الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

E.812

التعديل 1
(2020/09)

السلسلة E: التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية

نوعية خدمات الاتصالات: مفاهيمها ونماذجها وأهدافها والتخطيط لضمان تشغيلها – نماذج لخدمات الاتصالات

نهج التعهيد الجماعي من أجل تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل

التعديل 1

توصيات السلسلة E الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية

التشغيل الدولي	
تعاريف	E.103-E.100
أحكام ذات صفة عامة تتعلق بالإدارات	E.119-E.104
أحكام ذات صفة عامة تتعلق بالمستعملين	E.139-E.120
تشغيل الخدمات الهاتفية الدولية	E.159-E.140
خطة ترقيم الخدمة الهاتفية الدولية	E.169-E.160
خطة التسيير الدولي	E.179-E.170
النغمات المستعملة في الأنظمة الوطنية للتشوير	E.189-E.180
خطة ترقيم الخدمة الهاتفية الدولية	E.199-E.190
الخدمة المتنقلة البحرية والخدمة المتنقلة البرية العمومية	E.229-E.200
أحكام التشغيل المتعلقة بالترسيم والمحاسبة في الخدمة الهاتفية الدولية	
الترسيم في الخدمة الهاتفية الدولية	E.249-E.230
قياس مدد المحادثة وتسجيلها من أجل المحاسبة	E.269-E.260
استعمال الشبكة الهاتفية الدولية للتطبيقات غير الهاتفية	
اعتبارات عامة	E.319-E.300
إبراق الصور	E.329-E.320
أحكام الشبكة ISDN بخصوص المستعملين	E.349-E.330
خطة التسيير الدولي	E.399-E.350
إدارة الشبكة	
إحصاءات بشأن الخدمة الدولية	E.404-E.400
إدارة الشبكة الدولية	E.419-E.405
مراقبة نوعية الخدمة الهاتفية الدولية	E.489-E.420
هندسة الحركة	
قياس الحركة وتسجيلها	E.505-E.490
تنبؤات بأحوال الحركة	E.509-E.506
تحديد عدد الدارات بالتشغيل اليدوي	E.519-E.510
تحديد عدد الدارات بالتشغيل الأوتوماتي وشبه الأوتوماتي	E.539-E.520
رتبة الخدمة	E.599-E.540
تعاريف	E.649-E.600
هندسة حركة الشبكات المستعملة لبروتوكول الإنترنت	E.699-E.650
هندسة حركة الشبكات ISDN	E.749-E.700
هندسة حركة شبكات الاتصالات المتنقلة	E.799-E.750
نوعية خدمات الاتصالات: المفاهيم والنماذج والأهداف وتخطيط ضمان أمن التشغيل	
المصطلحات والتعاريف المتعلقة بجودة خدمات الاتصالات	E.809-E.800
نماذج لخدمات الاتصالات	**E.844-E.810**
أهداف ومفاهيم جودة خدمات الاتصالات	E.859-E.845
استعمال أهداف جودة الخدمة في تخطيط شبكات الاتصالات	E.879-E.860
جمع وتقويم معطيات التشغيل المتعلقة بأداء المعدات والشبكات والخدمات	E.899-E.880
توصيات أخرى	E.999-E.900
التشغيل الدولي	
خطة ترقيم الخدمة الهاتفية الدولية	E.1199-E.1100
إدارة الشبكة	
إدارة الشبكة الدولية	E.4199-E.4100

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T E.812

نهج التعهيد الجماعي من أجل تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل

التعديل 1

ملخص

تطورت معدات المستعمل النهائي، ومعدات مباني المستهلك وبرمجياتها لتصبح أسرع وأقوى وأقدر على القيام بجمع البيانات. وقد أتاح ذلك نهج التعهيد الجماعي الذي يسعى إلى زيادة كمية المعلمات التقنية التي يمكن جمعها من المستعملين النهائيين دون تعديل على ما هو قائم من عتاد وبرمجيات.

وعلى نحو متزايد، بدأت جهات فاعلة مثل المنظمين ومقدمي الخدمات في تقييم جودة الخدمة (QoS) من طرف إلى طرف عبر نهج التعهيد الجماعي. ولكن يمكن تنفيذ التقييم باستعمال البيانات التي جُمعت من خلال نهج التعهيد الجماعي بطرق متعددة وتقدم الأساليب المختلفة وجهات نظر مختلفة عن جودة الخدمة.

وتحدد التوصية ITU-T E.812 الخطوط العريضة لمختلف نُهج التعهيد الجماعي المستعملة لتقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف على شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل على السواء.

ويقدم التعديل 1 للتوصية ITU-T E.812 التذييل 2 (حالات استعمال نهج التعهيد الجماعي) والتذييل 3 (النُهج العملية بشأن التعهيد الجماعي للنطاق العريض الثابت).

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T E.812	2020-05-29	12	11.1002/1000/14272
1.1	ITU-T E.812 (2020) Amd. 1	2020-09-11	12	11.1002/1000/14489

مصطلحات أساسية

التقييم، التعهيد الجماعي، جمع البيانات، النطاق العريض الثابت، شبكة الاتصالات المتنقلة، جودة الخدمة.

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). 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 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظة

تستعمل 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. ويستعمل فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" 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، لم يكن 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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2021

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

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 1
1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى 1
2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية 2
4 الاختصارات والمختزلات 2
5 اصطلاحات 3
6 نظرة عامة 3
7 أنواع جمع البيانات بالتعهيد الجماعي، والخصائص التقنية والمتطلبات 4
1.7 أنواع جمع بيانات التعهيد الجماعي 4
2.7 أساليب الشروع في جمع بيانات التعهيد الجماعي 7
3.7 متطلبات جمع البيانات التعهيد الجماعي 9
8 سيناريوهات الإعداد 13
1.8 جهاز جمع البيانات 13
2.8 توزيع مخدِّم الاختبار 14
9 مبادئ توجيهية إضافية للمنظمين 16
التذييل I – مثال عددي لنهج أخذ عينات التقسيم الطبقي في الخدمة المتنقلة 17
التذييل II – حالات الاستعمال لنهج التعهيد الجماعي 20
1.II أمثلة على حالات الاستعمال الممكنة 20
2.II أمثلة على مؤشرات جودة الخدمة وحساب حلول التعهيد الجماعي 22
3.II أمثلة على قواعد عملية اصطفاء البيانات 23
التذييل III – نُهج عملية للتعهيد الجماعي بشأن النطاق العريض الثابت 26
1.III معايير جمع البيانات من معدات مقر العميل (CPE) 26
2.III تقديم أدوات قياس للمستعمل النهائي 27
3.III نشر مسابير العتاد مسجل الملكية لدى المستعملين النهائيين على نطاق واسع 29
بيبليوغرافيا 30

مقدمة

يحتاج مقدمو خدمات الاتصالات عادةً إلى تقييم جودة الخدمة من شبكاتهم، لأنها طريقة للتحقق مما إذا كانت الخدمة تُقدم بشكل كاف إلى مستعمليهم النهائيين. وقد يكون تقييم جودة الخدمة مهماً من وجهة نظر المنظم أيضاً، لأن تحسينات الجودة كثيراً ما تكون بنداً بالغ الأهمية في جدول الأعمال التنظيمي. ويمكن أن تخدم البيانات المجمعة عن قضايا الجودة المنظمين كدليل لرفع وعي المستهلك ولتعزيز المزيد من التحسينات في البنية التحتية للشبكة. وتتمثل أهم خطوات إدارة جودة شبكات الاتصالات في تحديد وتنفيذ نهج مراقبة الجودة وتقييمها. وتكثر الحلول المتاحة لهذه المهمة، ولكل منها مقايضاته بين الدقة، والتعمق الزمني والجغرافي، والتكاليف.

ونهج التعهيد الجماعي هو أحد الأساليب الممكنة لمراقبة جودة الخدمة وتقييمها في شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل. ويتمثل افتراضه الأساسي في جمع البيانات من قاعدة كبيرة من المستعملين النهائيين، وذلك مباشرة من معدات المستعمل النهائي (من قبيل الأجهزة المتنقلة ومعدات مقرات العملاء (CPE)). ولكن يكثر البائعون الذين يقدمون هذا النوع من الحلول، وقد يختلفون كثيراً عن بعضهم البعض. وتشمل الاختلافات كيفية جمع البيانات (إذا بدأها المستعمل النهائي أو إذا لم يُتطلب التدخل) أو نوع البيانات التي جُمعت (في حال إجراء اختبار تنزيل أو إذا جاءت البيانات للتو من الاستعمال المنتظم للجهاز/المعدات). وبيانات التعهيد الجماعي التي جُمعت من شبكات متعددة لمقدمي الخدمة في نفس السوق باستعمال نفس منهجية جمع البيانات ستستفيد من نُهج ومنهجية جمع بيانات متسقة عبر مقدمي الخدمات.

ويزيد نهج التعهيد الجماعي من عدد نقاط البيانات بشكل ملحوظ مقارنة بنهج تقييم جودة الخدمة النمطي (من قبيل اختبار القيادة/السير). وقد يقوي الكم الكبير من البيانات موثوقية النتائج المتحصلة وصفتها التمثيلية. علاوة على ذلك، فهو يحسن استعمال الموارد ويسمح للبلدان ذات الكتل الجغرافية الأكبر بالاستفادة من الجمهور لجمع البيانات.

وتحدد هذه التوصية المزايا والعيوب والاحتياطات التي تنبغي مراعاتها عند نشر مثل هذه الأساليب لمراقبة جودة الخدمة.

التوصية ITU-T E.812

نهج التعهيد الجماعي من أجل تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف في شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل

التعديل 1

ملاحظة صياغية: هذا منشور نص كامل. والتنقيحات المطروحة بهذا التعديل مبينة بعلامات المراجعة بالنسبة إلى التوصية ITU-T E.812 (2020).

1 مجال التطبيق

تغطي هذه التوصية تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف للنفاذ الثابت والمتنقل إلى الإنترنت باستعمال نهج التعهيد الجماعي، بما في ذلك ما يلي:

- نظرة عامة على نهج التعهيد الجماعي للنفاذ الثابت والمتنقل إلى الإنترنت؛
- أنواع جمع بيانات التعهيد الجماعي والخصائص والمتطلبات؛
- سيناريوهات الإعداد؛
- مبادئ توجيهية للمنظمين ومقدمي الخدمات والبائعين يمكن استعمالها للقياس المقارن وتحسين الشبكة عند استعمال نهج التعهيد الجماعي.

2 المراجع

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

[ITU-T E.800] التوصية [ITU-T E.800] (2008)، *المصطلحات والتعاريف المتعلقة بجودة الخدمة*.

[ITU-T E.806] التوصية [ITU-T E.806] (2019)، *حملات القياس وأنظمة المراقبة ومنهجيات أخذ العينات لمراقبة جودة الخدمة في شبكات الاتصالات المتنقلة*.

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى

تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة في مصادر أخرى:

1.1.3 التنزيل (download) [ITU-T E.800]: نقل البيانات أو البرامج من مخدم أو حاسوب مضيف إلى الحاسوب أو الجهاز الخاص بالشخص.

2.1.3 الكمون (latency) [b-ITU-T G.9961]: قياس للتأخير من لحظة إرسال آخر بتة من رتل ما من خلال نقطة مرجعية مخصصة في مجموعة بروتوكولات المرسل إلى لحظة وصول رتل كامل إلى النقطة المرجعية المخصصة في مجموعة بروتوكولات المستقبل. ويفترض أن تكون تقديرات الكمون الوسيط والأقصى محسوبة على النسبة المئوية التسعة والتسعين لجميع قياسات الكمون. وفي حال تمكين إعادة الإرسال لتدفق معين، فإن الكمون يشمل أيضاً وقت إعادة الإرسال.

3.1.3 الارتعاش (jitter) [b-ITU-T G.9961]: قياس لتباينات لكمون أعلى وأقل من قيمة الكمون الوسطية. ويعرف الارتعاش الأقصى بأنه تباين الكمون الأقصى الذي يزيد ويقل عن قيمة الكمون الوسطية.

4.1.3 نسبة خسارة رزم بروتوكول الإنترنت (IP packet loss ratio) (IPLR) [b-ITU-T Y.1540]: تُعرّف نسبة خسارة رزم بروتوكول الإنترنت (IPLR) على أنها نسبة إجمالي الرزم الضائعة إلى إجمالي الرزم المرسلة في مجموعة رزم تسترعي الاهتمام.

5.1.3 التعهيد الجماعي (crowdsourcing) [b-ITU-T P.912] الحصول على الخدمة المطلوبة من مجموعة كبيرة من الناس، وعلى الأرجح من مجتمع عبر الإنترنت.

6.1.3 الجودة من طرف إلى آخر (end-to-end quality) [ITU-T E.800]: الجودة المتعلقة بأداء نظام اتصالات، بما في ذلك جميع الأجهزة المطرافية.

7.1.3 جودة الخدمة (quality of service) [ITU-T E.800]: مجمل الخصائص التي تتسم بها خدمة اتصالات وتتعلق بقدرتها على الوفاء بالاحتياجات المنصوص عليها والضمنية لمستعمل الخدمة.

8.1.3 جمع بيانات التعهيد الجماعي (crowdsourced data collection) [ITU-T E.806]: أسلوب لجمع قياسات نشطة و/أو منفعلة لجودة الخدمة من عدد كبير من أجهزة المستعمل النهائي.

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية

لا توجد.

4 الاختصارات والمختزلات

تُستعمل في هذه التوصية المختصرات والمختزلات التالية:

API السطح البيني لبرمجة التطبيقات *(Application Programming Interface)*

CDN شبكة إيصال المحتوى *(Content Delivery Network)*

CPE معدات مقر العميل *(Customer Premise Equipment)*

CPU وحدة المعالجة المركزية *(Central Processing Unit)*

GNSS النظام الساتلي العالمي للملاحة *(Global Navigation Satellite System)*

HTTPS بروتوكول نقل النصوص التشعبية المؤمَّن *(Hypertext Transfer Protocol Secure)*

IoT إنترنت الأشياء *(Intert of Things)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

ISP مقدم خدمة الإنترنت *(Internet Service Provider)*

IXP نقطة تبادل الإنترنت *(Internet Exchange Point)*

KPI مؤشر أداء رئيسي *(Key Performance Indicator)*

MCC الرمز الدليلي القطري للاتصالات المتنقلة *(Mobile Country Code)*

MNC الرمز الدليلي لشبكة الاتصالات المتنقلة *(Mobile Network Code)*

OTT المحتوى المستقل عن المشغِّل *(Over-the-top)*

PoP نقطة حضور *(Point of Presence)*

QoS جودة الخدمة *(Quality of Service)*

RAM ذاكرة النفاذ العشوائي *(Radom-access Memory)*

RF الترددات الراديوية *(Radio Frequency)*

RoI عوائد الاستثمار *(Return on Investment)*

UDP بروتوكول وحدات بيانات المستعمل *(User Datagram Protocol)*

5 اصطلاحات

لا توجد.

6 نظرة عامة

تعرِّف التوصية [b-ITU-T P.912] في ملحقه الأول مصطلح التعهيد الجماعي بأنه "الحصول على الخدمة المطلوبة من مجموعة كبيرة من الناس، وعلى الأرجح من مجتمع عبر الإنترنت". وبهذا المعنى، يُفترض ضمنياً أن السمة الرئيسية للتعهيد الجماعي هي إشراك عدد كبير من الأشخاص. ويمكن تطبيق هذا المفهوم على مجموعة متنوعة من الأغراض، مثل جمع الأموال أو تقاسم المهام أو تجميع النتائج من اختبارات الرأي.

