

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.2117-0
(2018/09)

**تعريف نسق البيانات من أجل تبادل البيانات
المخزّنة بطور مواكب/بطور متعامد
لأغراض مراقبة الطيف**

السلسلة SM
إدارة الطيف

تمهيد

يضع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهترتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

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

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

النشر الإلكتروني

جنيف، 2019

التوصية ITU-R SM.2117-0

تعريف نسق البيانات من أجل تبادل البيانات المخزّنة بطور مواكب/ بطور متعامد لأغراض مراقبة الطيف

(2018)

مجال التطبيق

تعرف هذه التوصية نسق ملفات مواءم من أجل تبادل البيانات المخزّنة بمكونات بطور مواكب وبتور متعامد (I/Q).

مصطلحات أساسية

بيانات I/Q، تشكيل I/Q، العمل المشترك، تبادل البيانات

المختصرات/مسرد

HDF5	الإصدار 5 من نسق البيانات التراتبي (Hierarchical data format version 5)
I/Q	مكونات بطور مواكب وبتور متعامد (In-phase and quadrature components)
LPF	مرشاح تمرير منخفض (Low pass filter)
TDOA	فرق وقت الورد (Time difference of arrival)
UTF-8	نسق تحويل شكل الشفرة الموحدة بطول 8 بتات (Unicode transformation format 8-bit)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

(أ) أن ملفات البيانات بمكونات بطور مواكب وبتور متعامد (I/Q) تُستخدم استخداماً واسعاً ومتنوعاً في العديد من تطبيقات الترددات الراديوية؛

(ب) أن ملفات بيانات I/Q يمكن أن تكون خاصة بجهاز معين وجهة مصنعة معينة؛

(ج) أن تبادل ملفات بيانات I/Q يمكن تيسيره بنسق ملفات مواءم يسهل الوصول إليه؛

(د) أن ملفات بيانات I/Q المخزنة تقدم درجة عالية من المرونة ويمكن أن تدعم العديد من التطبيقات في أعمال خدمات المراقبة؛

(هـ) أن ملفات بيانات I/Q المخزنة تتيح إعادة إنشاء نسخة قابلة للتكرار من إشارة بواسطة مولد إشارة أو محلل إشارة؛

(و) أن فائدة ملفات بيانات I/Q تزداد بنسق ملفات مستقل عن الجهاز وعن الجهة المصنعة،

توصي

1 بأن تقدم الأجهزة والتطبيقات البرمجية التي تدعم استخدام ملفات بيانات I/Q أسلوب تحويل مناسب من نسق بيانات I/Q الأصلي إلى النسق المشترك المحدد في الملحق 1؛

2 باستعمال النسق المحدد في الملحق 1 لتبادل بيانات I/Q في تطبيقات مراقبة الترددات الراديوية.

الملحق 1

تعريف نسق البيانات من أجل تبادل البيانات المخزّنة بطور مواكب/ بطور متعامد لأغراض مراقبة الطيف

1 جوانب عامة

يقدم هذا الملحق تعريف نسق البيانات لتبادل بيانات I/Q المخزّنة لأغراض المراقبة الراديوية.

ويقدم نسق البيانات ما يلي:

- نسق ملفات لبيانات I/Q سهل الفهم وقابل للتنفيذ؛
- مجموعة دنيا من الخصائص لوصف البيانات الموجودة في الملف؛
- وصف البيانات المناسب لتبادل الإشارات وتحليلها وتوليدها على محلل الطيف أو للتكرار على مولد إشارة.

2 وصف بيانات I/Q

1.2 أساسيات بيانات I/Q

يصف مصطلح بيانات I/Q المستخدم في مجال تطبيق هذه التوصية سلسلة زمنية منفصلة لإشارة النطاق الأساسي المعقدة القيمة. ويمكن وصف إشارة ترددات راديوية بما يقابلها من معلومات إضافية مثل مقياس الاتساع وتردد الموجة الحاملة الراديوي.

