدلالات وتقترح كيفية استخدامها.

2 المراجع المعيارية

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

– ITU-T Recommendation T.800 (2002) | ISO/IEC 15444-1:2004, *Information technology – JPEG 2000 image coding system: Core coding system*.

3 المصطلحات والتعاريف

تطبق المصطلحات والتعاريف التالية لأغراض هذه التوصية | المعيار الدولي. وتنطبق التعاريف الواردة في الفقرة 3 من التوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC 15444-1 على هذه التوصية | المعيار الدولي.

1.3 المواءمة الخلفية: وتضم جميع التقنيات التي تنتج تدفق بتات يتيح لمفكك تشفير المطابق للجزء 1 من المعيار JPEG 2000 أن يفك/يعرض هذا التدفق وفقاً للمواصفات الواردة في الجزء 4 من نفس المعيار (ITU-T T.803|ISO/IEC 15444-4) في بيئة خالية من الأخطاء.

2.3 مواءمة خلفية مع توسيعات: وتضم جميع التقنيات التي تنتج تدفق بتات لا ينجم عنه توقف مفكك تشفير الجزء 1 في بيئة خالية من الأخطاء. ومفكك التشفير JPWL ضروري لفك تشفير/عرض الصور بشكل صحيح.

3.3 ترتيب متناقص: ترتيب بتات تمثيل القيم بدءاً من البتة الأكثر دلالة إلى البتة الأقل دلالة.

4.3 تدفق البتات: تتابع البتات الناتجة عن تشفير تتابع من الرموز. ولا يشمل ذلك الوسوم أو قطع الوسوم في الرأسيات الرئيسية أو رأسيات الرقع الجزئية أو واسم نهاية التدفق المشفر (EOC). ولا تشمل أي رأسية رزمة أو واسم تدفق أو قطعة واسم غير موجودة في الرأسيات الرئيسية أو رأسيات الرقع.

5.3 **معدل أخطاء البتات (BER)**: ويتحدد بأنه القيمة الإحصائية المتوقعة لنسبة عدد البتات الخاطئة في المعطيات المستقبَلة إلى مجموع المعطيات المستقبَلة.

6.3 **فدرة الشفرة**: مجموعة مستطيلة من المعاملات من نفس النطاق الفرعي لمكونة الرقعة.

7.3 **تدفق مشفر**: مجموعة من تدفق بتات واحد أو أكثر ورأسية رئيسية ورأسيات رقع جزئية وبتة EOC مطلوبة من أجل فك تشفير هذه المعطيات وتحويلها إلى معطيات صور. وهي معطيات الصورة في شكل مضغوط مع التشوير اللازم لفك تشفيرها.

8.3 **تجزئة المعطيات**: وهو تغيير تنظيم التدفقات المشفرة مع فصل المعطيات المضغوطة إلى أجزاء مختلفة.

9.3 **مفكك التشفير**: هو تجسيد لعملية فك تشفير وخيارياً عملية تغيير لوني.

10.3 **عملية فك التشفير**: عملية استقبال تدفق مشفر كامل أو جزئي عند الدخل وإصدار صورة كاملة أو جزئية أعيد تكوينها عند الخرج.

11.3 **المشفِّر**: وهو تجسيد لعملية تشفير.

12.3 **عملية التشفير**: عملية استقبال معطيات الصورة الأصل الكاملة أو الجزئية عند الدخل وإخراج هذه المعطيات على شكل تدفق مشفَّر.

13.3 **تصحيح الخطأ الأمامي (FEC)**: وتنطوي هذه العملية على كل التقنيات التي تعمل على توفير مقدرة كشف الأخطاء و/أو تصحيحها من خلال إضافة الإطناب إلى التدفق المشفر.

14.3 **التشذير**: تغيير ترتيب المعطيات في التدفق المشفّر.

15.3 **سلطة تسجيل تدفقات JPWL**: منظمة مكلفة بإصدار معرفات هوية (ID) فريدة من أجل الإحالة إلى أداة JPWL، وبتخزين قائمة معلمات أوصافها.

16.3 **طبقة**: مجموعة من معطيات صورة مضغوطة تتأتى من عمليات تشفير فدرة شفرة واحدة أو أكثر لمكونة الرقعة. وللطبقات ترتيب يجب التقيّد به من أجل تشفيرها وفك تشفيرها.

17.3 **ترتيب متزايد**: ترتيب بتات تمثيل القيمة بدءاً من البتة الأقل دلالة وانتهاءً بالبتة الأكثر دلالة.

18.3 **واسم**: شفر مكونة من أثمونين أولهما عدد ست عشري FF (0xFF) وثانيهما قيمة تقع بين 1 (0x01) وعدد ست عشري FE (0xFE).

19.3 **قطعة واسمة**: واسم ومجموعة مصاحبة (غير فارغة) من المعلمات.

20.3 **مواءمة غير خلفية**: وهي تشمل جميع التقنيات التي تنتج تدفق بتات يؤدي إلى توقف عمل مفكك تشفير مطابق للجزء 1 من المعيار JPEG 2000 حتى في بيئة خالية من الأخطاء. ولا يدخل هذا النوع من التقنيات ضمن إطار هذه التوصية | المعيار الدولي.

21.3 **رزمة**: جزء من تدفق البتات يضم رأسية الرزمة والمعطيات المضغوطة للصورة الواردة من إحدى طبقات منطقة سوية استبانة واحدة لمكونة رقعة واحدة.

22.3 **رأسية رزمة**: جزء من الرزمة يحتوي على الإشارات اللازمة لفك تشفير تلك الرزمة.

23.3 **معدل الخسارة في الرزم (PLR)**: ويتحدد باعتباره قيمة إحصائية متوقعة لنسبة عدد الرزم المستبعدة أثناء الإرسال إلى عدد الرزم المرسَلة. ويفترض هذا التعريف أن الرزمة تُحسب على أساس إرسالها وليس على أساس وجودها في الكيان الأساسي للتدفق المشفر JPEG 2000.

24.3 **وسوم دليلة وقطع وسوم دليلة**: وسوم وقطع وسوم تعطي معلومات عن مواقع البُنى في التدفق المشفّر.

25.3 **منطقة**: منطقة مستطيلة الشكل لمكونة رقعة محوّلة داخل كل سوية استبانة تستعمل لتحديد حجم الرزم.

26.3 **الدقة**: عدد البتات في عيّنة معينة أو في معامل أو في تمثيل عددي إثنيني آخر.

27.3 **شفرات نظامية**: الشفرة النظامية هي الشفرة التي تنتج عدداً من الرموز المتكررة إضافة إلى رموز معطيات الدخل الأصلية.

28.3 **رقعة**: صفيف مستطيل الشكل من النقاط المسجلة في شكل مرجعي والتي تقارن من حيث تماثلها وتباينها مع الشكل المرجعي الأصلي وتتحدد من خلال العرض والارتفاع. وتستخدم الرقع المتراكبة من أجل تعريف مكونات الرقعة.

29.3 **مكونة الرقعة**: جميع عيّنات مكوَّنة معينة في رقعة ما.

30.3 **دليل الرقعة**: دليل الرقعة الجارية ويتراوح بين صفر وعدد الرقع ناقص واحد.

31.3 **جزء الرقعة**: جزء من التدفق المشفّر يضم معطيات الصورة المضغوطة لكامل الرقعة أو لجزء منها. ويضم جزء الرقعة قدراً من الرزم يتراوح بين رزمة واحدة كحد أدنى وجميع الرزم التي تؤلف الرقعة المشفرة.

32.3 **رأسية جزء الرقعة**: مجموعة من الوسوم وقطع الوسوم التي تستهل كل جزء رقعة في تدفق مشفر يصف معلمات تشفير جزء الرقعة.

33.3 **محوّل الشفرة**: يقوم بإنجاز عملية تحويل الشفرة.

34.3 **عملية تحويل الشفرة**: عملية إدخال كامل التدفق المشفر أو جزء منه، ثم إخراج كامل هذا التدفق أو أجزاء منه مع احتمال إضافة معطيات أخرى إليه.

35.3 **حماية متباينة من الأخطاء UEP**: وتحيل إلى عملية تخصيص درجات مختلفة حماية من الأخطاء لمختلف أجزاء التدفق المشفر.

4 الرموز والمصطلحات المختصرة

1.4 المختصرات

تنطبق المختصرات التالية لأغراض هذه التوصية | المعيار الدولي.

ITU الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-T قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات (اللجنة CCIT سابقاً)

JPEG فريق الخبراء المشترك المعني بالتصوير – اللجنة المشتركة ISO/IEC/ITU المسؤولة عن تطوير المعايير الخاصة بتشفير صور برَمَاديات متدرّجة ويحيل المختصر أيضاً إلى المعايير التي تضعها هذه اللجنة مثل: ISO/IEC 10918 وتوصيات قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) المقابلة لها.

JPEG 2000 فريق الخبراء المشترك المعني بالتصوير – اللجنة المشتركة ISO/IEC/ITU المسؤولة عن تطوير المعايير لتشفير صور برَماديات متدرجة ويحيل المختصر أيضاً إلى المعايير التي تضعها هذه اللجنة مثل: المعايير ISO/IEC 15444 وتوصيات القطاع ITU-T المقابلة لها.

JPEG 2000 Part 1 يحيل إلى الجزء الأول من المعيار JPEG 2000 التوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC/ 15444-1.

JPEG 2000 Part 11 يحيل إلى هذه التوصية | المعيار الدولي.

JPWL يحيل إلى هذه التوصية | المعيار الدولي.

RA سلطة التسجيل.

2.4 الرموز

تطبق الرموز التالية لأغراض هذه التوصية | المعيار الدولي.

0x---- يدل على عدد ست عشري.

\nnn عدد من ثلاثة أرقام مسبوق بشرطة مائلة يدل على قيمة أثمون واحد داخل سلسلة سمات تحدد فيها الأرقام الثلاثة القيمة الثمانية لهذا الأثمون.

ε_b أس قيمة الحساسية للأخطاء المعرف في الواسم ESD

μ_b الجزء العشري من لوغاريتم قيمة الحساسية للأخطاء المعرف في الواسم ESD

BCH الشفرة بوس – شودري – هوكنجام

COC واسم مكونة أسلوب التشفير (*coding style component marker*)

COD واسم أسلوب التشفير بالتغيب (*coding style default marker*)

COM واسم الشرح (*comment marker*)

CRC التحقق من الإطناب الدوري

CRG واسم تسجيل المكونة (*component registration marker*)

EOC نهاية واسم التدفق المشفّر (*end of codestream marker*)

EPB واسم فدرة الحماية من الخطأ (*error protection block marker*)

EPC واسم مقدرة الحماية من الخطأ (*error protection capability marker*)

EPH نهاية واسم رأسية الرزمة (*end of packet header marker*)

ESD واسم واصف الحساسية للخطأ (*error sensitivity descriptor marker*)

FEC تصحيح أمامي للخطأ (*forward error correction*)

PLM طول الرزمة، واسم الرأسية الرئيسية (*packet length, main header marker*)

PLT طول الرزمة، واسم رأسية جزء الرقعة (*packet length, tile-part header marker*)

POC واسم تغيير ترتيب التقدم (*progression order change marker*)

PPM رأسيات الرزمة المجمّعة، واسم الرأسية الرئيسية (*packed packet headers, main header marker*)

PPT رأسيات الرزمة المجمّعة، واسم رأسية جزء الرقعة (*packed packet headers, tile-part header marker*)

QCC واسم مكونة التكمية (*quantization component marker*)

QCD واسم التكمية بالتغيب (*quantization default marker*)

RED واسم واصف الأخطاء المتبقية (*residual error descriptor marker*)

RGN واسم منطقة الأهمية (*region of interest marker*)

RS شفرة ريد سولومون

SIZ واسم حجم الصورة والرقعة (*image and tile size marker*)

SOC بداية واسم التدفق المشفر (*start of codestream marker*)

SOD بداية واسم المعطيات (*start of data marker*)

SOP بداية واسم الرزمة (*start of packet marker*)

SOT بداية واسم جزء الرقعة (*start of tile-part marker*)

TLM واسم طول أجزاء الرقعة (*tile-part length marker*)

UEP حماية متباينة من الأخطاء (*unequal error protection*)

5 وصف عام لنظام الإرسال JPWL

1.5 مقدمة

تحدد هذه التوصية | المعيار الدولي مجموعة أدوات وطرائق من شأنها إنجاز إرسال صور الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 بشكل فعال في بيئة إرسال/تسجيل معرضة للأخطاء. والغرض الرئيسي من هذه التوصية | المعيار الدولي هو التطبيقات اللاسلكية، حتى ولو أمكن استخدام نفس الأدوات في أنواع أخرى من التطبيقات في بيئة معرضة للأخطاء.

وتتميز الشبكات اللاسلكية بتكرار حدوث أخطاء في الإرسال مما يشكل قيوداً كثيرة على إرسال الصور الرقمية. ونظراً إلى أن النظام JPEG 2000 يتيح عمليات انضغاط عالية الفعالية، فإنه يقدم حلاً جيداً لتطبيقات الوسائط المتعددة اللاسلكية. وعلاوة على ذلك، ونظراً إلى قابلية هذا النظام الكبيرة على التدرّج فإنه يتيح لمشغّلي الشبكات قدراً كبيراً من الاستراتيجيات الخاصة بنوعية الخدمة. وعلى الرغم من ذلك يتعين على النظام JPEG 2000 أن يتصدى بشدة لأخطاء الإرسال لكي يتلاءم مع تطبيقات الوسائط المتعددة اللاسلكية.

وتحدد التوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC 15444-1 أدوات مقاومة الأخطاء بهدف تعزيز الأداء في القنوات التي تعاني من الضوضاء. غير أن هذه الأدوات لا تكشف إلا الأخطاء في تدفق البتات وتخفي المعطيات الخاطئة وتعيد التزامن في مفكك التشفير. وهي تحديداً لا تصحح أخطاء الإرسال. كما أنها لا تطبق على الرأسيات الرئيسية ورأسيات أجزاء الرقع التي تشكل الجزء الأكبر من التدفق المشفر. لذلك فإنها غير ناجعة في سياق الإرسال اللاسلكي.

ومن أجل تأمين إرسال فعال في بيئات الإرسال/التسجيل المعرضة للأخطاء، تحدد هذه التوصية | المعيار الدولي آليات إضافية خاصة بالحماية من الأخطاء وتصحيحها. وتوسِّع هذه الآليات عناصر نظام التشفير الأساسي الوارد في التوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC 15444-1. وتتواءم هذه التوسيعات خلفياً مع التوسيعات السابقة الواردة في الفقرة 3.

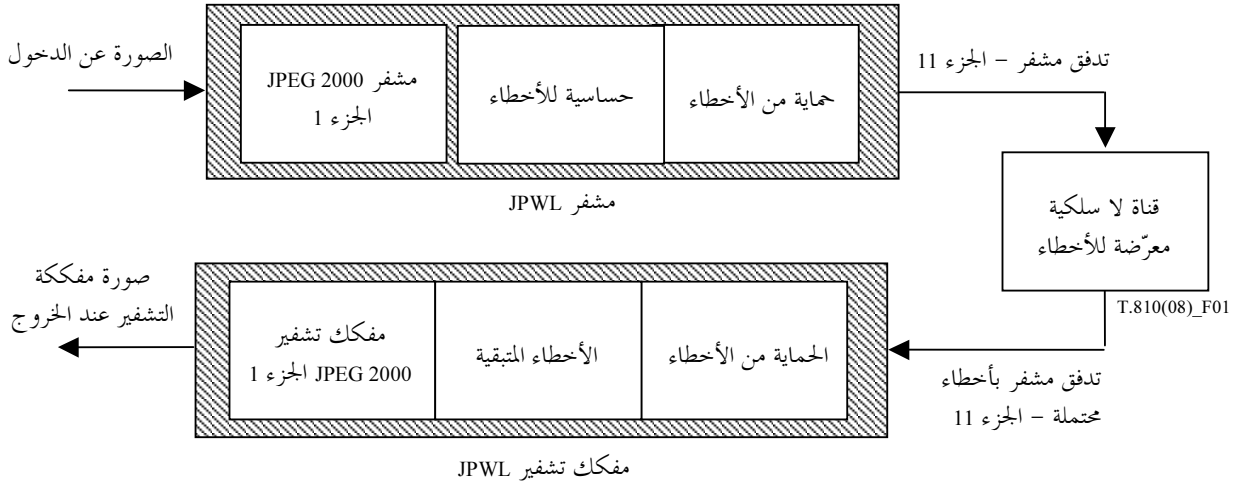
ولا ترتبط هذه التوصية | المعيار الدولي بشبكة محددة أو ببروتوكول نقل محدد، بل تقدم حلولاً عامة لإرسال يتصدى بشدة لأخطاء التصوير JPEG 2000 في قنوات وشبكات معرضة للأخطار. ويستعمل نظام الإرسال JPWL عموماً في التطبيقات. غير أنه يجوز استخدام أدوات الإرسال JPWL حسب الاقتضاء في الإرسال المباشر للصور عبر الطبقة المادية للقناة.

2.5 وصف النظام JPWL

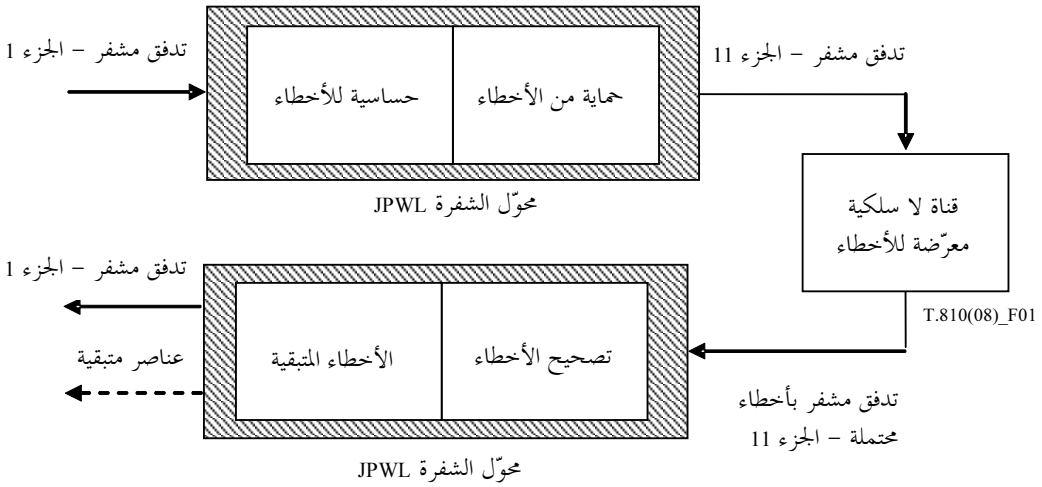
الوظائف الرئيسية للنظام JPWL هي حماية التدفق المشفر من أخطاء الإرسال، ووصف درجة الحساسية لأخطاء الإرسال في مختلف أجزاء التدفق، وتحديد أماكن الأخطاء المتبقية في التدفق المشفر.

وبالإمكان تطبيق النظام JPWL إما على الصورة الأصل عند الدخل أو على التدفق المشفر حسب الجزء 1 كما يوضح الشكلان 1 و2 على التوالي. ويمكن تطبيق النظام JPWL على صورة المصدر الداخلة أو على تدفق تشفير الجزء 1، كما يبين الشكلان 1 و2 على التوالي. ففي الشكل 1 يتألف المشفر JPWL، جهة الإرسال، من ثلاث وحدات تعمل في نفس الوقت وهي: مشفر الجزء 1 من النظام JPEG الذي يقوم بضغط الصورة الداخلة. ومولد وصف الحساسية للأخطاء، ومعالج يستخدم أداة الحماية من الأخطاء. وينتج عن ذلك مقاومة تدفق شفرة الجزء 11 للنظام JPEG 2000 لأخطاء الإرسال. ومن جهة الاستقبال أيضاً

يتألف مفكك التشفير JPWL أيضاً من ثلاث وحدات هي: معالج لتصحيح الأخطاء، ومولد أوصاف الأخطاء المتبقية ومفكك تشفير الجزء 1 من النظام JPEG 2000. وكل بديل يعالج محول الشفرة JPWL جهة الإرسال تدفق شفرة الجزء 1 من النظام JPEG 2000 ويولد وصف الحساسية للأخطاء ويستعمل أدوات الحماية من الأخطاء. وفي جهة الاستقبال يصحح محول التشفير JPWL أخطاء الإرسال ويعطي أوصاف الأخطاء المتبقية وينتج تدفق شفرة الجزء الذي يمكن إرساله إلى مفكك تشفير الجزء 1 مباشرة مع المعلومات المتوفرة عن الأخطاء المتبقية.

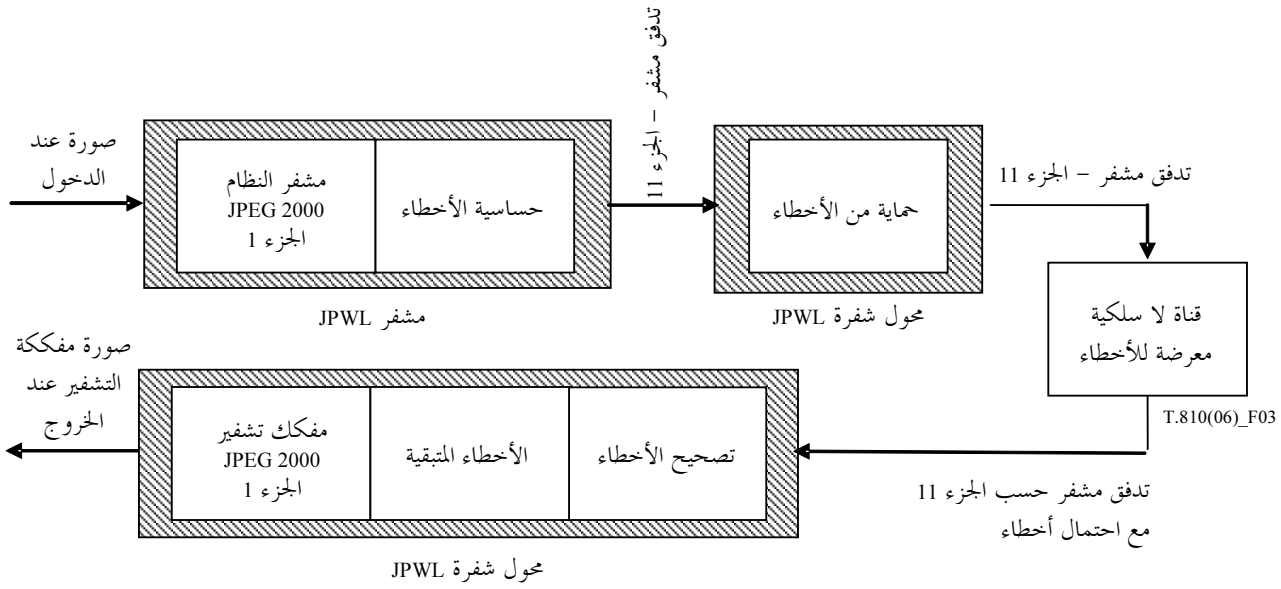


الشكل 1 – وصف النظام JPWL: مشفر ومفكك تشفير النظام JPWL

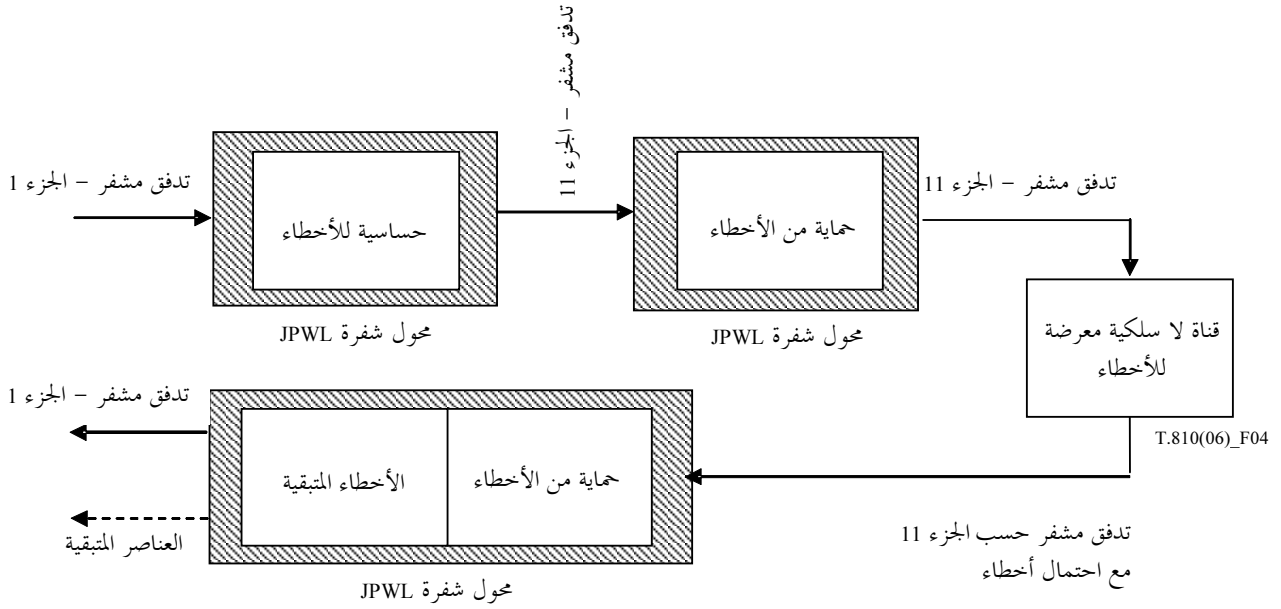


الشكل 2 – وصف النظام JPWL: محوّل الشفرة في النظام JPWL

وثمة تشكيلات مشابهة أخرى ممكنة أيضاً تظهر في الشكلين 3 و4. فبينما يتم وصف الحساسية للأخطاء وتطبيق أداة الحماية من الأخطاء في نفس الوقت، كما في الشكلين 1 و2، فإن هاتين العمليتين متعاقبتان في الشكلين 3 و4. ففي المرحلة الأولى على وجه التحديد ينتج المشفر/محول الشفرة JPWL تدفقاً مشفراً حسب الجزء 11 من النظام JPEG 2000 يضم معلومات عن الحساسية للأخطاء. ويستخدم محوّل الشفرة JPWL في مرحلة تالية هذه المعلومات من أجل تعزيز أداة الحماية من الخطأ إلى أكبر قدر ممكن من خلال إنتاج تدفق مشفّر حسب الجزء 11 من النظام JPEG 2000 شديد المقاومة لأخطاء الإرسال.



الشكل 3 – وصف النظام JPWL: تشكيلة أخرى



الشكل 4 – وصف النظام JPWL: تشكيلة أخرى

تغير عملية الحماية من الأخطاء التدفق المشفر لتجعله أكثر مقاومةً للأخطاء، كأن تضيف على سبيل المثال إلى المعطيات إطناباً أو تجزئها أو تشذّرها. وتكشف هذه العملية الأخطاء وتصححها كلما أمكن ذلك. وتشمل تقنيات حماية التدفق المشفر شفرات التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) وتجزئة المعطيات وتشذيرها، والتشفير الإنتروبي شديد المقاومة والحماية المتباينة من الأخطاء.