عندما يتعلق الأمر بسياق مراقبة جودة الخدمة لشبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل، يمكن فهم نهج التعهيد الجماعي على أنه جمع البيانات من قاعدة كبيرة من المستعملين النهائيين، بهدف تقييم جودة الخدمة للبنية التحتية للشبكة المستعملة، كوسيلة لخدمة احتياجات المستهلكين. ويمكن القيام بذلك من خلال استعمال البرمجيات وأجهزة العتاد التي تجمع البيانات المتعلقة بجودة الخدمة (QoS) مباشرة من معدات مبنى مستعمل النهائي (مثل المسيِّرات) أو الأجهزة المتنقلة (مثل الحواسيب اللوحية والهواتف الذكية). وفي حالة النطاق العريض الثابت، يمكن للبرمجيات المضمنة في معدات مباني المستهلك، والتي يوردها عادةً مقدم الخدمة، جمع المعلومات المتعلقة بجودة الخدمة (QoS). ومن منظور خدمة الاتصالات المتنقلة، يمكن جمع مجموعة مماثلة من البيانات عن طريق البرمجيات التي يمكن تنزيلها على الأجهزة المتنقلة على سبيل المثال.

ويمكن جمع مجموعة كبيرة من البيانات من معدات مبنى العميل والأجهزة المتنقلة (المعروفة مجتمعة باسم "جهاز جمع البيانات" في هذه التوصية) عند استعمال حلول التعهيد الجماعي المفيدة لتقييم جودة الخدمة في التوصيل بالنطاق العريض الثابت والمتنقل. ويمكن تشمل ما يلي، على سبيل المثال لا الحصر:

- الموقع (مثل إحداثيات GNSS)،
- التاريخ والوقت (من قبيل المدة، وما إلى ذلك)،
- مقدم الخدمة (الشبكات المنزلية والشبكات المَزورة للاتصالات المتنقلة، ومقدم خدمة الإنترنت للنطاق العريض الثابت)،
- معلومات الشبكة (من قبيل اسم نقطة النفاذ، وشدة الإشارة، ومعلومات الخلية)،
- نوع التوصيل (مثل الإثرنت وWi-Fi وG3 وG4 وG5 وما إلى ذلك)،
- معلومات الجهاز (مثل الشركة المصنعة والطراز وما إلى ذلك)،
- استعمال الجهاز (من قبيل استعمال البيانات، واستعمال وحدة المعالجة المركزية (CPU)، ومستوى البطارية، والحركة المتزامنة، وما إلى ذلك).

ويمكن أن تقدم هذه البيانات المجمعة مؤشرات جودة الخدمة ذات الصلة لشبكات النطاق العريض، مثل الصبيب والكمون والارتعاش وخسارة الرزم، من بين أمور أخرى. وهذه هي المعلمات الأساسية التي تميز الأداء من طرف إلى طرف ويمكن استعمالها لاستنتاج جودة الخدمة.

7 أنواع جمع البيانات بالتعهيد الجماعي، والخصائص التقنية والمتطلبات

يُصنف جمع بيانات التعهيد الجماعي ضمن قياسات نشطة ومنفعلة، على النحو الذي قدمته التوصية [ITU-T E.806]. ويمكن بدء عملية جمع البيانات من جانب المستعمل النهائي أو بطريقة برمجية. ويمكن اختيار تشكيلات مختلفة لتلبية الاحتياجات المختلفة.

وقد تتضمن الحلول القائمة على التعهيد الجماعي قياسات نشطة ومنفعلة. ويمكن للحلول الهجينة استعمال كليهما.

1.7 أنواع جمع بيانات التعهيد الجماعي

لكل نوع من أسلوبي جمع البيانات مجموعته الخاصة من المزايا والتحديات التي سيجري تناولها في الفقرات التالية. وفي حين يمكن جمع مؤشر جودة الخدمة باستعمال كلا الأسلوبين، فإن اختيار الأسلوب يمكن أن يبين نفس المؤشر بشكل مختلف. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يبين الصبيب الذي جُمع من قياس نشط ما هو أقرب إلى أداء الشبكة بينما يمكن أن يبين الصبيب الذي جُمع من قياس منفعل ما هو أقرب إلى الاستعمال الفعلي للمستعملين النهائيين.

1.1.7 القياسات النشطة

تنشئ أساليب جمع البيانات النشطة حركة اصطناعية بهدف تقييم معلمات جودة الخدمة من طرف إلى طرف. ومثال ذلك نقل الملفات المتعمد بهدف قياس الصبيب واختبارات المسبار (ping) وغيرها. والنهج النشط موضح في الشكل 1.

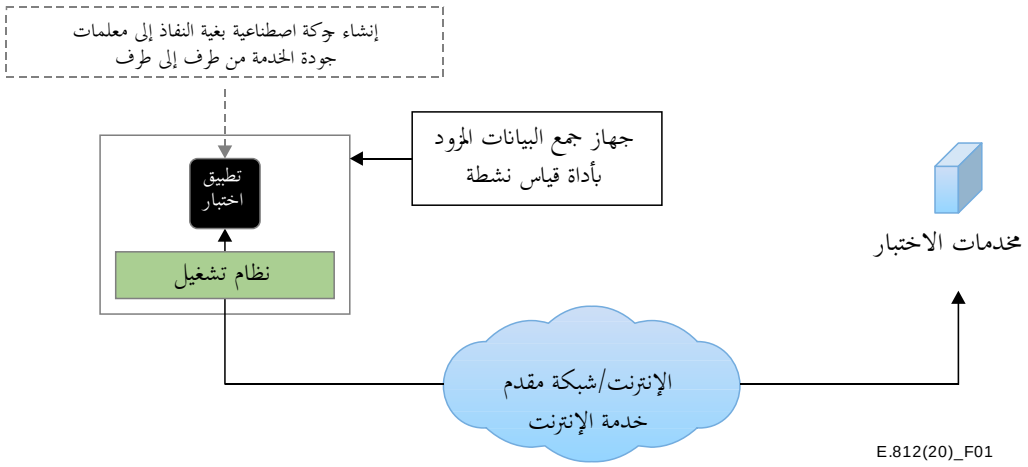
وقد تكون الاختبارات النشطة مصممة خصيصاً لإشباع الشبكة، وبالتالي إنتاج مقياس أصح يمثل ذروة الأداء من طرف إلى طرف عند نقطة الاختبار. ولكن يجب توجيه الانتباه نحو تحليل النتائج للتأكد من موثوقيتها وصفتها التمثيلية. ولهذه الغاية، تحدد الفقرتان 1.3.7 و2.3.7 اعتبارات المعالجة المناسبة والتحليل الإحصائي للبيانات.

وعند قياس الأداء من طرف إلى طرف باستعمال اختبار نشط، يمكن التحكم في العديد من العوامل، مثل مدة الاختبار أو موقع مخدِّم الاختبار أو عدد التدفقات المتزامنة أو مقاس الرزم أو معدل أخذ العينات أو حتى النوع من البيانات المرسلة (على سبيل المثال، قد لا تضغط مسيِّرات الشبكة البيانات العشوائية بنفس فعالية ضغطها للنصوص أو الصور أو الفيديو).

وعند قياس الأداء من طرف إلى طرف (أي الرفع)، يمكن تصميم اختبار نشط لقياس كمية البيانات التي يتلقاها مخدِّم الاختبار، وليس فقط كمية البيانات التي يرسلها الجهاز. وعند قياس خسارة الرزم، يمكن تصميم اختبار نشط لمقارنة عدد الرزم المرسَلة بعدد الرزم التي يتلقاها مخدِّم الاختبار. وعند قياس المسار المستعمل عبر الشبكة (لاكتشاف الاختلافات بين مساري التنزيل والرفع على سبيل المثال)، لا يمكن إلا للاختبار النشط إنشاء رزم كافية، وتلقي الردود من المسار المستعمَل وبناءه (أي باستعمال نهج مثل مرتسم المسير).

وينبغي توخي الحذر لتحديد السيناريوهات التي لا يمثل فيها الاختبار النشط أداءً من طرف إلى طرف. ففي السيناريوهات التالية، يرجَّح أن يقلل الاختبار من الأداء:

- في حالة استعمال عملية أخرى للبيانات. على سبيل المثال، إذا كان المستعمل في صدد بث الفيديو التدفقي أثناء تشغيل الاختبار، سيتقيد الاختبار النشط في الصبيب الذي يقيسه.
- في حالة قيام نظام تشغيل الجهاز بمنع النفاذ إلى الشبكة. وبشكل عام، يحصل ذلك للحفاظ على عمر البطارية. وفي مثل هذه الحالات، قد يفشل الاختبار النشط في إرسال أي بيانات، ولكن هذا لا يشير إلى أي عطل من جانب الشبكة الخلوية.



الشكل 1 – مثال جمع البيانات النشطة على شبكة الاتصالات المتنقلة

أ) الفوائد

فيما يلي بعض الفوائد التي يمكن إبرازها في الأساليب النشطة:

- التقييس المحتمل للاختبارات النشطة.
- يمكن إجراء الاختبارات النشطة على مستوى التطبيق (في شكل تطبيق أو أداة مضمنة أو مستعرض الويب على سبيل المثال).
- يمكن تشكيل الاختبارات النشطة لتقليد سلوك الخدمات المختلفة التي يمكن أن تؤثر على معلمات جودة الخدمة المختلفة[1] (من قبيل الكمون وخسارة الرزم).

ب) التحديات

من ناحية أخرى، فيما يلي بعض التحديات التي تحددت:

- تستعمل الاختبارات النشطة الموارد الموجودة على الشبكة (من قبيل إضافة حمولة إلى شبكة مستعملة بكثافة عند محاولة تحقيق أعلى أداء من طرف إلى طرف) وأجهزة جمع البيانات (من قبيل حصة بيانات المستعملين النهائيين، والبطارية، والنفاذ إلى ذاكرة النفاذ العشوائي (RAM)، وما إلى ذلك).
- الزيادة المحتملة في استعمال البيانات للشبكات عالية السرعة، حسب تصميم القياس.
- ستُمنع القياسات المصممة لبيان ذروة الصبيب إذا استهلكت العمليات الأخرى على الجهاز أيضاً موارد مثل توصيل الشبكة ووحدة المعالجة المركزية وذاكرة النفاذ العشوائي.

ولمواجهة التحديات، يمكن النظر في التقنيات التالية:

- إن التصنيف الصفري للبيانات المستعملة في الاختبارات التي تستهلك البيانات من خطة بيانات المستعملين من شأنه أن يراعي مخاوف المستعمل النهائي بشأن استعمال البيانات ولكن ينبغي استعماله بحذر. وتتضمن العملية تزويد مشغلي الشبكات بتفاصيل عن خصائص الحل مثل مخدِّمات الاختبار أو معلومات عنوان IP، مما قد يدفع المشغلين إلى التلاعب بالنتائج من خلال تركيز الجهود على تحسين معلمات جودة الخدمة لمسير الاختبار. ولكن يمكن استعمال الأدوات

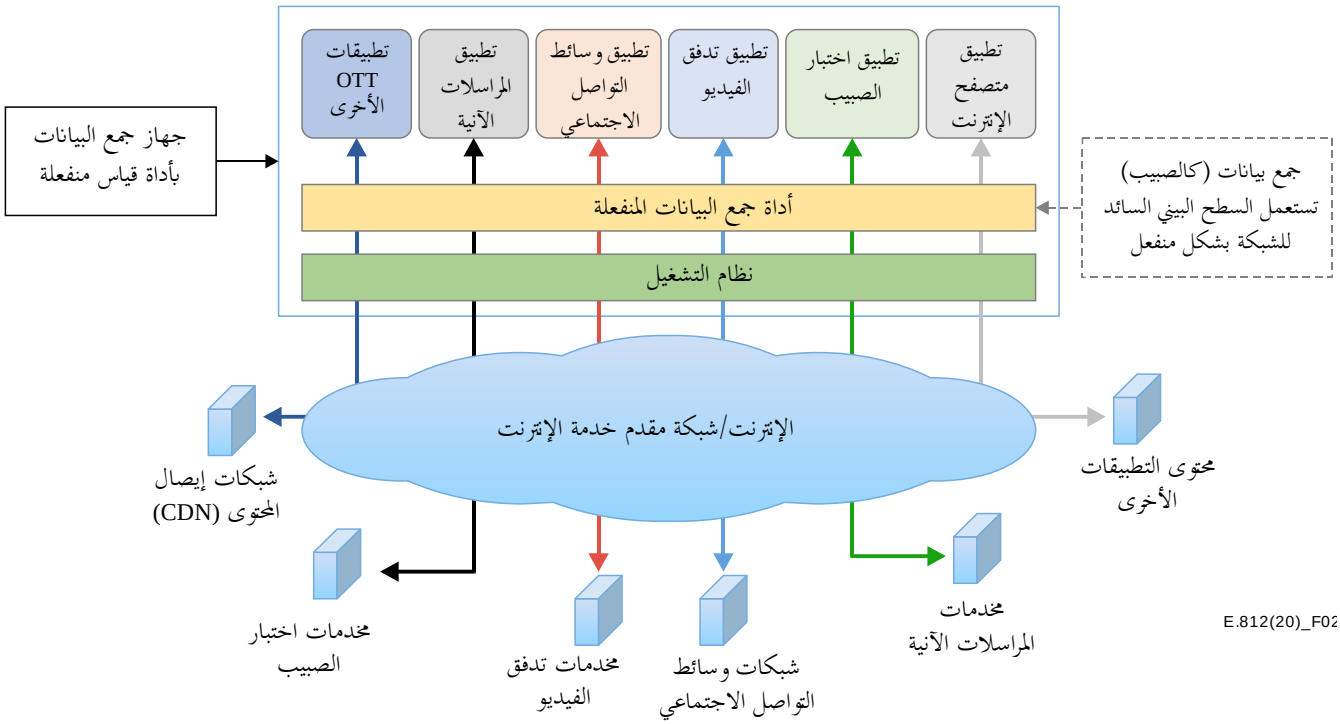
1 مثال: عادةً ما تتضمن حركة VOIP والألعاب عبر الإنترنت نقل رزم UDP الصغيرة بعرض نطاق ثابت ومنخفض إلى حد ما؛ وعادةً ما يجري تنزيل مرفقات البريد الإلكتروني وتحديثات النظام والملفات الأخرى عبر بروتوكول TCP وقد تستعمل رزماً أكبر بكثير وعرض نطاق أعلى بكثير، وربما غير مقيدة إلا بالشبكة.

الإحصائية لتحليل الصفة التمثيلة للنتائج وموثوقيتها. وتناقش الفقرة 1.3.7 الأدوات المتاحة وتسلط الضوء على اعتبارات إجراء هذا التحليل.

- يمكن لاختيارات تصميم القياس أن تعني عدم استهلاك الاختبارات للمزيد من البيانات على الشبكات الأسرع. فعلى سبيل المثال، قد تصمم اختبارات تقلد خدمات معينة – مثل تدفق الفيديو (باستعمال عرض نطاق يبلغ 1-1,5 Mbit/s) أو الألعاب أو الحركة الصوتية (عادةً <100 Kbit/s) – بحيث يثبت استهلاكها للبيانات. وكبيان عملي، قد يرسل الاختبار تدفقاً من 200 رزمة إلى مخدِّم بمعدل بتات ثابت ويستقبل الرزم المعادة مرة أخرى. وفي حال تنفيذ ذلك بشكل صحيح، فهو سيتيح قياس الكمون وخسارة الرزم والارتعاش ومعدل الرشقات. ولكن ستظل البيانات المستهلكة لكل اختبار كما هي بغض النظر عن سرعة الشبكة.
- الاعتماد على مجموعة كبيرة من المستعملين النهائيين، على أن يجري كل منهم القياسات بشكل غير متكرر نسبياً. ويحتاج الحل إلى تحقيق التوازن بين جمع عدد مفيد من العينات لكل جهاز، مع تجنب استهلاك الكثير من الموارد وكبت مقاس حشد العينات الذي يمكن تحقيقه. وللسماح بالمرونة، يمكن تصميم استراتيجية أخذ عينات القياس لتكون قابلة للتشكيل مركزياً، مما يسمح بضبط هذا التوازن.
- اختيار التوقيت الاستراتيجي لقياسات ذروة الصبيب، من قبيل إجراء اختبارات مؤقتة موجزة للصبيب فور فك قفل الشاشة قبل أن ينفسح للمستعملين النهائيين الوقت لبدء أنشطة كثيفة البيانات.
- اعتماد نهج هجين (أي الأساليب النشطة والمنفعلة) للحصول على نظرة شمولية على جودة الخدمة من طرف إلى طرف.