وبشكل عام، تصف بيانات I/Q إشارة نطاق أساسي معقدة $b(t)$ يمكن تحويلها إلى، أو يمكن اشتقاقها من، إشارة ترددات راديوية ذات قيمة حقيقية مقابلة $x(t)$. والمكون "بطور مواكب" أو الجزء الحقيقي من $b(t)$ يسمى $i(t)$. أما المكون "خارج الطور" أو الجزء التخيلي من $b(t)$ فهو يسمى $q(t)$.

وبالتالي، يمكن التعبير عن إشارة الترددات الراديوية $x(t)$ على النحو التالي:

$$(1) \quad x(t) = i(t) \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(2\pi f_0 t) - q(t) \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi f_0 t)$$

ومن الواضح أن المعادلة (1) يمكن استخدامها مباشرة في مولد لتكوين إشارة الترددات الراديوية المقابلة باستخدام المكونين $i(t)$ و $q(t)$ المتمركزين في تردد الموجة الحاملة f_0 .

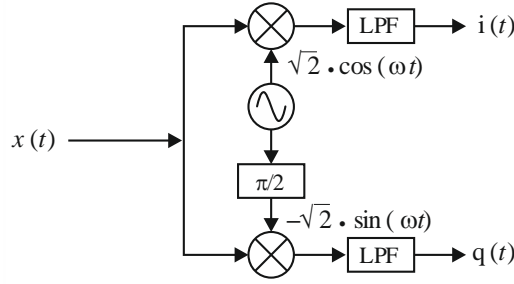
وللحصول على إشارة النطاق الأساسي المعقدة المقابلة من إشارة ترددات راديوية متمركزة في تردد الموجة الحاملة f_0 ، تنفّذ المعادلة (2) في محلل مثالي. ويشير الرمز 'z' إلى المكون التخيلي ويساوي الجذر التربيعي لواحد سالب. ويشير الرمز '*' إلى عملية التلغيف. وتحدد الاستجابة النبضية $h(\tau)$ مرشح تمرير منخفض (LPF) بكسب واحد داخل نطاق تمريره. ويعد الاصطفاء باستخدام LPF ضرورياً لتوهين مكونات الإشارة المتمركزة في مثلي تردد الموجة الحاملة. ويجب اختيار نطاق تمرير LPF ليتسع بما يكفي لتغطية عرض نطاق إشارة الترددات الراديوية المقابلة.

$$(2) \quad b(t) = i(t) + j \cdot q(t) = x(t) \cdot \sqrt{2} \cdot e^{-j \cdot 2\pi f_0 t} * h(\tau)$$

وعادةً، يُختار تردد الموجة الحاملة f_0 ، بحيث يساوي أو يزيد عن نصف عرض نطاق إشارة الترددات الراديوية المقابلة. فإذا اختيرت قيمة أصغر لتردد الموجة الحاملة f_0 ، لا سبيل لتجنب استرداد الإشارة. ويرد رسم المعادلة (2) في الشكل 1. وتُحصّل بيانات I/Q في النطاق الأساسي $i(t) + jq(t)$ من إشارة الترددات الراديوية $x(t)$ باستخدام كاشف الطور المتعامد (الشكل 1)، حيث يعبر عن الجزء الحقيقي $i(t)$ والجزء التخيلي $q(t)$ بواسطة المكون بطور مواكب والمكون بطور متعامد، على التوالي.