ويحدد واصف الحساسية للأخطاء درجة حساسية مختلف أجزاء التدفق المشفر لأخطاء الإرسال. وتنتج هذه المعلومة عادة عند تشفير الصورة باستعمال مشفر JPEG 2000 Part 1 (مثال: الشكلان 1 و3). غير أنه من الممكن استنتاجها مباشرة من التدفق المشفَّر حسب الجزء 1 (مثال: الشكلان 2 و4). ويمكن استعمال هذه المعلومات فيما بعد في حماية الصورة. وبالإمكان تحديداً تشديد الحماية للأجزاء الحسّاسة من التدفق المشفّر أكثر منها لتلك الأقل حساسية (حماية متباينة من الأخطاء (UEP)).

ويحدد واصف الأخطاء المتبقية مواقع الأخطاء المتبقية في التدفق المشفر والأخطاء المتبقية هي الأخطاء التي لا يمكن تصحيحها بأداة الحماية من الأخطاء وتنتج هذه المعلومة عادة أثناء عملية تصحيح الأخطاء. وتستخدم هذه المعلومة فيما بعد في مفككة التشفير JPEG 200 Part 1 من أجل وقاية التشفير من الأجزاء الفاسدة من التدفق.

وتظهر الأمثلة في الأشكال المبينة أعلاه التي تصف النظام JPWL وهناك تشكيلات مختلفة ممكنة.

والنظام JPWL مهيأ لاستقبال التقنيات اللاحقة إضافةً إلى تلك الواردة في هذه التوصية | المعيار الدولي. وتقوم سلطة التسجيل بإدارة عمليات إضافة التقنيات الجديدة، كما يرد في الملحق K بهذه التوصية.

6 أجزاء النظام JPWL المعيارية

متحوِّل عملية التشفير معطيات الصورة الأصل إلى معطيات صورة مضغوطة. وترد جميع عمليات التشفير هنا على سبيل الإعلام.

والمشفر هو تجسيد عملية التشفير. ويتعين على المشفر لكي يكون مطابقاً لهذه التوصية | المعيار الدولي أن يحوِّل معطيات الصورة الأصل إلى معطيات مضغوطة للصورة تتطابق مع قواعد تركيب التدفق المشفّر المحددة في الملحق A.

وتحوِّل عملية فك التشفير المعطيات المضغوطة للصورة إلى معطيات صورة معادة التكوين. وتكون بعض أجزاء عملية فك التشفير معيارية وخصوصاً تلك المتعلقة باستخراج المعلومات الموجودة في قطع الواسم الخاصة JPEG 2000 Part 11 وتلك التي تحيل إلى فك تشفير عناصر الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. ولا تتحدد جميع الجوانب الأخرى لعملية التشفير مثل الإجراء الذي يتبعه مفكك التشفير لمواجهة احتمال وجود الأخطاء والتدابير التي يتخذها للتخفيف من آثار هذه الأخطاء، كجزء من هذه التوصية | المعيار الدولي؛ غير أن الإرشادات بهذا الخصوص محددة في الملحق G.

ومفكك التشفير هو تجسيد عملية فك التشفير. ويتعين على مفكك التشفير لكي يكون مطابقاً لهذه التوصية | المعيار الدولي، أن يحوِّل جميع أجزاء معطيات الصورة المضغوطة، أو تلك المحدّدة منها والمطابقة لقواعد تركيب التدفق المشفر المحددة في الملحق A، إلى صورة معادة التكوين.

ولا تتحدد تطبيقات معيارية أو إلزامية فيما يتعلق بالمشفّر ومفكك التشفير ويستخدم الوصف في بعض الحالات تقنيات تطبيق خاصة لأغراض توضيحية لا غير.

ويصف الملحق A قاعدة التركيب التي تعرف تمثيلاً مشفراً لمعطيات الصورة المضغوطة بهدف تبادلها في بيئات التطبيقات. ويجب أن تتطابق أي معطيات صورة مضغوطة مع قاعدة تركيب وتخصيصات الشفرة الملائمة لعملية التشفير والمعرفة في هذه التوصية | المعيار الدولي.

ويحدد الجزء المتبقي من هذه الفقرة الأجزاء المعيارية في هذه التوصية | المعيار الدولي ويحيل إلى الملحقات ذات الصلة من أجل الحصول على مزيد من المعلومات:

- قواعد تركيب التدفق المشفر (الملحق A): تعريف قواعد تركيب التدفق المشفر الذي يتعين على كل تدفق JPWL أن يتطابق معها.

- فدرة الحماية من الأخطاء (الملحق B): أداة تهدف إلى حماية رأسية الصورة (الرأسية الرئيسية ورأسية الرقعة/جزء من الرقعة) وتصحيح أخطاء الإرسال إن وجدت باستخدام شفرات التصحيح FEC.
- واصف مقدرة الحماية من الأخطاء (الملحق C): وصف الأدوات التي استخدمت من أجل حماية التدفق المشفَّر وتصحيح أخطاء الإرسال إن وجدت. ويخضع هذا الواصف لسلطة تسجيل فيما يخص التقنيات الإعلامية للحماية من الأخطاء.
- واصف الحساسية للأخطاء (الملحق D): وصف درجة حساسية مختلف أجزاء التدفق المشفَّر لأخطاء الإرسال. وتنتج هذه المعلومة عموماً عند تشفير الصورة. ويمكن استخدامها لاحقاً من أجل تطبيق تقنيات الحماية المتباينة من الأخطاء (VEP) التي تراعي درجة الحساسية للأخطاء.
- واصف الأخطاء المتبقية (الملحق E): وصف مواقع الأخطاء المتبقية في التدفق المشفر. والأخطاء المتبقية هي الأخطاء التي لا يتسنى للأدوات المستخدمة في حماية الصورة تصحيحها. وتنتج هذه المعلومة عموماً عند فك تشفير التدفق المشفر.
- سلطة التسجيل (الملحق K): مواصفات سلطة التسجيل (RA).

7 أجزاء النظام JPWL الإعلامية

توجز هذه الفقرة الأجزاء الإعلامية في هذه التوصية|المعيار الدولي، وتحيل على التوالي إلى الملحقات ذات الصلة من أجل الحصول على مزيد من المعلومات:

- الخطوط التوجيهية للتشفير (الملحق F): الخطوط التوجيهية الخاصة بتشفير مقاوم للأخطاء جهة المشفر في سياق البيئة المعرضة للأخطاء.
- الخطوط التوجيهية لفك التشفير (الملحق G): الخطوط التوجيهية الخاصة بسلوك مواجهة الأخطاء جهة مفكك التشفير.
- التشفير الإنتروبي المقاوم للأخطاء (الملحق H): أدوات من شأنها حماية التدفق المشفر ورصد الأخطاء الممكنة وتصحيحها استناداً إلى التشفير الإنتروبي المقاوم للأخطاء.
- الحماية المتباينة من الأخطاء (الملحق I): أدوات من شأنها تأمين حماية متباينة لأجزاء التدفق المشفر استناداً إلى درجة الحساسية للأخطاء في الأجزاء المعنية.
- قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO\IEC 15444 (الملحق J): خطوط توجيهية خاصة بقابلية التشغيل البيني مع مواصفات أخرى لفروع النظام JPEG 2000.
- البراءات (الملحق L): بيانات حقوق الملكية الفكرية المقدمة التي تنطبق على هذه التوصية|المعيار الدولي.

الملحق A

قواعد تركيب التدفق المشفر

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.A تعاريف الوسوم وقطع الوسوم

تستند هذه التوصية | المعيار الدولي إلى استخدام قطع الوسم من أجل تحديد خصائص التدفق المشفر والإشارة إليها من أجل الحماية من الأخطاء. ويجب لأغراض المواءمة الخلفية إدراج الوسوم وقطع الوسوم JPWL في رأسيات التدفق المشفر حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000، وثمة نوعان لهذه الرأسيات هما:

1) الرأسية الرئيسية، وتوجد في بداية التدفق المشفر؛

2) رأسيات أجزاء الرقع وتوجد في بداية كل جزء رقعة.

والرأسيات الرئيسية والجزئية مجموعات من الوسوم وقطع الوسوم.

وكما هو الحال بالنسبة إلى أي واسم معياري معرف في الجزء 1 من النظام JPEG 2000 فإن كل واسم معرف في هذا الصدد يتكوَّن من أثمونين قيمة أولهما 0xFF. ويحدد الأثمون الثاني استعمال الواسم ويتخذ أي قيمة تتراوح بين 0x01 و0xFE باستثناء القيم المستخدمة في التوصية ITU-T T.81 | ISO/IEC 10918-1 والتوصية ITU-T T.84 | ISO/IEC 10918-3 (وهي مبينة أيضاً في الجدول 1.A).

وتضم قطعة الواسم واسماً ومعلمات مصاحبة تسمى معلمات الواسم. ويجب أن يعادل الأثمون الأول من الأثمونين المكونين لأي قطعة واسم ترد مباشرة بعد الواسم تحديداً قيمة عدد صحيح بترتيب تنازل بدون علامة تدل على طول معلمات الواسم مقدراً بالأثمونات (بما في ذلك أثمونا معلمة الطول هذه ولكن دون أثموني الواسم ذاته). وعندما يجد مفكك التشفير قطعة واسم غير محددة في هذه التوصية | المعيار الدولي عليه استعمال معلمة الطول من أجل استبعاد قطعة الواسم.

2.A مدى شفرات الواسم المعرّفة في هذه التوصية | المعيار الدولي

تماشياً مع قواعد التركيب المستخدمة لكل واسم وقطعة وسم معرفين في التوصية ITU-T T.81 | المعيار ISO/IEC 10918-1، فإن بعض الوسوم في هذه التوصية | المعيار الدولي محجوزة لأغراض التشوير، كما يوضح الجدول 1.A. ويستعيد الجدول القيم المختلفة الموجودة أو الوسوم المحجوزة.

الجدول 1.A – تعاريف الوسوم

مدى قيمة الواسم	المعيار الذي يضم التعريف
0xFF00, 0xFF01, 0xFFFE, 0xFFC0 – 0xFFDF	معرف في التوصية ITU-T T.81	المعيار ISO/IEC 10918-1
0xFFF0 – 0xFFF6	معرف في التوصية ITU-T T.84	المعيار ISO/IEC 10918-3
0xFFF7 – 0xFFF8	معرف في التوصية ITU-T T.87	المعيار ISO/IEC 14495-1
0xFF4F – 0xFF65, 0xFF6A – 0xFF6F, 0xFF90 – 0xFF93	التوصية ITU-T T.800	المعيار ISO/IEC 15444-1
0xFF66-0xFF69	معرف في هذه التوصية	المعيار الدولي
0xFF30 – 0xFF3F	محجوزة لتعريف الوسوم فقط (وليس قطع الوسوم)
	جميع القيم الأخرى محجوزة

3.A قواعد ناظمة للوسوم وقطع الوسوم والتدفق المشفَّر

تتقيد قطع الوسوم التي يرد وصفها في هذه التوصية | المعيار الدولي بالقواعد الواردة في القسم 3.1.A من الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

4.A معلومات عن قطع الوسوم

قطع الوسوم وبالتالي الرأسيات الرئيسية ورأسيات أجزاء الرقع هي مضاعفات 8 بتات (الأثمون)، كما ينص الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

وتنطبق جميع الوسوم وقطع الوسوم في رأسية جزء الرقعة أو في بداية رأسية الرزمة حصراً على الرقعة أو الرزمة اللتين تنتمي إليهما.

وإذا بُتِر التدفق المشفر أو خُرِّب أو نُشر فإن قطع الوسوم المتأثرة (مثل قطع الوسوم TLM/PLT أو JPWL) تحيَّن تبعاً لذلك. ويلاحظ أن عدة قطع وسوم JPWL تضم معلومات عن فهرسة التدفق المشفر (مثال أمدية الأثمونات): وينبغي تحيين هذه المعلومات استناداً إلى عمليتي إدراج قطعة واسم أو حذفها.

ويعدد الجدول 2.A الوسوم المحددة في هذه التوصية | المعيار الدولي. ويعرض الجدول 3.A المعلومات التي توفرها قواعد التركيب ويدل على قطعة الواسم التي تضم هذه المعلومات.

الجدول 2.A – قائمة بقطع الوسوم

	الاسم	الشفرة	الرأسية الرئيسية (ملاحظة)	رأسية جزء الرقعة (ملاحظة)
فدرة الحماية من الأخطاء	EPB	0xFF66	خياري	خياري
واصف الحساسية للأخطاء	ESD	0xFF67	خياري	خياري
مقدرة الحماية من الأخطاء	EPC	0xFF68	إلزامي	خياري
واصف الأخطاء المتبقية	RED	0xFF69	خياري	خياري
ملاحظة – تعني صفة "إلزامي" شرط وجود قطعة الواسم في هذه الرأسية، وتعني صفة "خياري" إمكانية استعمالها.				

إذا ظهرت قطع الوسوم EPC أو ESD أو RED في كل من الرأسيتين الرئيسية والجزئية، فإن الواسم الموجود في الرأسية الجزئية (جزء الرقعة) يحل محل الواسم الموجود في الرأسية الرئيسية فيما يخص الرقعة الجزئية الراهنة. ولا يسمح بوجود قطعتين الواسم EPC وRED إلا مرة واحدة كحد أقصى في كل رأسية (رئيسية أو جزئية). غير أنه يجوز وجود عدم وسوم ESD في رأسية واحدة.

5.A بناء التدفق المشفر

يطابق بناء التدفق المشفر في هذه التوصية | المعيار الدولي بناء التدفق المشفر المحدد في القسم 3.A من الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. وينبغي أن توجد قطع الوسوم EPB في موقع معين كما هو محدد في الملحق B.

الجدول 3.A – المعلومات في قطع الوسوم

المعلومات	قطعة الواسم
تشير إلى وجود معطيات JPWL محمية في الرأسية. وتضم: – مجموعة معلمات مستخدمة في التدفق المشفر للحماية من الأخطاء. – معطيات تنتجها شفرة منتظمة للحماية من الأخطاء.	EPB
تدل على الطرائق التي يستخدمها التدفق المشفر الجاري للحماية من أخطاء الإرسال. ويشير وجودها إلى أن التدفق المشفر مطابق لهذه التوصية | المعيار الدولي.	EPC
تصف حساسية التدفق المشفر الجاري للأخطاء.	ESD
تصف دليل الأخطاء المتبقية في التدفق المشفر الجاري.	RED

6.A قطع الوسوم JPWL

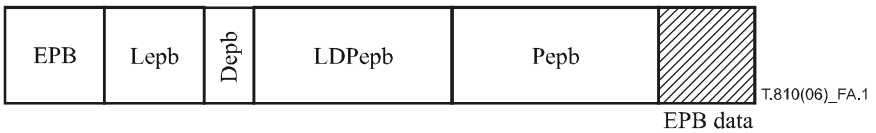
1.6.A فدرة الحماية من الأخطاء (EPB)

تضم قطعة الوسم EPB معلومات بشأن معلمات الحماية من الأخطاء والمعطيات المستخدمة في حماية التدفق المشفر من الأخطاء. والوظيفية الأولية للفدرة EPB هي حماية الرأسية الرئيسية ورأسية الرقعة الجزئية (راجع الملحق B). غير أنه من الممكن استخدامها أيضاً في حماية تدفق البتات (راجع الملحق A). وتحتوي الرأسية الرئيسية و/أو رأسيات الرقعة الجزئية على فدرة EPB واحدة أو أكثر. وينبغي وضع أول قطعة وسم EPB في الرأسية الرئيسية مباشرة بعد قطعة الوسم SIZ. وينبغي وضع أول قطعة وسم EPB في رأسية رقعة جزئية مباشرة بعد الواسم SOT.

الوظيفة: تحتوي قطعة الواسم EPB على المعطيات الضرورية لتصحيح الأخطاء في الرأسية التي توجد فيها. ولمزيد من المعلومات عن كيفية استعمال قطع الوسوم EPB يرجى مراجعة الملحقين B وI.

الاستخدام: رأسية رئيسية ورأسيات رقع جزئية. وتوضع أول قطعة واسم EPB من التدفق المشفر بعد قطعة الواسم SIZ. وتوضع أول قطعة واسم EPB لرأسية الرقعة الجزئية بعد قطعة الواسم SOT.

الطول: متغير تبعاً للمعلمات المستخدمة في حماية الرأسيات وطول الرأسيات الواجب حمايتها. ويوضح الشكل 1 قواعد تركيب قطعة الواسم EPB.



EPB: شفرة الواسم. يبين الجدول 4.A أبعاد وقيم المعلمات لرمز الواسم ذاته ولكل معلمة من معلمات قطعة الواسم.

Lepb: طول قطعة الواسم مقدراً بالأثمونات (دون الواسم).

Depb: أسلوب EPB (كأن يحدد مثلاً ما إذا كانت الفدرة EPB الجارية هي الأخيرة في الرأسية الجارية).

LDPepb: طول المعطيات الواجب حمايتها باستعمال معلومات الإطناب (المعطيات EPB) المدرجة في الفدرة FPB الجارية.

Pepb: معلمات الفدرة EPB التي تحدد أداة تصحيح الخطأ التالية التي ينبغي استخدامها من أجل حماية المعطيات المتبقية.

معلمات الفدرة EPB: تضم المعطيات التي تمكن من إجراء التصحيح (بتات الإطناب عادة).

الشكل 1.A – قواعد تركيب فدرة الحماية من الأخطاء

الجدول 4.A – قيم معلمات فدرة الحماية من الأخطاء

المعلمة	الحجم (بالبتات)	القيم
EPB	16	0xFF66
Lepb	16	$11 – (2^{16}-1)$
Depb	8	انظر الجدول 5.A
LDPepb	32	$0 – (2^{31}-1)$
Pepb	32	انظر الجدول A.6 تعرف طريقة إدارة الخطأ التالية التي ينبغي اتباعها
معطيات EPB	متغير	

عندما تدرج المعلمة EPB في الرأسية الرئيسية تكون معطيات الواسم SOC وقطعة الواسم SIZ والواسم EPB ومعطيات المعلمات Lepb وDepb وLBPepb وPepb محمية من خلال شفرة RS(N1,K1) مسبقة التحديد. وتوضع معطيات الإطناب اللازمة لتصحيح الأخطاء في بداية المعطيات EPB.

وعندما تدرج المعلمة EPB في رأسية الرقعة الجزئية تكون معطيات الواسم SOT والواسم EPB ومعطيات المعلمات Lepb وDepb وLDPepb وPepb محمية من خلال الشفرة RS(N2,K2) مسبقة التحديد. وتوضع معطيات الإطناب اللازمة لتصحيح الأخطاء في بداية معطيات المعلمة EPB.

وقد توجد عدة قطع وسوم EPB في الرأسية الرئيسية أو رأسية الرقعة الجزئية. وعندما لا تكون المعلمة EPB هي المعلمة الأولى في الرأسية تستخدم شفرة RS(N3,K3) مسبقة التحديد.

والشفرات مسبقة التحديد هي التالية:

- ريد سولومون RS(160,64) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في الرأسية الرئيسية؛
- ريد سولومون RS(80,25) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB رأسية الرقعة الجزئية؛
- ريد سولومون RS(40,13) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في كلا الرأسيتين الرئيسية والجزئية.

1.1.6.A معلمة بالأسلوب EPB

الجدول 5.A – قيم المعلمة Depb

القيم (البتات) البتة الأقل دلالة البتة الأكثر دلالة	التشكيلات والدلالة EPB
x0xx xxxx	قطعة الواسم EPB ليست الأخيرة في الرأسية الجارية
x1xx xxxx	قطعة الواسم EPB هي الأخيرة في الرأسية الجارية
0xxx xxxx	قطع الوسوم EPB غير موضوعة في رزم
1xxx xxxx	قطع الوسوم EPB موضوعة في رزم
xx00 0000 – xx11 1111	قيم الأدلة EPB (0-63) دليل أول قطعة واسم EPB في الرأسية قيمته صفر. وتزداد قيمة كل واسم EPB يلي في نفس الرأسية بمقدار واحد. وعند بلوغ العدد الأقصى يعود الرقم إلى الصفر.

2.1.6.A معلمات الفدرة EPB

تتيح المعلمات Pepb اختيار طريقة تصحيح/كشف الأخطاء من خلال وصف الطريقة والمعلمات المتصلة بها. مما يسمح بتغيير قدرة كشف/تصحيح الأخطاء في التدفق المشفر وتكييفها مع حالات الأخطاء و/أو الحساسية للأخطاء في جزء التدفق المعني. ويمكن استخدام أي طريقة شريطة أن تتقيد بالمواءمة الخلفية لمعيار التوسيع المحدد سابقاً في هذه التوصية | المعيار الدولي أو بدونه (الفقرة 5).

يحدد الجدول 6.A مدى قيم المعلمة Pepb. ويمكن لتعريف شفرات أخرى غير تلك الواردة في الجدول 6.A أن تستعمل دليل طريقة إدارة الأخطاء في مدى القيم وفقاً للاستخدام والتسجيل التي تديره سلطة التسجيل (الملحق K).

وينبغي استعمال طريقة إدارة الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb الجارية لأغراض معطيات التدفق المشفر المتعلقة بقطعة الواسم EPB الجارية باستثناء الواسم EPB ومعلماته المتعلقة بإحدى الشفرات مسبقة التحديد.

الجدول 6.A – المعلمة Pepb

دليل طريقة إدارة الأخطاء	الدليل والتشكيلة EPB
0x00000000	الشفرات مسبقة التحديد: ريد سولومون RS(160,64) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في الرأسية الرئيسية؛ ريد سولومون RS(80,25) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB رأسية الرقعة الجزئية؛ ريد سولومون RS(40,13) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في كلا الرأسيتين الرئيسية والجزئية.
0x10000000-0x1FFFFFFF	التحقق من الإطناب الدوري (CRC)، الجدول 7.A
0x20000000-0x2FFFFFFF	شفرات ريد سولومون، الجدول 8.A
0x30000000-0xFFFFFFFE	الاستخدام والتسجيل بإدارة سلطة تسجيل النظام JPWL
0xFFFFFFFF	لا يوجد طريقة للاستخدام بالنسبة إلى المعطيات اللاحقة

الجدول 7.A – أنماط الإطناب CRC

قيمة Pepb	نمط الإطناب CRC
0001 0000 0000 0000	التحقق CRC-CCITT (X.25) بـ 16 بتة
0001 0000 0000 0001	CRC في إيثرنت بـ 32 بتة
0001 0000 0000 0010 – 0001 1111 1111 1111	الاستخدام والتسجيل بإدارة سلطة تسجيل النظام JPWL

الجدول 8.A – شفرات ريد سولومون بالتغيب

قيمة Pebp	شفرة ريد سولومون
0x20002520	RS(37,32)
0x20002620	RS(38,32)
0x20002820	RS(40,32)
0x20002B20	RS(43,32)
0x20002D20	RS(45,32)
0x20003020	RS(48,32)
0x20003320	RS(51,32)
0x20003520	RS(53,32)
0x20003820	RS(56,32)
0x20004020	RS(64,32)
0x20004B20	RS(75,32)
0x20005020	RS(80,32)
0x20005520	RS(85,32)
0x20006020	RS(96,32)
0x20007020	RS(112,32)
0x20008020	RS(128,32)
قيم أخرى للأدلة RS	الاستخدام والتسجيل بإدارة سلطة تسجيل النظام JPWL

2.6.A مقدرة الحماية من الأخطاء

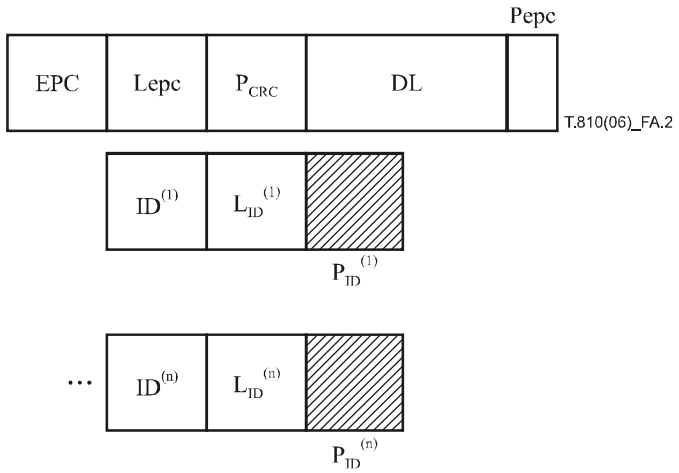
تدل قطعة الواسم EPC على الأدوات المعيارية والإعلامية للإرسال JPWL المستخدمة في التدفق المشفر. وتدل خصوصاً على وجود قطعة الواسم ESD وقطعة الواسم RED وقطعة الواسم EPB في التدفق المشفر. وعلاوة على ذلك تشير المقدرة EPC إلى استخدام الأدوات الإعلامية التي سُجّلت سابقاً في سلطة التسجيل JPWL (JPWL RA، راجع الملحق K). وتتيح هذه الأدوات الإعلامية مقاومة الأخطاء و/أو تصحيح الأخطاء وتضم بعض التقنيات مثل التشفير الإنتروبي لمقاومة الأخطاء والحماية UEP وتجزئة المعطيات وتشذيرها. كما قد تضم المقدرة EPC معلمات تتصل بهذه المعلومات الإدارية.

الوظيفة: تدل قطعة الوسم EPC على استخدام الأدوات JPWL (ESD وRED وEPB) أو الأدوات الإعلامية في التدفق المشفر. ويرجى مراجعة الملحق C للمزيد من المعلومات عن كيفية استخدام قطعة الواسم EPC.

الاستخدام: إلزامي في الرأسية الرئيسية وخياري في رأسيات الرقع الجزئية. ولا تظهر أكثر من معلمة EPC واحدة في كل رأسية رئيسية أو رأسية رقعة جزئية.

الطول: متغير.

تتحدد قواعد تركيب قطعة الواسم EPC في الشكل 2.A. وترد فيما بعد دراسة دلالة بحالات المعطيات. ويقدم الجدول 9.A حجم وقيم معلمات لرمز الواسم ذاته ولكل معلمة. ويتضمن الملحق C وصفاً مفصلاً للمقدرة EPC.



EPC: شفرة واسم. يبين الجدول 9.A حجم وقيم معلمات لرمز الواسم ذاته ولكل معلمة من معلمات قطعة الواسم.

L_{EPC}: طول قطعة الواسم مقدراً بالأثمونات (دون الواسم).

P_{CRC}: بتات التعادلية التي تتحقق من عدم فساد قطعة الواسم EPC.

DL: مجال يصف كامل طول المعطيات التي تحيل إليها قطعة الواسم EPC (طول التدفق المشفر أو طول الرقعة الجزئية بدءاً من قطعة الواسم SOC أو SOT).