2.1.7 القياسات المنفعلة

لا تضخ قياسات البيانات المنفعلة حركة اصطناعية أو اختبار حمولة في الشبكة لتقييم جودة الخدمة. بدلاً من ذلك، فهي تتصرف أكثر كمراقب للمعلمات الراديوية، والبيانات المنقولة للمستخدم النهائي، وتجمع المعلومات المتعلقة بالحركة الفعلية. وهذا النهج موضح في الشكل 2.



الشكل 2 – مثال جمع البيانات المنفعل على شبكة الاتصالات المتنقلة

يجوز أن تصمَم قياسات البيانات المنفعلة بشكل خاص بحيث لا تكون على دراية بالتطبيقات التي تولد الحركة بسبب مخاوف تتعلق بالخصوصيات، وبالتالي، تصعب معرفة ما إذا كانت القياسات التي أجريت ناتجة عن التطبيق أو الشبكة أو حتى المستعمل النهائي. لذلك، ينتج عن جمع البيانات المنفعلة قياسات تمثل الأداء من طرف إلى طرف الذي يعايشه المستعملون في ظل الاستعمال الفعلي للمستعملين في تلك النقطة الزمنية.

فعلى سبيل المثال، عند قياس الأداء من طرف إلى طرف بشكل منفعل، لا يمكن للاختبار المنفعل معرفة ما إذا كان التطبيق الذي يولد الحركة يقوم بذلك بأقصى معدل له. ويمكن أن لا يرسل التطبيق البيانات أو يستقبلها إلا عندما يحتاجها (عند تخزين البيانات مؤقتاً محلياً على سبيل المثال)، أو قد يقوم بحسابات تؤخر طلب الشبكة، أو قد تؤثر إجراءات المستعمل على الحركة (إذ يمكن أن يكون المستعمل أوقف تدفق الفيديو مؤقتاً على سبيل المثال).

وعلى هذا النحو، عند تفسير نتائج الاختبارات المنفعلة، يمكن استعمال معلومات إضافية مثل كمية البيانات المنقولة وحالة الشبكة (من قبيل شدة الإشارة في حالة شبكات الاتصالات المتنقلة) وتجميع بيانات التعهيد الجماعي التي جُمعت، لتحديد الأداء الذي يعايشه المستعملون من طرف إلى طرف بشكل أصح.

أ) الفوائد

فيما يلي بعض الفوائد التي يمكن إبرازها في الأساليب المنفعلة:

- لا يستهلك إجراء القياسات بيانات إضافية مما يعني إمكانية جمع المزيد من العينات عن كل مستعمل نهائي.
- لا ضرورة للاحتفاظ بمخدِّم اختبار لنقل الحركة الاصطناعية.
- لا تولد حركة اصطناعية على الشبكة، وبالتالي فهي أساليب فعالة من منظور الحركة.

ب) التحديات

من ناحية أخرى، فيما يلي بعض التحديات التي تحددت:

- تقدم المنصات المختلفة (من قبيل أنظمة التشغيل والعتاد وما إلى ذلك) قدرات مختلفة للقياسات المنفعلة، مما يصعِّب المقارنة عبر المنصات.
- تعجز القياسات المنفعلة عن مراقبة بعض مؤشرات جودة الخدمة (من قبيل الكمون أو خسارة الرزم أو الصبيب الأقصى المتسق بين المستعمل النهائي والمخدِّم).
- في حال جمع البيانات الخاصة بالتطبيق، يصبح أسلوب الجمع تدخلياً.

ولمواجهة التحديات، يمكن النظر في التقنيات التالية:

- بينما لا تسمح جميع المنصات بالقياسات المنفعلة، تقتضي الضرورة تقييم ما إذا كان استبعاد هذه المنصات يؤثر كثيراً على نتائج مؤشرات جودة الخدمة.
- اعتماد نهج هجين (أي الأساليب النشطة والمنفعلة) للحصول على نظرة شمولية على جودة الخدمة من طرف إلى طرف.
- التأكد من إبلاغ المستعملين النهائيين بأنواع البيانات التي ستجُمع ومن موافقتهم على المشاركة في حملة التعهيد الجماعي.

2.7 أساليب الشروع في جمع بيانات التعهيد الجماعي

في الحالات التي يُطلب فيها من المستعمل النهائي البدء في جمع البيانات عمداً، تصنَّف الاختبارات على أن المستعمل النهائي بدأها. ومن ناحية أخرى، إذا حدث جمع البيانات برمجياً من خلال قواعد البدء المحددة مسبقاً، يصنَّف على أنه مؤتمت.

1.2.7 القياسات التي يبدأها المستعمل النهائي

يتطلب هذا النهج من المستعمل النهائي بدء الاختبار وعادة ما تقدَّم نتائج الاختبار المستهَل للمستعملين النهائيين.

أ) الفوائد

هذا النوع من نهج التعهيد الجماعي يجلب الفوائد التالية:

- يبدأ المستعملون النهائيون الاختبار مما يعني أنهم يوافقون على جمع البيانات خلال فترة الاختبار، ومما يجعله أكثر شفافية.
- بدء المستعملين النهائيين يقدم للمستعملين خياراً لإجراء المزيد من الاختبارات ومواصلة جمع البيانات لفترات أطول بموجب الموافقة، مما قد يؤدي إلى مزيد من المعلومات المجمعة عن الأداء من طرف إلى طرف وظروف القياس (مثل موقع الجهاز واستعماله).
- يُمنح المستعملين النهائيين التحكم في الظروف لإجراء الاختبارات (أي موقع المستعمل النهائي وحالة الشبكة).
- يمكن للمستعملين النهائيين إجراء تقييم لجودة الخدمة للشبكات والحصول على نتائج الاختبار بعد الاختبار، مما يرفع وعي المستعملين النهائيين بحالة الشبكة خلال تلك الفترة الزمنية.
- تسمح الاختبارات التي بدأها المستعمل النهائي بإدخال أسئلة الاستطلاع التي يمكن أن تقدم معلومات إضافية عن توصيل المستعمل النهائي بالإنترنت أو عن دوافع الاختبار.

ب) التحديات

إن الاعتماد على إجراءات المستعملين النهائيين لبدء الاختبار قد يفرض التحديات التالية:

- نظراً لأنه يعتمد على تفاعل المستعملين النهائيين، فقد يكون عدد العينات التي تجُمع أقل بكثير.
- قد يؤدي إلى بعض التحيز بوجود مجموعة (مجموعات) محددة من المستعملين النهائيين المهتمين بنتائج تقييم جودة الخدمة. فعلى سبيل المثال، قد يميل المستعملون النهائيون إلى القيام بجمع البيانات عندما يواجهون صعوبات في النفاذ إلى بعض التطبيقات. وثمة تحيز ممكن آخر يتعلق بالفترات اليومية التي يحدث فيها الجمع، إذ لا توجد جدولة زمنية.
- قد يكون التأثير على البيانات المجمعة أسهل على الأطراف الخبيثة مقارنة بالاختبارات المؤتمتة لأن للمستعمل النهائي سيطرة أكبر على الظروف التي يحدث فيها القياس.
- عند استعمال أسئلة الاستطلاع، ينبغي التفكير في وضع الاستطلاع وما إذا كان اختيارياً أم شرطاً لإجراء الاختبار. وقد يؤدي وضع الأسئلة بعد الاختبار إلى تأثر الإجابات بنتيجة الاختبار، بينما قد يؤدي وضع الأسئلة قبل الاختبار إلى ردع الاختبار أو تشجيع الإجابات العشوائية – خاصةً إذا تعذر تجاهل الأسئلة.

2.2.7 القياسات المؤتمتة

يمكن إجراء جمع البيانات المؤتمت دون الحاجة إلى تدخل المستعمل النهائي سواء كتطبيق مستقل أو عن طريق حلول مضمَّنة ضمن تطبيقات أو أجهزة عتاد أخرى. وتمكن جدولة الاختبارات زمنياً لتعمل بانتظام أو يصار تشغيلها بناءً على خوارزميات معينة أو قواعد محددة.

أ) الفوائد

فيما يلي بعض فوائد هذه النُهج:

- يمكن تحديد الفترات الزمنية لجمع البيانات ومواقعه. وقد ينتج عن ذلك عدد أكبر من العينات، مما قد يسهل إنجاز التحقق الإحصائي.

ب) التحديات

قد يفرض جمع البيانات المؤتمت التحديات التالية:

- قد لا يكون المستعملون النهائيون على دراية كاملة بتواصل عملية جمع البيانات.
- لا تسمح جميع المنصات بقياسات خلفية مؤتمتة.

تقدم الاختبارات التي تجرى بشكل مستقل تحكماً أكبر للكيان الذي يصمم الاختبارات، مما يمكِّن تحديد تواتر الاختبارات والمنطقة الجغرافية التي ستجرى فيها، وهو أمر بعيد المنال بالنسبة للإعدادات التي تعتمد كلياً على اختبارات يستهلها المستعمل النهائي.

ويقدم الجدول 1 ملخصاً للفقرتين 1.7 و2.7.

الجدول 1 – فوائد وتحديات النوعين والأسلوبين المختلفين لبدء جمع بيانات التعهيد الجماعي

		أسلوبا بدء جمع بيانات التعهيد الجماعي	
		يستهله المستعمل النهائي	**المؤتمت**
نوعا جمع بيانات التعهيد الجماعي	**النشط**	**الفوائد** – يُنظر إليه على أنه أكثر شفافية – رفع وعي المستعمل النهائي – التقييس المحتمل للاختبارات النشطة – منصات متعددة – قابل للتشكيل لتقليد سلوك الخدمات – يمكن تصميمه لتقديم تقدير للأداء من طرف إلى طرف خلال فترة الاختبار	**الفوائد** – قد يحتوي على عدد أكبر من العينات – التقييس المحتمل للاختبارات النشطة – منصات متعددة – قابل للتشكيل لتقليد سلوك الخدمات – يمكن تصميمه لتقديم تقدير للأداء من طرف إلى طرف خلال فترة الاختبار
		التحديات – قد يتعامل مع عدد أقل من العينات – قد يؤدي إلى التحيز – يستخدم موارد إضافية – الزيادة المحتملة في استعمال البيانات – قد تتأثر النتائج بحالة أجهزة جمع البيانات	**التحديات** – يُنظر إليه على أنه أقل شفافية – في بعض الحالات لا تدعمه جميع المنصات – يستخدم موارد إضافية – الزيادة المحتملة في استعمال البيانات – قد تتأثر النتائج بحالة أجهزة جمع البيانات
	المنفعل	**الفوائد** – يُنظر إليه على أنه أكثر شفافية – رفع وعي المستعمل النهائي – قد يحتوي على عدد أكبر من العينات – لا يتطلب مخدِّم اختبار – لا يفاقم ازدحام الشبكة – يقدم مؤشراً عن الأداء من طرف إلى طرف بناءً على الاستعمال الفعلي للمستعملين النهائيين	**الفوائد** – قد يحتوي على عدد أكبر من العينات – لا يتطلب مخدِّم اختبار – لا يفاقم ازدحام الشبكة – يقدم مؤشراً عن الأداء من طرف إلى طرف بناءً على الاستعمال الفعلي للمستعملين النهائيين
		التحديات – قد يتعامل مع عدد أقل من العينات – قد يؤدي إلى التحيز – في بعض الحالات لا تدعمه جميع المنصات – مراقبة مؤشرات محدودة لجودة الخدمة – قد يكون تدخلياً	**التحديات** – يُنظر إليه على أنه أقل شفافية – في بعض الحالات لا تدعمه جميع المنصات – مراقبة مؤشرات محدودة لجودة الخدمة – قد يكون تدخلياً

3.7 متطلبات جمع البيانات التعهيد الجماعي

تقدم هذه الفقرة متطلبات حلول التعهيد الجماعي مثل إجراءات المصادقة ومنهجيات أخذ العينات والجدولة الزمنية وقواعد معالجة البيانات.

1.3.7 أخذ العينات والجدولة الزمنية

يمكن جمع بيانات مؤشرات الأداء الرئيسية (KPI) من مجموعة واسعة من أجهزة جمع البيانات، حسب سعة مخدِّمات الاختبار وتخزينها وجدولتها الزمنية.

ولتقديم التحقق الإحصائي، تقتضي الضرورة حساب عدد العينات الأدنى من خلال النظر في الحد الأقصى للخطأ المقبول المحدد مسبقاً؛ والتوزع السكاني المقدم والاحتمال المرتبط (من قبيل التوزع الغوسي للتقديرات المتوسطة أو ذي الحدين لتقديرات النسبة). ويمكن العثور على مراجع بشأن كيفية الحصول على حجم العينة وتوزعها جغرافياً في الملحق A بالتوصية [ITU-T E.806].

وبالإضافة إلى عدد العينات الأدنى، يجب أن تراعي خطة أخذ العينات إمكانية تجنب النتائج المتحيزة بأمان. وبالتالي، يوصى للكيان المسؤول عن جمع البيانات التحقق مما إذا كان الأصل الجغرافي للعينات متوافقاً إحصائياً مع انتشار السكان المستهدفين، بما يمثل جودة الخدمة الفعلية المقدمة إلى المستعملين النهائيين.

ومع ذلك، إذا لزم الأمر، تمكن أيضاً مراعاة توزع العينات الجغرافي و/أو الزمني في المنهجية الإحصائية. فعلى سبيل المثال، وحسب هدف الحملة، قد يدعو المنطق إلى قصر أخذ العينات على فترات الحركة العالية، فضلاً عن جمع عدد أكبر من العينات في المناطق الجغرافية ذات كثافة المستعملين النهائيين العالية. وبالتالي، لعل الأنسب أن تحدَد خطة أخذ العينات لكل مشغل مع مراعاة توزع قاعدة المستعملين النهائيين. وفي حالات أخرى، قد يُنظر في جمع كمية أكبر من العينات في فترات الحركة المنخفضة أو المناطق ذات الكثافة المنخفضة لتقديم حجوم عينات أكبر مقارنة بمجموعات العينات الممثلة تمثيلاً زائداً.

وباختصار، يوصى بتحديد عدد المستعملين النهائيين الأدنى الذين تراد مراقبتهم بشكل دوري وعشوائي. وكلما زاد عدد المستعملين النهائيين المدرجين في خطة جمع البيانات حسب التوزع الزمني والجغرافي، زادت دقة تقييم التقارير وصياغتها.

ومع ذلك، نتيجة لبيئة الاختبار غير الخاضعة للرقابة، يجب أن تعالجَ البيانات المجمعة من التعهيد الجماعي بعد ذلك لتجاهل نتائج الاختبار الناشزة. وتحدث مثل هذه النتائج، على سبيل المثال، بسبب تأثير جداول الاختبار الزمنية خلال ساعات الانشغال، وتغييرات المستعملين النهائيين في الخطة المتعاقد عليها، والخطط التجارية ذات القيود، والتغيرات في تكنولوجيا النفاذ، من بين أسباب أخرى. وفي حال حدوث مثل هذه التغييرات، يجب أن تلتزم المجموعة المتبقية من العينات، بعد تطبيق قواعد التجاهل، بمتطلبات التحقق الإحصائي (عدد العينات وخطأ التقدير والتوزع الجغرافي/الزمني).