الشكل 1

كاشف الطور المتعامد بواسطة بيانات I/Q



SM.2117-0 1

وحيالياً، يعمل العديد من مولدات الإشارات ومحللاتها بعينات بيانات. وبالتالي، يُمثَّل $i(t)$ و $q(t)$ بتتابع من الأرقام المنفصلة الزمنية مع تردد أخذ العينات f_s . أما الفاصل الزمني للعينة $T = 1/f_s$ فهو ثابت. وفي كل نقطة منفصلة في الوقت $t = nT$ تؤخذ عينات إشارة النطاق الأساسي وترقَمَن في محلل. وفي المولد، تُستخدم عينات إشارات النطاق الأساسي المرقمة لإعادة بناء إشارة ترددات راديوية تماثلية ومتواصلة زمنياً. وتصبح مجموعة عينات $i(t)$ و $q(t)$ المرقمة المؤلفة من أزواج قيمة N ، $I(n)$ و $Q(n)$ ، حيث $n = \{0, 1, 2, \dots, N - 1\}$ و $t = nT$. وتمثَّل هذه القيم كقيم بدون أبعاد. ويمكن الاحتفاظ بإشارة الترددات الراديوية الفعلية عن طريق الضرب بما يسمى عامل المقايسة (انظر الفقرة 4).

2.2 اعتبارات تتعلق بتردد أخذ العينات وعرض نطاق المرشاح

إن عرض النطاق الأقصى الذي يمكن تمثيله بواسطة عينات بيانات I/Q يساوي أو يقل عن تردد أخذ العينات في حال تجنب الاسترداف. لذلك، كثيراً ما يكون عرض نطاق الترددات الراديوية الفعلي f_a الذي تمثله بيانات I/Q أصغر من تردد أخذ العينات. وتعرّف هذه التوصية f_a على أنه عرض نطاق الضوضاء المكافئ لمرشاح الحد من النطاق في محلل. وفي المولدات العاملة مع عينات بيانات I/Q، كثيراً ما يوجد مرشاح حد من النطاق مقابل لتوهين المكونات المسترذفة. وينبغي أن يكون عرض النطاق المكافئ لضوضاء مرشاح الحد من نطاق في مولد ما مساوياً أو أكبر من المحلل المستخدم لتسجيل بيانات I/Q، لتفادي أي تردٍ محتمل لإشارة ترددات راديوية متجددة.

3 نسق الملفات

يصف هذا القسم نسق ملفات يحتوي على مجموعات بيانات من التسجيلات المستمرة لإشارات النطاق الأساسي المعقدة والمعلومات الإضافية المرتبطة بها اللازمة لوصف دقيق لمجموعات البيانات.

ويعتمد نسق الملفات على الإصدار 5 من نسق ملفات البيانات التراتبي (HDF5) (انظر <https://support.hdfgroup.org/HDF5>) (<https://support.hdfgroup.org/HDF5/doc/Specs.html>)¹.

وتخزَّن مجموعات البيانات الخام $I(n)$ و $Q(n)$ في مجموعات بيانات HDF5. وتخزَّن المعلومات الإضافية المرتبطة (البيانات الشرحية) في مجموعة من نعوت HDF5 المرفقة. وتخزَّن مجموعة بيانات HDF5، إلى جانب نعوت HDF5 المرفقة بها، في هيكل

¹ يمكن العثور على بيانات حقوق الطبع والنشر والترخيص في ملف النسخ [COPYING](https://support.hdfgroup.org/HDF5/doc/Specs.html) في المستوى الأعلى من الشفرة المصدرية لبرمجيات المصدر

المتنوع (انظر <https://support.hdfgroup.org/products/licenses.html>)

و <https://support.hdfgroup.org/ftp/HDF5/releases/COPYING>). ولا تشكل مكتبة ضغط SZIP جزءاً من HDF5 وبالتالي فهي ليست

أيضاً جزءاً من هذه التوصية.

مجموعة ملفات HDF5. ويمكن للبيانات الشرحية إلى جانب البيانات الخام وصف بيانات I/Q المخزنة تماماً، وبالتالي وصف إشارة الترددات الراديوية الأصلية. ومجموعة بيانات HDF5 المنشأة باستخدام قواعد هذه التوصية تشرح نفسها بنفسها. وبالتالي يمكن تفسيرها حتى لو لم تكن هذه التوصية متاحة. ويمكن تخزين مجموعات بيانات I/Q المنشأة وفقاً لهذه التوصية وغيرها من كائنات HDF5 في هيكل مجموعة نسق ملفات HDF5 (من قبيل الزمر ومجموعات البيانات الأخرى وأنواع البيانات المسماة). ويتكون أبسط ملف HDF5 يحتوي على بيانات I/Q متوافقة مع قطاع الاتصالات الراديوية من مجموعة واحدة فقط من بيانات I/Q في الزمرة الجذرية للملف.