P_{EPC}: مجال يشير إلى استخدام المعلمات ESD أو RED أو EPB أو التقنيات الإعلامية في التدفق المشفر.

$ID^{(i)}$: معرف هوية مسجَّل لتقنية الحماية *i*، خياري، لا يتواجد إلا لدى استخدام تقنية إعلامية.

$L_{ID}^{(i)}$: طول $P_{ID}^{(i)}$، خياري، لا يتواجد إلا لدى استخدام تقنية إعلامية.

$P_{ID}^{(i)}$: معلمات لأغراض تقنية الحماية، خياري، لا يتواجد إلا لدى استخدام تقنية إعلامية.

الشكل 2.A – قواعد تركيب مقدرة الحماية من الأخطاء

الجدول 9.A – قيم معلمة مقدرة الحماية من الأخطاء

المعلمة	الحجم (بالبتات)	القيم
EPC	16	0xFF68
L_{EPC}	16	$[9,2^{16}-1]$
Pcrc	16	التحقق من الإطناب الدوري لقطعة الواسم EPC دون مجال المعطيات Pcrc. استخدام التحقق CRC-CCITT (الملحق B).
DL	32	$[0,2^{32}-1]$ طول المعطيات بالأثمونات، وهو عدد صحيح دون علامة 0 يعني أن المعلومة غير متاحة
P_{epc}	8	راجع الجدول 10.A
$ID^{(i)}$	16	$[0,2^{16}-1]$ 0 يدل على التقنية EPB يرجى الرجوع إلى الملحق B من أجل الفدرة EPB 15-1 محجوزة القيم الأخرى مسجلة لدى سلطة التسجيل
$P_{ID}^{(i)}$	16	$[0,2^{16}-1]$
$P_{ID}^{(i)}$	متغير	إذا كانت $ID^{(i)}$ =0 مشيرة إلى تقنية الفدرة EPB، يكون $P_{ID}^{(i)}$ تسلسل جميع المعلمات Pepb الموجودة في قطع الواسم EPB ما عدا تلك المقابلة للشفرات مسبقة التحديد وشفرات التغيب. كما يرد في الجدول 8.A وكذلك الشفرات CRC المحددة في الجدول 7.A. وإلاّ فإن السلطة JPWL RA هي التي تحدد القيم.

عندما تستخدم الفدرة EPB في حماية التدفق المشفر يتعين عدم وجود معلمات ID لقطعة الواسم EPC من أجل وصف هذه التقنية إذا كانت الطريقة المستخدمة واردة في الجدول 6.A (شفرات مسبقة التحديد) أو الجدول 7.A (شفرات التحقق CRC) أو الجدول 8.A (شفرات ريد سولومون بالتغيب).

وإذا وجدت قطعة الواسم EPC في الرأسية الرئيسية، كان طول المعطيات (DL) هو طول التدفق المشفر بالأثمونات وهو عدد صحيح دون علامة ويمتد من الأثمون الأول للواسم SOC إلى آخر أثمون من الواسم EOC.

وإذا وجدت قطعة الواسم EPC في رأسية الرقعة الجزئية كان طول المعطيات (DL) هو طول هذه الرقعة الجزئية معبراً عنه الأثمونات وهو عدد صحيح دون علامة يمتد من أول أثمون في الواسم SOT إلى آخر أثمون من الرقعة الجزئية.

الجدول 10.A – المعلمة Pepc

Pepc	قيمة المعلمة
xxx0 xxxx	المعلمة
xxx1 xxxx	المعلمة ESD واحدة أو أكثر
xx0x xxxx	المعلمة RED غير موجودة
xx1x xxxx	توجد معلمة RED واحدة أو أكثر
x0xx xxxx	معلمة EPB غير موجودة
x1xx xxxx	توجد معلمة EPB واحدة أو أكثر
0xxx xxxx	التقنيات الإعلامية غير مستخدمة
1xxx xxxx	تستخدم تقنية إعلامية واحدة أو أكثر
0000 0000 – 0000 1111	محجوزة لاستخدام لاحق

3.6.A واصف الحساسية للأخطاء (ESD)

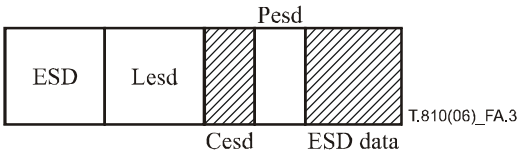
يجوز وضع قطعة الواسم ESD في أي موقع صالح في الرأسية الرئيسية و/أو رأسية الرقعة الجزئية للتدفق المشفر. ويسمح بوجود قطعة واسم ESD واحدة أو أكثر في هذه الرأسيات.

الوظيفة: تضم قطعة الواسم ESD المعلومات عن الحساسية في تدفق مشفر أو رقعة ما. ويرجى مراجعة الملحق D للمزيد من المعلومات عن كيفية استخدام قطع الوسم ESD.

الاستخدام: في الرأسية الرئيسية و/أو في رأسيات الرقع الجزئية.

الطول: متغير تبعاً للاستخدام ودرجة الحساسية الواردة في واصف الحساسية للأخطاء.

ويُظهر الشكل 3.A قواعد تركيب قطعة الواسم ESD. وفيما بعد مناقشة دلالة مجالات المعطيات. ويتناول الملحق D بالدراسة مدى القيم الممكنة لكل معلمة. كما يتضمن هذا الملحق وصفاً مسهباً لتسميات الواصف ESD ووظائفه.



ESD: شفرة الواسم. ويبين الجدول 11.A الحجم والقيم لمعلمات رمز الواسم ذاته ولكل معلمة قطعة واسم.

Lesd: طول قطعة الواسم بالأثمونات (دون الواسم).

Cesd: يحدد المكونات التي تحيل إليها المعطيات ESD.

Pesd: مجال يصف استخدام بنية المعطيات.

معطيات ESD: سجلات قيم الحساسية للأخطاء.

الشكل 3.A – قواعد تركيب قطعة الواسم ESD

الجدول 11.A – معلمات قطعة الواسم ESD

المعلمة	الحجم (بالبتات)	القيم
ESD	16	0xFF67
Lesd	16	4 – (216-1)
Cesd	8 or 16	0-255 if Csiz < 257 0-16383 if Csiz ≥ 257 تحدد المكونات التي تحيل إليها معطيات الحساسية للأخطاء.
Pesd	8	0 - 255 (راجع الملحق D)
معطيات ESD	متغير	يشمل هذا المجال معلومات الحساسية المتعلقة بمعطيات التدفق المشفر في النسق المحدد في الملحق D.

الجدول 12.A – قيمة المعلمة Pesd. النسق $0xb_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$

b_7b_6	تحدد هذه البتات أسلوب عنونة التدفق المشفر: 00: أسلوب الرزمة (ملاحظة) 01: أسلوب مدى الأثمونات 10: أسلوب مدى الرزم (ملاحظة) 11: محجوز لاستعمالات لاحقة
$b_5b_4b_3$	تحدد هذه البتات نمط واصف الحساسية للأخطاء المستخدم. 000: حساسية نسبية للأخطاء. 001: المتوسط MSE 010: تقليص المتوسط MSE 011: النسبة PSNR 100: زيادة النسبة PSNR 101: MAXERR (أخطاء الذروة) 110: TSE (المجموع التربيعي للأخطاء) 111: محجوز لاستعمالات لاحقة.
b_2	إذا كانت موضوعة على 0، استخدم أثمون واحد لتمثيل كل قيمة حساسية؛ وإذا كانت موضوعة على 1، استخدم أثمونات لتمثيل كل قيمة حساسية.
b_1	0: يستخدم أثمونان للدلالة على أثموني البداية والنهاية في *أسلوب مدى الأثمونات* وعلى رزمتي البداية والنهاية في *أسلوب مدى الرزم*. 1: استخدام أربع أثمونات. يجب وضع هذه البتة على 0 عند استخدام *أسلوب الرزم*.
b_0	إذا كانت موضوعة على 1 تكون قيم الحساسية للأخطاء قيماً متوسطة بين جميع المكونات. وفي هذه الحالة يجب أن تساوي Cesd قيمة 0.
ملاحظة: عند استخدام أسلوب عنونة الرزم أو مدى الرزم يوصى باستعمال قطع الواسم PLM أو PLT طبقاً للجزء 1 من JPEG 2000.	

4.6.A واصف الأخطاء المتبقية (RED)

يمكن وضع قطعة الواسم RED في أي موقع صالح في الرأسية الرئيسية أو في رأسية الرقعة الجزئية. وتدل قطعة الواسم RED على وجود أخطاء متبقية وقد تساعد على معالجتها.

وقد تؤثر بعض الأخطاء المتبقية بعد استعمال أي شكل من أشكال فك تشفير القناة على التدفق المشفر. وكما ورد في الفقرات السابقة، قد تكون هذه الأخطاء شديدة الضرر إذا وقعت في إحدى رأسيات الجزء 1 من النظام JPEG 2000. ومن أجل تنبيه مفكك التشفير 2000 إلى وجود هذه الأخطاء وإلى مواقعها وكذلك إلى فئاتها (مثل قلب البتات أو محوها) يستخدم النظام JPWL الواصف RED في إدراج هذه المعلومات في التدفق المشفر. ويمكن تشغيل قطعة الواسم RED بأساليب ثلاثة هي: أسلوب مدى الأثمونات وأسلوب الرزم وأسلوب مدى الرزم.

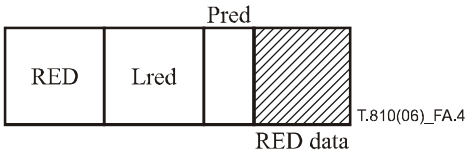
- *في أسلوب مدى الأثمونات*، توصف كل وحدة معطيات بالتحديد الصريح لأثموني البداية والنهاية في التدفق المشفر؛ وتحيل قيمة الخطأ المتبقي إلى ذلك المدى المحدد للأثمونات. ويتحدد أثمونا البداية والنهاية باستعمال عددين صحيحين أو أربعة دون علامة؛ مما يتيح مراعاة الفرق بين تدفق مشفر "عادي" وآخر "طويل". ويبدأ ترقيم الأثمونات في التدفق المشفر من الصفر. وإذا وجد الواصف RED في الرأسية الرئيسية فإنه يحيل إلى بداية التدفق المشفر (بما في ذلك قطعة الواسم SOC). أما إذا وجد في رأسية الرقعة الجزئية فإنه يحيل إلى بداية تلك الرقعة الجزئية (بما فيها قطعة الواسم SOT).

- في *أسلوب الرزم*، وحدات المعطيات هي رزم حسب تعريفها في الجزء 1 من المعيار JPEG. وتتحدد قيمة الخطأ المتبقي لكل رزمة على حدة في التدفق المشفر أو في الرقعة الجزئية تبعاً لوجود الواصف RED في الرأسية الرئيسية أو في رأسية الرقعة الجزئية.
- في *أسلوب مدى الرزم*، يعرِّف مدى الرزم JPEG، المحدد برزمة بداية ورزمة نهاية، وحدة معطيات تُعطى لها قيمة الأخطاء المتبقية. وتتحدد رزمتا البداية والنهاية بأعداد صحيحة مؤلفة من أثمونين أو أربعة أثامين ودون علامة.

عندما يكون الواصف RED في الرأسية الرئيسية ويستعمل أسلوب الرزم أو أسلوب مدى الرزم، فإن ترقيم الرزم يعادل ترتيب الرزم في التدفق المشفر. وعندما يوجد الواصف RED في رأسية الرقعة الجزئية ويستعمل أسلوب الرزم أو مدى الرزم، يكون ترقيم الرزم هو الترقيم المستخدم في الفقرة 1.8.A الجزء 1 من النظام JPEG 2000 والذي يبدأ من الصفر عند كل رقعة جديدة.

ويصف الشكل 4.A قواعد تركيب بنية معطيات الواصف RED. وتتألف من المجالات التالية:

- RED: شفرة الواسم. ويدل الجدول 13.A على الحجم والقيم لمعلمات رمز الواسم ذاته، وكل معلمة قطعة واسم.
- L_{red}: طول قطعة الواسم بالأثمونات (لا يضم الواسم).
- P_{red}: المجال الذي يصف استخدام بنية المعطيات.
- معطيات الواصف RED: تسجيل المعلمات المتعلقة بواصف الأخطاء المتبقية.



الشكل 4.A – قواعد تركيب قطعة واسم واصف الأخطاء المتبقية

الجدول 13.A – قيم معلمات واصف الأخطاء المتبقية

المعلمة	الحجم (بالبتات)	القيم
RED	16	0xFF69
L_{red}	16	$3 – (2^{16}-1)$
P_{red}	8	$0 – 2^8-1$ النسق P_{red}: 0xb7b6b5b4b3b2b1b0 أسلوب العنونة b7b6 b7b6 = 00 أسلوب عنونة الرزم (ملاحظة) b7b6 = 01 أسلوب عنونة مدى الأثمونات b7b6 = 10 أسلوب عنونة مدى الرزم (ملاحظة) b7b6 = 11 محجوز لاستعمالات لاحقة سوية الضرر المتبقي b5b4b3 111 – 000 b2 محجوز لاستعمالات لاحقة b1 طول العنوان b1 = 0–2 أسلوب العنونة بالأثمونات b1 = 1–4 أسلوب العنونة بالأثمونات b0 مؤشر تدفق مشفر خالٍ من الأخطاء b0 = 0 تدفق مشفر خال من الأخطاء b0 = 1 خطأ/حذف موجود في التدفق المشفر
	متغير	يتضمن هذا المجال معلومات عن الأخطاء المتبقية تتعلق بمعطيات التدفق المشفر وتوضع في النسق المحدد في الملحق E.
ملاحظة – عند استخدام أسلوب عنونة الرزم أو مدى الرزم، يوصى باستعمال قطع الواسم PLM أو PLT طبقاً للجزء 1 من النظام JPEG 2000.		

الملحق B

حماية الرأسية من الأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً رئيسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

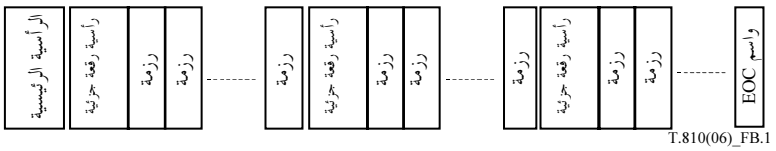
1.B مقدمة

أثناء إعداد المعيار JPEG 2000، تم اختيار مجموعة من الأدوات المقاومة للأخطاء خاصة بالجزء 1 من النظام JPEG 2000 من أجل إرسال الصور المضغوطة JPEG 2000 في بيئة معرضة للأخطاء. وهناك نمطان من الأدوات، يعمل الأول على مستوى الرزم للتمكين من التزامن والثاني على مستوى التشفير الإنتروبي للتمكين من كشف الأخطاء. وللحصول على مزيد من المعلومات عن استخدام الأدوات المقاومة للأخطاء وفق الجزء 1 من النظام JPEG 2000 يرجى الرجوع إلى الملحقين G وH.

غير أن هذه الأدوات تستند إلى فرضية أساسية واحدة هي ضمان خلو الرأسيات (الرأسية الرئيسية ورأسيات الرقع الجزئية) في تركيبة التدفق المشفر من الأخطاء. غير أنه في حال وجود خطأ في الرأسيات، تزول إمكانية فك تشفير التدفق المشفر بطريقة ملائمة مما قد يؤدي إلى إخفاق تطبيقات مفكك التشفير. وأسوأ ما في الأمر هو أنه قد يكون من غير الممكن عموماً ضمان خلو الرأسيات من الأخطاء في تطبيقات كثيرة. وتصف آلية حماية الرأسية التي سترد لاحقاً في هذا الملحق مخطط إدراج الحماية في التدفق المشفر JPEG 2000. وتتواءم هذه الآلية مع قواعد التركيب السابقة للتدفق المشفر وفقاً للجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

1.1.B المواءمة الخلفية لقواعد تركيب التدفق المشفر وفقاً للجزء 1 من المعيار JPEG 2000

تستخدم الصورة المضغوطة وفق معيار الجزء 1 من JPEG 2000 الوسوم وقطع الوسوم من أجل تحديد وبيان المعلومات المضغوطة المنظمة في رأسيات (رئيسية وجزئية) ورزم. وتتيح هذا التنظيم حسب الوحدات تنظيماً مرناً للتدفق المشفر من أجل تمثيل المعطيات المتدرج مثل تدرج المعطيات حسب النوعية أو حسب الاستبانة. ويبدأ التدفق المشفر وفق الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 دائماً بالرأسية الرئيسية تليها رأسية رقعة جزئية واحدة أو أكثر، تلي كل منها رزم معطيات مضغوطة وتنتهي بوسم نهاية التدفق المشفر (EOC) كما يبين الشكل 1.B.



الشكل 1.B – بنية التدفق المشفر JPEG 2000

ونظراً إلى أن الهدف المنشود هو الحصول على تدفق مشفر مطابق للتوصية ITU-T T.800 | المعيار ISO/IEC 15444-1 بعد إدراج معلومات الإطناب من الضروري وضع هذه المعلومات على نحو لا يسمح لأي مفكك تشفير JPEG 2000 Part 1 بتفسيرها. ويتحقق ذلك من خلال إدراج معلومات الإطناب في قطعة واسم مخصصة. وسيتخطى مفكك التشفير JPEG 2000 Part 1 عندئذ قطعة الواسم غير المعروفة وكذلك المعطيات المضافة إليها، في حين يكون مفكك التشفير JPEG 2000 قادراً على التفسير وعلى استعمال الإطناب من أجل حماية الرأسية.

وشروط عمل مثل هذه الآلية هي التالي:

- قدرة مفكك التشفير على تحديد موقع قدرة معطيات معلومات الإطناب في التدفق المشفر دون توليد آليات فهرسة معقدة للمعطيات (ينبغي أيضاً حماية هذه المعطيات من الأخطاء) ولا تغيير قطع الوسوم الأولى التي تفرضها المواءمة الخلفية؛

- إدراج الواسم وطول الواسم في مدى المعطيات الواجب حمايتها؛
- استخدام شفرة أخطاء فدرة محددة من أجل حماية معطيات المعلمات على الأقل حتى قطعة واسم فدرة الحماية من الأخطاء.

وتوضع قطعة واسم فدرة الحماية من الأخطاء (EPB) مباشرةً بعد المواقع الإلزامية لوسوم الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 على النحو التالي:

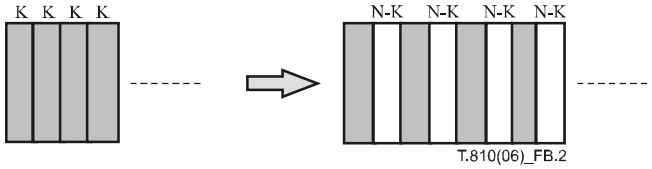
- بعد قطع الوسم SOC وSIZ في الرأسية الرئيسية؛
- بعد الواسم SOT في رأسية الرقعة الجزئية.

ويضمن استخدام آلية تصحيح الخطأ الأمامي بانتظام التحقق من الشرطين الأولين المذكورين آنفاً.

2.1.B آلية تصحيح الخطأ الأمامي

تستخدم شفرات كشف الأخطاء وتصحيحها في توفير مقدرات تصحيح الأخطاء الأمامي في البيئات المعرضة للأخطاء [8]. والشفرات النظامية هي تلك التي تنتج مقداراً من معلومات الإطناب دون المساس بالمعطيات الأصلية. ونظراً إلى أن التدفقات المشفرة JPEG 2000 Part 1 متراصفة الأثمونات فمن المهم العمل مع المجال $GF(2^8)$ من أجل تأمين مقدرة تصحيح الأخطاء. والمجموعة المعروفة والملائمة من الشفرات النظامية في هذا السياق شفرات ريد سولومون (RS). وفيما يلي سنعتبر مثال الشفرات RS شفرات تصحيح FEC فيما يتعلق بحماية الرأسية وسيرمز إليها بـ RS(N,K)، حيث N طول رمز كلمات الشفرة وK عدد رموز المعلومات.

وستنتج الشفرة RS(N,K) عند تطبيقها على الأثمونات K أثمونات الإطناب N-K التي توضع بعد الأثمونات (النظامية) الأصلية K علماً بأن هذه العملية يمكن تطبيقها لأطول مدة مطلوبة كما يوضح الشكل 2.B.



الشكل 2.B – مثال لتوليد الإطناب باستعمال الشفرة RS(N,K)

2.B الشفرات مسبقة التحديد لتصحيح الأخطاء

بما أن الأخطاء قد تقع في أي مكان من التدفق المشفر JPEG 2000 أثناء إرساله في بيئة معرفة الأخطاء، فإن أداة حماية الرأسية لا تستطيع الاعتماد على معلومات المعلمة لكي تشير إلى شفرة تصحيح الأخطاء التي ينبغي استعمالها. وبناء على ذلك تم تحديد مجموعة شفرات مسبقة التحديد بينما تتيح قواعد تركيب قطعة الواسم EPB اختيار شفرات أخرى لبعض أجزاء الرأسيات. ويقدم الجدول 6.A قائمة بالشفرات النظامية الممكنة لتصحيح الأخطاء.

وتقدم هذه الشفرات المحددة مسبقاً من أجل التصدي الفعال لشروط الإرسال القاسية، قدرة تصحيح كبيرة وتحدّ في الوقت نفسه من عملية حشو الأثمونات. وفيما يلي الشفرات الثلاث مسبقة التحديد الخاصة بحماية الرأسية الرئيسية ورأسيات الرقعة الجزئية:

- RS(160,64) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في الرأسية الرئيسية؛
- RS(80,25) وتستعمل في أول قطعة واسم EPB في رأسية الرقعة الجزئية؛
- RS(40,13) وتستعمل في قطع الوسوم EPB الأخرى في الرأسية الرئيسية ورأسية الرقعة الجزئية.

وتستخدم شفرات ريد سولومون هذه دائماً في حماية بداية الرأسيات الرئيسية والجزئية وكذلك في حماية معلمات أي قطعة واسم EPB. ويمكن استخدام الشفرات الأخرى في حماية أجزاء أخرى من الرأسيات باستعمال القيمة الملائمة للمعلمة Pepb.

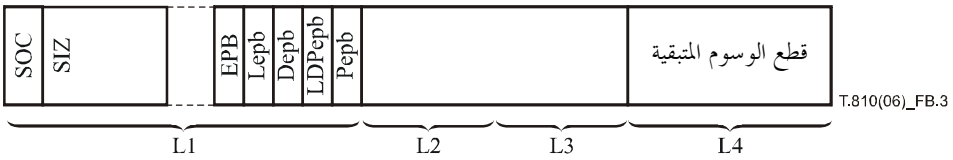
ويمكن إيقاف استخدام حماية الأخطاء في الرأسية الجارية باستعمال الطول المناسب للمعطيات LDPepb والإشارة إلى نهاية مدى المعطيات المحمية من الأخطاء من خلال القيمة Pepb.

3.B استخدام الوسم EPB في حماية الرأسية

1.3.B حماية الرأسية الرئيسية من الأخطاء

عندما يصادف مفكك التشفير JPWL قطعة واسم EPB فإنه يستطيع تصحيح التدفق المشفر الذي تحيل إليه. وعند إجراء هذا التصحيح في الرأسية الرئيسية يطبق مفكك التشفير JPWL هذا التصحيح أولاً على قطعتي الوسم SOC وSIZ وكذلك على معلمات قطعة الواسم EPB. ويعادل مدى المعطيات هذا المدى L1 المبين في الشكل 3.B. وتوجد معلومة الإطناب اللازمة لهذا التصحيح في بداية معطيات إطناب الفدرة EPB المتمثلة بالمدى L2 في الشكل 3.B.

ومن الممكن بعد تصحيح المعلمات EPB مراعاة هذه المعلمات وخصوصاً المعلمات LDPepb وPepb. وهذه المعلمات ضرورية لاستخدام آلية تصحيح الأخطاء فيما تبقى من أجزاء الرأسية الرئيسية. فهي تساعد على تكييف آلية إطناب شفرة تصحيح الأخطاء مع حالات الخطأ. وتمكن هذه البنية من حماية قطع الوسم الأساسية JPEG 2000 Part 1 حماية متباينة، أن تحمي على سبيل المثال قطع وسم التكمية بالتغيب (QCD) بطريقة ما بينما تحمي قطع الوسوم الخيارية مثل PLM باستعمال درجة أدنى من الإطناب أو لا تحميها على الإطلاق.



الشكل 3.B – موقع الواسم EPB في الرأسية الرئيسية ومجالات الحماية

يوضح الشكل 3.B الحالة التي يستخدم فيها قطعة واسم EPB واحدة لحماية الرأسية الرئيسية. ويحمي الجزء L2 من المعطيات EPB في هذه الحالة معطيات الجزء 1 باستعمال شفرة التغيب لتصحيح أخطاء الرأسية الرئيسية. ويحمي الجزء L2 من المعطيات EPB في هذه الحالة معطيات الجزء 1 باستعمال شفرة التغيب لتصحيح أخطاء الرأسية الرئيسية. والمعطيات L4 محمية باستعمال الجزء L3 وشفرة تصحيح الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb.

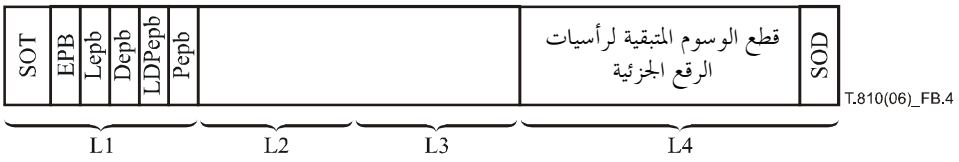
وتسمح المعلمة LDPepb إيقاف آلية الحماية من الأخطاء في أي مكان في الأثمونات المتراصفة في الرأسية الرئيسية. وتبين هذه المعلمة عدد الأثمونات المحمية من خلال شفرة التغيب لتصحيح الأخطاء والشفرة المحددة في المعلمة Pepb. وعلى سبيل المثال تساوي المعلمة LDPepb الواردة في الشكل 3.B، أثمونات الجزأين L1 + L4. ولا تدل على مجالات معطيات خارجة عن نطاق الرأسية الرئيسية.

وتستطيع الرأسية الرئيسية أن تضم عدة قطع وسوم EPB موضوعة أو غير موضوعة في رزم مما يعني أنها تظهر واحدة تلو الأخرى قبل معلومة الرأسية الرئيسية المتبقية. وتعني القطع EPB غير الموضوعة في رزم أنها ستظهر مباشرة قبل جزء المعطيات التي تحيل إليها. ويرد فيما بعد في هذا الملحق مثال لقطع EPB مع الرزم وبدون رزم. وفيما يتعلق بكل قطعة EPB جديدة ينبغي استعمال شفرة RS(40,13) مسبقة التحديد من أجل تصحيح المعلمات EPB الخاصة بها.