ويمكن استعمال نهج أخذ العينات لحساب حجم العينة (عدد العينات الأدنى) بشأن خطأ تقدير محدد مسبقاً عندما يكون هناك تحكم معين في جمع بيانات التعهيد الجماعي. فعلى سبيل المثال، في حملة اختبار التعهيد الجماعي، تمكن معرفة التوزع الجغرافي للعينات إلى حد معين في حال التخطيط لها مسبقاً.

ولكن في حالات أخرى عندما يكون التحكم محدوداً في التوزع الجغرافي/الزمني، قد لا تكون النتائج ذات صفة تمثيلية وقد تسبب انحيازاً كبيراً في مؤشر الأداء الرئيسي المقدر. فعلى سبيل المثال، عند النظر إلى نتائج مدينة بأكملها، قد يحدث أن تأتي غالبية العينات من حي واحد. وفي هذه الحالة، قد تكون النتائج ممثلة لذلك الحي ولكن ليس المدينة بأكملها.

وعند التخطيط لحملة اختبار، يجب أن تؤخذ في الاعتبار الصفة التمثيلية للنتائج إحصائياً. ولهذه الغاية، توجد صيغ إحصائية محددة جيداً يمكن استعمالها لاشتقاق خطأ التقدير لمجموعة من العينات. وتعرض الفقرة 2.1.A من الملحق A بالتوصية [ITU-T E.806] مراجع للصيغ العامة لأخذ العينات العشوائي البسيط ويمكن استعمالها للحصول على تقييد خطأ التقدير لحجم عينة معين (عدد العينات) ومستوى الثقة والنظر في المتوسط والانحراف المعياري لمعلمة الرصد (سرعة التنزيل/الرفع، والكمون، وما إلى ذلك). ولكن للوقوف على مدى الصفة التمثيلية لمجموعة عينات من منطقة جغرافية، يجب حساب خطأ تقدير التوزع المكاني للعينات. ويقدم أخذ عينات التقسيم الطبقي الصيغ اللازمة لتقدير الصفة التمثيلية الجغرافية (انظر الفقرة 2.1.A من الملحق A بالتوصية [ITU-T E.806] والمرجع [b-Scheaffer] للاطلاع على صيغ أخذ العينات الطبقية).

وفي التقسيم الطبقي، يجب تقسيم منطقة جغرافية (من قبيل مدينة) قيد الدراسة إلى طبقات أو مجموعات من المساحات الجغرافية. وستتسم كل مجموعة بخصائص مختلفة، ويمكن استنتاج مدى الصفة التمثيلية لمجموعة من المساحات (بواسطة عينات بيانات التعهيد الجماعي) لمنطقة بأكملها.

ولتحقيق ذلك، يمكن تطبيق تقنية حاويات التجزئة لتقسيم منطقة معينة إلى مناطق أصغر. ويمكن اختيار مقاس هذه الحاويات حسب مقاس المنطقة قيد الدراسة (عشرات أو مئات الأمتار، km). وبمجرد إنشاء حاويات التجزئة، يجب تصنيفها في إحدى الطبقات. وأخيراً، يمكن استعمال صيغ أخذ عينات التقسيم الطبقي لتقدير عدد الحاويات الأدنى اللازم للتمثيل الإحصائي للمنطقة. ويعرض التذييل I مثالاً عددياً لتوضيح نهج التقسيم الطبقي هذا.

وباستعمال التقنيات المذكورة أعلاه، يمكن تقدير عدد الحاويات الأدنى (أخذ العينات التقسيم الطبقي) مع حجم العينة المطلوب (أخذ العينات العشوائي البسيط) الذي يضمن خطأ تقدير معين. ولكن عندما تأتي بيانات التعهيد الجماعي من الاختبارات التي بدأها المستعمل أو من جمع البيانات المنفعل، لا توجد إمكانية للتخطيط مسبقاً، مما ينتج عنه حاويات بدون قياسات و/أو بعدد قياسات أقل من اللازم (بمستوى ثقة أقل من 95%) و/أو في حاويات ذات قياسات عالية التركيز. لذلك، تدعو الحاجة إلى أدوات إحصائية لحساب خطأ التقدير من مجموعة من العينات عندما يتعذر التخطيط/الجدولة الزمنية.

وفي هذه الحالة، يمكن أيضاً الحصول على العكس من الصيغ؛ إذ يمكن حساب خطأ التقدير من عدد الحاويات التي تحتوي على عينات في مدينة معينة. يمكن أن يتمثل أحد النُهج في إسناد أوزان مختلفة للحاويات غير المكتظة بالسكان/المزدحمة بالسكان بحيث تأخذ النتائج في الحسبان العدد المختلف للقياسات التي يمكن أن ترد في كل حاوية.

وباختصار، نظراً للتحديات المرتبطة بالتوزع الجغرافي لعينات التعهيد الجماعي، في حال تجميع النتائج لمدينة/منطقة، يجب إجراء تحليل إحصائي لفهم موثوقية العينات من حيث خطأ التقدير المصاحب ومستوى الموثوقية، على سبيل المثال.

2.3.7 معالجة البيانات

في هذه الفقرة، تحدَد اعتبارات المعالجة المناسبة للبيانات لإنتاج تحليل موثوق.

وستختلف مجموعات البيانات وفقاً لكيفية جمع البيانات. وستختلف أهداف التحليلات أيضاً. ولهذه الأسباب لا يمكن حظر أي إجراء. ولكن يستفاد من إلقاء نظرة على أنواع خطوات المعالجة وبعض الأمثلة على كل منها.

وفيما يلي بعض فئات خطوات المعالجة التي تحدَدت:

- الاصطفاء
- التصنيف
- التجميع

وقد تتكون طريقة المعالجة النمطية من مجموعة من خطوات الاصطفاء، متبوعة بمجموعة من خطوات التصنيف ثم التجميع النهائي؛ ولكن يمكن أيضاً أن تتداخل خطوات الأصناف المختلفة.

1.2.3.7 الاصطفاء

يمكن استعمال عمليات الاصطفاء لإزالة البيانات المتكررة أو غير الموثوق بها أو غير ذات الصلة والتي ينبغي استبعادها على الفور من التحليل. وتشمل الأمثلة ما يلي:

- بيانات مكررة
- بيانات لم تجُمع خلال فترة العينة الجاري فحصها، أو تلك التي ليس لها وقت قراءة صحيح
- بيانات ليست ضمن الحدود الجغرافية الجاري فحصها أو تلك التي ليس لها قراءة موقع

وحسب حالة الاستعمال، قد تدعو الحاجة إلى مزيد من المراشيح. فعلى سبيل المثال، في الاختبارات النشطة، قد تُستصوب إزالة الاختبارات حيث يرجَّح أن يمنع أو يقيد نظام تشغيل الجهاز أو تفضيلات مستعمل الجهاز النفاذ إلى الشبكة – ومثال ذلك عندما تفعيل أسلوب توفير القدرة أو أسلوب الاستعمال على متن طائرة؛ أو حيثما يعطل المستعمل البيانات يدوياً.

1.1.2.3.7 اصطفاء سلوك الاختبار الشاذ

ثمة هدف اصطفائي آخر يستحق مناقشة خاصة هنا. وعلى النحو المذكور في الفقرة 1.2.7، قد تحاول أطراف خبيثة التأثير على النتائج، بتصرفات من قبيل تعمُّد إجراء الاختبارات في مواقع زمانية مكانية يعرفون أنها ستؤدي إلى نتائج اختبار إيجابية، أو في غيرها التي يعرفون أنها رديئة. ويمكن عزل هذه البيانات من خلال تحديد الأجهزة ذات أنماط الاختبار غير العادية، مثل كثرة عدد الاختبارات، أو إنتاج نتائج غير نمطية.

وإذ يمكن تطبيق التقنيات المؤتمتة هنا، قد تتطور محاولات التأثير على البيانات لتجنب المراشيح التي تتطلب تحليلاً تكيفياً. وعلى وجه الخصوص، في حال وجود تقارير عامة متكررة ومفصّلة عن نتائج التعهيد الجماعي، قد يتمكن المستعملون من معرفة ما إذا كانت محاولاتهم للتأثير على النتائج قد نجحت ومدى نجاحها. وإذا رأى المستعمل نبذ محاولاته بالاصطفاء، فقد يطور إستراتيجيته. وبالنسبة لحملات التعهيد الجماعي الطويلة أو المستمرة المقرونة بالتقارير العلنية، من الواقعي توقُّع حاجة التدابير إلى تطوير مستمر عند اكتشاف تدابير مضادة.

ولا يصمَم سلوك الاختبار الشاذ دائماً للتأثير على النتائج الإجمالية. فقد يكون لدى المستعملين أهداف شخصية لاستعمال تطبيقات تعهيد جماعي تؤدي إلى إنتاج أنماط غير عادية من البيانات. فقد يرغب المستعمل مثلاً في تقديم دليل لإعفائه من العقد عن طريق اختيار الأماكن في منزله التي تكون البيانات فيها بطيئة للغاية، وإجراء الاختبارات وأخذ لقطات الشاشة. وفي المقلب الآخر، قد يرغب المستعملون في نشر أدلة عبر الشبكات الاجتماعية على مدى جودة سرعاتهم، مما يدفعهم إلى تفضيل الاختبار في الأماكن التي يلمسون فيها تجربة أفضل للشبكة.

ومن خلال استطلاع المستعملين بشأن دوافعهم للاختبار ضمن وكيل التعهيد الجماعي (انظر الفقرة 1.2.7)، قد يتسنى نبذ مثل هذه الحالات بالاصطفاء. ويُقترح أن يكون هذا الاستطلاع بسيطاً وقصيراً واختيارياً، لتشجيع المشاركة العالية (وأن يتموضع بحيث يرى العديد من المستعملين السؤال: "ابدأ الاختبار بإخبارنا لماذا تجري الاختبار اليوم" ويجيبون عليه) ولمنع انخفاض عدد الاختبارات التي يمكن توقعها في حال إجراء الاستطلاع كشرط مسبق للاختبار. وحتى في حال عدم إجابة معظم المستعملين على هذا السؤال، إذا جُمعت إجابات كافية، يمكن استعمالها كمجموعة تدريب لتحديد دوافع المستعمل بشكل عام.

2.2.3.7 التصنيف

التصنيف هو السعي إلى تحسين البيانات أو تصحيحها لإعدادها لمزيد من المعالجة. وتتضمن خطوات التصنيف التي يحتمل أن تكون مفيدة ما يلي:

- **رسم خارطة ارتباطات معرف الشبكة:** يمكن لشبكات الاتصالات المتنقلة في بعض الأحيان إذاعة أسماء شبكات مختلفة أو العمل باستعمال رموز شبكة اتصالات متنقلة (MNC) متعددة. وفي هذه الحالة، قد يستفاد من رسم خارطة ارتباطاتها بمعرف واسم متعارف عليه. ويجدر بالذكر أن عناية خاصة ينبغي إيلاؤها للحالات التي يمثل فيها الرمز الدليلي لبلد الاتصالات المتنقلة (MCC) الخاص ببطاقة SIM بلداً مختلفاً عن البلد الذي يمثله الرمز الدليلي للشبكة الموصولة، وحسب التحليل الذي يجرى، قد يكون من المناسب إزالة نتائج التجوال الدولي هذه.
- **تصحيح وقت القياس:** نظراً لإمكانية ضبط الوقت يدوياً في أجهزة المستعمل النهائي، فقد لا يكون الوقت الذي أبلغ عنه الجهاز موثوقاً. ويمكن تطبيق التصحيحات عندما يختلف حساب الجهاز لبيانات الوقت المرسَلة بشكل ملحوظ عن القيمة الموثوقة في مخدِّم التجميع.
- **التشفير الجغرافي:** يمكن تخصيص معرفات الموقع لإحداثيات الموقع في شكل خطوط الطول والعرض، ويمكن أن يكون ذلك باستعمال مؤشر مكاني تراتبي، أو مجموعة محددة من المضلعات تمثل المدن والمقاطعات على سبيل المثال.

3.2.3.7 التجميع

تأخذ خطوات التجميع مجموعة من نتائج الاختبار الفردية. وعادة ما تصطفى وتصنَّف وتُستعمل لإنتاج إحصاءات موجزة نهائية.

وسيعتمد التجميع المختار بشدة على التحليل. العوامل التي تنبغي مراعاتها:

- هل ينبغي تجميع النتائج أولاً على مستوى مستعمل الجهاز؛ ثم يُحسب المتوسط منها؟ وتميل استراتيجية "لمستعمل واحد صوت واحد" هذه إلى منع تأثر النتائج المفرط بأجهزة المستعمل التي تبلغ عن المزيد من عينات البيانات.
- هل إعادة ترجيح البيانات ضرورية على أي مستوى آخر – جغرافياً أو زمنياً؟

وفيما يتعلق بهذه النقطة الثانية، يقدم التذييل I مثالاً على كيفية تطبيق أخذ عينات التقسيم الطبقي الجغرافية في سياق الخدمة المتنقلة.

ويجدر بالذكر أن جميع الكيانات المشاركة في جمع البيانات ومعالجتها، أي كيانات البائعين والمشغلين والمنظمين، يجب أن تلتزم بتشريعات حماية البيانات المقابلة. ولذلك صلة بمعالجة البيانات لأن التجميع كثيراً ما يتطلب معرفات فريدة لجهاز المستعمل، وفي بعض الأطر القانونية، يشكل وجود مثل هذه المعلومات إلى جانب بيانات الموقع بيانات شخصية.

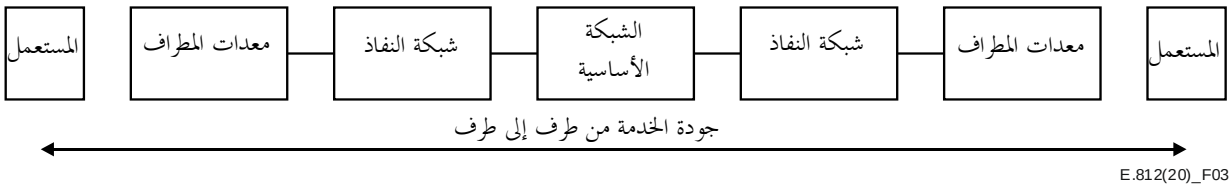
8 سيناريوهات الإعداد

كما ذُكر سابقاً، يمكن تصنيف نهج التعهيد الجماعي على أنه نشط أو منفعل، وكنهج يستهله المستعمل النهائي أو لجمع البيانات تلقائياً. وإلى جانب نهج حلول التعهيد الجماعي، هناك خيارات تشكيل مختلفة لتنفيذ جمع بيانات جودة الخدمة استناداً إلى نهج التعهيد الجماعي. وبهذا المعنى، يجب تحديد سؤالين رئيسيين يتعلقان بسيناريو الإعداد: ('1') الجهاز الذي سيجري فيه تضمين حل التعهيد الجماعي و('2') نقطة الشبكة التي سيوزَّع مخدِّم الاختبار فيها. ومن المهم تسليط الضوء على أن حلول جمع البيانات المنفعلة بالتعهيد الجماعي لا تتطلب مخدِّم اختبار، نظراً لعدم إنشاء حركة أو حمولة اختبار اصطناعية. وللاختبارات التي تبدأ على يد المستعمل النهائي أو بشكل مستقل ميزات محددة يجب أيضاً أخذها في الاعتبار عند تعريف سيناريو الإعداد.

وينبغي وضع هذه التعاريف مع مراعاة المفاضلات المتعلقة بأهداف تقييم جودة الخدمة. وفي هذا الفقرة، يتواصل تحليل خصائص سيناريوهات الإعداد المختلفة لجمع بيانات التعهيد الجماعي في شبكات النطاق العريض الثابت والمتنقل.