وتوسعة اسم الملف هي "h5" للإشارة إلى ملف HDF5. ومن أمثلة اسم ملف كامل، "إشارة h5" (signal.h5).

1.3 نعوت HDF5

تُخزن البيانات الشرحية الإلزامية المطلوبة لتفسير بيانات I/Q الخام في مجموعة من نعوت HDF5 المرفقة بمجموعة بيانات HDF5 التي تحتوي على بيانات I/Q الخام. وترد هذه النعوت الإلزامية وتعريفها في الجدول 1.

الجدول 1

النعوت الإلزامية (أنواع البيانات معبر عنها كأنواع بيانات HDF5)

الاسم	نوع بيانات القيمة	التعريف والتعليقات
صنف مجموعة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R)	سلسلة متغيرة الطول	سلسلة ثابتة مع المحتوى: "I/Q".
توصية قطاع الاتصالات الراديوية	سلسلة متغيرة الطول	سلسلة ثابتة: "التوصية ITU-R SM.2117-0"
تردد الموجة الحاملة الراديوي (Hz)	H5T_IEEE_F64LE	يتعين أن يكون تردد الموجة الحاملة لإشارة التردد الراديوي (f_0) موجباً. وتستخدم قيمة الصفر إذا كان تردد الموجة الحاملة الراديوي مجهولاً أو غير مهم.
تردد أخذ العينات (Hz)	H5T_IEEE_F64LE	يتعين أن يكون تردد أخذ عينات بيانات I/Q (f_s) أكبر من الصفر.
تفسير نوع مجموعة البيانات	سلسلة متغيرة الطول	سلسلة ثابتة مع المحتوى: "تفسر أنواع العدد الصحيح، المستخدمة لتخزين بيانات I/Q، على أنها أرقام نقطة ثابتة مع نقطة الجذر مباشرة إلى البتة الأكثر دلالة".
وحدة مجموعة البيانات	سلسلة متغيرة الطول	وحدة بيانات I/Q في العالم الحقيقي. ولا تصلح إلا للسلاسل التالية: 'V'، 'V/m'، 'A/m'، وتستخدم سلسلة فارغة ' ' إذا كانت وحدة العالم الحقيقي غير مهمة.
عامل مقايسة مجموعة البيانات	H5T_IEEE_F32LE	تضرب بيانات I/Q المقيسة المخزنة في مجموعة البيانات مع هذا العامل للحصول على قيم I/Q في وحدة العالم الحقيقي الخاصة بها.

والنعوت المدرجة والمعرفة في الجدول 2 اختيارية ويمكن إرفاقها أيضاً بمجموعة البيانات. وينبغي عدم استخدام النعوت المجهولة.

الجدول 2

النوع الاختيارية (أنواع البيانات معبر عنها كأنواع بيانات HDF5)