2.3.B حماية رأسية الرقعة الجزئية من الأخطاء

عندما يوجد الوسم EPB في رأسية (رأسيات) الرقع الجزئية، يجوز لمفكك التشفير JPWL تطبيق آلية التصحيح على قطعة الواسم SOT وعلى معلمات قطعة الواسم EPB. ويقابل مدى المعطيات هذا الجزء L1 من الشكل 4.B. وتقع معلومة الإطناب الضرورية لهذا التصحيح في بداية معطيات إطناب المعلمة EPB المتمثلة بالجزء L2 من الشكل 4.B.

وبعد تصحيح المعلمات EPB يصبح بالإمكان مراعاة هذه المعلمات خصوصاً المعلمات Depb وLDPepb وPepb. وهي معلمات ضرورية لاستخدام آلية تصحيح الأخطاء في الأجزاء المتبقية من رأسية الرقعة الجزئية. وهي تساعد إطناب شفرات تصحيح الأخطاء على التكيف مع حالات الخطأ. وتمكن هذه البنية من حماية قطع الوسم الأساسية JPEG 2000 Part 1 بدرجات متفاوتة، كأن تحمي على سبيل المثال بقطع QCD بطريقة ما بينما يمكن حماية قطع الوسوم الخيارية مثل PLT بدرجة أدنى من الإطناب أو عدم حمايتها على الإطلاق.



الشكل 4.B – مواقع الواسم EPB في رأسية الرقعة الجزئية ومجالات الحماية (حالة قطعة EPB واحدة)

ويوضح الشكل 4.B الحالة التي تستخدم فيها قطعة واسم EPB واحدة من أجل حماية رأسية رقعة جزئية. ويحمي الجزء L2 من المعطيات EPB في هذه الحالة المعطيات L1 باستعمال شفرة التغيب لتصحيح أخطاء رأسية الرقعة الجزئية. أما حماية المعطيات L4 فتؤمّن باستخدام الجزء L3 مع شفرة تصحيح أخطاء محددة في المعلمة Pepb.

وتسمح المعلمة LDPepb إيقاف آلية الحماية من الأخطاء في أي مكان من تراصف الأثمونات داخل رأسية الرقعة الجزئية. وتبين هذه المعلمة عدد الأثمونات المحمية بواسطة شفرة التغيب لتصحيح الأخطاء والشفرة المحددة في المعلمة Pepb. وعلى سبيل المثال تساوي المعلمة LDPepb في الشكل 4.B، أثمونات الجزأين L1 + L4. ويمكن للمعلمة LDPepb أن تشير إلى مجالات المعطيات الموجودة خارج رأسية الرقعة الجزئية فيما يخص الفدر EPB الموجودة في رأسيات الرقع الجزئية. وهذا العنصر هام لتعزيز استخدام المعلمة EPB لأغراض الحماية المتباينة من الأخطاء كما سيرد شرحها في الملحق I.

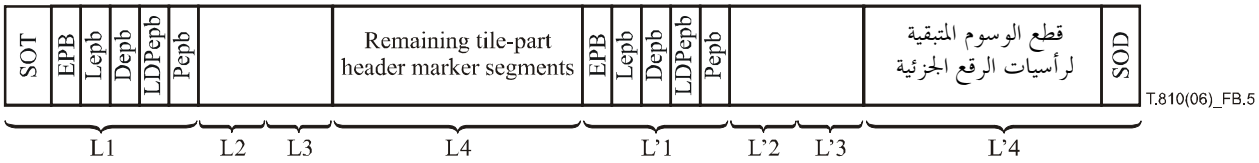
3.3.B قدر الحماية من الأخطاء المجمعة وغير المجمعة في رزم

في الحالة التي تكون فيها الرأسية الرئيسية ورأسية الرقعة الجزئية من حجم كبير ناجم عن إدراج قطع وسم PPM أو PPT متعددة، من الممكن استخدام أكثر من قطعة واسم EPB واحدة. وتتيح المعلمة Depb المحددة في الجدول 5.A هذه الوظيفة. كما تتيح هذه المعلمة الدلالة على كيفية وضع المعلومة EPB في الرأسية. وثمة طريقتان لتسلسل هذه المعلومة علماً بأن عنصر الحماية من الأخطاء محفوظ بينهما.

- تنطوي الطريقة الأولى على إدراج بعض قطع وسوم الرأسية التي ينبغي حمايتها في فدر EPB مختلفة. وتسمى هذه الطريقة "قطع وسوم EPB غير مجمعة".
- وتنطوي الطريقة الثانية التي توفر الطول الأمثل لمعلومة الإطناب وتسمى "قطع وسوم EPB مجمّعة" على تجميع قطع الوسوم EPB جميعاً قبل قطع الوسوم المتبقية للرأسية.

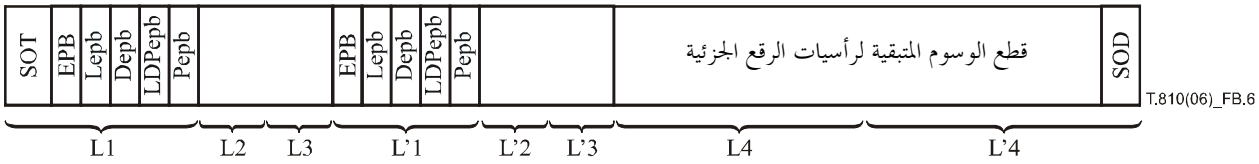
وتتيح المعلومة "الواسم EPB الأخير" في الحالتين تعرف هوية قطع الوسوم EPB على أنها الأخيرة في الرأسية. وتتمثل الأهمية الخاصة لهذه المعلومة عند استخدام خيار القطع EPB المجمّعة، إذ تتيح توزيع المعطيات المتبقية في الرأسية الموجودة مباشرة بعد قطعة الوسم EPB الجارية.

وفي الحالتين، وفيما يتعلق بكل معلمة EPB جديدة باستثناء المعلمة الأولى في الرأسية، ينبغي استخدام الشفرة مسبقة التحديد RS(40,13) في تصحيح المعلمات EPB في حين تتم حماية المعطيات المتبقية التي تشير إليها المعلمة LDPepb باستعمال الأدوات الواردة في المعلمة Pepb.



الشكل 5.B – موقع الوسوم EPB غير المجمعة في رأسية الرقعة الجزئية والمجالات المحمية (عدة حالات EPB)

ويوضح الشكل 5.B الحالة التي تستخدم فيها قطعتا وسم EPB غير مجمعة من أجل حماية رأسية رقعة جزئية. وفي هذه الحالة يحمي الجزء L2 من المعطيات EPB الأولى المعطيات L1، ويحمي الجزء L'2 من المعطيات EPB الثانية المعطيات L'1 من خلال استخدام شفرة التغيب. لتصحيح الأخطاء في رأسية الرقعة الجزئية. وتتم حماية المعطيات L4 باستعمال الجزء L3 مع شفرة تصحيح الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb لقطعة الواسم EPB الأولى. وتتم حماية المعطيات L'4 باستعمال الجزء L'3 مع شفرة تصحيح الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb لقطعة الواسم EPB الثانية.



الشكل 6.B – موقع الوسوم EPB المجمعة في رأسية الرقعة الجزئية ومجالات الحماية (عدة حالات EPB)

ويوضح الشكل 6.B حالة استخدام قطعتي وسم EPB مجمّعتين لحماية رأسية رقعة جزئية. ويحمي الجزء L2 من المعطيات EPB الأولى في هذه الحالة المعطيات L1 ويحمي الجزء L'2 من المعطيات EPB الثانية المعطيات L'1 باستعمال شفرة التغيب لتصحيح أخطاء رأسية الرقعة الجزئية. وتتم حماية المعطيات L4 باستخدام الجزء L3 مع شفرة تصحيح الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb من قطعة الواسم EPB الأولى. وتتم حماية المعطيات L'4 باستخدام الجزء L'3 مع شفرة تصحيح الأخطاء المحددة في المعلمة Pepb في قطعة الواسم EPB الثانية.

4.3.B التحقق من الإطناب الدوري

تصف المعلمة Pepb نوعين من التقنيات، التحقق من الإطناب الدوري وتصحيح الأخطاء، وتصف أيضاً المعلمات التي تستخدمها هاتان التقنيتان. ومن أجل ضمان نقل المعطيات دون أخطاء تستخدم معظم بروتوكولات الاتصالات عملية التحقق من التعادلية المسماة التحقق من الإطناب الدوري (CRC) [11]. والشفرات CRC مجموعة فرعية من شفرات الفدر الخطية.

ويجوز استعمال التقنية CRC في الفدرة EPB بدلاً من معطيات إطناب تصحيح الخطأ، باستثناء معلمات قطع الوسوم EPB التي تتأمن حمايتها دائماً من خلال شفرة التغيب المناسبة للحماية من الأخطاء. وتتم الإشارة إلى استخدام التحقق CRC في المعلمة Pepb لقطعة الواسم EPB (الجدولان 6.A و7.A).

وللتحقق CRC بالبتات M خاصية رياضية قادرة على كشف جميع الأخطاء التي تقع في عدد M بتة متعاقبة أو أقل مع احتمال بنسبة 1 إلى 2^M من عدم كشف الخطأ. ويبلغ طول رتل التحقق CRC في التطبيقات العادية 16 بتة.

وتستند عملية التحقق CRC من M بتة إلى متعدد حدود من الدرجة M. ويستخدم الإرسال JPWL صيغتي متعدد الحدود التاليتين:

من أجل التحقق CRC المكوَّن من 16 بتة (CCITT-CRC/X25): $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

من أجل التحقق CRC المكوَّن من 32 بتة (AUTODIN/ETHERNET):

$x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$

الملحق C

مقدرة الحماية من الأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.C استخدام قطعة واسم مقدرة الحماية من الأخطاء (EPC)

تدل قطعة الواسم EPC على وجود القطع المعيارية الثلاث الأخرى التي يحددها الإرسال JPWL، وهي واصف الحساسية للأخطاء (ESD) وواصف الأخطاء المتبقية (RED) وفدرة الحماية من الأخطاء (EPB) في التدفق المشفر. وعلاوة على ذلك فهي تبين استخدام الأدوات المعيارية بهدف حماية التدفق المشفر من أخطاء الإرسال. وتضم هذه الأدوات عدة تقنيات مثل التشفير الإنتروبي المقاوم للأخطاء وشفرات التصحيح FEC والحماية UEP وتجزئة/تشذير المعطيات. وهذه الأدوات المعيارية غير معرفة في هذه التوصية | المعيار الدولي، غير أنها مسجلة في سلطة التسجيل JPWL RA. وعند تسجيل كل قطعة يخصص لها معرف هوية (ID) فريد لتعريفها. ويضم الملحق K مزيداً من المعلومات عن عمل سلطة التسجيل (RA). كما تشتمل قطعة الواسم EPC على طرق معالجة المعلمات المتصلة بهذه الأدوات المعيارية. وعندما يلتقي مفكك التشفير التدفق المشعر JPWL يمكنه تعرف هوية الأدوات التي استُعملت في حماية هذا التدفق من خلال تحليل قطعة الواسم EPC واستجواب سلطة التسجيل. ويمكن عندئذ لمفكك التشفير أن ينفذ الخطوات المناسبة من أجل فك تشفير التدفق كأنه يحصل على الأداة المناسبة أو يحملها.

وقطعة الواسم EPC إلزامية في الرأسية الرئيسية وخيارية في رأسية الرقعة الجزئية. ولا يوجد أكثر من قطعة EPC واحدة في كل رأسية أو رأسية رقعة جزئية.

وقد تحتوي قطعة الواسم EPC على أكثر من معرف هوية واحد (مع المعلمات المتصلة به)، مما يدل على أن أكثر من تقنية واحدة للحماية من الأخطاء استخدمت في التدفق المشفر. والترتيب الذي تظهر به معرفات الهوية في القطعة EPC هو نفس الترتيب الذي يتوجب اتّباعه لدى استخدام التقنيات جهة *مفكك التشفير*. ويجوز لقطعة واسم EPC أن لا تحتوي على معرف هوية.

عند استخدام تقنية واحدة في كامل التدفق المشفر ينبغي بيان معرف هوية هذه التقنية في قطعة EPC في الرأسية الرئيسية. وقد تضم القطعة EPC في رأسية الرقعة الجزئية معرفات هوية تقنيات تستخدم في تلك الرقعة الجزئية.

وعلى المشفر ضمان أن يُسفر جمع تقنيتين اثنتين أو أكثر عن نتائج متسقة وصحيحة وأن مفكك التشفير لديه من الموارد ما يكفي للقيام بعملية فك التشفير. وتجنباً لزيادة الحمولة عند استعمال تقنيات متعددة أثناء المعالجة، لا يُلزم مفكك التشفير بفك تشفير جميع التقنيات؛ وذلك يسمح لمفكك التشفير بمعالجة أجزاء التدفق المشفر المحمية من قبل تقنيات معروفة لا غير. ومن الجدير بالذكر فضلاً عن ذلك أنه يمكن تسجيل عملية جمع تقنيتين اثنتين أو أكثر في السلطة RA باعتبارها تقنية جديدة واحدة.

2.C المعلمة P_{CRC}

المعلمة P_{CRC} معلمة تتألف من 16 بتة وتضم بتات التحقق من التعادلية من أجل التحقق من عدم تخريب الأخطاء للواسم EPC. ويحسب التحقق CRC تحديداً من خلال كلمة شفرة تشتمل على تسلسل المعلمات EPC وL_{EPC} و CL وP_{EPC} والتتابع الكامل للمعرفات $ID^{(i)}$ و$L_{ID}^{(i)}$ و$P_{ID}^{(i)}$ (مثال قطعة الواسم الكاملة تستبعد المعلمة P_{CRC} ذاتها) ويستخدم المعيار CCITT-CRC/X25 المحدد في الفقرة 4.3.B في توليد بتات التعادلية.

3.C طول المعطيات (DL)

يمكن إرسال التتابع الفيديو المضغوط كتتابع تدفقات مشفرة خام. وفي هذه الحالة يعمل مفكك التشفير على الحفاظ على تزامن صحيح في بداية كل رتل جديد. وبينما لا يسبب ذلك أي مشكلة في حالات الخلو من الأخطاء حيث يمكن تحليل الواسمين SOC وEOC من أجل تحديد بداية ونهاية كل تدفق مشفر، فإن ذلك لا ينطبق على بيئة معرفة للأخطاء إذ إن هذه الوسوم قد

تفسد، وبالتالي تصبح غير قابلة للاستعمال. ولهذا السبب يستحسن إدراج بعض معلومات "الإطناب" الإضافية التي قد يستعملها مفكك التشفير لتحسين قدرته على إعادة التزامن بعد حدوث عطل في فك التشفير. ولذا تحتوي قطعة الواسم EPC على المعلمة DL التي تحدد وجود المعلمة EPC في الرأسية الرئيسية والطول الكلي L للتدفق المشفر الجاري مقدراً بالأثمونات. ونتيجة لذلك إذا لم يوجد الواسم EOC حيث يتوقع، يستطيع مفكك التشفير أن يتخطى الأثمونات L بدءاً من الواسم SOC ويتحقق من عدم فساد الواسم SOC في الرتل التالي. وإذا كان الواسم SOC لهذا الرتل فاسداً أيضاً فإن مفكك التشفير يستطيع أن يطلب الواسم EOC للرتل الأخير ويتخطى L+2 أثمونات ويتحقق من وجود الواسم SOC في الرتل التالي.

وتكون المعلمة DL عدداً صحيحاً دون علامة يتألف من أربعة أثمونات ويمثل طول التدفق المشفر الجاري بالأثمونات عندما توجد قطعة الواسم EPC في الرأسية الرئيسية، أو تكون صفراً إذا لم توجد هذه المعلومات.

وتكون المعلمة DL عدداً صحيحاً دون علامة يتألف من أربعة أثمونات ويمثل طول رأسية الرقعة الجزئية الجارية بالأثمونات عندما توجد قطعة الواسم EPC في هذه الرأسية، أو تكون صفراً إذا لم توجد هذه المعلومات.

4.C المعلمة P_{EPC}

المعلمة P_{EPC} معلمة مؤلفة من 8 بتات تدل على وجود قطع الوسوم ESD وRED وEPB في التدفق المشفر وعلى استخدام الأدوات الإعلامية أيضاً. وهذه المعلومات مفيدة إذ إنها تمكن مفكك التشفير بسرعة من معرفة إمكانية فك تشفير التدفق المشفر والمعلومات المتوفرة في هذا التدفق.

5.C تعرف هوية الأدوات (ID)

ينبغي تسجيل الأدوات الإعلامية في السلطة RA (انظر الملحق K) من أجل حماية التدفق المشفر من أخطاء الإرسال. ولدى التسجيل يخصص معرف هوية فريد لكل أداة.

وفي جهة المشفر يدرج معرف هوية مقابل في الواسم EPC عند استخدام أداة إعلامية مسجلة من أجل الدلالة على استخدامها. وفي جهة مفكك التشفير، يحلل مفكك التشفير قطعة الواسم EPC ويتعرف هوية الأدوات الإعلامية المسجلة المستخدمة. وعندئذٍ يتمكن مفكك التشفير من الاستفسار عن هذه الأدوات من السلطة RA ومن اتخاذ أكثر الإجراءات ملاءمة من أجل فك تشفير التدفق المشفر (مثال: الحصول على الأداة الملائمة أو تحميلها).

والقيم معرفات الهوية من 0 إلى 15 محجوزة.

6.C معلمات الأدوات (P_{ID})

تستخدم هذه المعلمات للإشارة إلى معلمات الأدوات المستخدمة في التدفق المشفر.

ولا يتحدد نسق المعلمة (P_{ID}) في هذه التوصية | المعيار الدولي غير أنه سجل في سلطة التسجيل عند تسجيل الأداة.

الملحق D

واصف الحساسية للأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.D مقدمة وتطبيقات

تتيح معلومات الحساسية للأخطاء قياس حساسية أجزاء مختلفة من التدفق المشفر إلى الأخطاء أي أثر خسارة كل جزء على نوعية الصورة لمفكك التشفير. ولبيان الحساسية للأخطاء عدة تطبيقات يرد فيما يلي وصف بعضها:

- الحماية المتباينة من الأخطاء (UEP). يخصص في هذه الحماية شفرات أكثر قوة للأجزاء الأكثر من التدفق المشفر. مما يعطي متوسط نسبة PSNR أعلى مع التقيد باستراتيجية الحماية المتساوية. ويتوقف تخصيص الشفرات لكل جزء من التدفق المشفر على حساسية ذلك الجزء. ويجدر الإشارة فيما يتعلق بالحماية بدرجات متباينة إلى أن المشفر يستفيد من معلومة الحساسية للأخطاء، غير أن هذه المعلومة غير ضرورية لمفكك التشفير الذي لا يحتاج سوى معرفة معلمات الحماية التي استخدمت (راجع المثال للحماية المتباينة من الأخطاء في الملحق 1).
- تحويل شفرة الصبيب. قد يوجد في بعض التطبيقات نظام فرعي يقوم بمعالجة إرسال الصور والإشارات الفيديوية من المنشأ إلى مستعمل واحد أو أكثر. وقد يستطيع النظام الفرعي معرفة قواعد تركيب التدفق المشفر والقيام بالتحليل الأساسي. وإذا كان ثمة حاجة لإجراء تحويل شفرة الصبيب من أجل تكييف معدل المعطيات الداخلة مع شروط الإرسال الجاري فإن النظام الفرعي يعتمد نوعية ذكية من سياسات الخدمة وليس فقط من خلال بتر التدفق المشفر وحسب بل من خلال البحث عن جدول الحساسية للأخطاء من أجل التأكد من أن معدل البتر الذي يختاره يعطي درجة معقولة من نوعية الصورة.
- إرسالات انتقائية. يمكن استخدام النظام الفرعي أيضاً من أجل استمثال إدارة الإرسال من خلال تخصيص عدد كبير من محاولات إعادة الإرسال إلى أجزاء التدفق المشفر الأكثر حساسية من حيث النوعية استناداً إلى معلومة الحساسية للأخطاء.
- البحث المسبق الذكي. يستطيع النظام الفرعي في التطبيقات الفيديوية المتواصلة أن يقرر البحث المسبق عن أهم الرزم في الرتلين الجاري والتالي وإرسالهما مسبقاً، ويتيح ذلك تنفيذ عدد أكبر من الإرسالات إذا ما ضاع بعض هذه الرزم. ويمكن انتقاء أجزاء التدفق المشفر الأكثر أهمية بمجرد البحث عن محتوى الواسم ESD.

ومن الجدير بالملاحظة أن معلومات الحساسية للأخطاء أقل أهمية من الأجزاء الأخرى للتدفق المشفر وفقاً للمعيار JPEG 2000 Part 11 إذ إن حاجة فك التشفير لها غير ماسة.

2.D تعريف الواسم وموقعه في التدفق المشفر

واصف الحساسية للأخطاء هو قطعة واسم تضم معلومات عن الحساسية للأخطاء في الأجزاء المختلفة للتدفق المشفر أو للرقعة.

وتوجد قطعة الواسم ESD في الرأسية الرئيسية و/أو في رأسيات الرقع الجزئية. وفي حال وجودها في الرأسية الرئيسية ينطبق وصفها للحساسية على كامل التدفق المشفر، أما إذا وجدت في رأسية الرقعة الجزئية فإن وصفها لا ينطبق إلا على الرقعة الجزئية. وعند وجودها في كلا الرأسيتين يُفترض عند وقوع لبس أن تحل المعلومات الموجودة في الواسم ESD في رأسية الرقعة الجزئية محل تلك الموجودة في واسم ESD الرأسية الرئيسية. ويسمح بأكثر من واسم ESD واحد في كل رأسية رئيسية ورأسية جزئية؛ ويستخدم ذلك لتوفير حساسية للأخطاء تستخدم قياسات *مختلفة* مثل القياسين MSE وMAXERR. غير أنه يجوز وجود قطعتي وسم ESD في رأسية ما واستخدام نفس قياس الخطأ، ويجوز أن تغطي هاتان القطعتان أجزاء متداخلة من التدفق المشفر. ومن

أجل تفادي اللبس في وصف الحساسية للأخطاء، يفترض أن تستخدم قيم الحساسية للأخطاء في الواسم ESD الأخير، فيما يتعلق بالأجزاء المتداخلة مع نفس القياس.

3.D تقسيم التدفق المشفر إلى وحدات معطيات

تتوفر معلومات الحساسية بالنسبة إلى وحدة معطيات محددة واحدة أو أكثر في التدفق المشفر. ويحدد هذا الملحق ثلاثة أساليب عنونة لتعريف وحدات المعطيات، وهي *أسلوب الرزم* و*أسلوب مدى الأثمونات* و*أسلوب مدى الرزم*.

- في *أسلوب مدى الأثمونات* يرد وصف كل وحدة معطيات من خلال تحديد أثموني البداية والنهاية علانية في التدفق المشفر؛ وتحيل قيمة الحساسية إلى ذلك المدى المحدد بين الأثمونين. وأثمون البداية أو النهاية هو عدد صحيح دون علامة مؤلف من أثمونين أو من أربعة أثمونات؛ مما يسمح بمعالجة تدفقات مشفرة "عادية" أو طويلة. ويبدأ ترقيم الأثمونات في التدفق المشفر من الصفر. وعندما يوجد الواسم ESD في الرأسية الرئيسية يحيل ترقيم الأثمون إلى بداية التدفق المشفر (بما فيه قطعة الواسم SOC). وعندما يكون الواسم ESD في رأسية الرقعة الجزئية يحيل ترقيم الأثمون إلى بداية الرقعة الجزئية (بما فيها قطعة الواسم SOT).
- في *أسلوب الرزم* تكون وحدات المعطيات رزماً حسب تحديدها في الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. وتتحدد قيمة الحساسية لكل رزمة من رزم التدفق المشفر أو الرقعة الجزئية تبعاً لوجود الواسم ESD في الرأسية الرئيسية أو في رأسية الرقعة الجزئية.
- في *أسلوب مدى الرزم* يعرّف مدى الرزم JPEG 2000 المحدد برزمتي البداية والنهاية، وحدة معطيات تتوفر فيها قيمة الحساسية. وتتحدد رزمة البداية ورزمة النهاية بأعداد صحيحة دون علامة تتألف من أثمونين أو أربعة أثمونات.

عندما يوجد لواسم ESD في الرأسية الرئيسية ويستخدم أسلوب الرزم أو مدى الرزم، فإن ترقيم الرزم يقابل ترتيبها في التدفق المشفر. وعندما يكون الواسم ESD في رأسية الرقعة الجزئية ويستخدم أسلوب الرزم أو مدى الرزم فإن ترقيم الرزم، يقابل الترقيم المستخدم في الفقرة 1.8.A من الجزء 1 من المعيار JPEG 2000، ويبدأ بالصفر في كل رقعة جزئية جديدة.

4.D معلومات الحساسية

1.4.D دلالات قيم الحساسية

فيما يتعلق بالصور متعددة المكونات تحيل قيم الحساسية للأخطاء المدرجة في قطعة الواسم ESD إلى مكونة واحدة أو قد تعني متوسط القيم لجميع المكونات كما تحددها المعلمة Pesd.

ويعبر عن قيم الحساسية بطريقتين مختلفتين أي كقيمة حساسية *نسبية* أو *مطلقة* (يلاحظ أن تعريف *الحساسية النسبية* في الإرسال JPWL يعادل *الأهمية النسبية* في التشفير JPSEC). ويعبر عن الحساسية النسبية بعدد صحيح دون علامة يصف الحساسية للأخطاء في جزء من التدفق المشفر نسبة إلى الأجزاء الأخرى. أما الحساسية المطلقة فهي معلومة الحساسية المتعلقة بقياس الخطأ الخاص مثل MSE أو PSNR أو MAXERR (الحد الأقصى المطلق من الأخطاء). وتحدد المعلمة Pesd أسلوب الحساسية النسبية أو المطلقة المستخدم.

ويعبر عن معلومة الحساسية النسبية لكل وحدة معطيات في التدفق المشفر بعدد صحيح دون علامة يقع بين 0 و2^P-1. وتساوي المعلمة P 8 أو 16؛ مما يتيح الاختيار بين وصف إجمالي لكن ملخص ووصف أكثر دقة وإسهاباً. ويفترض أن أعلى قيمة حساسية للجزء "الأكثر أهمية" من التدفق المشفر. والقيمة 2^P-1 محجوزة حصرياً للرأسيات الرئيسية والجزئية. وعلى وجه التحديد فإن حساسية وحدات المعطيات التي تضم كلياً أم جزئياً الرأسية الرئيسية أو الجزئية لتدفق مشفر معين قد تساوي 2^P-1؛ وبالمقابل فإن حساسية وحدات المعطيات التي لا تضم أجزاء من الرأسية الرئيسية أو الجزئية لا تساوي 2^P-1. وتستعمل القيمة 0 لأجزاء التدفق المشفر التي لا توجد معلومات الحساسية محددة لها. وتمثل جميع القيم الأخرى الأهمية النسبية للجزء المعني من التدفق المشفر في المدى $[2-1,2^P-1]$ مع أرقام أكبر تدل على أعلى سويات الأهمية.