1.8 جهاز جمع البيانات

يجوز جمع البيانات في نهج التعهيد الجماعي في أنواع مختلفة من الأجهزة الموزعة في عناصر مختلفة من عملية تقديم الخدمة التي يرد شرحها في نموذج جودة الخدمة من طرف إلى طرف المقدم في التوصية [ITU-T E.800]، والموضح في الشكل 3.



الشكل 3 – نموذج تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف في التوصية [ITU-T E.800]

ملاحظة – تفيد التوصية [ITU-T E.800] بأن التشكيلة الموضحة أعلاه تخص الخدمة التقليدية التي يوجد فيها مستعملين على طرفي التوصيل. وفي هذه التوصية، يستعمل مصطلح المستعمل النهائي للدلالة على المستعمل المبين في الشكل 3.

وبالتالي، عند تقييم جودة الخدمة من طرف إلى طرف، يجب توزيع حل جمع البيانات في المعدات الطرفية للمستعمل النهائي.

وبالنسبة لشبكات النطاق العريض الثابت، هذا يعني أن حل التعهيد الجماعي مضمن في معدات مقر العميل (CPE) أو في جهاز المستعمل النهائي (مثل الأجهزة المتنقلة وأجهزة الحاسوب الشخصية وأجهزة التلفزيون الذكية، وما إلى ذلك). وبالنسبة لشبكات

الاتصالات المتنقلة، يوزَّع الحل في الأجهزة المتنقلة. وتجلب الحلول في الأجهزة تحديات مثل متغيرات البيئة، من قبيل شدة إشارة Wi-Fi حيث يجرى الاختبار، ولهذه المتغيرات تأثير على النتائج التي جُمعت.

ويمكن أن تكون الحلول الموزعة في الأجهزة المتنقلة، على سبيل المثال، تطبيقات مخصصة لتقييم الجودة، يقدمها بشكل عام باعة متخصصون. ومن ناحية أخرى، يمكن تضمين الحل في تطبيق معين، مثل تطبيق خدمات العملاء الخاص بالمشغل (عندما يبني المشغل الحل الخاص به) أو تطبيقات طرف ثالث، مثل الوسائط الاجتماعية والألعاب ومنقحات الصور.

ويمكن أن تكون الحلول الموزعة لأجهزة الحاسوب الشخصية صفحات إلكترونية يمكن للمستعملين النهائيين النفاذ إليها للاختبار، أو تطبيقات الخلفية التي تعمل على متصفحات الويب أو تطبيقات محددة. وعلى وجه التحديد، بالنسبة لسيناريوهات النطاق العريض الثابت، عند وجود حل التعهيد الجماعي في أجهزة المستعملين النهائيين، ترتبط جودة الخدمة الجاري تقييمها بهذا الجهاز، وبالتالي، هناك قيود بسبب الخصائص التقنية للجهاز وقيود في تكنولوجيا التوصيل (مثل Wi -Fi أو الإثرنت). من ناحية أخرى، في حال تضمين الحل مباشرة في معدات مقر العميل، فإن معلومات جودة الخدمة تبين الخدمة المقدمة في منظور إجمالي.

2.8 توزيع مخدِّم الاختبار

تؤثر المخدِّمات المستعملة لاستضافة الاختبارات النشطة تأثيراً قوياً على النتائج وبالتالي ينبغي اختيارها بعناية. ويتمثل المنطلَق الجيد في النظر في أنواع استضافة المخدِّم، ويرد في الجدول 2 ملخص غير شامل لاستضافة المخدِّم المستعملة على نطاق واسع.

الجدول 2 – مقارنة بين خيارات استضافة مخدِّم الاختبار

نوع استضافة المخدِّم	الخصائص	الخدمات النمطية
نقطة حضور الشبكة (PoP)	توجد المخدِّمات في البنية التحتية للشبكة لمقدمي الخدمة أو الكيان الموصول (من قبيل الجامعات أو المؤسسات الخاصة أو الوكالات الحكومية)، ويُفترض قربها من المستعمل النهائي. وصُممت مخدِّمات الاختبار المستضافة هنا لاختبار أداء شبكة النفاذ.	استضافة: – الملفات – المواقع الإلكترونية
شبكة إيصال المحتوى (CDN)	عادةً ما توزَّع موارد المحتوى عبر مئات أو آلاف العقد عبر الإنترنت وهي مصممة لخدمة المحتوى. وشبكة CDN هي شكل من أشكال الحوسبة بدون مخدِّم وقد يكون لها عدة طبقات، ويخزَّن المحتوى الذي يتكرر النفاذ إليه مؤقتاً في العديد من عقد الحافة. وتسمح بعض شبكات CDN بإنشاء تطبيقات معينة يمكن استعمالها لإجراء الاختبارات.	توزيع: – الإشارة الفيديوية والسمعية حسب الطلب – ثنائيات تطبيقات الاتصالات المتنقلة – محتوى الموقع الإلكتروني (صورة، نص، ملفات JavaScript، وما إلى ذلك.)
خدمات الحوسبة السحابية	عادةً ما توزَّع موارد الحوسبة على بضع عشرات من المواقع عبر الإنترنت وهي مصممة لدعم مجموعة واسعة من الخدمات التي تتطلب موارد حوسبة قابلة للتوسيع. ويتضمن هذا النوع من استضافة المخدِّم أيضاً نماذج حوسبة الحافة التي تقدم مخدِّمات أصغر في عدد أكبر بكثير من المواقع عادةً للتطبيقات التي تتطلب كموناً أقصر.	استضافة: – التطبيقات المستندة إلى الحوسبة السحابية – قواعد بيانات – محركات الألعاب – مكالمات OTT فيديوية، مكالمات OTT صوتية جماعية – خدمات إنترنت الأشياء (حوسبة الحافة) – الألعاب السحابية (حوسبة الحافة)

بالإضافة إلى ذلك، فإن التوصيلية من المستعمل النهائي مع مخدِّم (مخدِّمات) الاختبار تؤثر أيضاً على الخصائص المقيسة. ويمكن توزيع مخدِّمات الاختبار في شبكة المشغل (على الشبكة) أو خارجياً لتلك الشبكة (خارج الشبكة). وترد مقارنة بين أنواع النفاذ إلى المخدِّم في الجدول 3.

الجدول 3 – مقارنة بين أنواع النفاذ إلى المخدِّم

نوع النفاذ إلى المخدِّم	أنواع استضافة المخدِّم	الخصائص
على الشبكة	– مقدم الخدمة للمستعمل النهائي – مخدِّمات التخزين المؤقت لشبكة CDN – مخدِّمات التخزين المؤقت لحوسبة الحافة في خدمات الحوسبة السحابية	مفيد لوضع مقاييس شبكة النفاذ في نصابها، أو للخدمات الرائجة أو المستعملة بشكل متكرر خارج الشبكة
خارج الشبكة	– كيان موصول (مثل الجامعات أو المؤسسات الخاصة أو الوكالات الحكومية) – مقدمو الخدمة بخلاف المقدم للمستعمل النهائي – شبكة (شبكات) CDN – خدمات الحوسبة السحابية	مفيد لوضع المقاييس في نصابها لجميع أنواع خدمات الشبكة ومواقعها، سواء كانت أو لم تكن رائجة.

سيوضح ملف تعريف الشبكة وخدمات البيانات التي يَنفذ إليها المستعمل النهائي على شبكة معينة النسبة التي ينبغي بها استعمال القياسات إلى المخدِّمات على الشبكة أو خارج الشبكة. ويجوز أن يختار المنظمون ملفات تعريف بيانات الشبكة بما يتوافق مع احتياجاتهم. وفي الحالات التي توجد فيها عدة مخدِّمات اختبار، قد تكون هناك خيارات لانتقاء مخدِّم الاختبار تلقائياً أو يدوياً. وعند الانتقاء التلقائي لمخدِّم (مخدِّمات) الاختبار، يتمثل أحد الخيارات في انتقاء مخدِّم (مخدِّمات) قريب من المستعمل النهائي، مما يضمن تضمين عدد أقل من مقاطع الشبكة، وبالتالي قياس أصح لشبكة النفاذ. من ناحية أخرى، يسمح الاختيار اليدوي للمخدِّم بقياس النفاذ إلى كيان معين.

ويتضح أن توزيعات المخدِّم لقياس ذي صفة تمثيلية لجودة الخدمة تختلف باختلاف الخدمة محل الاهتمام. وعلى النحو المذكور في الفقرات السابقة، يمكن أن تصمَم الاختبارات النشطة الخاصة بخدمات مختلفة، فيما يتعلق بالمخدِّمات، وقد يعني ذلك أن اختبار الفيديو عند الطلب من شأنه أن يبث البيانات تدفقياً من شبكة CDN التي تستعملها خدمات الفيديو الرائجة بينما يتواصل اختبار الألعاب متعددة اللاعبين مع مخدِّم سحابي يشيع استعماله في محركات الألعاب.

وعند اعتبار شبكات CDN كمخدِّمات اختبار، تنبغي ملاحظة نقطتين أخريين:

- قد يخزَّن المحتوى الذي يروج النفاذ إليه في ذاكرة تخزين مؤقت أقرب إلى المستعملين النهائيين من المحتوى الأقل رواجاً. وبالتالي، قد يقوم الاختبار النشط في البداية بتنزيل ملف مخزن مؤقتاً في عدد قليل فقط من عقد CDN، ولكن بمجرد تشغيل الاختبار مرات عديدة، يمكن توزيع الملف على المزيد من العقد والبدء في تنزيل أسرع. ومن خلال السماح بفترة إحماء لأي حل تعهيد جماعي جديد، يمكن تجنب نقاط التغيير هذه.
- تعد اختبارات التوزيع الدينامي لعناوين بروتوكول الإنترنت (IP) وبروتوكول نقل النصوص التشعبية الآمن (HTTPS) أكثر تحصناً ضد مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة الذين يتعاملون بشكل غير عادل مع حركة الاختبار. وكتوضيح، إذا كان الاختبار الذي يبث الفيديو تدفقياً يستعمل عنوان IP ساكناً معروفاً لمشغلي الشبكة، يمكن للمشغل الذي يخنق حركة الفيديو إزالة الاختناق لهذا الاختبار حصراً، وباستعمال بروتوكول HTTPS وعناوين IP الساكنة يصبح هذا التلاعب أصعب بكثير.

ولقياس جودة الخدمة من طرف إلى طرف، قد لا يكفي الاختبار قياساً بالمخدِّمات المستضافة في بعض المواقع المحايدة (من قبيل تلك المرتبطة بنقاط تبادل الإنترنت (IXP)) نظراً لأن معظم حركة الشبكة قد لا تعبر هذا المسير. وقد يؤدي هذا النهج لقياس جودة الخدمة من طرف إلى طرف إلى إدخال عوامل خارجة عن السيطرة المباشرة لمشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة. وفي مثال الفقرة السابقة، قد تكون أقرب المخدِّمات المستعملة للألعاب الرائجة المتنقلة عبر الإنترنت موجودة في بلد آخر غير البلد قيد الدراسة، وبالتالي ستساهم جودة الوصلات الدولية (والمسافة التي تغطيها) في قياس جودة الخدمة.

ولاختتام هذه الفقرة، نظراً للتنوع الكبير في الخدمات التي يَنفذ إليها المستعملون النهائيون والتنوع المقابل في النقاط الطرفية لهذه الخدمات، يُنصح بالتركيز على عدد قليل من الخدمات الأساسية، لا سيما تلك التي تحظى بشعبية وتتطلب أداء جيداً من طرف إلى طرف. وبالنسبة لهذه الخدمات، يمكن تصميم قياسات لالتقاط جودة الخدمة من طرف إلى طرف على وجه التحديد. ويتضمن ذلك انتقاء توزيع مخدِّم (أو مجموعة توزيعات مخدِّم) يتطابق بشكل وثيق مع ذلك الذي تستعمله الحركة الحقيقية لتلك الخدمة.

9 مبادئ توجيهية إضافية للمنظمين

تحدد هذا الفقرة مبادئ توجيهية إضافية للمنظمين الذين يسعون إلى استعمال قياسات جودة الخدمة القائمة على التعهيد الجماعي.

وقد يقوم المنظم بجمع البيانات الخاصة به، أو يطلب من المشغلين تقديم البيانات أو استعمال حل (حلول) طرف ثالث وفقاً للمبادئ التوجيهية المنصوص عليها في هذه التوصية.

ومن أجل السماح بتفسير النتائج وقابليتها للمقارنة، لا بد من تعريف مناسب واستعمال منهجية مشتركة.

ولضمان حيادية النتائج وقابليتها للمقارنة، يُنصح المنظمون بما يلي:

أ) تحديد لوائح لضمان الشفافية من حيث وصف منهجية أخذ العينات المختارة ومؤشرات جودة الخدمة وحسابها وقواعد معالجة البيانات؛

ب) ضمان عدم التدخل في نتائج جمع البيانات، ومثال ذلك عن طريق إعداد أدوات التعهيد الجماعي لإرسال البيانات بدون مراشيح إلى منصة مركزية، ويفضل أن يكون ذلك في الوقت الفعلي، ومراقبة أي أنماط اختبار تشير إلى محاولات التلاعب في استعمال أداة التعهيد الجماعي؛

ج) إجراء عمليات تدقيق للتحقق من الالتزام بالمتطلبات وبمنهجية الاختبار المعمول بها؛

د) مطالبة مقدمي البيانات بإبلاغ الجهة التنظيمية بالتغييرات في المنهجية (بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، الإعدادات وأخذ العينات وجمع البيانات) للتحقق من صحتها.

وفي حال استعمال حلول التعهيد الجماعي التي ينفذها المشغلون، لضمان إمكانية مقارنة النتائج، يجوز أن تقرر الجهة التنظيمية اعتماد عملية موافقة أو تدقيق قد تشمل التحقق من صحة الحل لسيناريوهات الإعداد المختارة.

ويمكن استعمال إجراءات التحقق لضمان مقارنات موثوقة للنتائج بين المشغلين و/أو المناطق. وبهذا المعنى، فإن الهدف من التحقق هو تقييم حل جمع البيانات وقدرته على توليد عينات بدرجة من الصحة والدقة فيما يتعلق بالمتطلبات المحددة مثل المعايير التقنية وأخذ العينات ومعالجة البيانات ومنهجية الاختبار لجمع البيانات.

ويجوز للجهة التنظيمية أن تطلب من مقدم الخدمة أو بائع الاختبار تقديم دليل تشغيلي يحتوي على منهجية الاختبار المستعملة، وسيناريوهات إعداد الاختبار، والمواصفات التقنية للبيانات المجمعة أو المقاييس المقيسة، وأساليب معالجة البيانات المستعملة.

وإذا كانت هناك معلومات يتعذر الحصول عليها من مجموعة البيانات الخاصة بالجهة التنظيمية أو معلومات قد تنتهي صلاحيتها، فقد يطلب المنظمون من المشغلين توريدها بشكل منتظم.

ملاحظة – قد تتضمن المعلومات غير المتاحة في معدات مقر العميل (CPE)، في حالة النطاق العريض الثابت، بعض المعلومات التعاقدية للمستعملين النهائيين (ويمكن أن تشمل هذه المعلمات السرعة القصوى أو الدنيا أو المضمونة)، ونماذج الأجهزة التي تدعم المعايير التقنية المطلوبة لإجراء القياسات.

التذييل I

مثال عددي لنهج أخذ عينات التقسيم الطبقي في الخدمة المتنقلة

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

في هذا التذييل، أُعد مثال عددي لتوضيح صيغ أخذ العينات باتباع المنهجية الموصوفة في الملحق A بالتوصية [ITU-T E.806] لتقدير الصفة التمثيلية الجغرافية لبيانات التعهيد الجماعي عن الخدمة المتنقلة.