التعريف والتعليقات	نوع بيانات القيمة	الاسم
أي تعليق مفيد بخصوص مجموعة بيانات I/Q.	سلسلة متغيرة الطول	تعليق
يصف الجهاز المستخدم لإنشاء مجموعة بيانات I/Q.	سلسلة متغيرة الطول	جهاز
عرض نطاق المرشاح (Hz) في المحلل (f_a). المدى الصالح: $0 \leq f_a \leq f_s$	H5T_IEEE_F64LE	عرض نطاق المرشاح (Hz)
بالتوقيت العالمي المنسق بنسق وقت POSIX عند حدوث أول عينة I/Q	H5T_STD_U32LE	الختم الزمني التقريبي (s)
بأجزاء ثواني التوقيت العالمي المنسق عند حدوث أول عينة I/Q	H5T_STD_U32LE	الختم الزمني الدقيق (ns)
خط العرض استناداً إلى WGS 84 المدى الصالح: -180 إلى 180	H5T_IEEE_F64LE	خط العرض المحدد للموقع الجغرافي (بالدرجات)
خط الطول استناداً إلى WGS 84 المدى الصالح: -90 إلى 90	H5T_IEEE_F64LE	خط الطول المحدد للموقع الجغرافي (بالدرجات)
العلو فوق متوسط مستوى سطح البحر المدى الصالح: $< -10e3$	H5T_IEEE_F32LE	العلو المحدد للموقع الجغرافي (m)
فصل الجسم الأرضي: الفرق بين WGS 84 الإهليلجي ومتوسط مستوى سطح البحر	H5T_IEEE_F32LE	الفصل المحدد للموقع الجغرافي (m)
المدى الصالح: < 0	H5T_IEEE_F32LE	مقدار السرعة فوق الأرض (m/s)
المدى الصالح: 0 إلى 360، شرقاً = 90، شمالاً حقيقياً = 0	H5T_IEEE_F32LE	السرعة على سمت الأرض (بالدرجات)
المدى الصالح: 0 إلى 360، شرقاً = 90، شمالاً حقيقياً = 0	H5T_IEEE_F32LE	توجه السميت (بالدرجات)
المدى الصالح: 90 إلى 90، صعوداً = 90	H5T_IEEE_F32LE	توجه الارتفاع (بالدرجات)
المدى الصالح: -180 إلى 180، يميناً = 90	H5T_IEEE_F32LE	توجه الانحراف (بالدرجات)
الفرق بين قراءة بوصلة مغناطيسية والشمال الحقيقي. ويجب تصحيح توجه السميت المبلغ عنه مسبقاً بواسطة هذه القيمة إذا استخدمت بوصلة مغناطيسية للتوجه. وينبغي عدم الإبلاغ عن الانحدار المغناطيسي في حال عدم الحصول على توجه السميت بواسطة بوصلة مغناطيسية.	H5T_IEEE_F32LE	الانحدار المغناطيسي (بالدرجات)
إذا < 0 : قد لا يزامن الختم الزمني بمقتانية مرجعية.	H5T_STD_U8LE	عَلَم الختم الزمني غير المزامن
إذا < 0 : عدم صلاحية عينة واحدة على الأقل في بيانات I/Q المخزنة	H5T_STD_U8LE	عَلَم عدم الصلاحية
إذا < 0 : فك تلازم عروة PLL واحدة على الأقل وقد يؤثر على عينة واحدة على الأقل في بيانات I/Q المخزنة.	H5T_STD_U8LE	فك تلازم العروة متلازمة الطور (PLL)
إذا < 0 : قد تتأثر عينة واحدة على الأقل في بيانات I/Q المخزنة بتغيرات الكسب بسبب نشاط AGC.	H5T_STD_U8LE	عَلَم التحكم التلقائي في الكسب (AGC)
إذا < 0 : كشف إشارة خلال الفترة الزمنية المحددة بواسطة بيانات I/Q المخزنة.	H5T_STD_U8LE	عَلَم كشف إشارة
إذا < 0 : تمثل بيانات I/Q المخزنة طيفاً معكوساً.	H5T_STD_U8LE	عَلَم الانعكاس الطيفي

الجدول 2(تتمة)