كما يمكن التعبير عن قيم الحساسية المطلقة باستخدام أثمون واحد أو أثمونين كما يرد في المعلمة Psed. والقيمة 0xFF الخاصة بحالة الأثمون الواحد (و0xFFFF لحالة الأثمونين) محجوزة حصرياً لرأسيات الوقت الجزئية. وعلى وجه التحديد فإن قيمة الحساسية لوحدات المعطيات التي تضم جزئياً أو كلياً الرأسية الرئيسية أو الرأسية الجزئية لتدفق مشفر معين تساوي الصفر؛ وبالمقابل فإن وحدات المعطيات التي لا تضم أجزاء من الرأسية الرئيسية أو الجزئية لا تساوي الصفر. وتستخدم القيمة 0 لأجزاء التدفق المشفر التي لا تتحدد معلومات الحساسية بشأنها. وتمثل جميع القيم الأخرى قيمة القياس الخاص بالجزء المعني من التدفق المشفر.

وترتبط قيم الحساسية المطلقة بالقياس المحدد للخطأ/النوعية كالقياس MSE أو TSE أو MAXERR. ويمكن استخدام قياسي الخطأ العادي والتناقص مثل MSE و"MSE المتناقص" أو "PSNR" أو "PSNR المتزايد" ويعني "MSE" متوسط الخطأ التربيعي الحاصل من فك التشفير الذي يصل حتى (ويتضمن) وحدة المعطيات التي تتحدد بشأنها القيمة MSE؛ ويحدد المتوسط "MSE المتناقص" التحسن الحاصل في القيمة MSE من جراء فك تشفير وحدة المعطيات تلك؛ وبالمثل في النسبة PSNR وتحيل القيمة TSE إلى مجموع الخطأ التربيعي مقابل متوسط الخطأ التربيعي.

وتحيل قياسات الخطأ/النوعية إلى الصورة الكاملة أو إلى رقعة منها تبعاً لوجود الواسم ESD في الرأسية الرئيسية أو في رأسية الرقعة الجزئية.

ونظراً إلى صعوبة تقدير هذه المعلومة، فإن الدقة البالغة غير مطلوبة. ويعبر عن هذه القياسات بوحدات خطية؛ وخصوصاً بالإشارة إلى x_i ($i = 1$، ...، N) كقيم N بيكسل من الصورة الأصل وr_i قيم الصورة مفككة التشفير، وتتحدد قياسات الخطأ كالتالي:

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - r_i)^2$$

$$\mathrm{TSE} = \mathrm{MSE} * \mathrm{N}$$

$$\mathrm{PSNR} = \frac{M^2}{MSE}$$

$$\mathrm{MAXERR} = \max_i |x_i - r_i|$$

حيث M هي القيمة القصوى التي يمكن للصورة الأصل أن تتحملها في تمثيل معين (مثال: في صور النسق 8 بتات $M=255$)؛ بافتراض أن تخزين الصورة يستهلك Q بتة قوية، علماً بأن M تساوي 2^Q-1 إذا كانت المعطيات أعداداً صحيحة دون علامة، و$2^{Q-1}-1$ إذا كانت أعداداً مع علامة.

ويُعبّر عن قيم الحساسية المطلقة في صور النسق 2 بتة من خلال عدد من بتتين في شبه نسق فاصلة عائمة. ويشتمل كل عدد مؤلف من 16 بتة الأس (5 بتات) والجزء العشري من اللوغاريتم (11 بتة) لقيمة القياس. ويلاحظ أن بتة العلامة غير ضرورية إذ إن قيم القياس غير سالبة. وترد قيمة الفاصلة العائمة V للقياس في المعادلة التالية (وهي نفسها في الفقرة T.800/1.1.1.E وتتعلق بتحديد حجم مرحلة التكمية):

$$V = 2^{\varepsilon-15}\left(1+\frac{\mu}{2^{11}}\right) \quad \text{if } \varepsilon \neq 0$$

$$V = 0 \quad \text{if } \varepsilon = 0$$

حيث ε هو العدد الصحيح دون علامة الناتج عن أول خمس أكثر بتات دلالة في المعلمة، وμ العدد الصحيح دون علامة الناتج عن البتات الإحدى عشرة المتبقية. وتعادل الحالة الخاصة $V = \infty$ الحالتين $\mu=0$ و$\varepsilon=31$. ويلاحظ أن القيم التي قد تقل عن سوية التمثيل تعطي قيمة صفر.

ولا تتحدد خوارزمية حساب s وε وμ كجزء أساسي من هذه التوصية | المعيار الدولي. وثمة تقنية ممكنة للقيام بالخطوات التالية ("مثال لتحويل الرقم 12,25). وإذا كان $V = 0$ كان $\varepsilon = \mu = 0$ وإلا فيكون:

- تحويل V إلى عدد إثنيني ($1100,01_2 = 12,25_{10}$)؛
- تقييس العدد؛ ويعني ذلك أنه ينبغي وجود رقم 1 إلى يسار النقطة الإثنينية والضرب بالقوة المناسبة لاثنتين من أجل تمثيل القيمة الأصلية. ويكون الشكل المعياري للقيمة 1100,01 هو $1,10001 \times 2^3$؛
- الأس هو القوة 2 الممثلة في ترميز إضافي. ويبلغ انحياز الأس 15؛ لذا يكون الأس في هذا المثال $18_{10}(100010_2)$؛
- يمثل الجزء العشري البتات القوية، *باستثناء البتة إلى يمين النقطة الإثنينية* التي تكون دائماً واحد وبالتالي لا تحتاج إلى تسجيل؛ ويمكن إضافة أصفار في النهاية بحيث تنتج 11 بتة. والجزء العشري في هذه المثال هو 10001000000.

ويتحدد نسق الأثمون الواحد على النحو التالي وهو تماماً نفس نسق الأثمون الواحد الخاص بمجال التشوه الكلي في المعيار JPSEC. ويعبر عن قيمة القياس باستخدام مجال التشوه المؤلف من أثمون واحد مع شبه تمثيل نمط الفاصلة العائمة. وتوزع البتات الثمانية المتوفرة في مجال التشوه على الجزء العشري (m) وأس (exp) الأساس 16 من قيمة القياس من أجل الحصول على توافق ملائم بين الدقة والمدى الديناميي. وجدير بالذكر أن بتة العلامة، كما هو الحال في نسق الأثمونين، غير ضرورية طالما كانت قيم القياس غير سالبة. ومن أجل تغطية مدى دينامي كافٍ يستعمل الأساس 16 و4 بتات للأس (exp). ويُعبّر عن الجزء العشري (m) باستعمال 4 بتات. وبالتالي تعطى قيمة القياس V في المعادلة.

$$V = m \times 16^{exp}$$

حيث تتراوح قيمة m بين 0 و15 وقيمة exp بين 0 و15. وتتمثل القيمة صفر في $m = 0$ و$exp = 0$ في مجال القياس المعدوم. وعند تخصيص 4 بتات للجزء العشري m تكون الدقة في حدود $1/32 = (1/2^4) \times ½$ أو حوالي 3%. وعند تخصيص 4 بتات للأس واستعمال الأساس 16 يتراوح المدى الديناميي بين 0 وmax، حيث max هي $m = 15$ و$exp = 15$، مما يعادل قيمة قياس قدرها $1,7 \times 10^{19} = 15 \times 16^{15}$.

ويلاحظ أنه عند استعمال هذا النسق من قيمة القياس تكون عملية المقارنة بين قياسين من أجل تحديد القياس الأكبر عملية بسيطة تتمثل بمقارنة القيمتين كسمتين دون علامة. وللقيام بهذه المقارنة تحديداً لا حاجة للتحويل من شبه النسق بالفاصلة العائمة إلى قيمة فعلية من أجل تحديد القيمة الأكبر أو الأصغر. وتسهل هذه الخاصية عمليات المعالجة في تطبيقات عدة.

2.4.D مجال المعطيات ESD

ثمة ثلاث حالات في تعريف مجال المعطيات ESD حسب طريقة عنونة التدفق المشفر المستخدمة.

أسلوب الرزم، وتُعطى فيه قيمة حساسية لكل رزمة من رزم التدفق المشفر أو الرقعة الجزئية تبعاً لوجود الواسم ESD في الرأسية الرئيسية أم في رأسية الرقعة الجزئية؛ ويضم مجال معطيات الواسم ESD تسلسل قيم الحساسية (النسبية أو المطلقة) لكل رزمة. وإذا وجدت قطعة الواسم ESD افتُرض أن هذه القيم تظهر حسب الترتيب المحدد في ترقيم الرزم في الواسم SOP (الفقرة 1.8.A من الملحق بالجزء 1 من المعيار JPEG 2000)؛ وإذا وجدت في رأسية الرقعة الجزئية احتوى مجال المعطيات ESD على تسلسل قيم الحساسية لجميع الرزم المدرجة في تلك الرقعة الجزئية. ويلاحظ أنه يمكن استعمال المعلمة Lesd في حساب عدد قيم الحساسية المدرجة في مجال المعطيات ESD مسبقاً.

أسلوب مدى الأثمونات، ويكون فيه مجال المعطيات ESD أيضاً تسلسلاً من التسجيلات. ويتوقف طول كل تسجيل معطيات على عدد الأثمونات (2 أو 4) المستخدم في مواصفة كل أثمون بداية وأثمون نهاية وعلى عدد الأثمونات (1 أو 2) المستخدم في وصف الحساسية. ويمكن أخذ هذه المعلمات من المعلمة Pesd. ويضم كل تسجيل وفي الترتيب التالي، أثمون بداية وحدة

المعطيات وأثمون نهاية وحدة المعطيات وقيمة حساسية وحدة المعطيات. ويحيل أثمونا البداية والنهاية إلى بداية التدفق المشفر أو الرقعة الجزئية تبعاً لوجود قطعة والواسم ESD في الرأسية الرئيسية أو في رأسية الرقعة الجزئية. ويلاحظ أنه يمكن استخدام المعلمة Lesd في حساب عدد التسجيلات المدرجة في قطعة الواسم ESD مسبقاً.

أسلوب مدى الرزم، ويكون فيه مجال المعطيات ESD أيضاً تسلسلاً من التسجيلات. وكل تسجيل له تماماً نفس بنية التسجيل في *أسلوب مدى الأثمونات* باستثناء استعمال رزمتي البداية والنهاية بدلاً من أثموني البداية والنهاية من أجل تعريف كل وحدة معطيات. ويتم حساب رزم البداية والنهاية بدءاً من بداية التدفق المشفر أو الرقعة الجزئية تبعاً لوجود قطعة الواسم ESD في الرأسية الرئيسية أو في الرأسية الجزئية.

5.D أمثلة وخطوط توجيهية

تقدم الفترات التالية مثالين لاستعمال ممكن لقطعة الواسم ESD. يحيل المثال الأول إلى الحساسية النسبية والثاني إلى الحساسية المطلقة.

1.5.D المثال 1 – الحساسية النسبية في أسلوب الرزم

لنفترض إرسال صورة متدرجة الرماديات بالنسق 0,5 بتة/بيكسل (bpp) في أسلوب غير قابل للعكس. يستعمل مشفر مطابق للجزء 1 من المعيار JPEG 2000 من أجل توليد تدفق مشفر مناسب للإرسال في قناة لا سلكية؛ ويستعمل الإرسال JPWL لإضافة معلومة الحساسية إلى الأخطاء إلى ذلك التدفق المشفر وتحديداً قطعة واسم ESD من أجل استمثال أداء مفكك التشفير. ويستطيع المشفر JPEG 2000 Part 1 إنهاء المشفر الحسابي طوال العملية باستعمال الواسمين SOP وEPH كأدوات لمقاومة الأخطاء. وتستخدم قطعة واسم PPM في جمع كل رأسيات الرزم في الرأسية الرئيسية، وبذلك تُجمّع كامل معلومات الرأسية في بداية التدفق المشفر ويمكن حمايتها بسهولة أكبر. وقد تكون قطعة الواسم PLM في الرأسية الرئيسية مفيدة أيضاً إذ إنها تضم أطوال جميع الرزم في التدفق المشفر؛ لكنها غير مستخدمة في هذا المثال للتبسيط. ويستخدم أسلوب تدرج الطبقات في قياس التدرج مع استخدام طبقات من النسقين 0,25 و0,5 bpp (أي معدل البتات المستهدف). ويتكون التدفق المشفر من 12 رزمة. ويجمع المشفر أثناء تخصيص المعدل معلومات عن تشوه المعدل. ويلاحظ أن قياسات النوعية في قطعة الواسم ESD ممثلة بوحدات خطية وليس بالديسيبل (علماً بأن القيمة بالديسيبل هي 10 أضعاف لوغاريتم الأساس 10 للقيمة الخطية المحددة في هذا الملحق. ولنفترض على سبيل المثال أن التشفير بالمعدل 0,25 bpp يعطي نسبة PSNR = 2355 (33,72 dB) بينما يعطل تشفير المعدل 0,5 bpp نسبة PSNR = 5152 (37,12 dB). وفيما يخص الرزم JPEG 2000 Part 1 ترد المعطيات التي تعطيها مخصص المعدلات في الجدول 1.D. ويبين العمود "PSNR" في هذا الجدول النسبة PSNR الناتجة من فك تشفير الصورة حتى رزمة ما؛ ويضم العمود "Δ-PSNR" تقديراً للمساهمة النسبية لكل رزمة محسوبة كنسبة بين القيمة PSNR الناتجة عن فك التشفير حتى الرزمة الجارية وحتى الرزمة التي تسبقها (تعادل هذه النسبة الفرق بين القيم المعبّر عنها بالديسيبل). ويمكن تحديد الحساسية النسبية للأخطاء من خلال وسم الرزمة ذات المساهمة الأكبر في النسبة PSNR بالواسم S = 0xFE ثم من خلال قيم متناقصة في الرزم S ونسب Δ – PSNR متناقصة وصولاً إلى أول طبقة بالمعدل 0,25 bpp. وفيما يتعلق بجميع الرزم في الطبقة الثانية فالحساسية هي ذاتها وتساوي S = 0xF8.

الجدول 1.D – حساب الحساسية للأخطاء

رقم الرزمة	المعدل (bpp)	PSNR (خطية)	PSNR النسبة (dB)	Δ-PSNR	*S*
1	0,024	28,1	14,48	28,1	0xFE
2	0,04	154,2	21,88	5,50	0xFD
3	0,077	304,8	24,84	1,98	0xFA
4	0,142	851,1	29,30	2,79	0xFC
5	0,227	2037,0	33,09	2,39	0xFB
6	0,253	2355,0	33,72	1,16	0xF9
7	0,254	2471,7	33,93	1,05	0xF8
8	0,257	2483,1	33,95	1,00	0xF8
9	0,269	2546,8	34,06	1,03	0xF8
10	0,312	2844,5	34,54	1,12	0xF8
11	0,397	3572,7	35,53	1,26	0xF8
12	0,5	5152,3	37,12	1,44	0xF8

وختاماً نكتب قطعة واسم ESD باستعمال حساسية نسبية للأخطاء (أثمون واحد لكل قيمة). وفقد الحسابات الواردة أعلاه فيما يتعلق بمثال التدفق المشفر وأسلوب الرزم كأسلوب فهرسة للتدفق المشفر؛ ويتحدد القياس لمكونة الصورة الواحدة. والتمثيل الست عشري الناتج لقطعة الواسم ESD هو التالي (تفصل الشرطة "|" بين المعلمات والفراغ بين التسجيلات):

FF68 | 0010 | 01 | 00 | FE FD FA FC FB F9 F8 F8 F8 F8 F8 F8

2.5.D المثال 2 – الحساسية المطلقة مع أسلوب مدى الأثمونات

نستخدم في هذا المثال الثاني أسلوب مدى الأثمونات (أثمونان لكل أثمون بداية وأثمون نهاية) والحساسية المطلقة بنسق الأثمونين. ويتم خصوصاً اختيار "تزايد النسبة PSNR" كقياس الأخطاء. وتأخذ من المثال السابق أن النسبة PSNR في المعدلين 0,25 و0,5 bpp تساوي 2355 و5152 على التوالي (يلاحظ أن المعدلين 0,25 و0,5 يحيلان إلى تدفق مشفر *دون* قطعة الواسم ESD). وفضلاً عن ذلك يبين تحليل التدفق المشفر أن أول 554 أثمونات تضم الرأسية الرئيسية ورأسية الرقعة الجزئية. ويتقرر بالتالي وصف ثلاث وحدات معطيات هي الرأسيات والنصف الأول من التدفق المشفر ونصفه الثاني. وتبدأ وحدات المعطيات تحديداً من الأثمون 1 وحتى الأثمون 554 مع *S*=*0*، ومن الأثمون 555 وحتى الأثمون 8224 مع *S* = 2355، ومن الأثمون 8225 إلى الأثمون 16288 مع S = 2797 (= 5152-2355). وتتحدد قيم الحساسية كقيم متوسطة لجميع المكونات؛ ونظراً إلى وجود مكونة واحدة فقط فذلك يعني أن هذه القيم تحيل إلى المكونة 1. وفيما يلي قطعة الواسم الناتجة عن استعمال شبه الترميز بالفاصلة العائمة للقيمة *S*:

FF68 | 0016 | 00 | 65 | 0001 022A 0000 022B 2020 D133 2021 3FA0 D2ED.

الملحق E

واصف الأخطاء المتبقية

(يشكل هذا الملحق جزءاً رئيسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.E مقدمة

تشير قطعة الواسم RED إلى وجود أخطاء متبقية قد تسيء أيضاً إلى التدفق المشفر بعد معالجة مفكك التشفير للإرسال JPWL. ويمكن أن يستفيد مفكك التشفير JPEG 2000 "المدرك للإرسال JPWL" من هذه المعلومة الخاصة بوجود الأخطاء ونمطها (محو أو قلب) من أجل تحسين مقدرات فك التشفير أو تطبيق بعض التقنيات مثل:

- إعادة الإرسال الانتقائي؛
- إخفاء الأخطاء؛
- استبعاد المعلومة الفاسدة إذا لم تكن ضرورية للرؤية.

2.E الإشارة إلى الأخطاء المتبقية

يمكن أن تعمل قطعة الواسم RED بأساليب ثلاثة هي أسلوب مدى الأثمونات وأسلوب الرزم وأسلوب مدى الرزم.

أسلوب مدى الأثمونات:

- *أسلوب مدى الأثمونات*، ويرد في هذا الأسلوب وصف كل وحدة معطيات من خلال تحديد أثمون بدايتها وأثمون نهايتها بوضوح في التدفق المشفر، وتحيل قيمة الأخطاء المتبقية إلى ذلك المدى المحدد للأثمونات. ويتحدد أثمونا البداية والنهاية في عددين صحيحين أو أربعة أعداد صحيحة دون علامة، مما يتيح التعامل مع التدفقات المشفرة "العادية" و"الطويلة". ويبدأ ترقيم الأثمونات في التدفق المشفر من صفر. وإذا وجد الواسم RED في الرأسية الرئيسية يحيل ترقيم الأثمونات إلى بداية التدفق المشفر (بما فيه قطعة الواسم SOC). وإذا وجد الواسم RED في رأسية الرقعة الجزئية فإن ترقيم الأثمونات يحيل إلى بداية التدفق المشفر (بما فيه قطعة الواسم SOC). أما إذا وجد الواسم RED في رأسية الرقعة الجزئية فإن ترقيم الأثمونات يحيل إلى بداية تلك الرقعة الجزئية (بما فيها قطعة أو اسم SOT). وعند اعتماد مفكك التشفير ريد سولومون يكون الطول العادي لكل فدرة معطيات هو طول كلمة شفرة ريد سولومون المنتقاة.
- يضم الأثمونان التاليان عدد (إن توفر) الأخطاء في فدرة المعطيات (0x0000 - 0xFFFE)؛ أو الدلالة النوعية لوجود الأخطاء (0xFFFF) عند عدم توفر عدد الأخطاء الصحيح.

أسلوب الرزم:

- وحدات المعطيات في *أسلوب الرزم* كما يحددها الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. وتتحدد قيمة الأخطاء المتبقية لكل رزمة من رزم التدفق المشفر أو الرقعة الجزئية تبعاً لوجود الواسم RED في الرأسية الرئيسية أم في رأسية الرقعة الجزئية. ويضم الأثمونان التاليان ما يلي:
  - عدد الأخطاء (إن توفر) في فدرة المعطيات (0x0000 - 0xFFFD)؛
  - دلالة على محو الرزم (0xFFFF)؛
  - دلالة نوعية على وجود أخطاء (0xFFFF) في حالة عدم توفر عدد دقيق للأخطاء.

أسلوب مدى الرزم:

- يتعرف *مدى الرزم* JPEG 2000 الذي يتحدد في هذا الأسلوب برزمتي البداية والنهاية هوية وحدة المعطيات التي تتوفر بشأنها قيمة الأخطاء المتبقية. ورزمتا البداية والنهاية عددان صحيحان دون علامة يتألفان من أثمونين أو أربعة أثمونات.
- يضم الأثمونان التاليان عدد الأخطاء (إن توفر) في فدرة المعطيات (0x0000 - 0xFFFE) أو دلالة نوعية على وجود أخطاء (0xFFFF) في حالة عدم توفر العدد الدقيق للأخطاء.

3.E أمثلة

تقدم في الفقرات التالية أمثلة لاستخدام قطعة الواسم RED. يحيل المثال الأول إلى أسلوب الرزم مع أخطاء متفرقة، والثاني إلى عمليات محو في تشكيلة أسلوب الرزم.

1.3.E المثال 1 – واصف الأخطاء المتبقية مع أسلوب الرزم والأخطاء المتفرقة

لنفترض عملية إرسال صورة بألوان الرماديات من النسق 0,5 بتة لكل بيكسل (bpp) في أسلوب غير قابل للعكس. ويستخدم مشفر مطابق للمعيار JPEG 2000 Part 1 في توليد تدفق مشفر ملائم للإرسال في قناة لا سلكية؛ ويستخدم الإرسال JPWL في إضافة معلومات الحساسية للأخطاء إلى ذلك التدفق المشفر وعلى وجه التحديد إلى قطعة واسم ESD على نحو يستمثل أداء مفكك التشفير. ويستطيع المشفر JPEG 2000 Part 1 استخدام نهاية المشفر الحسابية مع الواسمين SOP وEPH كأدوات لمقاومة الأخطاء. وتستخدم قطعة واسم PPM في جمع جميع رأسيات الرزم في الرأسية الرئيسية بحيث تتجمع كل معلومات الرأسيات في بداية التدفق المشفر وتسهل حمايتها.

ولنفترض أيضاً استخدام الواسم EPB في حماية كل من الرأسيات والمعطيات، باعتماد شفرات ريد سولومون التي تستخدم أحياناً خطة حماية UEP تراعي المعلومات ESD. ومن المستحسن في حالة عمل أسلوب الرزم جعل طول الواسم EPB مساوياً لطول الرزمة مما يسهل إعادة التزامن عند فقدان الرزمة كاملة.

وقد يحدث في جهة الاستقبال بعد فك تشفير الإرسال JPWL أن تشمل رزمة واحدة أو أكثر من الرزم التي تتمتع بدرجة أقل من الحماية على أخطاء تستعصي على مقدرات الحماية من أخطاء شفرة ريد سولومون المختارة في الفدرة EPB.

وإذا لم ينتج المشفر الواسم RED لكي يدل على الأخطاء المتبقية فإن لمفكك تشفير الإرسال JPWL خيار إنتاجه. فلنفترض على سبيل المثال أن الرزمتين 7 و8 ما تزالان تحتويان على أخطاء فإن تمثيل قطعة الواسم RED الناتج هو التالي (تفصل الشرطة العمودية "1" بين المعلمات، والفراغات بين التسجيلات):

FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FFh FFh 00h 00h 00h 00h

RED | Lred | Pred | RED data

2.3.E المثال 2 – واصف الأخطاء المتبقية في أسلوب الرزم وفقدان الرزم

لنأخذ نفس سيناريو المثال 1 أي نفس صورة ونفس مخطط الحماية. ويعتمد في هذه الحالة نموذج فقدان رزم من أجل توليد الأخطاء في توصيلات UDP مثلاً. ولنفترض في هذه الحالة أن الرزمة UDP التي تضم الرزمتين 7 و8 التدفق JPEG 2000 مفقودة تماماً.

وإذا لم تكن قطعة الواسم RED موجودة بعد، فإن مفكك التشفير JPWL يستحدث خيارياً الواسم RED من أجل الدلالة على هذه الحالة. والتمثيل الناتج لقطعة الواسم RED هو التالي (تفصل الشرطة العمودية "|" بين المعلمات، والفراغات بين التسجيلات):

FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FEh FEh 00h 00h 00h 00h

RED | Lred | Pred | RED data

والجدير بالذكر أنه عند حدوث حالات محو يتعين على مفكك التشفير أن يحيِّن معلمات الطول التي تظهر في قطع الوسم أو أن يملأ الفجوات بمعطيات حشو زائفة.

الملحق F

خطوط توجيهية لتشفير التدفقات المشفرة JPEG 2000 في سياق البيئات المعرضة للأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.F مقدمة

يرد هذا الملحق على سبيل الإعلام، ويقدم بعض الخطوط التوجيهية المتعلقة باستخدام أدوات الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 والإرسال JPWL في البيئات المعرضة للأخطاء. ويحدد الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 مجموعة أدوات لمقاومة الأخطاء يمكن استخدامها في تشفير صورة في بيئة معرضة للأخطاء. وتظهر هذه الأدوات في فئات في الجدول 1.F. ويحدد الإرسال JPWL مجموعة إضافية من أدوات الحماية من الأخطاء من شأنها أن تعزز مقاومة التدفق المشفر لأخطاء الإرسال وتساعد مفكك التشفير على تدبر أمر الأخطاء المتبقية.

2.F أدوات مقاومة الأخطاء حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000

الجدول 1.F – أدوات مقاومة الأخطاء حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000

نمط الأداة	اسم الأداة
سوية التشفير الإنتروبي	فدر الشفرة توقيف المشفر الحسابي بعد كل مرور توقيف متوقع رموز التقطيع
سوية الرزمة	نسق رزمة قصيرة (رأسيات رزم مجمّعة) رزمة مع واسم إعادة التزامن (SOP) المناطق

وربما أن أخطاء القناة (أو فقدان الرزم) تظهر بأشكال مختلفة، فإنه يتعذر عموماً معرفة مجموعة أدوات مقاومة الأخطاء التي تعطي أفضل النتائج مسبقاً. غير أن دراسات وافية أجريت في سياق القنوات المعرضة للأخطاء وتناولت بعض سيناريوهات التطبيق العملية مثل الشبكات 3GPP والإذاعة الرقمية العالمية (DRM) والشبكات المحلية اللاسلكية حسب المعيار IEEE 802.11. ويمكن استخلاص بعض الخطوط التوجيهية العامة استناداً إلى هذه الدراسات.