وبافتراض وجوب نشر النتائج بمتوسط سرعة التنزيل/الرفع على أساس كل مدينة، فهذا يعني استعمال بيانات التعهيد الجماعي لاشتقاق المقاييس. وببيانات التعهيد الجماعي من الخدمة المتنقلة، من المهم التحدث عن خطأ التقدير المكاني للعينات. بمعنى آخر، ما مدى تمثيل هذه العينات لمنطقة جغرافية. ونظراً لعدم وجود سيطرة على الأصل الجغرافي للعينات، يمكن تقدير الصفة التمثيلية المكانية إحصائياً.

ولتحقيق هذا التقدير، تقسَّم أولاً كل مدينة إلى حاويات مساحة كل منها 100 m X 100 m (يمكن أن تختلف مساحة الحاويات وينبغي تحديدها حسب مساحة المدن، وما إلى ذلك). ولإنتاج الحاويات، تتعدد نُهج استعمالها بما في ذلك نهج الوسم الجغرافي.

وللتمكن من اشتقاق درجة تمثيل العينات من منظور جغرافي/مكاني، يمكن تقسيم طبقات كل حاوية إلى فئات (طبقات) مختلفة. ويتمثل جانب مهم من التقسيم الطبقي في أن العناصر في كل فئة ستشترك في الخصائص فيما بينها ويمكن أن تختلف عن الفئات الأخرى.

لذلك، في هذا المثال، تتمثل الخطوة الأولى لأخذ عينات التقسيم الطبقي في اختيار معايير من أجل بناء طبقات ثم تصنيف الحاويات وفقاً لهذه المعايير. أما المعيار المختار فهو توزع السكان. ولكن يمكن أن يكون متغيراً آخر ذا صلة في الدراسة مثل كثافة المستعملين وكثافة الأجهزة وما إلى ذلك.

وفيما يلي أحد الأمثلة على استعمال معايير الكثافة السكانية لتحديد الطبقات:

عدد الطبقات	المدى	عدد الحاويات
1	الكثافة السكانية <= 2 000	193 760
2	2 000 < الكثافة السكانية <= 4 000	260 766
3	4 000 < الكثافة السكانية <= 6 000	213 436
4	الكثافة السكانية <= 8 000	306 937
		974 8990

بمجرد تصنيف الحاويات، يمكن تحديد حد خطأ التقدير (B) باستعمال المتغيرات الوصفية المقابلة لكل طبقة (الوسائط، والانحراف المعياري والتباين في سرعة التنزيل، على سبيل المثال).

أخيراً، يمكن الحصول على إجمالي عدد الحاويات التي تمثل، بخطأ تقدير معين، منطقة مشمولة بالدراسة (مدينة في هذه الحالة) باستعمال صيغة أخذ عينات التقسيم الطبقي التالية (الموصوفة في الفقرة 1.1.A من التوصية [ITU-T E .806]):

$$n = \frac{\left(\sum_{i=1}^{L} N_i \sigma_i\right)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^{L} N_i \sigma_i^2} \qquad D = \frac{B^2}{4}$$

حيث

L هو إجمالي عدد الطبقات (المجموعات المستخدمة لتقسيم البلد؛ في حالة التصنيف الحضري والريفي، L = 2)؛

σ_i هو الانحراف المعياري المتوقع للطبقة i؛

N_i هو عدد المناطق الجغرافية في كل طبقة (عدد المناطق المحلية المصنفة كمناطق حضرية أو ريفية)؛

N هو إجمالي عدد المناطق الجغرافية (إجمالي عدد المناطق المحلية في بلد ما)؛

$D = \frac{B^2}{4}$ حيث B هو الحد على خطأ التقدير.

$$n_i = n\left(\frac{N_i\sigma_i}{\sum_{i=1}^{L} N_i\sigma_i}\right) \quad i = 1,2,3$$

حيث

n_i هو عدد المناطق الجغرافية الواجب قياسها في الطبقة i (بالنسبة إلى i = 1 (حضرية)، سيكون n_i هو عدد المناطق الحضرية المطلوب قياسها)؛

n هو إجمالي عدد المناطق الجغرافية التي يراد قياسها (عدد المناطق المحلية الحضرية والريفية الواجب قياسها).

عدد الطبقات	المدى	عدد الحاويات	الانحراف المعياري	الوسائط	التغاير
1	الكثافة السكانية <= 2 000	193 760	5,60	0,66	0,43
2	2 000 < الكثافة السكانية <= 4 000	260 766	5,67	0,43	0,18
3	4 000 < الكثافة السكانية <= 6 000	213 436	5,23	0,56	0,31
4	الكثافة السكانية <= 8 000	306 937	5,32	0,60	0,36
		974 899			

وتتمثل الخطوة التالية، بعد حساب العدد الإجمالي للحاويات الضرورية للحصول على دلالة إحصائية للمدينة، في الحصول على عدد الحاويات الأدنى لتمثيل كل طبقة داخل المدينة.

وكمثال، يُختار الحد على خطأ التقدير B على أنه 0,1. يمكن أيضاً الحصول على هذا المتغير من النتائج السابقة، أو يمكن تثبيته حسب حجم الخطأ المقبول. ويتمثل أحد الأشياء المهمة التي يجب أن تبقى ماثلة في الأذهان في كون الصيغة حساسة للغاية لخطأ التقدير، وبالتالي فإن صغر خطأ التقدير B يعني حجم عينة أكبر. وتمكن أيضاً دراسة سيناريوهات متعددة بإسناد قيم مختلفة لخطأ التقدير B.

وبتطبيق معادلة التقسيم الطبقي، بالحد D = 0,0025، يظهر أن n = 124 حاوية (إجمالي عدد الحاويات) توزَّع بعد ذلك على كل طبقة (n_i هو عدد الحاويات اللازمة في كل طبقة) باستعمال الصيغة الثانية للتقسيم الطبقي أخذ العينات الموصوف في الفقرة 1.1.A من الملحق A بالتوصية [ITU-T E.806]:

$$n_i = n\left(\frac{N_i\sigma_i}{\sum_{i=1}^{L} N_i\sigma_i}\right) \quad i = 1,2,3$$

عدد الطبقات	المدى	n_i
1	الكثافة السكانية <= 2 000	29
2	2 000 < الكثافة السكانية <= 4 000	25
3	4 000 < الكثافة السكانية <= 6 000	27
4	الكثافة السكانية <= 8 000	42
		124

بهذه الطريقة، يمكن تمييز كل مدينة بعدد n من الحاويات على الأقل (الموزعة وفقاً للعدد n_i). وسيكون لنتائج سرعة التنزيل (أو متغير آخر قيد الدراسة) خطأ التقدير B. وبالطبع، يمكن أيضاً الحصول على العكس من الصيغ. ونظراً لأن بيانات التعهيد الجماعي ستتاح مسبقاً، يمكن حساب خطأ التقدير من عدد الحاويات التي تحتوي على عينات في مدينة معينة.

ومن المهم الإشارة أيضاً إلى إمكانية اعتبار كل حاوية صالحة إذا كانت تحتوي على حد أدنى من العينات. وفي هذه الحالة، يمكن استعمال أخذ العينات العشوائي البسيط لاشتقاق حجم العينة هذا بخطأ تقدير مصاحب.

وعند التخطيط لحملة اختبارية، يمكن استعمال الأساليب الثلاثة التالية لحساب حجم عينة الطبقات: التوزيع النسبي والتوزيع الأمثل والتوزيع المختلط.

أ) التوزيع النسبي:

بتوزيع يتناسب مع عدد الوحدات، تتماثل معدلات أخذ العينات في جميع الطبقات:

$$f_h = \frac{n_h}{n} = \frac{N_h}{N}$$

بمعنى آخر، كلما كبرت الطبقة أكبر، كبرت العينة المختارة في هذه الطبقة.

وبالتالي، يؤدي هذا التوزيع إلى خطة أخذ عينات مرجحة ذاتياً حيث يكون لجميع الأفراد الترجيح نفسه $w_k = \frac{n}{N}$.

وهذا يضمن متانة النتائج عند تحليل عدة متغيرات في وقت واحد. وبالإشارة إلى التغايرات، يكون أخذ العينات العشوائي البسيط الطبقي بالتوزيع النسبي أكثر فعالية من أخذ العينات العشوائي البسيط.

ب) التوزيع الأمثل:

يحقق التوزيع الأمثل أو توزيع نيمان (Neyman) الدقة المثلى لمقدِّر إجمالي هذا المتغير الذي يسترعي الاهتمام على مستوى السكان ككل.

ويفترض توزيع نيمان وجوب اختيار عينة أكبر في طبقات كبيرة وفي طبقات عالية التشتت.

لتكن C تكلفة الاستطلاع، حيث:

$$C = \sum_{h=1}^{H} n_h \times c_h$$

حيث n_h حجم طبقات h وc_h هي تكلفة الوحدة في طبقات h.

عندئذ:

$$n_h = \frac{N_h \times S_h}{\sqrt{c_h}} \cdot \frac{C}{\sum_{h=1}^{H} N_h \cdot S_h \cdot \sqrt{c_h}}$$

حيث N_h هو حجم سكان طبقات h وS_h هو تغاير الطبقة.

ج) التوزيع المختلط:

يمكِّن هذا البدل الجمع بين مزايا الأسلوبين السابقين وبالتالي ضمان المتانة بتكلفة منخفضة.

مع كون:

$$n = \alpha n_{prop} + (1 - \alpha) n_{opti}$$

وعادةً $\alpha = {}^{1}/_{2}$

التذييل II

حالات الاستعمال لنهج التعهيد الجماعي

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.II أمثلة على حالات الاستعمال الممكنة

تكثر إمكانات استعمال نهج جمع البيانات من خلال التعهيد الجماعي في سياق قياسات جودة الخدمة من طرف إلى طرف. وهذا يشمل على سبيل المثال لا الحصر تلك المبينة في الجدول 1.II.

الجدول 1.II مجالات تطبيق نهج التعهيد الجماعي في حالات الاستعمال

مجالات التطبيق	نوع جمع بيانات التعهيد الجماعي	شبكات الاتصالات الثابتة/المتنقلة
تغطية الشبكة	المنفعل	المتنقلة
مراقبة الأداء وقياسه المقارَن	النشط والمنفعل	الثابتة والمتنقلة
التحقق من الشكاوى	النشط	الثابتة والمتنقلة
التحقق من الالتزام بالترخيص	النشط	الثابتة والمتنقلة
تخطيط الشبكة	النشط والمنفعل	الثابتة والمتنقلة
إعداد الشبكة المثلى		

وبشكل عام، إذا لزم الأمر، يمكن نشر مجالات التطبيق المذكورة أعلاه بالاقتران مع طبقات معلومات الشبكة الأخرى المتاحة (من قبيل النطاقات الترددية، ومواقع محطة القاعدة، وما إلى ذلك). وتشكل حالات الاستعمال أدناه جزءاً من الاستعمالات الممكنة المحددة لنهج جمع البيانات بالتعهيد الجماعي، وتستقي معلومات أيضاً من المرجع [b-CrowdWhitepaper]:

1.1.II تغطية شبكة الاتصالات المتنقلة

تهدف حالات الاستعمال التالية إلى تحديد تغطية شبكة الاتصالات المتنقلة المتاحة في بيئتي الخلاء وضمن المباني:

أ) في الخلاء

1) بنقاط بيانات كافية (تتحدد من خلال مشاركة جماعية)، يمكن تقديم خرائط تغطية باستبانة عالية من كل مشغل اتصالات متنقلة. ويمكن أن يقدم ذلك في الوقت المناسب وبكفاءة منظوراً تفصيلياً لتغطية شبكة كل مشغل متجنباً اختبارات القيادة المكلفة.

2) في حال توفر بيانات ذات صفة تمثيلية، يمكن استعمالها للتحقق من صحة الشكوى وتحديد المناطق الإشكالية فيما يتعلق بجودة الخدمة من طرف إلى طرف.

3) مؤشر توزع المستعملين في المناطق الجغرافية ذات الأهمية. ونظراً لأن بيانات التعهيد الجماعي لمنطقة معينة سيكون لها توزع عينات تزيد فيه نقاط البيانات من مشغلين لديهم المزيد من المستعملين، فيمكن استعمالها كمؤشر لكيفية توزع المستعملين بين مشغلي الشبكة.

ب) ضمن المباني

1) التحقق من صحة الشكوى ضمن المباني.

2) إمكانية تثبيت وتحديد التغطية الضعيفة ضمن المباني من خلال مؤشرات مستوى الإشارة، على الرغم من أن إشكالات مستوى الإشارة ستؤثر أيضاً على دقة الموقع، أو قد تمنع التغطية تماماً (الطوابق السفلية للمرائب تحت الأرض).

3) النفاذ إلى المباني الحيوية المقيدة مثل المستشفيات والمؤسسات العامة.

4) مؤشر توزع المستعملين في المناطق العامة والأحياء التجارية ذات الأهمية الحرجة. ونظراً لأن بيانات التعهيد الجماعي لمنطقة معينة سيكون لها توزع عينات تزيد فيه نقاط البيانات من مشغلين لديهم المزيد من المستعملين، فيمكن استعمالها كمؤشر لكيفية توزع المستعملين بين مشغلي الشبكة.

2.1.II مراقبة الأداء وقياسه المقارَن

أ) من خلال مراقبة مؤشرات الأداء الرئيسية (سواء النشطة أو المنفعلة) أو التفاعل مع المستعمل (عبر ملاحظات المستعمل التقييمية بعد جلسة خدمة مثلاً)، يمكن استعمال بيانات التعهيد الجماعي لتقييم اتجاهات الأداء على مستويات جغرافية مختلفة (البلديات والمدن والمناطق وما إلى ذلك).

ب) يمكن أن تقدم بيانات التعهيد الجماعي المفصلة (في الزمان والمكان) المتعلقة بالنفاذ إلى الخدمة وأسباب إصدار الخدمة تحديداً جيداً للسبب الجذري المحتمل لمشاكل الأداء التي يواجهها المستعملون النهائيون في نسخة معينة من الخدمة في وقت ومكان معين، وأن تقدم المساعدة في إيجاد حل سريع.

ج) إلى جانب التفاعل مع المستعمل عبر الاستطلاعات ومصادر نتائج القياس الأخرى كاختبارات القيادة مثلاً، يمكن أن تعطي مقارنة أكثر موثوقية بين مشغلي الشبكات أو مقدمي الخدمات من حيث جودة الخدمة مقارنة باستعمال بيانات التعهيد الجماعي وحدها.

3.1.II التحقق من الشكاوى

أ) تمكين المستعملين النهائيين والاستجابة لشكاواهم بشأن بطء أداء الإنترنت، وضعف أو غياب تغطية الاتصالات المتنقلة (خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة)، واستحالة إجراء المكالمات، وانقطاع المكالمات، وعدم توفر الإنترنت عبر الاتصالات المتنقلة (على الرغم من وجود تغطية). وتمكن مواصلة التحقيق في كل شيء، وربما التحقق من صحة الشكاوى باستعمال نتائج بيانات التعهيد الجماعي.

ب) بعد تأكيد المشاكل المتعلقة بالشكوى، تمكن الاستفادة من بيانات التعهيد الجماعي أيضاً لوضعها في نصابها واقتراح الحلول المتاحة.

4.1.II التحقق من الالتزام بالترخيص

يمكن أن تتضمن التزامات تغطية الاتصالات المتنقلة لمشغل ما التزامات تنفيذية تتعلق بأمور مثل نسبة السكان أو المنطقة المشمولة بالتغطية في إطار زمني. ويمكن استشفاف هذه الالتزامات من ترخيص المشغل أو من خلال مزاد الطيف. وبوجود نقاط بيانات كافية، يمكن استعمال بيانات التعهيد الجماعي لمراقبة الالتزام بتنفيذ الشبكة من حيث البنية التحتية والطيف. ويمكن إيراد مثال آخر عندما يلتزم مشغل الاتصالات الثابتة بضمان مجموعة من معلمات جودة الخدمة الدنيا للمستعملين النهائيين. ويمكن استعمال بيانات التعهيد الجماعي لمراقبة أداء هذه المعلمات.