التعريف والتعليقات	نوع بيانات القيمة	الاسم
إذا <math>0 < \text{I/Q}</math>: قد تتأثر عينة واحدة على الأقل في بيانات I/Q المخزنة بحالة شطط خارج المدى مكتشفة.	H5T_STD_U8LE	عَلَم الشطط خارج المدى
إذا <math>0 < \text{I/Q}</math>: ربما جرى تخطي عينة واحدة على الأقل من البيانات أثناء تسجيل بيانات I/Q المخزنة.	H5T_STD_U8LE	عَلَم عينة مفقودة
إعدادات المؤهّن. لا حاجة بما لقياس قيم I/Q لكن معرفتها يمكن أن تكون مفيدة لتقدير مدى القياس في المحلل.	H5T_IEEE_F32LE	مؤهّن (dB)
عامل الهوائي بتردد الموجة الحاملة الراديوي. وهو يتعلق بالهوائي المستخدم للحصول على بيانات I/Q المخزنة. ويمكن استخدامه للتحويل إلى وحدات أخرى إذا كان عامل الهوائي ثابتاً ضمن عرض نطاق مرشاح بيانات I/Q المخزنة.	H5T_IEEE_F32LE	عامل الهوائي (1/m)
هي النقطة المرجعية للختم الزمني ولعامل المقايسة. ويمكن أن تكون إما "منفذ خرج الهوائي" أو "منفذ دخل المستقبل".	سلسلة متغيرة الطول	النقطة المرجعية
المعاوقة الاسمية لمنفذ المستقبل بوحدة أوم. وإذا حُذف هذا النعت، يمكن افتراض 50 أوم.	H5T_IEEE_F32LE	معاوقة دخل المستقبل بوحدة أوم (Ohm)

وجميع نعوت HDF5 المعرّفة في هذه الوثيقة هي نعوت سُلّمية، وبالتالي تحتوي أماكن بياناتها على بعد واحد فقط بمقاس ثابت هو واحد. وينبغي إرفاق النعوت الاختيارية حصراً إذا كانت معروفة وصالحة وقابلة للتطبيق.

ويُسمح بالنعوت غير المعرّفة في هذه الوثيقة، لكن يجب أن تختلف أسمائها عن تلك المعرّفة في هذه التوصية. ولتحقيق ذلك أيضاً من أجل المراجعة المستقبلية لهذه التوصية، لا بد من استخدام سلسلة "المستخدم"، "User"، كبادئة لأسماء النعوت هذه. ولن يعرّف الاتحاد أي أسماء نعوت تبدأ بسلسلة "المستخدم" في المراجعات المستقبلية لهذه التوصية.

ويجب إرفاق جميع النعوت بنفس الترتيب الموضح في الجدولين 1 و2. وتُرفق النعوت الإلزامية في الجدول 1 أولاً. وتُرفق النعوت المعرّفة من المستخدم بعد تخطي النعوت الاختيارية بالجدول 2. وتُتخطى النعوت الاختيارية غير المستخدمة. وتستخدم السلاسل ذات الطول المتغير مجموعة أحرف UTF-8 وتنتهي بالصفء.

وينبغي تحديد نعوت الموقع الجغرافي والتوجه في وقت قريب من حدوث العينة I/Q الأولى.

وينبغي أن تكون نعوت عامل المقايسة والختم الزمني صالحة عند النقطة المرجعية التي تسترعي الاهتمام. ويمكن تعريف هذه النقطة المرجعية بالنعت الاختياري "نقطة مرجعية"، "Reference point"، انظر الجدول 2. وإذا لم تعرّف نقطة مرجعية، يُفترض أنها منفذ دخل المستقبل. وبالتالي ينبغي تعويض أي توهين معروف وغير مهمّل وتأخر زمرة للأجهزة بين دخل المحلل والنقطة المرجعية. وأيضاً ينبغي أن تصف نعوت الموقع الجغرافي والتوجه موضع الكائن المرجعي وتوجهه. وتعتبر التلميحات في هذه الفقرة ذات أهمية خاصة عند استخدام كبلات طويلة في إعدادات قياس فرق زمن الورد (TDOA) على سبيل المثال.

2.3 مجموعة البيانات

تُخزّن بيانات I/Q بدون أبعاد في مجموعة بيانات HDF5 ذات بعد واحد.

ويمكن أن يكون اسم مجموعة البيانات أي اسم HDF5 صالح.