وفيما يتعلق بأدوات مقاومة الأخطاء المحددة في الجزء 1 من المعيار JPEG 2000، يستحسن إيراد الملاحظات التالية.

يراد عموماً تخصيص سوية عالية من الحماية للرأسيات الرئيسية والجزئية نظراً إلى ضرورتها في إجراء فك تشفير صحيح. ورأسيات الرزم أيضاً ذات فائدة كبيرة في الحالات المعرضة للأخطاء لأنها تتيح لمفكك التشفير أن يتخطى أماكن التشفير الخاطئة ويعيد التزامن ويواصل فك التشفير. ومن السهل جداً حماية رأسيات الرزم وحماية الرأسيات الرئيسية و/أو الجزئية في نفس الوقت إذا استخدم خيار رأسيات الرزم المجمّعة.

ويتيح توقيف المشفر الحسابي كشف أخطاء الإرسال. وفي حال تدميث السياق بعد كل مرور تشفير يستطيع مفكك التشفير كشف الخطأ واستبعاد أماكن التشفير المتأثرة بالأخطاء ومواصلة فك التشفير. وذلك يحد كثيراً من مدى انتشار أخطاء الإرسال دون أن يبالغ في زيادة كمية التشفير. ونظراً إلى أن مكان التشفير هو وحدة المعطيات الأساسية التي يمكن استبعادها. ينبغي أن تكون أمكنة تشفير البيئة المعرضة للأخطاء "صغيرة قدر الإمكان" دون أن يقلل ذلك من فعالية التشفير. مما يعني أن استخدام فدر شفرة أصغر من تلك المستخدمة في حالة الخلوِّ من الأخطاء يؤدي عموماً إلى تحسين الأداء.

3.F خطوط توجيهية لتطبيقات المشفر JPEG 2000

تقدم في هذه الفقرة بعض الخطوط التوجيهية الخاصة بتطبيقات مشفر JPWG. ويظهر وصف العملية بيانياً في الشكل 1.F. أما الإجراءات الأساسية التي ينبغي اتباعها خصوصاً هي التالية:

- الحصول على معلمات الإرسال JPWL؛
- التشفير حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000؛
- إدخال الوسوم JPWL المطلوبة وخصوصاً للوسوم التالية:

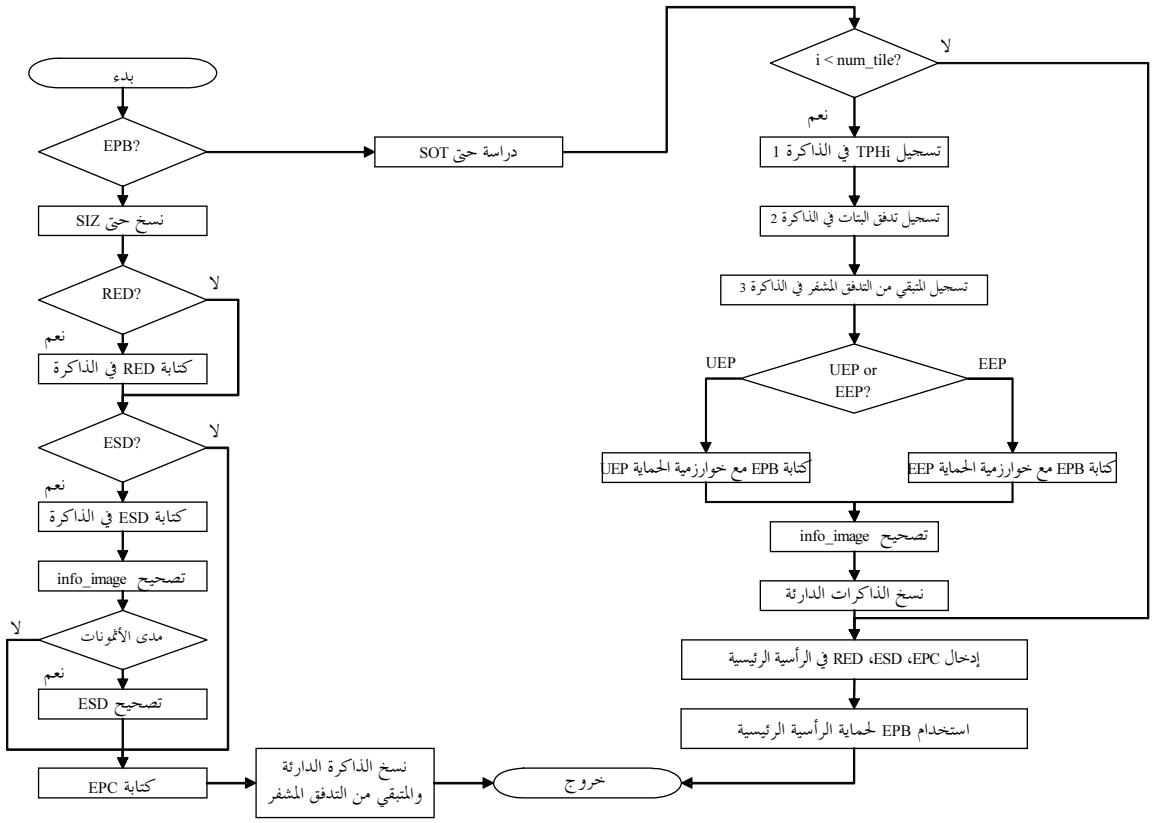
– الواسم EPC
  - كتابة الوسم (0xFF68)، يسجل الموقع ويقفز 8 أثمونات؛
  - كتابة المعلمات Pepc إذا استعملت الفدرة EPB؛
  - الرجوع إلى الوراء بعد الواسم؛
  - حساب طول قطعة الواسم وطول التدفق المشفر؛
  - حساب وكتابة التحقق CRC 16-CCITT؛

– القسم EPB
  - كتابة الوسم (0xFF66)؛
  - تحديد نوع القسم EPB ومعلمات الحماية للجزء الأول من المعطيات EPB؛
  - كتابة LDPepb وDepb وPepb؛
  - حساب طول قطعة الواسم؛
  - تسجيل الجزء الأول من معطيات الحماية وحساب الشفرة RS(n1,k1)؛
  - حساب التحقق CRC إذ كان مطلوباً وذلك استناداً إلى المعطيات المسجلة في الذاكرة؛
  - حساب الشفرة RS(n2, k2) إذا كانت مطلوبة وذلك استناداً إلى المعطيات المسجلة في الذاكرة؛

– القسم ESD
  - كتابة الواسم (0xFF67) والمعلمتين Cesd وPesd؛
  - حساب القيم (Δ-MS) وPSNR وΔ-PSNR استناداً إلى قيمة التشوه في كل رزمة؛

- تحديد استخدام قياسي؛
- تحديد أسلوب تمثيل المعطيات (أسلوب رزم أو مدى الأثمونات أو مدى الرزم)؛
- حساب قيم الحساسية للأخطاء بالقياس بأسلوب تمثيل المعطيات المختارين؛
- حساب طول قطعة الواسم.

- تحيين البُنى المشار إليها (مجال المعلمة Psot والمعطيات ESD في أسلوب مدى الأثمونات وغيرها).



الشكل 1.F – خطوط توجيهية بشأن إجراء التشفير JPWL

الملحق G

السلوك الموصى به في معالجة أخطاء مفكك التشفير

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.G مقدمة

إذا وجدت أدوات مقاومة أخطاء JPEG 2000 Part 1 في التدفق المشفر، توجب على مفكك التشفير أن يحسن استخدامها. وهذا ملحق ذو صفة إعلامية ويعمل على تحديد السلوك السديد لمفككات التشفير JPEG 2000 Part 1 ومفككات تشفير الإرسال JPWL في البيئات المعرضة للأخطاء.

2.G السلوك الموصى به لمفكك التشفير حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000

1.2.G بتر التدفق المشفر حسب المعيار ISO/IEC 15444-1

في الحالات التي لا توجد فيها نهاية التدفق المشفر بسبب أخطاء الإرسال أو فقدان المعطيات، ينبغي لمفكك التشفير أن يفك تشفير أكبر قدر ممكن من المعلومات كما تحدد الفقرة 4.4.A من الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

وكذلك الأمر عند فقدان رزمة من وسط التدفق المشفر قد لا تكون المعلومات الواردة في الرزم التالية صالحة. وعلى الرغم من ذلك ينبغي لمفكك التشفير أن يفك تشفير التدفق المشفر على الأقل حتى الرزمة المفقودة. وبالحقيقة فإن جميع الفِدر المشفرة التي أُدرجت في رزمة سابقة يمكن طرحها من حساب التزامن. ولا تضاف أي معلومات جديدة إلى هذه الفدر. أما معطيات الفدر التي لم تكن قد أُدرجت بعد في رزم سابقة فيمكن إعادة تغطيتها بشكل مناسب إذا تم كشف تفرعات الوسم الصحيحة المقابلة لها.

2.2.G تقطيع التدفق المشفر حسب المعيار ISO/IEC 15444-1

يتم تقطيع التدفق المشفر إلى رأسية رئيسية ورأسية رقعة جزئية ورأسيات رزم ومعطيات مشفرة بالتشفير الإنتروبي.

ولا توجد أدوات محددة في المعيار JPEG 2000 Part 1 لكشف الأخطاء أو لتصحيحها في الرأسية الرئيسية. ولن يصمد مفكك تشفير JPEG 2000 Part 1 عادي في وجود أخطاء في الرأسية الرئيسية. ولا يمكن تعريف سلوك محدد. وتحيل القارئة المخصصة لحماية الرأسية الرئيسية إلى الجزء 11 من المعيار JPEG 2000.

ولم يحدد المعيار JPEG 2000 Part 1 أداة لحماية رأسيات الرقع الجزئية. غير أنه من الممكن الدلالة على خطأ رأسية رقعة ما (مثال: عدم كشف الواسم SOD بشكل صحيح بسبب عدم اتساق في الرأسية)، ويستطيع مفكك التشفير أن يتجاوزها إلى رأسية الرقعة التالية من خلال مسح التدفق المشفر بحثاً عن الواسم SOT.

كما لم يحدد المعيار JPEG 2000 Part 1 أدوات لحماية محتوى رأسيات الرزم. غير أن هناك أدوات مكرّسة للوقاية من عدم تزامن التدفق المشفر. وعند وجود الوسوم SOP وEPH و/أو PLT/PLM يتحقق مفكك التشفير من التوافق من خلال عملية فك التشفير. وأثناء فك تشفير رأسية رزمة ما، وإذا لم يكشف الواسم EPH في المكان المتوقع أو إذا كان طول الرزمة المصادفة أثناء فك تشفير رأسية الرزمة غير متوافقة مع الطول المشار إليه في الواسم PLT/PLM، يمكن عندئذ اعتبار الرزمة خاطئة واستبعادها. ثم تستخدم الوسوم SOP وPLT/PLM من أجل إعادة التزامن في الرزمة التالية. وينبغي في جميع الحالات فك تشفير أكبر قدر ممكن من المعلومات.

3.2.G استخدام خيارات التشفير الإنتروبي وفقاً للمعيار ISO/IEC 15444-1

بعد تقطيع التدفق المشفر تقطيعاً مناسباً ثمة عدد من الخيارات يزوِّد المعطيات المشفرة تشفيراً إنتروبياً بمقاومة أفضل للأخطاء.

ويمكن تحديد استخدام التوقيف المتوقع المصاحب لنهاية مرور التشفير ورموز التقطيع في كشف الأخطاء وتحديد مواقعها.

وفي حالة كشف خطأ باستعمال آلية التوقيف المتوقع ينبغي لمفكك التشفير:

- استبعاد كامل الفدرة، في حالة عدم استعمال التوقيف لدى كل مرور تشفير ورموز التقطيع.
- فك التشفير وصولاً إلى آخر توقيف صحيح أي حتى المرور الذي يسبق ذلك الذي كُشف فيه الخطأ، في حال استعمال التوقيف لدى كل مرور تشفير.
- فك التشفير وصولاً إلى آخر رمز تقطيع صحيح أي تجاوز آخر خطأ بتات للفدرة، في حال استعمال رموز التقطيع.
- فك التشفير حتى آخر نهاية فك تشفير صحيح في حال استعمال التوقيف عند كل مرور تشفير ورموز التشفير.

وفي حالة كشف خطأ باستعمال آلية رموز التقطيع، ينبغي لمفكك التشفير أن:

- يفك تشفير التدفق حتى آخر رمز تقطيع مفكك التشفير صحيح، أي حتى مستوى البتة التي تسبق البتة التي كشف فيها الخطأ، وذلك في حال عدم استخدام التوقيف المتوقع والتوقيف عند كل مرور للتشفير أو في حال استخدام أحد هذين الأسلوبين فقط للتوقيف.
- فك تشفير التدفق حتى آخر نهاية مفككة التشفير بشكل صحيح، أي حتى المرور الذي يسبق المرور الذي كُشف فيه الخطأ وذلك عند استخدام كلٍّ من التوقيف المتوقع والتوقيف عند كل مرور.

وفي جهة المشفر يُوصى بجمع التوقيف المتوقع مع التوقيف في كل خيار لمرور التشفير. ويمكن استخدام خيارات رموز التقطيع والتوقيف المتوقع/التوقيف عند كل مرور تشفير معاً أو كل على حدة، كما يحدد الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

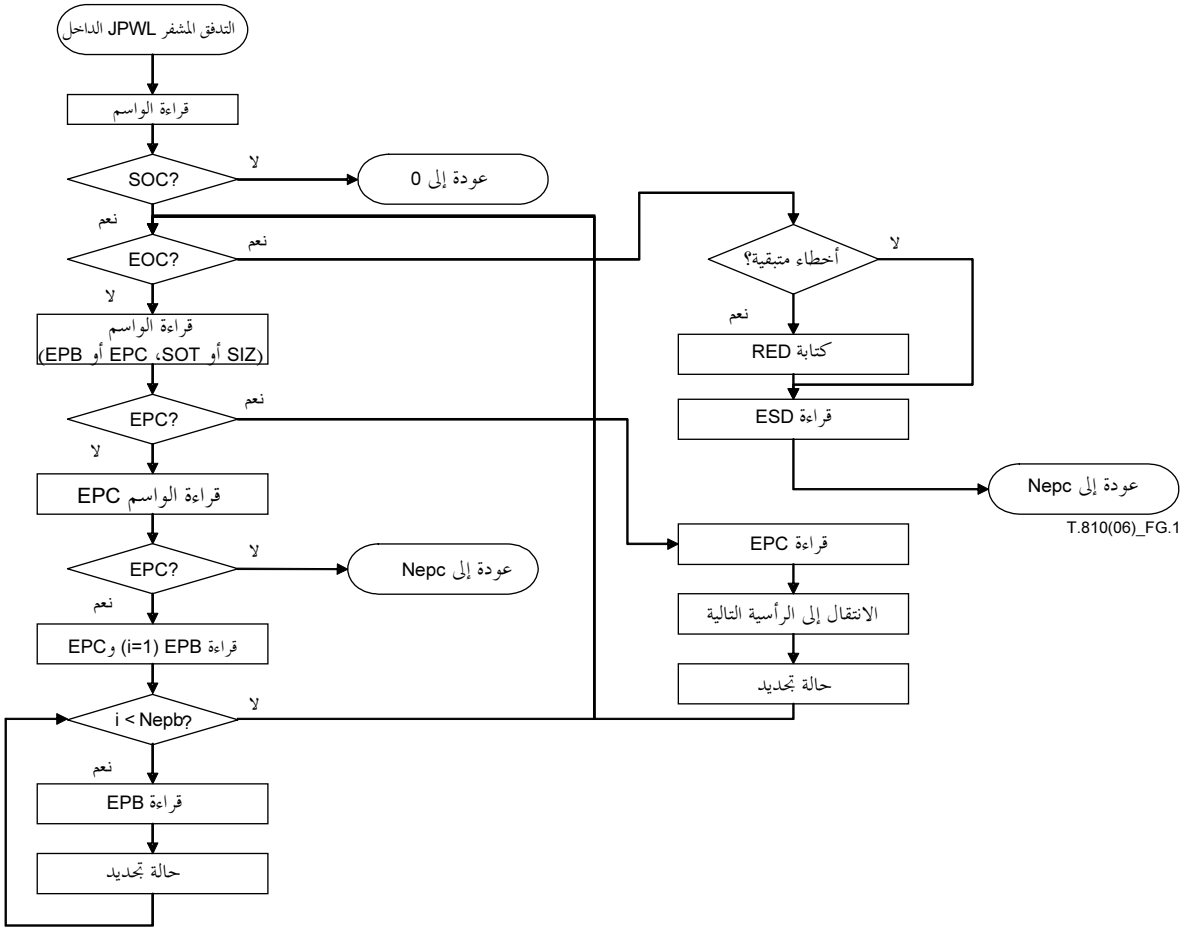
ويُفترض وجود خيارات أخرى لمقاومة الأخطاء (تدميث السياق والتحويلة) من شأنها الحد من خلل تزامن مفكك التشفير عند وقوع الأخطاء. ولا يقدم هذا الملحق سلوكاً محدداً.

3.G خطوط توجيهية لعمل مفكك التشفير JPWL

تقدم هذه الفقرة بعض الخطوط التوجيهية الخاصة بتطبيقات مفكك تشفير يعمل وفق الإرسال JPWL. ويبين الشكل 1.G وصفاً بيانياً للعملية. والإجراءات الأساسية تحديداً هي التالية:

- التزامن مع قطعة الواسم EPC؛
- قراءة الواسم EPC:
  - قراءة المعلمات Lepc وPcrc وCL؛
  - قراءة المعلمة Pepb واستخدام أدوات الإرسال JPWL؛
  - تسجيل بنى معرفات الهوية واستحداث ضعيف لمجالات Pepb تستخدم في فك تشفير الفدرة EPB؛
  - التحقق CRC وإظهار تحكم الأخطاء للوظيفة الطالبة؛
- قراءة الواسم EPB:
  - تصحيح معلمات الواسم EPB (فك تشفير ريد سولومون)؛
  - قراءة المعلمات Lepb وDepb وLDPepb ومقارنتها بالمعلمات Pepb المسجلة في الواسم EPC؛
  - تحديد أسلوب الرزم/بدون رزم:
    - تصحيح المعطيات التالية باستعمال فك التشفير RS؛
    - وسم المعطيات الخاطئة باستعمال فك التشفير CRC؛
    - تسجيل مواقع الأخطاء المتبقية؛

- كتابة الواسم RED:
  - الانتقال إلى نهاية الرأسية الرئيسية وتسجيل التدفق المشفر حتى الواسم EOC؛
  - كتابة المعلمات RED والمعطيات RED؛
    - نسخ البنية الناتجة عن فك تشفير المعلمات EPB؛
    - تصحيح المواقع مع التخالف الناجم عن إضافة الواسم RED إلى التدفق المشفر؛
  - كتابة الباقي من التدفق المشفر
- قراءة الواسم ESD
  - الانتقال إلى الواسم SOC والبدء بتحليل التدفق المشفر؛
  - من أجل كل واسم ESD:
    - تصحيح مواقع سوية الحساسية باستعمال المعلمة Lred في حالة أسلوب مدى الأثمونات؛
    - قراءة المعلمات ESD والمعطيات ESD؛
  - استحداث ملف "esdmap" خيارياً.



الشكل 1.G – خطوط توجيهية بشأن إجراء فك التشفير JPWL

الملحق H

تشفير إنتروبي مقاوم للأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

هذا الملحق أداة مقاومة الأخطاء حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 في التشفير الإنتروبي. ويلاحظ أن جميع التقنيات الواردة هنا تستخدم المصطلحات والفرضيات الواردة في الملحق C بالمعيار JPEG 2000 Part 1 والخاصة بالتشفير الإنتروبي الحسابي. ويرد هذا الملحق على سبيل الإعلام.

1.H مقدمة

التشفير الإنتروبي والشفرات الحسابية خصوصاً حساسة جداً لأخطاء البتات. وبالحقيقة وبسبب الذاكرة الملازمة لتقنية التشفير الإنتروبي، فإن انزلاق بتة واحدة قد يؤدي إلى خلل تزامن مفكك التشفير، وبالتالي إلى أخطاء في جميع الرموز المتبقية. وفضلاً عن ذلك فإن الرموز الخاطئة في حالة التشفير الإنتروبي JPEG 2000 Part 1 قد تسبب سلوكاً غير متوقع في التشفير مثل توليد سياق خاطئ ونموذج معامل خاطئ مما يسيء للغاية لنوعية الصورة مفككة التشفير. ولذلك فإن انتشار الأخطاء يؤثر حتى على المعطيات المشفرة الخام التي تستخدم خيار التشفير الإنتروبي JPEG 2000 Part 1 للتحويلة.

وقد صممت بعض أدوات مقاومة الأخطاء في المعيار JPEG 2000 Part 1 لدعم حساسية المشفر الإنتروبي الداخلية للأخطاء. وتستند هذه التقنيات إلى واسمات انتهاء المشفر وتقطيعه وإعادة تزامنه مما يسمح لمفكك التشفير JPEG 2000 بتطبيق استراتيجيات كشف الخطأ، وبالتالي يستطيع مفكك التشفير العادي أن يتخطى الأقسام الخاطئة من تدفق البتات بحيث يتجنب انتشار أخطاء البتات في الصورة. ويمكن اعتبار هذه الطريقة تقنية محو قادرة عموماً على العمل مع قناة الإرسال ذات معدلات معتدلة لأخطاء البتات. وفي ظروف إرسال قاسية جداً مثل ظروف البيئة اللاسلكية، فإن استخدام تقنيات قوية لتصحيح الأخطاء ضروري.

ويتحدد المشفر الإنتروبي الحسابي المعدَّل في هذا الملحق بإضافة عناصر هي واسمات إعادة التزامن المرنة والرمز ممنوع [9] [10]. وتتيح هذه العناصر تطبيق استراتيجيات تصحيح الأخطاء في فدرة الشفرة مما يحسن كثيراً من نوعية الصورة المستقبَلة نسبةً إلى طريقة المحو العادية.

2.H قواعد التركيب

يستخدم الواسم EPC (واسم مقدرة الحماية من الأخطاء) في توصيف معلمات التشفير كما يحددها الجدول 1.A. ويخصص معرف الهوية 2، لتقنية التشفير الحسابي المقاوم للأخطاء.

وتتألف المعلمة المصاحبة P_{ID} في مجال الواسم EPC من عدد متغير من الكلمات المكوَّنة من 16 بتة تمثل معلمات التشفير الإنتروبي المصاحبة لكل فدرة شفرة (الجدول 2.A). ويأتي ترتيب فدرة الشفرة كما يحدده الملحق B بالجزء 1 من المعيار JPEG 2000. الأثمون الأول من المعلمة P_{ID} هو معلمة الرمز الممنوع (FSP) والثاني معلمة التزامن المرن (SSP). ولا يُشترط تحديد المعلمة P_{ID} لجميع فدر الشفرة. وينطبق آخر زوج (FSP، SSP) على جميع فدر الشفرة المتبقية. وعلى سبيل المثال يحدد زوج واحد معلمات التدفق المشفر بأكمله.

الجدول 1.H – مجالات قطعة الواسم EPC لتشفير الإنتروبي المقاوم للأخطاء

مجال الواسم EPC	الحجم بالبتات	المحتويات
ID	16	0000 0000 0000 0010
LID	16	طول المعلمة PID التالية
PID	متغير	تسلسل أزواج المعلمات (FSP، SSP)

الجدول 2.H – المعلمات P_{ID} للتشفير الإنتروبي المقاوم للأخطاء

معلمات التشفير الحسابي المقاوم للأخطاء	الحجم بالبتات	المحتويات
FSP	8	0000 0000 – 1111 1010
SSP	8	xxxx xabc

3.H التشفير الإثنيني مع الرمز الممنوع

يستند التشفير الإثنيني مع الرمز الممنوع إلى التشفير الإنتروبي الحسابي مع الرموز الممنوعة (تشفير MQF) الناجمة عن المشفر الإنتروبي حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

1.3.H تقسيم فواصل الاحتمال لأغراض التشفير MQF

يقسم فاصل الاحتمال إلى ثلاث مناطق كما هو مبين في الجدول 3.H. يعادل الفاصل الأول الرمز الممنوع (FS) الذي لا يشفّر أبداً ويستخدم كأداة كشف الأخطاء. واحتمال الرمز FS هو Q_f ويتمثل بكلمة مؤلفة من 16 بتة لها نفس الاصطلاح المستخدم في احتمال الرمز LPS وهو Q_e الوارد في الملحق C بالجزء 1 من المعيار JPEG 2000. وتعطى قيمة الاحتمال FS في المعلمة FSP في قطعة الواسم EPC. ومن أجل تحويل المعلمة FSP (8 بتات) إلى القيمة Q_f (16 بتة) ينبغي ضرب FSP بـ 0x56. ومن أجل تقدير قيمة الاحتمال العشري المقابل ينبغي تقسيم Q_f على 8000×0*(4/3) كما يحدد الملحق C بالجزء 1 من المعيار JPEG 2000. وينحصر مدى المعلمة FSP المقبول بين 0x00 و0xFA، علما بأن FSP=0x00 هي القيمة بالتغيب التي تضمن المواءمة الخلفية مع التشفير MQ. ويبين الجدول 3.H بعض أمثلة التحويل.

الجدول 3.H – أمثلة تحويل المعلمة FSP

المعلمة FSP	الاحتمال Q_f	الاحتمال العشري للرمز FS
0x00	0x0000	0,000000
0x01	0x0056	0,001968
0x22	0x0B6C	0,066925
0xFA	0x53FC	0,492096

وفيما يلي فواصل التشفير التالي:

أ) الفاصل الفرعي الممنوع $Q_f \approx A \cdot Q_f$؛

ب) الفاصل الفرعي LPS $Q_e \approx A \cdot Q_e$؛

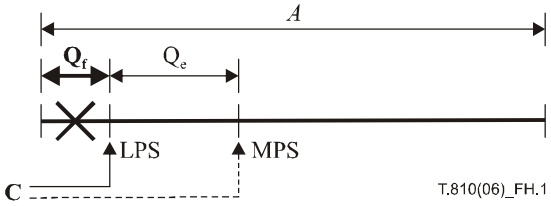
ج) الفاصل الفرعي MPS $A - Q_e - Q_f \approx A - A \cdot (Q_e + Q_f)$.

ويجب لاستعمال الرمز FS تكييف قيم الاحتمال LPS المعيارية Q_e (المحددة في الجدول 2.C في الجزء 1 من المعيار JPEG 2000) وفقاً للقواعد التالية التي تقابل ضرب قيم الاحتمال العشرية بـ (1 – احتمال الرمز الممنوع).

$$Q_e = Q_e - \frac{Q_e * Q_f}{(4/3) * 0x8000} = Q_e - (Q_e * Q_f * 3) >> 17$$

يلاحظ أن تقييم المعادلة السابقة يتطلب ضرب المتغيرين Q_e وQ_f المؤلفين من 16 بتة مع دقة بتات وافية. ويمكن تحديد/استبدال القيمة في المكونات وفي الرقعة والطبقة وبالتالي ينبغي الحفاظ على جدول الاحتمالات LPS متزامناً.