5.1.II تخطيط الشبكة

وفقاً للمرجع [b-CrowdWhitepaper] ومدخلات من باعة أدوات تخطيط الشبكة واختبارها، فإن حالات الاستعمال النموذجية للتعهيد الجماعي في تخطيط الشبكة تتمثل فيما يلي:

أ) توسعات و/أو طرح تكنولوجيات جديدة. وفي هذه الحالة، يمكن أيضاً استعمال بيانات التعهيد الجماعي لرسم خارطة النشاط البشري (من حيث التنقل) بالنظر في كيفية تغير توزع المستعمل بمرور الوقت. ويمكن اللجوء إلى تحديد المناطق التي يعلو فيها استعمال البيانات و/أو كثافة المستعملين في نطاق اختيار الموقع الأمثل وكثافة مواقع النشر في الشبكة.

ب) إنشاء نماذج الانتشار وتوليفها بالاقتران مع البيانات الطبوغرافية والمحددة مواقعها جغرافياً. وفي هذه الحالة، تتطلب بيانات التعهيد الجماعي قياسات خصائص الترددات الراديوية من قبيل (على سبيل المثال لا الحصر) مستوى الإشارة أو جودة الإشارة أو استعمال الترددات أو نطاقات التردد. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تكون بيانات التعهيد الجماعي المستعملة لهذا النطاق صحيحة وغير متحيزة وخالية من التلاعب الناتج عن جمع البيانات ويتعين أن تتعمق في التفاصيل (يمكن العثور على المبادئ التوجيهية لمتطلبات جمع البيانات مثل أخذ العينات والجدولة الزمنية والاصطفاء والتصنيف والتجميع في الفقرة 3.7).

ج) إعداد نماذج الحركة المثلى المستعملة في التخطيط.

د) زيادة الربحية على أساس تحسين الجودة (التغطية والكمون والصبيب) مقابل العائد على الاستثمار (RoI).

6.1.II إعداد الشبكة المثلى

يتطلب استعمال بيانات التعهيد الجماعي لإعداد الشبكة المثلى درجة عالية من صحة البيانات ومن التعمق في تفاصيلها. وفي حال ضمان ذلك بعناية، يمكن دعم حالات الاستعمال التالية ببيانات التعهيد الجماعي:

أ) على أساس منتظم (يومي عادة)، اتباع الاتجاهات (حتى الإشارات الضعيفة غير المرئية بواسطة حلول الإشراف القائمة على الشبكة) في الاستعمال وجودة الخدمات المقدمة عبر الشبكة الخاضعة للإشراف، من أجل توقع تحسينات مثل زيادة السعة في المكان والزمان المناسبين.

ب) تحديد الأسباب الجذرية لمشاكل الشبكة: يمكن استعمال بيانات التعهيد الجماعي لاكتشاف مشاكل الشبكة الجغرافية المتعلقة بإصدار الخدمة و/أو التغطية و/أو الصبيب و/أو السعة.

ج) إجراء جمع مخصص لبيانات التعهيد الجماعي عن هدف محدد (من قبيل منطقة جغرافية، أو مجموعة من المستعملين لديهم نفس نموذج الجهاز المتنقل) من أجل اكتشاف مشاكل محددة وإصلاحها بسرعة أكبر.

د) استمثال و/أو تبديل اختبار القيادة المعمى (في أي مكان) والشامل (في كل مكان) المركّز وحسب الطلب (متى وأينما تقع مشكلة)

هـ) تَصوُّر استعمال السعة لخدمات الاتصالات المتنقلة عبر كثافة المستعملين النهائيين ضمن المباني.

و) مراقبة كفاءة حلول إعداد الشبكة المثلى بعد النشر.

2.II أمثلة على مؤشرات جودة الخدمة وحساب حلول التعهيد الجماعي

تُعرض في الجدول 2.II أمثلة على مؤشرات جودة الخدمة المتحصلة من نُهج التعهيد الجماعي وخصائصها. ويمكن تجميع المؤشرات بشكل منفصل لمختلف تكنولوجيات والمشغلين والمناطق والأطر الزمنية.

ومن المهم تسليط الضوء على أن ما استُخلص من استنتاجات من هذه المؤشرات بناء على النتائج يجب أن يأخذ في الاعتبار نوع الحل وسيناريو الإعداد.

الجدول 2.II أمثلة مؤشرات جودة الخدمة

المؤشر		الوصف	الخدمة	ملاحظات
سرعة التنزيل والرفع	الالتزام بالسرعة المتعاقد عليها (في التنزيل والرفع)	النسبة المئوية للاختبارات التي وصلت فيها السرعة المقيسة إلى السرعة المتعاقد عليها، محسوبة في الوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة.	ثابتة	لا يمكن الحصول على هذا المؤشر إلا عند توفر المعلومات عن السرعة المتعاقد عليها. وقد تعطي الحلول التي تطبق معدات مقر العميل (CPE) كجهاز نتائج أكثر ملاءمة، نظراً لأن الاختبار لا يتأثر بقيود توصيل Wi-Fi.
	الالتزام بالسرعة الدنيا المتعاقد عليها (في التنزيل والرفع)	النسبة المئوية للاختبارات التي وصلت فيها السرعة المقيسة السرعة الدنيا المحددة لكل تكنولوجيا (3G، 4G)، محسوبة في الوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة.	متنقلة	لا يمكن الحصول على هذا المؤشر إلا عند توفر المعلومات عن السرعة المتعاقد عليها.
	السرعة النمطية (في التنزيل والرفع)	نتيجة الاتجاه المركزي لسلسلة من اختبارات السرعة، محسوبة في الوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة.	ثابتة ومتنقلة	يمكن أن تطبق الحسابات إحصاءات القيمة المتوسطة أو الوسطى، حسب السلوك الإحصائي للبيانات.
الكمون		ذهاباً وإياباً في سلسلة من اختبارات الكمون (إرسال رزم UDP).	ثابتة ومتنقلة	يمكن أن تطبق الحسابات إحصاءات القيمة المتوسطة أو الوسطى، حسب السلوك الإحصائي للبيانات.
الارتعاش		تغير وقت الذهاب والإياب في سلسلة من اختبارات الكمون (إرسال رزم UDP).	ثابتة ومتنقلة	يمكن أن يطبق الحساب مدىً أو قيماً تقابل المؤشرات المئوية المنخفضة والعالية كإحصاءات موجزة، حسب السلوك الإحصائي للبيانات.
خسارة الرزم		النسبة المئوية لرزم بروتوكول وحدات بيانات المستعمل (UDP) المفقودة أثناء سلسلة من اختبارات الكمون (إرسال رزم UDP).	ثابتة ومتنقلة	يمكن أن تطبق الحسابات إحصاءات القيمة المتوسطة أو الوسطى، حسب السلوك الإحصائي للبيانات.
تكنولوجيا النفاذ إلى الاتصالات المتنقلة (3G، 4G، 5G، وما إلى ذلك.)		رُصدت نقاط البيانات باستعمال تكنولوجيات نفاذ مختلفة إلى الاتصالات المتنقلة.	متنقلة	يمكن أن يطبق الحساب نسبة مئوية أو معدلاً لتكنولوجيا النفاذ المختلفة.

ملاحظة 1 – يمكن أيضاً الحصول على المؤشر المئوي العاشر (منخفض) والمؤشر المئوي التسعين (عال) للمجموعات المختلفة الواردة في الجدول السابق وقد يكونان مناسبين لتكملة المؤشرات المتوسطة والوسطى، من خلال تقديم معلومات عن أسوأ النتائج وأفضلها.

ملاحظة 2 – يمكن استعمال الالتزام بالحد الأدنى من الكمون والارتعاش وخسارة الرزم كمؤشرات تكميلية عند مقارنة النتائج من مختلف المناطق والمشغلين.

ملاحظة 3 – بالنسبة لبعض المؤشرات المجمعة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: خسارة الرزم، والارتعاش والسرعة، يمكن أن يساعد النفاذ إلى معلومات تفصيلية مثل تقسيم الوقت في تكملة القيم المتوسطة. فمثلاً يمكن أن تعطي دورة خسارة الرزم ذات المتوسط المنخفض بتقطع عال تجربة أسوأ للمستعمل من دورة خسارة الرزم ذات المتوسط الأعلى وبتوزع متساوٍ لخسارة الرزم.

3.II أمثلة على قواعد عملية اصطفاء البيانات

يتمثل أحد الجوانب الرئيسية لتقييم جودة الخدمة باستعمال نهج التعهيد الجماعي في التحقق من صحة البيانات المجمعة وتطبيق معايير محددة مسبقاً للموافقة على سجلات البيانات أو رفضها.

وترد أمثلة على هذه المعايير، والمعروفة أيضاً باسم قواعد الإهمال، في الجدول 3.II:

ملاحظة – تقدم الفقرة 2.3.7 مبادئ توجيهية لاعتبارات معالجة البيانات مثل الاصطفاء والتصنيف والتجميع.

الجدول 3.II أمثلة على قواعد اصطفاء البيانات

الحالة المحددة	الوصف	الملاحظات
سجلات مكررة	سجلات تمثل نفس الوقت والجهاز.	
فشل القياس	تشير حقول علامة الفشل إلى فشل إجراء الاختبار.	
تغير ظروف القياس	للاختبارات النشطة التي لا تكتمل على الفور، مثل اختبارات التنزيل، حيث يتغير نوع الشبكة أو سطحها البيني بشكل ملحوظ (التبديل بين الشبكات الخلوية وشبكات Wi-Fi، أو بين التكنولوجيات الخلوية المختلفة).	تنطبق على التحليلات بهدف قياس الأداء لسيناريو معين مثل الاتصالات المتنقلة فقط أو Wi-Fi فقط. ولكن في بعض التحليلات، ستكون هذه الاختبارات ذات صلة ويمكن تضمينها.
اقتران التنزيل والرفع	اختبارات لا تعرض نتائج إلا عن التنزيل أو الرفع.	لا تنطبق إلا على الحلول التي يقدم فيها كل اختبار تنزيل اختبار رفع يقترن به.
تحديد مخدِّم الاختبار	لا يتوافق مخدِّم الاختبار مع المخدِّمات المقبولة	لا تنطبق إلا على الاختبارات النشطة والحالات التي تتحدد فيها مخدِّمات الاختبار مسبقاً. فعلى سبيل المثال، إذا كانت الحركة الدولية خارج نطاق استراتيجية القياس، يجب استبعاد الاختبارات على المخدِّمات الموجودة خارج البلد. وأيضاً، إذا كان الهدف هو قياس الأداء على شبكة لمقدم خدمة الإنترنت، فتقتضي الضرورة استبعاد الاختبارات على مخدِّم خارج شبكة مقدم خدمة الإنترنت.
تجاوز الحد الأقصى للقياسات في كل نافذة زمنية	إذا تجاوز عدد القياسات الحد الأقصى	بالنسبة للاختبارات التلقائية، يمكن أيضاً تعيين الحد الأقصى لعدد الاختبارات لتجنب جمع هذا النوع من البيانات. وبدلاً من ذلك، يمكن السماح بدخول هذه البيانات ضمن مسار العملية طالما أن عملية التجميع الإحصائي تمنع مثل هذه القراءات من التأثير غير المبرر على النتائج. فعلى سبيل المثال، يمكن تحقيق ذلك عن طريق التجميع المسبق في حاويات الجهاز–الوقت قبل الحساب النهائي.
بيانات خارج نطاق الموقع والفترة الزمنية	اختبارات تعرض مديات الموقع و/أو الفترة الزمنية خارج النطاق المطلوب.	
قيم الحقل غير الصالحة أو الناقصة	اختبارات تحتوي على قيم ناقصة أو غير صالحة للحقول الضرورية لحساب المؤشرات (مثل الموقع ومستوى البطارية وتعرف الجهاز)	يجب تحديد القواعد المقبولة لحقول البيانات مسبقاً.
نتائج الحقول المتضاربة	ينتج عنها حقول مختلفة تجلب معلومات متضاربة.	
بطارية منخفضة الشحنة	نتائج واردة من الأجهزة في ظروف انخفاض شحنة البطارية أو استعمال بطارية شحنتها دون الحدود المقبولة	تنطبق على الحلول المضمنة في جهاز المستعمل النهائي. وبالنسبة للاختبارات التلقائية، يمكن أيضاً ضبط هذه الحالة كشرط لعدم بدء الاختبار.
مستوى إشارة منخفض	نتائج واردة من الأجهزة في ظروف انخفاض مستوى الإشارة	تنطبق على الحلول المضمنة في جهاز المستعمل النهائي والتوصيلات اللاسلكية (المتنقلة أو Wi-Fi). وبالنسبة للاختبارات التلقائية، يمكن أيضاً ضبط هذه الحالة كشرط لعدم بدء الاختبار. ولكن في بعض التحليلات، ستكون هذه الاختبارات ذات صلة ويمكن تضمينها.
الحركة المتزامنة	نتائج تقوضها الحركة المتزامنة في الجهاز	لا تنطبق إلا على الاختبارات النشطة. وبالنسبة للاختبارات التلقائية، يمكن أيضاً ضبط هذه الحالة كشرط لعدم بدء الاختبار.

وأيضاً، عند تقييم التزام النتائج مع المستويات المتعاقد عليها (مثل المؤشر الأول الموضح في الجدول 2.I)، قد تساعد القائمة التالية لمعايير الاصطفاء في حساب المؤشرات في منطقة/فترة زمنية معينة:

- عدم توافق عنوان IP للجهاز مع تجمع عناوين IP الخاص بالمشغل المفترض؛
- إجراء تغييرات في المستويات التعاقدية للمشتركين؛
- إلغاء عقد المشترك؛
- تغيير عنوان المشترك؛
- تعذر العثور على معلومات عقد المشترك.

التذييل III

نُهج عملية للتعهيد الجماعي بشأن النطاق العريض الثابت

(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يواجه المنظمون والمشغلون تحديات في التعهيد الجماعي بشأن شبكات الاتصالات الثابتة تختلف عن تلك التي تحدث في بيئات شبكات الاتصالات المتنقلة. ويقدم هذا التذييل الأساليب التي يمكن اتباعها لتنفيذ حلول التعهيد الجماعي بشأن شبكة الاتصالات الثابتة.

1.III معايير جمع البيانات من معدات مقر العميل (CPE)

في نهج التعهيد الجماعي بشأن النطاق العريض لشبكة الاتصالات الثابتة، تمكن مراعاة ثلاثة معايير عند تحديد حل موزَّع لأجهزة مقر العميل (CPE):

'1' التقرير التقني 069 [b-BBF TR-069] لمنتدى النطاق العريض بعنوان، "بروتوكول إدارة مقر العميل في شبكة منطقة واسعة (CPE WAN)"؛

'2' التقرير التقني 143 [b-BBF TR-143] لمنتدى النطاق العريض بعنوان، "تمكين اختبارات أداء صبيب الشبكة والمراقبة الإحصائية"؛

'3' التقرير التقني 471 [b-BBF TR-471] لمنتدى النطاق العريض بعنوان، "مقياس السعة القصوى طبقة IP، والمقاييس ذات الصلة، والقياسات".