ويتكون نسق ملفات HDF5 من نوع بيانات مركب يحتوي على رقم معقد لكل قناة I/Q وحقل بنات HDF5 اختياري. وتُخزّن عناصر مجموعة البيانات في صفيح أحادي الأبعاد.

إذا استُخدم حقل البتات (انظر الجدول 3)، فإنه يحتوي على جميع الأعلام المتاحة كنعوت. وتكون قيم العلم في النعوت صالحة لمجموعة البيانات الكاملة وتُحسب بواسطة دالة "OR" المنطقية بين جميع قيم العلم المرتبطة بكل عينة من مجموعة البيانات. وفي حقل البتات، تمكن إتاحة هذه الأعلام المستندة إلى العينات لتحليل أكثر تفصيلاً.

وتشبه أنواع بيانات HDF5 المركبة الهياكل كما تظهر في لغة البرمجة C. ويجب تعريفها قبل كتابة البيانات من هذا النوع المركب من البيانات وتخزين تعريفها داخل ملف HDF5. ويجب تعريف اسم ونوع البيانات لكل عضو في نوع بيانات HDF5 المركب.

يجب أن تكون أسماء الأعضاء المستخدمة في مجموعة بيانات I/Q بقطاع الاتصالات الراديوية هي "Channel_XYZ" و"BitField". فيرمز الجزء "XYZ" من سلسلة الاسم إلى سلسلة تصف القناة المحددة. ويجب أن تكون سلاسل الوصف مختلفة إذا استُخدمت أكثر من قناة واحدة. ويعتبر العضو الذي يحمل اسم حقل البتات، "BitField"، اختياريًا، وعند استخدامه، يجب أن يكون آخر عضو.

ونوع بيانات أعضاء "Channel_XYZ" هو أيضاً نوع بيانات HDF5 مركب ويحمل اسم "Real" للعضو الأول و"Imag" للعضو الثاني ويخزن قيمة I/Q معقدة. ولكلا العضوين نفس نوع بيانات HDF5 الأساسية الذي يمكن اختياره من بين ما يلي:

H5T_STD_I16LE -

H5T_STD_I32LE -

H5T_IEEE_F32LE -

علمًا بأن نوعي أعداد HDF5 الصحيحة هما أعداد صحيحة للمتممات الثنائية. ويرد تفسيرها هنا على أنها أرقام نقطة ثابتة مع نقطة الجذر مباشرة إلى البتة الأكثر دلالة. ويلاحظ أيضاً أن أرقام النقاط الثابتة هذه لا يمكن أن تغطي إلا المدى من 1- إلى 1-2-1¹⁵ لنوع عدد صحيح طوله 16 بتة ومن 1- إلى 1-2-31 لنوع عدد صحيح طوله 32 بتة. وتفسر قيمة عدد صحيح قدره 1000 من نوع H5T_STD_I16LE على أنها 1000 / 2¹⁵. وتفسر قيمة عدد صحيح قدره 1000 من نوع H5T_STD_I32LE على أنها 1000 / 2³¹.

ونوع بيانات العضو "BitField" هو نوع بيانات HDF5 الأساسي، H5T_STD_B16LE. ويرد، في الجدول 3، تعريف مواقع بتات الأعلام. وتعريف هذه الأعلام هو بالضبط نفس تعريف الأعلام المقابلة في الجدول 2؛ علمًا بأن موضع البتة صفر هو موضع البتة الأقل دلالة. ولعلم الصحاح قيمة بتة واحد. وتُفترض عدم صلاحية الأعلام التي تظهر كنعوت ويُسند صفر إلى قيم البتة المقابلة لها.

الجدول 3

محتويات حقل البتات (Bitfield)

العلم	موضع البتة	تعليق
Unsynced_Stamp	15	
Invalid	14	
PLL_Unlocked	13	
AGC	12	
Detected_Signal	11	
Spectral_Inversion	10	
Over_Range	9	
Lost_Sample	8	يصح لأول عينة مستدركة بعد الخسارة

ويمكن استخدام جميع خصائص تخزين HDF5 الصالحة لمجموعة البيانات. ويمكن أن يكون التخزين في كتل مفيداً إذا دعت الحاجة للنفاذ بسرعة إلى أجزاء صغيرة من مجموعات بيانات ضخمة.