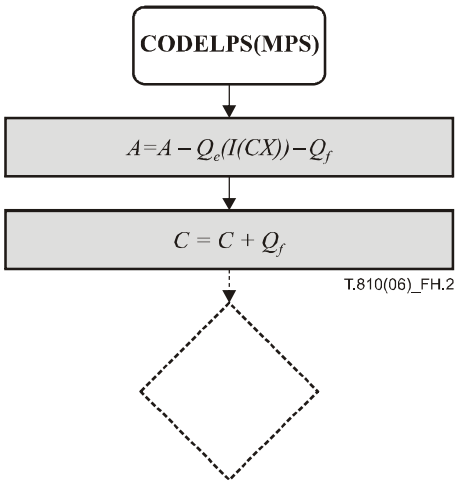
وإطناب التشفير الذي يدخله الرمز الممنوع هو: $R_f = -\log_2\left(1 - \frac{Q_f}{(4/3)*0x8000}\right)$ بتة لكل رمز داخل. وأخيراً، من الجدير بالذكر أن التشفير MQF مطابق تماماً للتشفير MQ في الحالة التي تكون فيها Q_f = 0x0000.



الشكل 1.H – فواصل الاحتمال في التشفير MQF

2.3.H تشفير الرموز

يفترض وجود الرمز FS تعديلاً طفيفاً على خطوات التشفير الحسابي في الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. ويجب تحديداً تعديل الإجراءين CODELPS وCODEMPS كما هو مبين في الشكل 2.H. ويمثل المستطيلان الرماديان إضافات إلى إجراءات التشفير الحسابي JPEG 2000 Part 1، ويمثل المربع المنقط النقطة التي ينبغي فيها استعمال الإجراء JPEG 2000 Part 1. ولدى كل تشفير رمز ينبغي أخذ القيمة من السجل A من أجل الحصول على اتساع الفاصل MPS، وإضافتها إلى السجل C من أجل تخطي الفاصل FS. ويحل المستطيلان الرماديان في الشكل محل مستطيل القيمة [$A=A-Q_e(I(CX))$] في الشكل T.800/6.C. ويدل المربع المنقَّط على أن الإجراء يستمر بعد مستطيل الخط المتصل تبعاً للقيمة [$A=A-Q_e(I(CX))$] كما في الشكل T.800/6.C.



الشكل 2.H – المشفِّر MQF: الإجراءات CODELPS (MPS)

4.H رموز التقطيع المقاوم للأخطاء

تتحدد واسمات كشف الخطأ والتزامن على النحو التالي:

- SEGMARK: مخطط إضافي للواسمات الأولي: إضافة 1010 إلى نهاية كل مخطط بتات أي إلى نهاية كل مرور المحو، وتشفر حسابياً مع قيمة احتمال منتظمة.
- SEGMARKPASS: إضافة 1010 إلى نهاية انتشار الدلالة وتسوية الاتساع وتشفر حسابياً مع قيمة احتمال منتظمة.
- SEGMARKSTRIPE *n*: إضافة واسم إلى نهاية كل شريط، وتشفر حسابياً مع قيمة احتمال منتظمة. وإذا كانت *n* تساوي 1 يكون الواسم 10 وإذا كانت تساوي 2 يكون الواسم 1010. ولا حاجة لقيم أخرى لـ *n*.

يظهر وجود رمزي التزامن SEGMARPASS وSEGMARKSTRIPE من خلال الواسم SSP للجدول 4.H. وتعطى البتة c القيمة واحد من أجل الدلالة على استخدام الخيار SEGMARKPASS. وقيمتها بالتغيب 0. ويظهر الخيار SEGMARSTIPE 2 من خلال إعطاء القيمة 1 إلى البتتين a وb. وإذا كانت قيمة إحدى هاتين البتتين واحد، يستخدم الخيار SEGMARKSTRIPE 1. وقيمة التغيب لهاتين البتتين هي 00. والبتات الأخرى للواسم SSP محجوزة. ويعطي الجدول 4.H أمثلة للقيم SSP.

القيمة SSP	الخيار
0000 0001	SEGMARKPASS
0000 0010	SEGMARKSTRIPE 1
0000 0110	SEGMARKSTRIPE 2
0000 0111	SEGMARKPASS + SEGMARKSTRIPE 2

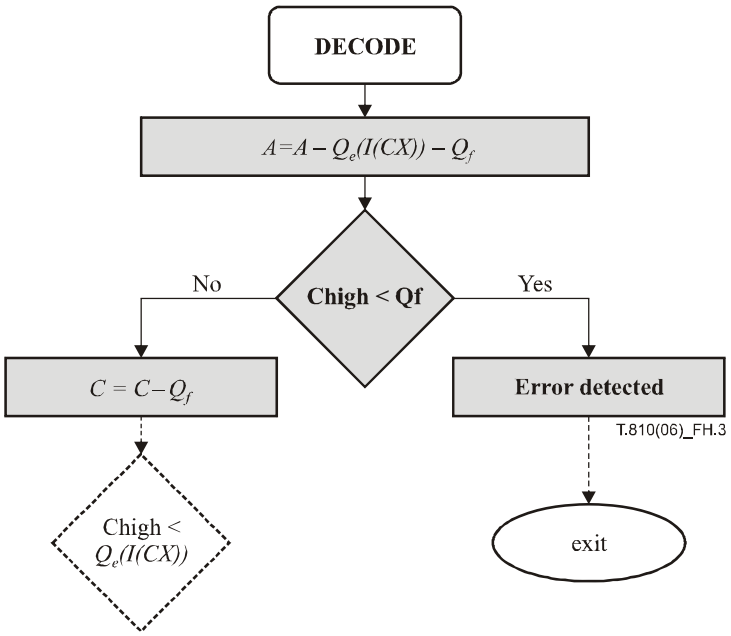
5.H كشف الخطأ

1.5.H فك التشفير بوجود أخطاء

يمكن استخدام أدوات مقاومة الأخطاء الواردة في هذا الملحق بموازاة أدواء الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 من أجل تزويد مفكك التشفير بمقدرات كشف الأخطاء. وتتيح آلية كشف الخطأ بتر فك تشفير المرور الخاطئ للتشفير في فدرة شفرة معينة بتراً صحيحاً، مما يقي من انتشار الأخطاء إلى مستوى المعاملات المتحولة (راجع الفقرة 7.J من الجزء 1 للمعيار JPEG 2000). وفيما يلي وصف لاستراتيجيات كشف الأخطاء استناداً إلى التشفير MQF ورموز التقطيع لمقاومة الأخطاء.

2.5.H كشف الأخطاء أثناء فك التشفير MQF

يتطلب فك التشفير MQF تعديل الإجراء المعياري DECODE حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000. كما يبين الشكل 3.H. ويجب استخدام تقييم الفاصل المعدّل MQF $A = A - Q_e - Q_f$. ويسمح فك التشفير بالرمز الممنوع بكشف الأخطاء. وبالحقيقة إذا وقعت سلسلة الشفرة المستقبلة داخل الفاصل الممنوع $Chigh < Q_f$ أمكن كشف أخطاء الإرسال وعندها يمكن اعتماد استراتيجية إخفاء أو تصحيح. وعلى العكس من ذلك، إذا لم يحدث كشف رمز ممنوع ينقل السجل C إلى قاعدة الفاصل $Chigh = Chigh - Q_f$ ويستعمل فك التشفير الحسابي النمطي.



3.5.H كشف أخطاء رموز التقطيع

يؤكد فك التشفير الصحيح لرموز التقطيع صحة فك التشفير حتى نقطة معينة من التدفق المشفر. وإذا لم يكن فك تشفير رمز التقطيع صحيحاً وقعت أخطاء في البتات وبالإمكان اتخاذ تدابير مضادة ملائمة لها.

6.H تصحيح الأخطاء

يتيح التشفير MQF ورموز التقطيع المقاومة للأخطاء العمل مع مفكك تشفير JPWL قادر على تصحيح خطأ البتات في تدفق البتات.

1.6.H فك التشفير استناداً إلى تواتر البتات

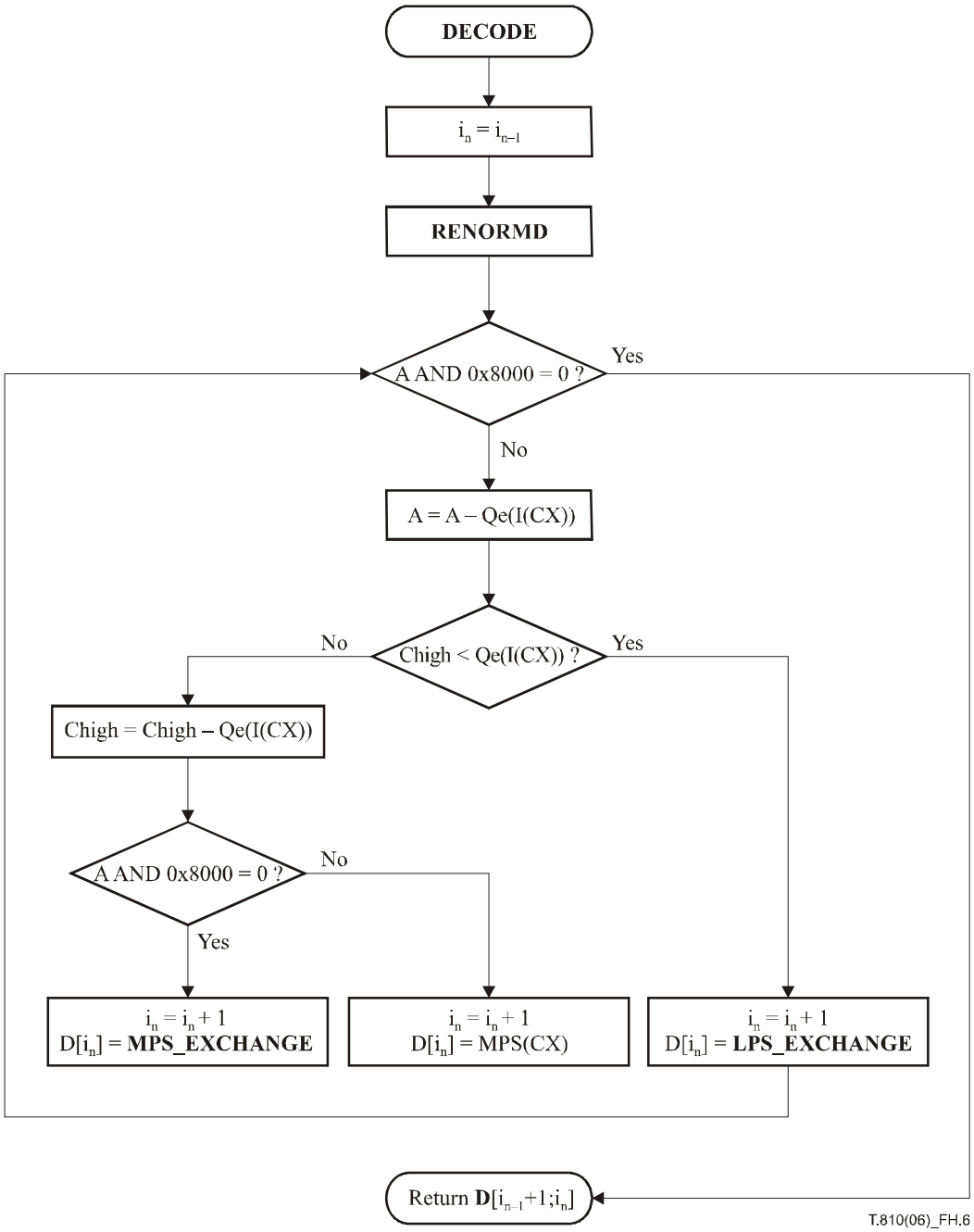
يرد وصف مفكك التشفير MQ في الشكل 4.H. وتدخل المعطيات المضغوطة **CD** والسياق CX إلى مفكك التشفير بهدف إتاحة خروج قرار إثنيني D. وبدقة أكبر من الضروري من أجل إخراج القرار الإثنيني ذي الرقم i d[i] في فدرة الشفرات، إدخال السياق المصاحب CX[i] وعدد من البتات **CD**$[n_{i-1}+1;n_i]$ من المعطيات المضغوطة حيث *i* هو دليل نوعي يمثل ترتيب مسح الرموز في فدرة الشفرات، وn_i هو مجموع عدد البتات التي قُرئت لدى فك تشفير القرار d[i]. ويُطلق على الدليل i اسم *تواتر الرموز* ويقال عن مفكك التشفير إنه *يعمل استناداً إلى تواتر الرموز*.

الشكل 4.H – مفكك تشفير حسابي وفقاً للجزء 1 من المعيار JPEG 2000يعمل استناداً إلى تواتر الرموز

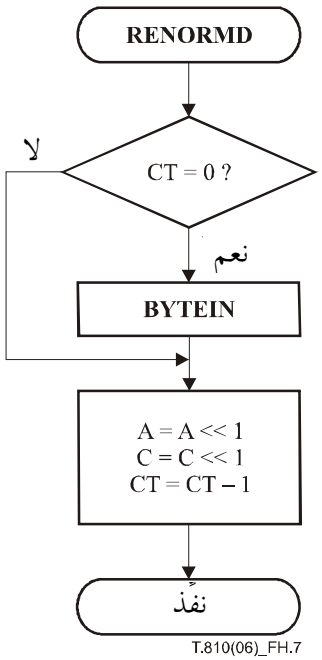
ويستحسن لأغراض تصحيح الأخطاء التحويل إلى مفكك تشفير يعمل *بتواتر البتات*. ولا يؤثر هذا التغيير إلا على السطح البيني وليس على خصائص مفكك التشفير. وتقبل وحدة مفكك التشفير الحسابي القائم على تواتر البتات بتة واحدة CD[n] في الدخل، علماً بأن n تمثل موقع البتة في تدفق البتات وعدداً متغيراً للسياق **CX** يعادل عدداً متغيراً من قرارات الخرج الإثنينية **D**. ويظهر هذا التمثيل الجديد في الشكل 5.H حيث هو إجمالي عدد القرارات التي فك تشفيرها لدى قراءة عدد n من بتات المعطيات المضغوطة.

الشكل 5.H – مفكك تشفير حسابي وفقاً للجزء 1 من المعيار JPEG 2000 يعمل استناداً إلى تواتر البتات

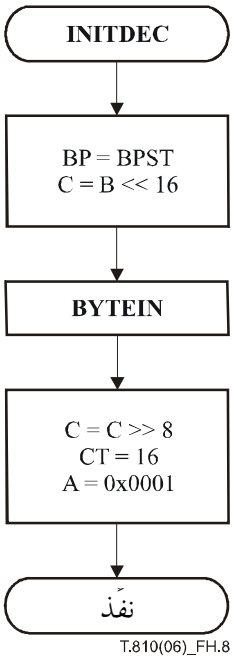
ومن أجل تشغيل مفكك تشفير من هذا القَبيل تم تعديل الوظائف DECODE وRENORMD وINITDEC الواردة على التوالي في الأشكال 15.C و18.C و20.C في الجزء 1 من المعيار JPEG 2000، كما هو مبين في الأشكال 6.H و7.H و8.H.



الشكل 6.H – الإجراء DECODE القائم على تواتر البتات

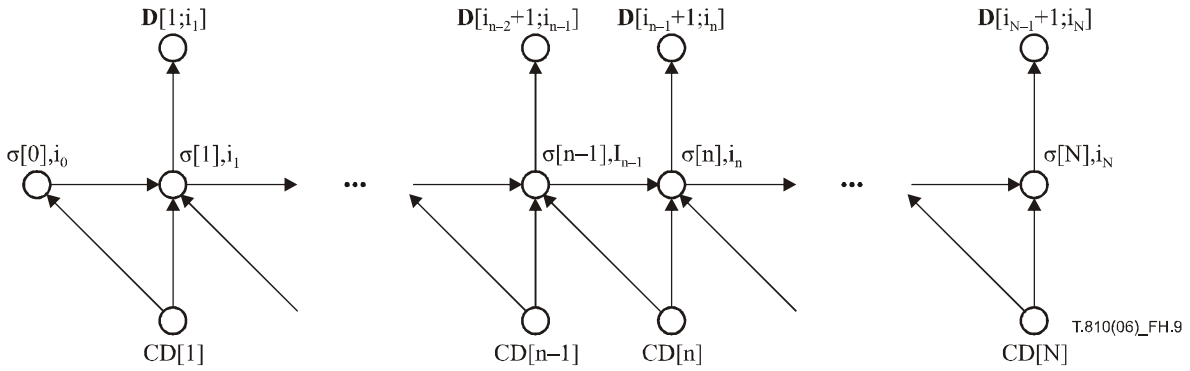


الشكل 7.H – الإجراء RENORMD القائم على تواتر البتات



الشكل 8.H – الإجراء نُفِّذ INITDEC القائم على تواتر البتات

وبالواقع يُفك تشفير جميع الرموز الممكنة التي يتم التعرّف عليها والواردة في البتة CD[n] الداخلة. ويتيح هذا النهج القيام بفك التشفير التتابعي على أساس تواتر البتات. ويمكن تصميمه كنموذج أوتوماتي لانتقال الحالة كما يظهر في الشكل 9.H. وقد تضم الحالة σ [n] جميع معلومات الحالة الداخلية الضرورية، مثل حالات مفكك التشفير الحسابي. وتطلق البتة CD[n] الانتقال من الحالة σ [n-1] إلى σ [n]. ويرفق هذا الانتقال بعدد متغير من القرارات الإثنينية **D** الخارجة.



الشكل 9.H – تمثيل النموذج الأوتوماتي لانتقال الحالة في عملية فك التشفير

2.6.H تصحيح الأخطاء في تدفق البتات

عندما ترسل تدفق بتات المعطيات المضغوطة **(CD)** المشفرة الخارجة من المشفر الحسابي، عبر قناة تعاني من الضوضاء يراقب مفكك التشفير JPWL صيغة فاسدة من هذا التدفق ***CD***. وتستخدم أدوات كشف الأخطاء التي ورد وصفها سابقاً في تحديد وجود أخطاء البتات. وفي مثل هذه الحالة يحاول مفكك التشفير JPWL تصحيح الخطأ باستعمال فك التشفير القائم على تواتر البتات وتقنيات البحث التتابعي. وفي عمق كل بتة n من النموذج الأوتوماتي لفك التشفير المبيّن في الشكل 9.H تؤخذ مجموعة من تدفقات البتات $\boldsymbol{CD}_k$ المرشحة الممكنة. وتستخدم مساحة ما للذاكرة تطلبها k من أجل تخزين مجموعة تدفق بتات مرشحة. ويصنف كل تدفق بتات $\boldsymbol{CD}_k$ مرشح مع القرارات $\boldsymbol{D}_k$ مفكوكة التشفير المقابلة، وفقاً للقياس $M_k(n)$ المناسب الذي يتيح انتقاء تدفق بتات المعطيات ***CD*** المرشحة الأكثر احتمالاً التي تقابل القرارات ***D*** الصحيحة.

3.6.H القياسات

1.3.6.H قياس الحد الأقصى اللاحق (MAP)

يتحدد *أقصى احتمال لاحق* (MAP) في تدفق بتات $\boldsymbol{CD}_k$ مع عمق بتة n على النحو التالي:

$$P(D_k[1;i_n]\,|\,\underline{CD}[1;n]) \propto P(D_k[1;i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1;n]\,|\,\mathrm{CD_k}[1;n])$$

ويستعمل مفكك التشفير JPWL القياس MAP التالي:

$$M_k(n) = \log\left[P(D_k[1;i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1;n]\,|\,\mathrm{CD_k}[1;n])\right]$$

في حال وجود قناة دون ذاكرة ونموذج ماركوف من الترتيب 1 من أجل بتات القرار يمكن حساب القياس $M_k(n)$ وفقاً للنموذج الأوتوماتي لانتقال الحالة على النحو التالي:

$$\begin{cases} M_k(0) = 0 \\ M_k(n) = \quad M_k(n-1) + \sum_{j=i_{n-1}}^{i_n} \log\left[P(D_k[j]\,|\,D_k[1;j-1])\right] + \log\left[P(\underline{CD}[n]\,|\,\mathrm{CD_k}[n])\right] \end{cases}$$

يمثل الحد $P(D_k[i]\,|\,D_k[1;i-1])$ الاحتمال السابق لعتبات القرار ويقدر بواسطة نموذج السياق الإثنيني لصياغة بتات المعامل الذي يقدر الاحتمال للرمز LPS على نحو تقريبي باستعمال القيم التي يحددها المشفر الحسابي. ويمكن مسبقاً حساب لوغاريتم احتمالات النموذج الأصلي وتسجيله في جدول بهدف تسريع تقدير القياس. ويمثل الحد $P(\underline{CD}[n]\,|\,\mathrm{CD_k}[n])$ احتمال انتقال القناة. ويتطلب القياس المحدد بوضوح تعريف نموذج القناة الذي ينبغي إتاحة حالته في المستقبل؛ وأما عند عدم توفر هذه المعلومة فتستخدم القياسات المبسّطة التي يرد وصفها في الفقرتين 2.3.6.H و3.3.6.H.

2.3.6.H مسافة هامينغ

يتحدد قياس هامينغ باعتباره مسافة هامينغ الفاصلة بين المعطيات ***CD*** المستقبلة وتدفقات البتات CD_k المرشحة. ويتحدد قياس هامينغ الإضافي بأنه مثل $M_k(n) = M_k(n-1) - \underline{CD}[n] \oplus CD_k[n]$ ،حيث $\oplus$ تمثل مجموع المقاس 2.

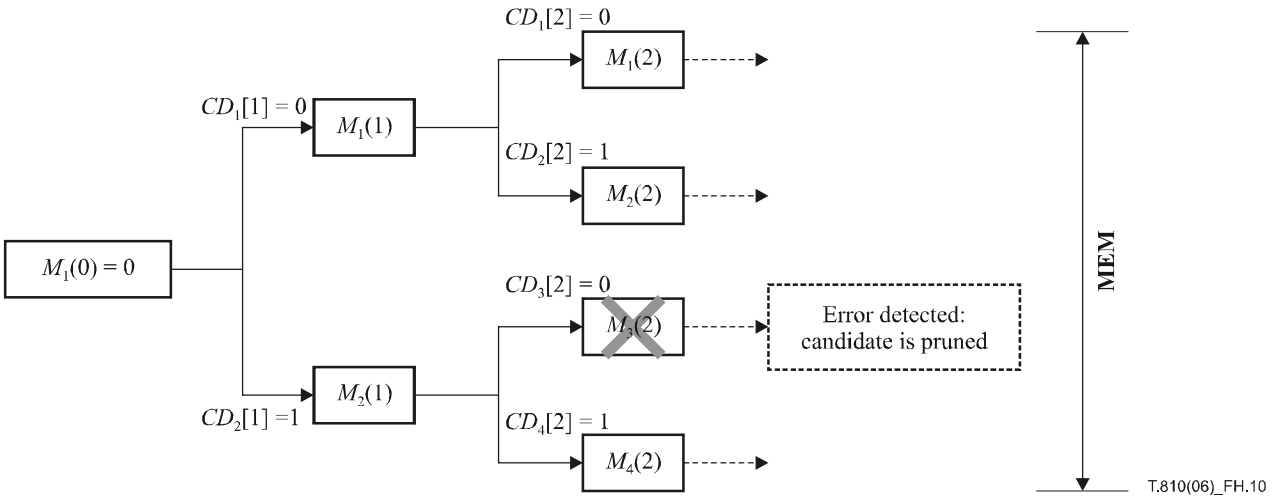
ويمكن استخدام قياس المسافة البسيط هذا عندما يرسل تدفق البتات عبر قناة إثنينية للدخل/الخرج وعند عدم توفر معلومات تغذية راجعة (نموذج قناة، معدلات أخطاء بتات وغيرها) في مفكك التشفير.

3.3.6.H مسافة إقليدس

يمكن استخدام قياس إقليدس عند إرسال تدفق البتات في قناة بدخل إثنيني وخرج فعلي. وفي هذه الحالة يكون القياس الإضافي $M_k(n) = M_k(n-1) - \left|\underline{CD}^S[n] - \text{soft}(CD_k[n])\right|$ ، حيث $\underline{CD}^S[n]$ هي القيمة ضعيفة التباينية المستقبَلة المقابلة للبتة $CD[n]$ و $\text{soft}(CD_k[n])$ ضعيفة التباينية هي القيمة ضعيفة التباينية المرسلة المقابلة للبتة $CD_k[n]$.

4.6.H مثال البحث التتابعي

تصف هذه الفقرة مثال لطريقة البحث التتابعي. ويستند البحث التتابعي إلى تفرع فك التشفير المبين في الشكل 10.H. وتمثل كل عقدة في التفرع تدفق بتات مرشح CD_k مفكك التشفير حتى عمق البتات n. وكل عمق يسجل عدداً أقصى من القياسات MEM المرشحة للمرات اللاحقة. وفي كل مرة تتوسع جميع التدفقات بمقدار بتة واحدة نحو الأمام. وفي حالة كشف خطأ يستبعد التدفق المرشح (انظر CD_3 في عمق البتة n=2 في الشكل 10.H). وبالمقابل، عندما تكون تدفقات البتة المرشحة صحيحة فإن قياسات فك التشفير تحين، ولا تسجل إلا أفضل التدفقات المرشحة للمرة اللاحقة. وعند بلوغ أقصى عمق بتات في تدفق البتات الجاري يعتبر أفضل مرشح من حيث قياس فك التشفير هو تدفق بتات المعطيات ***CD*** الأكثر احتمالاً.



الشكل 10.H – مثال للبحث التتابعي

الملحق I

الحماية المتباينة من الأخطاء

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.I مقدمة

الغرض من هذا الملحق ذي الصفة الإعلامية هو شرح إمكانية تطبيق الحماية المتباينة من الأخطاء (UEP) على التدفق المشفر حسب المعيار JPEG 2000 عند استعمال الأدوات المعيارية للإرسال JPWL. ويمكن لهذه الحماية أن تفيد من المعلومات التي يوفرها واصف الحساسية للأخطاء من أجل اختيار التقنية الأكثر ملاءمة لحماية مختلف أجزاء التدفق المشفر JPEG 2000. وتطبق الحماية UEP بطرق مختلفة: داخل التدفق المشفر بفضل البنية المرنة لقدرة الحماية من الأخطاء، أو من خلال تقسيم التدفق المشفر إلى أجزاء مختلفة تتأمن حماية كل منها على نحو مختلف، وإرسالها إلى بيئات مختلفة من حيث تعرضها للأخطاء.

2.I استخدام واصف الحساسية للأخطاء كمعلومات دخل لأنظمة الحماية المتباينة من الأخطاء

يسمح واصف الحساسية للأخطاء بانتقاء أكثر التقنيات ملاءمة لحماية كل جزء من أجزاء التدفق المشفر JPEG 2000 من خلال بيان حساسية الأجزاء المتتالية للأخطاء.