والتقرير التقني 069 هو بروتوكول طبقة تطبيق للاتصالات بين معدات المستعمل النهائي ووحدات التحكم المركزية لدى المقدم، مما يقدم إجراءً مقيَّساً للإدارة عن بُعد لمعدات مباني العميل (CPE). ويدعم هذا البروتوكول وظائف مثل التشكيلة التلقائية، وإدارة صورة البرمجيات أو البرمجيات الثابتة، وإدارة وحدة البرمجيات وحالتها. وتسمح آليات تعرّف الهوية الواردة في البروتوكول بتهيئة معدات مقر العميل (CPE) إما على أساس متطلبات كل من هذه المعدات أو على أساس معايير جماعية، مثل الجهة البائعة للمعدات أو طرازها أو إصدار البرمجيات.

وتتيح معمارية التقرير التقني 069 إدارة الجهاز باستعمال معدات مقر العميل (CPE) عند المسيِّر متعدد البروتوكولات لدى العميل ومع الأجهزة ضمن شبكة مكتب/منزل العميل.

وصُمم التقرير التقني 143 في الأصل للمشغلين كأداة لتمكين مراقبة أداء الشبكة باستمرار لمنع وقوع المشاكل وتشخيص المشاكل عند وقوعها. ويقدم هذا التقرير التقني تعاريف لكائنات نموذج بيانات معدات مقر العميل (CPE) في اختبارات صبيب الأداء ومراقبة البيانات على السطح البيني لبروتوكول IP في جهاز بمقر العميل (CPE) باستعمال آلية التشخيص المحددة في التقرير التقني 069.

في سياق التقرير التقني 143، توصف المراقبة النشطة بأنها "إرسال أو استقبال بيانات بشكل نشط في اختبار مضبوط". وبهذا المعنى، تتمحور الاختبارات التي تجرى حول طبقة الشبكة، وهي لا تقتصر على شبكة النفاذ الأساسية. ويمكنها أيضاً دعم عمليات التشخيص المستهَلة في الشبكة ومعدات مقر العميل على السواء. والتقرير التقني 471 هو أحدث تطوير لمنتدى النطاق العريض (BBF) في فئة المراقبة والقياس النشطين، وهو يحسن أساليب التقرير التقني 143 لتقييم النفاذ إلى الإنترنت عالي السرعة. ويتضمن التقرير التقني 471 مبادئ توجيهية للنشر في حافة منتدى النطاق العريض وفق بروتوكول الإنترنت ومعدات مقر العميل (CPE)، ويضيف العمل التكميلي لمنتدى النطاق العريض نموذج البيانات الضروري لتشكيل قياسات التقرير التقني 471 والتحكم فيها.

وتقدم البروتوكولات أيضاً أدوات اختيارية لإدارة مكونات خاصة بمعدات مقر العميل (CPE) للتطبيقات أو الخدمات الاختيارية التي تتطلب مستوى إضافياً من الأمن من أجل التحكم، كتلك التي تنطوي على دفعات مالية.

وفي سياق التعهيد الجماعي لتقييم شبكات النطاق العريض الثابت، يمكن تطبيق البروتوكولات المعرَّفة في التقارير التقنية 069 و143 و471 لجمع البيانات والحصول على مؤشرات جودة الخدمة. ويتيح هذا النهج استعمال معدات مقر العميل (CPE) القائمة كأجهزة اختبار. ومع ذلك، يمكن تطبيق التوصيات المتعلقة بجمع بيانات التعهيد الجماعي، بما في ذلك أخذ عينات البيانات وجدولة الاختبار زمنياً ومعالجة البيانات.

ومن بين فوائد وتحديات هذه البروتوكولات ما يلي:

- الفوائد:
  - عدم اقتصار الاختبارات على شبكة النفاذ الأساسية.
  - تسمح آلية التهيئة بالتوسع الواضح في المستقبل للتهيئة للخدمات.
  - تدعم العديد من المسيِّرات بالفعل معيار التقرير التقني 069 (أكثر من مليار منها حول العالم) وبالتالي يمكن أن يتسم التنفيذ بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة.
  - رغم استعمال التقرير التقني 069 لدى المشغلين أساساً، توجد بالفعل جهات تبيع مجموعة أدوات التقرير التقني 069 وتمكن إعادة توجيه أغراض هذه الأدوات للاستعمال التنظيمي.
- التحديات:
  - على الرغم من توفر التقرير التقني 069 على نطاق واسع، إلا أن المسيِّرات القديمة قد لا تدعمه، وهذا اعتبار مهم بشكل خاص للمناطق الريفية.
  - من منظور المنظم، قد يصعب تنفيذ حملات القياس بناءً على هذه البروتوكولات لأنها تتطلب تعاوناً وثيقاً من المشغلين والبائعين.

2.III تقديم أدوات قياس للمستعمل النهائي

يمكن أن يقدم المنظمون والمشغلون على حد سواء أدوات قياس للمستعملين النهائيين، في اختبارات السرعة لمستعمليهم النهائيين على سبيل المثال. ويمكن النفاذ إلى الأدوات باستعمال مستعرض الويب أو يمكن تثبيتها على جهاز حاسوب أو جهاز متنقل. ويجب في هذا السياق توصيل الجهاز المتنقل عبر وصلة Wi-Fi بجهاز مقر العميل (CPE) الموصول بدوره بالإنترنت باستعمال تكنولوجيا النفاذ الثابت (مثل ADSL/الألياف البصرية، وما إلى ذلك). وتعتمد الأدوات عادةً على توصيل يستهله المستعمل أو التوصيل المؤتمت. وتتمثل ميزة هذا النهج في سهولة استعمال هذه الأدوات وفهمها لدى المستعملين النهائيين وقدرته على تقديم معلومات ومساعدة فورية. وعلى عكس سيناريوهات التعهيد الجماعي بشأن الاتصالات المتنقلة، يمكن أن تتأثر موثوقية القياسات بوجود وصلة لاسلكية بين جهاز العميل ومعدات مقر العميل. وتحل حلول التعهيد الجماعي هذه المشكلة بعدة طرق مختلفة:

- منع إجراء الاختبار على الوصلات اللاسلكية: ولا يتسنى ذلك إلا على أجهزة الحاسوب التي تثبَّت فيها أداة اختبار السرعة في نظام التشغيل وتكون قادرة على اكتشاف ما إذا كان المستعمل موصولاً عبر الإثرنت أو لاسلكياً.
- توصل أداة القياس الموجودة على جهاز المستعمل النهائي بسطح بيني متخصص لبرمجة تطبيقات (API) في معدات مقر العميل (CPE) لتحديد جودة الوصلة اللاسلكية ويمكنها إبلاغ المستعمل النهائي إذا كان الاختبار قد تأثر بالوصلة اللاسلكية. ويمكن أيضاً أن يقدم API على معدات مقر العميل معلومات إضافية عن استعمال عرض النطاق من الأجهزة الأخرى الموصولة بنفس معدات مقر العميل. ويستفاد من هذه المعلومات لضبط نتيجة القياس من أجل تعويض السعة الإضافية التي تأخذها الأجهزة الأخرى أو لاستبعاد نتيجة القياس تماماً.
- أداة قياس تعمل أصلاً على الحاسوب أو الجهاز المتنقل قادرة على تقييم الوصلة اللاسلكية المحلية بين الجهاز ومعدات مقر العميل (CPE) من المعلمات التي يقدمها نظام التشغيل، وتجري اختبارات إضافية للتحقق من صحة قيم الصبيب المقيسة. ويمكن، على سبيل المثال، للقياسات النشطة الإضافية باستعمال بروتوكول UDP لقياس معدل إرسال رزم IP، تقدير سعة شبكة Wi-Fi وإبلاغ المستعملين النهائيين بما إذا كانت نتيجة الاختبار تمثل سرعة توصيلاتهم بالإنترنت تمثيلاً صحيحاً.

ويؤثر اختيار كيفية تقديم الأداة للمستعمل على البيانات التي يمكن استردادها عن الجهاز وحالة الشبكة أثناء القياس. ويقارن الجدول 1.III البيانات التي يمكن جمعها بناءً على نوع الأداة المقدمة.

الجدول 1.III – بيانات جُمعت باستعمال أدوات مختلفة

	الأداة المستندة إلى الويب	التطبيق الأصلي	API في معدات مقر العميل (CPE)
معلومات الجهاز	محدودة	نعم	محدود
مقدم خدمة الإنترنت للمستعمل	نعم	نعم	نعم
نوع التوصيل الثابت (من قبيل الألياف البصرية/ADSL)	لا	لا	نعم
خطة المستعمل المتعاقد عليها (من قبيل 100 Mbit، 1 Gbit)	لا	لا	نعم
طراز المسيّر	لا	نعم	نعم
قائمة الأجهزة الموصولة بمعدات مقر العميل	لا	محدود	نعم
عرض النطاق المحلي للحركة العابرة	لا	محدود	نعم
صبيب Wi-Fi	لا	نعم	نعم
صبيب الإنترنت	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات
سعة طبقة IP في توصيل Wi-Fi	لا	نعم	نعم
سعة طبقة IP في شبكة الإنترنت	نعم	نعم	نعم
كمون Wi-Fi	لا	نعم	نعم
كمون الإنترنت	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات	نعم، ولكن يمكن أن ينتج نتائج مختلفة بين الأدوات
خصائص توصيل Wi-Fi (التردد والقنوات وما إلى ذلك)	لا	نعم	نعم
إمكانية كشف قيود الجهاز (من قبيل وحدة المعالجة المركزية، وذاكرة النفاذ العشوائي)	لا	نعم	لا

استناداً إلى الجدول 1.III، يمكن الاستنتاج أن السطح البيني لبرمجة تطبيقات (API) في معدات مقر العميل (CPE) هو الخيار الأفضل للتعهيد الجماعي بشأن الاتصالات الثابتة لأنه يقدم أوسع البيانات المجمعة. ولكن تجب أيضاً مراعاة تعقيد نشر مثل هذا الحل ليشمل جميع المستعملين الذين يرغبون في الاستفادة من النظام.

ومن ذلك المنظور، يتبين أن الحل الأنسب هو الحل المستند إلى الويب، حيث يمكن نشر الحل على صفحة ويب ويمكن لجميع المستعملين النفاذ إليه بسهولة.

وتقدم التطبيقات الأصلية توازناً جيداً بين كمية البيانات التي جُمعت وتعقيد النشر. ويتخلل التطبيقات الأصلية لأنظمة التشغيل المختلفة عائق صغير يتعين على المستعملين تجاوزه، ولكن المستعملين بشكل عام يعرفون كيفية تثبيت برمجيات جديدة على أجهزتهم.

ويتميز السطح البيني لبرمجة التطبيقات (API) في معدات مقر العميل (CPE) بأعلى درجة من تعقيد النشر لأنه يتطلب من مصنعي المسيِّرات أو من مقدمي خدمة الإنترنت الذين يوزعون معدات مقر العميل على المستعملين دمج السطح البيني لبرمجة التطبيقات في كل مسيِّر. والشبكات التي تحتوي على القاعدة الأكثر تجانساً والطرازات الأكثر تقدماً من معدات مقر العميل (CPE) المنشورة هي الأنسب لنهج السطح البيني لبرمجة التطبيقات. وستتمتع طرازات معدات مقر العميل الجديدة بموارد أفضل تتاح لأداء وظائف جديدة بالإضافة إلى خيارات أفضل لترقية البرمجيات الثابتة عن بُعد.

وفي الجدول 1.III توجد مجموعة فرعية من البيانات التي جُمعت والتي يستفاد منها للتحليلات المجمعة واستخلاص النتائج بشأن جودة الخدمة. بالإضافة إلى ذلك، هناك بيانات أخرى مجمعة مفيدة في الغالب للتحقق من صحة القياس نفسه ولا ترجى قيمة كبيرة من تجميعها عبر أجهزة مختلفة.

فيما يلي أمثلة على البيانات المجموعة المفيدة للتحليلات المجمَّعة:

- مقدم خدمة الإنترنت للمستعمل (ISP)
- نوع التوصيل الثابت
- خطة المستعمل المتعاقد عليها
- المسيِّر
- صبيب/كمون الإنترنت

ملاحظة – إن البيانات المتعلقة بالصبيب/الكمون الملتقطة بطرق تجميع مختلفة في طبقات مختلفة قد تؤدي إلى نتائج مختلفة. لذلك، يجب توخي الحذر لتجنب النتائج غير المتسقة عن طريق خلط منهجيات الجمع المختلفة.

3.III نشر مسابير العتاد مسجل الملكية لدى المستعملين النهائيين على نطاق واسع

يمكن أن يقرر المنظمون والمشغلون نشراً واسعاً لمسابير العتاد في منازل العملاء. عادةً ما يكون المسبار جهاز عتاد مستقلاً منخفض التكلفة يمكن توصيله بمعدات مقر العميل (CPE) باستعمال توصيل إثرنت موثوق. ويقوم مسبار العتاد بإجراء اختبارات مؤتمتة في الخلفية لتوصيل المستعمل ويبلغ النتائج لمشغل نظام التعهيد الجماعي.

ومن بين فوائد وتحديات مسابير العتاد في سيناريو التعهيد الجماعي ما يلي:

- القدرة على الجدولة الزمنية للقياسات المؤتمتة العليمة بظروف الشبكة.
- إمكانية التنفيذ الموثوق لمجموعات متنوعة من القياسات على العتاد المصمم خصيصاً لإجراء القياسات.
- بالمقارنة مع الأساليب الأخرى، لمسابير العتاد تكلفة أعلى بسبب الحاجة إلى شراء عتاد محدد وشحنه؛
- نظراً لارتفاع التكلفة والتحديات اللوجستية، لا يمكن افتراض قدرة جميع المستعملين على الاستفادة من النظام، ويمكن لذلك بدوره أن يحد من حجم العينة من حيث الصفة التمثيلية (الفقرة 1.3.7 تقدم مبادئ توجيهية بشأن أخذ العينات والجدولة الزمنية للتحقق الإحصائي)؛
- الحاجة المستمرة للحفاظ على مجموعة مستدامة من المستعملين إذ يمكن أن يكف المستعملون عن القياسات أو قد تتعطل مسابير العتاد.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.9961] التوصية ITU-T G.9961 (2018)، *المرسلات والمستقبلات الموحدة القائمة على خط سلكي عالي السرعة والمستعملة للتواصل الشبكي المنزلي – مواصفة طبقة وصلة البيانات.*

[b-ITU-T P.912] التوصية ITU-T P.912 (2016)، *طرائق للتقييم الشخصي لجودة الفيديو من أجل مهام التعرف.*

[b-ITU-T Y.1540] التوصية ITU-T Y.1540 (2019)، *خدمة اتصالات البيانات في بروتوكول الإنترنت – نقل رزم بروتوكول الإنترنت ومعلمات أداء التيسر.*

[b-CrowdWhitepaper] Tobias Hoßfeld و Stefan Wunderer (2020/03)، *الكتاب الأبيض عن شبكة التعهيد الجماعي وقياسات جودة الخدمة – التعاريف وحالات الاستعمال والتحديات، طبعات، فورتسبورغ، ألمانيا، دوى: 10.25972/OPUS-20232.*

[b-BBF TR-069] التقرير التقني 069 لمنتدى النطاق العريض (2018/03)، *بروتوكول إدارة معدات مقر العميل في شبكة منطقة واسعة (CWMP).*

[b-BBF TR-143] التقرير التقني 143 لمنتدى النطاق العريض TR-143 (2015/08)، *تمكين اختبارات أداء صبيب الشبكة والمراقبة الإحصائية.*

[b-BBF TR-471] التقرير التقني 471 لمنتدى النطاق العريض TR-471 (2020/07)، *مقياس السعة القصوى طبقة IP، والمقاييس ذات الصلة، والقياسات.*

[b-Scheaffer] Scheaffer، Richard و Mendenhall، William و Ott، Lyman (2012)، *أخذ عينات الاستطلاع الأولي، الإصدار السابع، Cengage Learning.*

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
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 والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استعمال الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات 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، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2021