وتُظهر الأمثلة الأربعة التالية تسميات توضيحية لأعمدة الجدول، وهي تمثل مجموعات بيانات I/Q صالحة بقطاع الاتصالات الراديوية:

Channel_1.Imag ،Channel_1.Real -
 BitField ،Channel_one.Imag ،Channel_one.Real -
 Channel_Y.Imag ،Channel_Y.Real ،Channel_X.Imag ،Channel_X.Real -
 BitField ،Channel_2.Imag ،Channel_2.Real ،Channel_1.Imag ،Channel_1.Real -

3.3 النعوت المتغيرة

في بعض الحالات، لا يكفي تطبيق مجموعة واحدة من النعوت على تسجيل I/Q بأكمله. ويمكن أن تتغير بعض النعوت بمرور الوقت. على سبيل المثال، قد تقتضي الضرورة تطبيق عوامل مقايسة مختلفة بسبب تغيير إعدادات الكسب. وثمة مثال آخر في إمكانية عدم مزامنة معدل العينات والأختام الزمنية في بعض المستقبلات، وبالتالي قد يلزم استخدام أختام زمنية مختلفة لقطاعات مختلفة من بيانات I/Q.

ويمكن حل مثل هذه المشاكل بسهولة باستخدام مجموعات بيانات منفصلة لقطاعات مختلفة من بيانات I/Q. فكلما تغيرت نعت ذو صلة، تُغلق مجموعة البيانات القديمة وتُنشأ مجموعة جديدة بنعوتها الفعلية المرفقة بها.

ولعل الاصطلاحات التالية مفيدة للتعامل مع بيانات I/Q متعددة القطاعات:

- ينبغي أن تبدأ جميع أسماء مجموعات البيانات لنفس بيانات I/Q متعددة القطاعات بسلسلة ثابتة مثل "Multisector_IQ" متبوعة بسلسلة لاحقة.
- وينبغي أن تمثل سلسلة اللاحقة رقماً يتراوح بين الصفر و9 999 999 999، وأن يجري تشكيله في مدى من "0000000000" إلى "9999999999".
- ويزاد الرقم في اللاحقة، بمقدار واحد، من مجموعة البيانات الفعلية إلى مجموعة البيانات التالية.
- وينبغي أن يحتوي اسم مجموعة البيانات للقطاع الأول على اللاحقة "0000000000".
- وتخزّن جميع مجموعات البيانات الخاصة ببيانات I/Q متعددة القطاعات في الزمرة نفسها وينبغي عدم تضمين أي مجموعات أو زمرة بيانات أخرى في هذه الزمرة.

4 تفسير عامل المقايسة واستخدامه

عامل المقايسة هو العامل الذي تجب به مضاعفة بيانات I/Q الخالية من الأبعاد والمخزنة في مجموعة البيانات للحصول على قيمها في الوحدة المشار إليها في البيانات الشرحية.

مثال:

زوج قيمة I/Q المخزنة بدون أبعاد هو $I(n) = -0,6$ و $Q(n) = 0,8$. أما الوحدة فهي V وعامل المقايسة $sf = 0,005$. وينتج عن ذلك:

$$(3) \quad i(nT) = I(n) \cdot sf \cdot V = -0.003 \text{ V}$$

$$(4) \quad q(nT) = Q(n) \cdot sf \cdot V = 0.004 \text{ V}$$

وبالتالي فإن مقدار الجهد لإشارة الترددات الراديوية المقابلة في اللحظة المقابلة من الوقت هو 0,005 V. وهذا يعادل -46,02 dBV أو -73,98 dBμV أو -33,01 dBm عبر معاوقة 50 Ω.