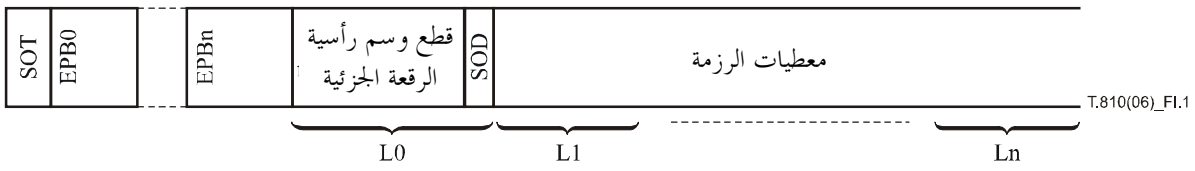
وتؤمن بالتالي حماية الأجزاء الأكثر أهمية من التدفق المشفر بإلحاح أكبر مما تحظى به الأجزاء الأقل أهمية من هذا التدفق. ويمكن تطبيق هذه الحماية من الأخطاء باستخدام عملية لا تقع ضمن إطار هذه التوصية | المعيار الدولي، أو باستعمال فدرة الحماية من الأخطاء كما يرد تعريفها في الفقرة 3.I.

3.I استعمال فدرة الحماية من الأخطاء (EPB) في الحماية المتباينة من الأخطاء

إن المعلمة LDPepb في قطعة الواسم EPB التي تتواجد في رأسية الرقعة الجزئية قد تتعلق بمعطيات تقع خارج حدود رأسية الرقعة الجزئية. مما يتيح إدراج تدفق البتات JPEG 2000 في مدى معطيات حماية من الأخطاء تضم رأسيات الرزمة أم لا تبعاً لاستخدام عنصر الرزمة المجمعة حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000.

ويمكن استخدام المعلمة Pepb لكل قطعة واسم EPB من أجل وصف تقنية تصحيح الأخطاء التي ينبغي استخدامها في حماية مختلف أجزاء تدفق البتات. وتستطيع كل قطعة واسم EPB أن تستخدم تشكيلة معلمات Pepb مختلفة سواء باختيار شفرة من نفس مجموعة شفرة الحماية من الأخطاء أو باستعمال تقنيات مختلفة. وفي الواقع قد تضم كل قطعة واسم EPB معطيات متفرقة متكررة تؤمن للأجزاء المختلفة من تدفق البتات الذي تنتمي إليه الحماية من الأخطاء. وفي المثال الوارد في الشكل 1.I، تحمي المعلمة EPB0 قطع واسم رأسية الرقعة الجزئية، وتحمي المعلمات من EPB1 إلى EPBn الأجزاء من L1 إلى Ln من تدفق البتات.

وتستخدم الشفرات مسبقة التحديد وشفرات التغيب أيضاً لهذا الغرض. وإذا استُخدمت شفرات تصحيح خطأ أخرى ينبغي بيانها في قطعة الواسم EPC.



الشكل 1.I – استخدام الفدرة EPB في الحماية المتباينة من الأخطاء

الملحق J

قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444-1

المواءمة الخلفية تامة بين أدوات الإرسال JPWL والجزء 1 من المعيار JPEG 2000 وذلك فيما يخص المواءمة الخلفية والمواءمة الخلفية مع التوسيعات الواردة في الفقرة 3. ولهذا الملحق صفة إعلامية فقط.

2.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444-3

يمكن استخدام جميع أدوات الإرسال JPWL العاملة في التدفق المشفر من أجل تعزيز مقاومة الصور المتحركة JPEG 2000 في وجود الأخطاء. ويمكن استخدامها أيضاً من أجل حماية كل من التدفقات المشفرة على حدة.

3.J قابلية التشغيل البيني مع المعيار ISO/IEC 15444.8 (JPSEC)

يوسع المعيار JPEG 2000 المأمون أو المعيار JPSEC (ISO/IEC 15444-8) المواصفة JPEG 2000 الأساسية لتشمل إطار عمل معياري للتصوير المأمون. ويمكّن هذا الإطار فعالية الدمج واستخدام الأدوات الضرورية لضمان أمن الصور الرقمية مثل حماية المحتويات والتحقق من تكامل المعطيات والاستيقان ومراقبة النفاذ الشرطي. وهذا الإطار مفتوح ومرن وبذلك يضمن استقبال التوسيعات اللاحقة.

ويعزز المعيار JPSEC استخدام أدوات الأمن التي تدعم عدداً من خدمات الأمن بما فيها:

- السرية؛
- التحقق من التكاملية؛
- استيقان المصدر؛
- النفاذ الشرطي؛
- الإرسال المتدرّج المأمون وتحويل الشفرة المأمون؛
- تعرف هوية المحتوى المسجل.

ويضم المعيار JPSEC قطعتي وسم هما: SEC وINSEC.

وتوجد قطعة الواسم SEC في الرأسية الرئيسية وهي إلزامية. وتعطي معلومات شاملة عن أدوات الأمن التي استُخدمت في أمن الصورة. وتدل قطعة الوسم SEC تحديداً على الأدوات JPSEC المستخدمة في أمن الصورة وكذلك على بعض المعلمات التي تتعلق بالتقنية المستخدمة. وتدل هذه المعلمات في جملة أمور أخرى على أجزاء التدفق المشفر المأمونة.

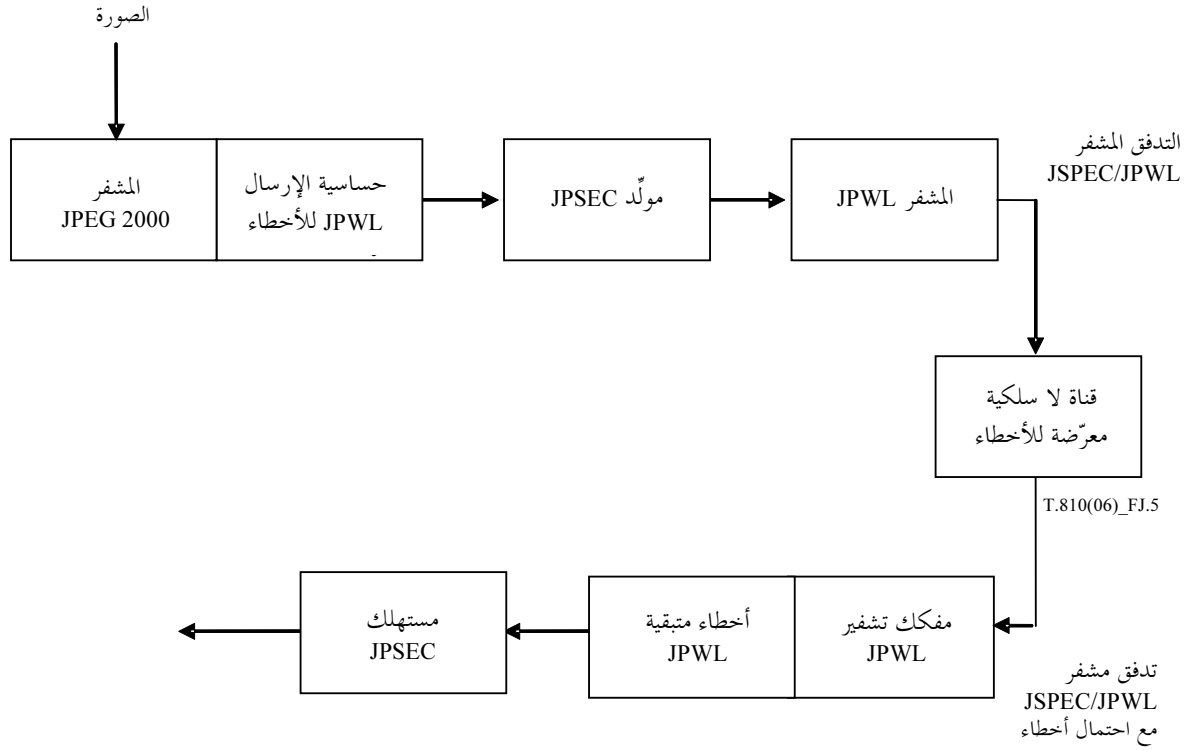
وتشكل قطعة الواسم INSEC وسيلة إضافية تتيح إرسال المعلمات إلى إحدى أدوات الأمن الموجودة في القطعة SEC وذلك من أجل استكمال المعلومات في الرأسية الرئيسية. ويمكن إدراجها في معطيات التدفق المشفر وهي خيارية، وتستفيد من أن مفكك التشفير الحسابي في المعيار JPEG 2000 يتوقف عن قراءة الأثمونات عندما يلتقي بواسم النهاية (أي، أثمونان بقيمة أكبر من 0xFF8F).

1.3.J العلاقة العامة بين المعيارين JPWL وJPSEC

جمع المعيارين JPWL وJPSEC ضروري في كل مرة تحتاج فيها الصور JPEG 2000 إلى ضمان الأمن لدى إرسالها في قناة لا سلكية معرضة للأخطاء.

وتتولد عادة في جهة المرسل حساسية الخطأ JPWL أثناء التشفير JPEG 2000. وتطبق عندئذٍ الأدوات JPSEC على التدفق المشفر من أجل ضمان أمنه وأخيراً تستخدم أدوات التشفير JPWL في جعل التدفق المشفر أكثر مقاومة لدفع أخطاء الإرسال.

وتطبق أولاً في جهة المستقبِل أدوات التشفير JPWL من أجل تصحيحٍ ما يمكن من أخطاء الإرسال. وقد ينتج عن الإرسال JPWL أثناء هذه المرحلة معلومات عن الأخطاء المتبقية. وأخيراً، تطبق الأدوات JPSE-C بهدف تأمين خدمات الأمن المطلوبة.



الشكل 1.J – جمع نمطي للمعيارين JPWL وJPSEC

2.3.J مسائل خاصة بقابلية التشغيل البيني بين JPWL وJPSEC

ينبغي مراعاة عدد من المسائل المتعلقة بالتشغيل البيني بين المعيارين JPWL وJPSEC وهي مفصلة على النحو التالي:

1) مقدرة الحماية من الأخطاء (EPC) في المعيار JPWL: يؤثر وجود قطعة الواسم هذه على أمدية الأثمونات. ويلاحظ أن قطعة الواسم هذه إلزامية في التدفق المشفر JPWL.

2) فدرة الحماية من الأخطاء (EPB) في المعيار JPWL: تضاف عادة قطعة الواسم هذه في آخر مرحلة إلى المرسل وتُحذف في أول مرحلة من المستقبل. وينبغي مبدئياً ألا تؤثر على المعيار JPSEC.

3) واصف الحساسية للأخطاء (ESD) في المعيار JPWL: تضاف عادة قطعة الواسم هذه أثناء التشفير حسب الجزء 1 من المعيار JPEG 2000 وتكون في مثل هذه الحالة شفافة بالنسبة إلى العمليات JPSEC اللاحقة. غير أن هذه العمليات قد تؤثر سلباً على استخدام الواصفات ESD أثناء الإرسال JPWL. وينبغي خصوصاً

للعمليات JPSEC عدم تغيير مدى الأثمونات عندما يستعملها الواصف ESD. وإضافة إلى ذلك ينبغي للعمليات JPSEC ألا تؤثر على قيم التشوه؛ وإلا فسدت المعلومات التي يحملها الوصف ESD. وفي هذه الحالة يستطيع المولّد JPSEC أن ينقل قطعة الواسم ESD.

4) واصف الأخطاء المتبقية (RED) في المعيار JPWL: يمكن إدراج قطعة الواسم هذه بعد التشفير JPWL. وبالتالي قد يؤثر ذلك على مدى الأثمونات JPSEC. وقد يؤثر أيضاً على تقنيات استيقان التكاملية JPSEC. وفي حال التدفق المشفر الفاسد، تكون معلومات الواصف RED مفيدة لمستهلك المعطيات JPSEC من أجل أن يعاجلها بالطرق الملائمة.

5) الواسم JPSEC SEC: يؤثر وجود قطعة هذا الواسم على مدى الأثمونات. وجدير بالذكر أن قطعة الواسم هذه إلزامية في تدفق مشفر JPSEC.

6) الواسم JPSEC INSEC: يؤثر وجود هذا الواسم على مدى الأثمونات. وجدير بالذكر أن قطعة الواسم هذه تظهر في معطيات التدفق المشفر.

وفي حالة عدم وجود أخطاء متبقية ينبغي في الوضع المثالي أن يكون المشفر ومفكك التشفير JPWL شفافين. وبعبارة أخرى ينبغي في هذه الحالة أن تكون التدفقات في النقطتين 1 و2 من الشكل J.1 متماثلة تماماً.

ومن المفضل عموماً أن يستخدم التدفق JPSEC عند استعمال تقنية الجمع مع JPWL مدى الأثمونات التي تبدأ بعد الواسم SUD وذلك من أجل الحد قدر الإمكان من المشاكل التي يسببها مدى الأثمونات. وفضلاً عن ذلك يستحسن قصر وجود قطع الوسم JPWL على الرأسية الرئيسية وتجنب وجودها في رأسيات الرقع الجزئية.

الملحق K

سلطة التسجيل

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

1.K مقدمة عامة

تتيح آلية التسجيل JPWL تعرفاً دون لبس لهوية أدوات الأمن غير المعيارية التي تلي المعيار JPWL والتي يمكن اقتراحها مستقبلاً أو تطويرها كأدوات JPWL غير معيارية. وتقوم بهذا التسجيل سلطة تسجيل المعيار JPWL. ويكون مطابقاً لنص الفصل 18 من تعليمات "اللجنة التقنية المشتركة 1" (JTC1). وتضبط العمليات المحددة في هذا الملحق تسجيل تلك الأدوات JPWL الجديدة.

ويستطيع أصحاب الطلبات أن يعرضوا التكنولوجيات التي يرغبون في إدراجها في القائمة المرجعية JPWL. ويلاحظ أن استخدام الأدوات JPWL محدد بوجود قطعة الوسم JPWL EPC في التدفق المشفر (راجع الملحقين A وC). وفي حال العثور على معرف JPWL ID غير معروف في طلب ما، يمكن الاتصال بسلطة تسجيل المعيار JPWL والحصول على المعلومات المسجلة بشأن تلك الأداة.

2.K معايير قبول أصحاب طلبات التسجيل

يجب أن يكون أصحاب الطلبات منظمات تعتبر هيئاتها الوطنية بها.

3.K طلبات التسجيل

تنشر سلطة تسجيل المعيار JPWL طلبات تسجيل الأدوات JPWL الجديدة. ويضم النشر استمارات طلب تسجيل وطلب تحيين وتبليغ عن تخصيص أو تحيين ورفض الطلب.

وتشتمل جميع الاستمارات على ما يلي:

- اسم المنظمة الطالبة؛
- عنوان المنظمة الطالبة؛
- اسم الشخص الذي يمكن الاتصال به في المنظمة ووظيفته وعنوانه البريد/إلكتروني ورقم الهاتف/الفاكس.

وتشتمل استمارات طلب التسجيل وطلب التحيين على ما يلي:

- اسم الأداة JPWL (إلزامي)؛
- نمط الأداة JPWL (إلزامي)؛
- ملخص تقني وصفي (إلزامي)؛
- لمحة عامة وصفية للأداة (إلزامية)؛
- وصف مثال لحالة استخدام تشغيلي (خياري)؛
- مواصفة قواعد تركيب المعلمات، بما فيها القيم الممكنة (خياري)؛
- خطوط توجيهية بشأن أفضل استعمال (خياري)؛
- حقوق الملكية الفكرية مثل: المال: أصحاب الحقوق (خياري)؛
- شروط حق الملكية الفكرية للاستخدام (إلزامي)؛
- تقييدات على الاستخدام مثل شروط التصدير (خياري)؛
- معلومات عن نقل التطبيقات (خياري)؛
- شروحات إضافية، حوافز، مراجع (خياري)؛
- متطلبات السرية بخصوص بعض مداخل الطلب (خياري)؛
- طول المدة المطلوبة لتسجيل الأداة (خياري).

وتوفر سلطة التسجيل JPWL أيضاً وسائل توضيحية لمساعدة أصحاب الطلبات في إعداد الطلبات.

4.K النظر في الطلبات والإجابة عليها

تحدد هذه الفقرة الإجراءات التي تتبعها سلطة التسجيل JPWL للنظر في الطلبات والإجابة عليها بالتساوي.

وقد أُنشئت لجنة تقنية لدراسة الطلبات. وتتألف هذه اللجنة من الأعضاء ISO/IEC JTC 1/SC 24/WG1 وأعضاء سلطة التسجيل JPWL. وتفحص لجنة الدراسة الطلبات أثناء اجتماع الفريق WG1 في غضون الأشهر التسعة التي تلي موعد تقديم الطلب.

وتقبل لجنة الدراسة الطلب أو ترفضه استناداً إلى معايير الرفض الواردة في 1.4.K.

وإذا حصلت الأداة JPWL الجديدة على القبول يخصص لها معرف هوية (ID) كما هو محدد في الملحق C ويعتبر هذا المعرف مرجعياً. وتوافق لجنة الدراسة على المعلومات الواردة في وصف الأداة JPWL. ويجب عندئذ استخدام معرف الهوية بالإشارة إليه في التدفق المشفر JPEG 2000 الذي يستعمل قطعة الواسم EPC (راجع الملحقين A وC).

وبعد دراسة الطلب والموافقة عليه تبلغ سلطة تسجيل المعيار JPWL صاحب الطلب بقبول أو رفض طلب التسجيل. وتتضمن الإجابة على صاحب الطلب شرحاً موجزاً لنتائج الدراسة التقنية وترسل إلى أصحاب الطلبات في موعد لا يتجاوز تسعة شهور بعد تاريخ الطلب.

ويجوز الاعتراض على الرفض في حال اعتقد طالب التسجيل بوجود خطأ في أسباب الرفض أو عند ضرورة توفير معلومات إضافية لتوضيح بعض المسائل أو المشاكل. وإذا طلب طالب التسجيل دراسة إضافية تتجاوز إجراءات سلطة التسجيل، عليه أن يقدم قضيته للدراسة من قبل لجنة موسعة لفريق العمل 1 في الاجتماع المناسب اللاحق للفريق WG 1. وقد يستدعي ذلك تقديم معلومات إضافية بناء على طلب الخبراء الذين سيعطون بتكليف من فريق العمل 1 إجابة نهاية حاسمة بالقبول أو بالرفض. ومن أجل أن يعيد فريق العمل 1 النظر في طلب تلقّي الرفض فيما سبق، ينبغي لطالب التسجيل أن يعيد تقديم المقترح الجديد من خلال الهيئات الوطنية التابع لها مع بيان الأسباب الداعية إلى إعادة الفريق WG 1 دراسة الطلب.

1.4.K رفض الطلبات

معايير رفض الطلب هي التالية:

- صاحب الطلب لا يفي بالشروط المطلوبة؛
- الرسوم المتوجبة لم تُدفع (حسب الاقتضاء)؛
- وجود غرض سبق تسجيله والموافقة عليه ويتضمن نفس المحتويات المقدمة في الطلب؛
- مسوغات الإدراج في السجل غير ملائمة. إذ ينبغي أن تبرهن الأداة JPWL المرشحة عن توفيرها خدمة أمن مفيدة وأن تعطي أمثلة لحالات الاستخدام حسب الاقتضاء؛
- السلطة ترى أن الأداة المقترحة لا تحوي جديداً بقدر كاف وأن أداة موجودة ومعتمدة تؤدي بسهولة ما يمكن أن تؤديه هذه الأدوات؛
- أخطاء في الطلب المقدم أو عدم تطابقه مع الأجزاء المعيارية JPWL؛
- الوصف التقني غير كافٍ؛
- شروط السرية غير ملائمة.

2.4.K تخصيص معرفات الهوية وتسجيل تعاريف الأغراض

تضمن إجراءات الدراسة وما تقدم أن معرفة الهوية المخصص فريد في السجل وأنه غير مخصص لأي غرض آخر.

وينبغي بعد إجراء التخصيص أن يدرج المعرف ID والمعلومات المرفقة به في السجل ويجب على سلطة تسجيل الإرسال JPWL أن تعلم صاحب الطلب بتخصيص المعرف في غضون تسعة شهور.

ويسجل تعريف الأداة JPWL في السجل عند تخصيص معرف هويتها.

ويمكن لسلطة التسجيل أن تعيد استعمال معرفات الهوية. فعلى سبيل المثال تصبح معرفات الهوية صالحة لإعادة استعمالها بعد انقضاء فترة صلاحيتها أو عند الاستغناء عنها أو المطالبة بها. ويجوز لمالك معرف الهوية أن يترك طوعاً معرفات الهوية التي يملكها من خلال طلب تحيين.

ويجوز لسلطة التسجيل JPWL أن تطالب بسحب معرف هوية لأسباب تقنية أو بداعي سوء الاستخدام. وعند وقوع ذلك يبلّغ مالكو معرفات الهوية بواسطة تبليغ تحيين.

5.K الصيانة

تطبق سلطة التسجيل JPWL لأغراض صيانة السجل الآليات الخاصة بالحفاظ على تكاملية السجل بما في ذلك المحافظة على التسجيلات المتبقية محافظة جيدة.

ويجوز لمالك معرف الهوية أن يحين المعلومات المرفقة الخاصة بالأداة JPUL من خلال طلب تحيين. وعلى سلطة التسجيل JPWL تأمين آليات تضمن الحفاظ على سرية المعلومات الواردة في الطلب.

6.K نشر السجل

تنطوي عموماً مصالح جماعة مستعملي تكنولوجيا المعلومات على نشر معلومات السجل للعموم. غير أنه قد تستدعي بعض الحالات سرية بعض أو كل المعطيات الخاصة بسجل معين، إما دائماً وإما لفترة ما من فترات عملية التسجيل.

وتنشر سلطة التسجيل JPWL معلومات التسجيل على نحو ينسجم ومتطلبات السرية في الأداة JPWL.

وعندما يكون النشر إلزامياً فإن النسخ الإلكترونية والمطبوعة على ورق إلزامية. وإذا طلب من سلطة التسجيل JPWL توفير النشر وجب عليها توزيع سجلات دقيقة لمن ترسل إليهم منشوراتها.

1.6.K شروط معلومات التسجيل

تنتشر سلطة التسجيل JPWL إلكترونياً في سجلها قائمة بالأدوات JPWL غير المعيارية والمعلومات المصاحبة لها على نحو ينسجم مع متطلبات السرية في الأداة JPWL.

وفيما يلي المعلومات التي ينبغي إدراجها في السجل فيما يتعلق بكل أداة JPWL:

- معرف الهوية المخصص؛
- اسم صاحب الطلب الأولي؛
- عنوان صاحب الطلب الأولي؛
- تاريخ التخصيص الأولي؛
- تاريخ آخر نقل للتخصيص إن أمكن (قابل للتحيين)؛
- اسم المالك الحالي (قابل للتحيين)؛
- اسم الشخص الذي يمكن الاتصال به في المنظمة وصفته وعنوانه البريدي/الإلكتروني ورقم الهاتف/الفاكس (قابلة للتحيين)؛
- تاريخ آخر تحيين.

ويجب أن تضم أيضاً المعلومات التي يوفرها صاحب الطلب عن الأداة JPWL المقترحة كما هو محدد في الفقرة 3.K أعلاه.

الملحق L

بيان براءة الاختراع

(لا يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية | المعيار الدولي)

قد يتطلب التطابق مع جزء من العملية المحددة في هذه التوصية | المعيار الدولي استخدام اختراع مشمول بحقوق البراءة. ولا ينطوي نشر هذه التوصية | المعيار الدولي عن اتخاذ أي موقف من صلاحية هذه المطالبة أو من الحقوق المترتبة عليها والمتصلة بالبراءات. ويمكن الحصول على معلومات بشأن هذه البراءات مباشرة من الوكالات المعنية. ويلخص الجدول الوارد أدناه البيانات الرسمية لبراءات الاختراع وحقوق الملكية الفكرية التي تم استلامها.

الجدول L.1 – بيانات حقوق الملكية الفكرية المستلمة

الرقم	الشركة
1	تاليس
2	INRIA

بيبليوغرافيا

[1] C. Poulliat, P. Vila, D. Pirez, I. Fijalkow, “Progressive JPEG2000 Image Transmission over noisy channel”, *Eusipco 2002*, Toulouse, France, 3rd-6th September 2002.

[2] I. Moccagatta, S. Soudagar, J. Liang, and H. Chen, ”Error-Resilient Coding in JPEG-2000 and MPEG-4”, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* , Vol. 18, No. 6, pp. 899-914, June 2000.

[3] J. Hagenauer, “Rate-Compatible Punctured Convolutionnal Codes (RCPC Codes) end their applications”, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 36, No. 4, pp. 389-400, April 1988.

[4] R. H. Morelos-Zaragoza, M. P.C.Fossorier, S. Lin, H. Imai, “Multilevel Coded Modulation for Unequal Eror Protection and Multistage Decoding - Part I: Symmmetric Constellations”, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 48, No. 2, February 2000.

[5] A. Natu and D. Taubman “Unequal Protection of JPEG 2000 Code-Streams in Wireless Channels”, *Proceedings of IEEE GLOBECOM’02*, vol. 1, pp. 534-538, Taipei, China, 17-21 Nov. 2002

[6] V. Sanchez and M.K. Mandal, “Robust transmission of JPEG 2000 images over noisy channels, ” *Proceedings of IEEE ICCE'02*, pp. 80-81, 2002

[7] D. Nicholson, C. Lamy-Bergot, X. Naturel and C. Poulliat, “JPEG 2000 backward compatible error protection with Reed-Solomon codes”, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 49, n° 4, pp. 855-860, November 2003

[8] F.J. MacWilliams and N.J.A. Sloane, The Theory of Error-Correcting Codes, North-Holland: New York, NY, 1977.

[9] M.Grangetto, E.Magli, G.Olmo, "Robust video transmission over error-prone channels via error correcting arithmetic codes", *IEEE Communications Letters*, Vol. 7, No. 12, pp. 596-598, Dec. 2003

[10] T. Guionnet, C. Guillemot, "Soft decoding and synchronization of arithmetic codes: application to image transmission over noisy channels", *IEEE Transactions on Image Processing*, v. 12, Nr. 12, pp. 1599-1609, Dec. 2003

[11] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, “Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Second Edition”, Cambridge University Press, Chapter 20, pp. 896-903

[12] F. Frescura, C. Feci, M. Giorni, S. Cacopardi, “JPEG2000 and MJPEG2000 Transmission in 802.11 Wireless Local Area Networks”, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 49, n° 4, pp. 861-871, November 2003.

[13] A. Natu., M. Fresia., and F. Lavagetto, “Transmission of JPEG2000 Code-Streams over Mobile Radio Channels, *IEEE International Conference on Image Processing*, Volume 1 pages 785-788, Genoa, Italy , September 2005

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية وتعدد الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	**المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية**
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2009