الاتحـــــــاد الدولـــــــي للاتصـــــــالات

ITU-T Y.3001

(2011-05)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة Y: البنية التحتية العالمية للمعلومات
وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

شبكات الجيل التالي – شبكات المستقبَل

شبكات المستقبَل: الأهداف والغايات المتعلقة بالتصميم

التوصيـــة ITU-T Y.3001

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

البنية التحتية العالمية للمعلومات	
اعتبارات عامة	Y.199–Y.100
الخدمات والتطبيقات، والبرمجيات الوسيطة	Y.299–Y.200
الجوانب الخاصة بالشبكات	Y.399–Y.300
السطوح البينية والبروتوكولات	Y.499–Y.400
الترقيم والعنونة والتسمية	Y.599–Y.500
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.699–Y.600
الأمن	Y.799–Y.700
مستويات الأداء	Y.899–Y.800
جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت	
اعتبارات عامة	Y.1099–Y.1000
الخدمات والتطبيقات	Y.1199–Y.1100
المعمارية والنفاذ وقدرات الشبكة وإدارة الموارد	Y.1299–Y.1200
النقل	Y.1399–Y.1300
التشغيل البيني	Y.1499–Y.1400
نوعية الخدمة وأداء الشبكة	Y.1599–Y.1500
التشوير	Y.1699–Y.1600
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.1799–Y.1700
الترسيم	Y.1899–Y.1800
شبكات الجيل التالي	
الإطار العام والنماذج المعمارية الوظيفية	Y.2099–Y.2000
نوعية الخدمة والأداء	Y.2199–Y.2100
الجوانب الخاصة بالخدمة: قدرات ومعمارية الخدمات	Y.2249–Y.2200
الجوانب الخاصة بالخدمة: إمكانية التشغيل البيني للخدمات والشبكات	Y.2299–Y.2250
الترقيم والتسمية والعنونة	Y.2399–Y.2300
إدارة الشبكة	Y.2499–Y.2400
معمارية الشبكة وبروتوكولات التحكم في الشبكة	Y.2599–Y.2500
الأمن	Y.2799–Y.2700
التنقلية المعممة	Y.2899–Y.2800
البيئة المفتوحة عالية المستوى	Y.2999-Y.2900
شبكات المستقبَل	**Y.3099-Y.3000**

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

التوصيـــة ITU-T Y.3001

شبكات المستقبَل: الأهداف والغايات المتعلقة بالتصميم

ملخص

تصف التوصية ITU-T Y.3001 أهداف شبكات المستقبَل (FN) وغاياتها المتعلقة بالتصميم. وثمة أربعة أهداف من أجل التمييز بين شبكات المستقبَل والشبكات القائمة حالياً، حُدّدت وهي: الوعي بالخدمات والوعي بالبيانات والوعي البيئي والوعي الاجتماعي والاقتصادي. ومن أجل بلوغ هذه الأهداف تمّ تحديد اثنتي عشرة غاية وهي، تنوّع الخدمات، والمرونة الوظيفية، وإضفاء الطابع الافتراضي على الموارد، والنفاذ إلى البيانات، واستهلاك الطاقة، وتعميم الخدمات، والحوافز الاقتصادية، وإدارة الشبكات، والتنقّلية، والاستمثال، وتحديد الهويّة، والاعتمادية والأمن. وتفترض هذه التوصية أن الموعد المستهدف لشبكات المستقبَل يقع بين عامي 2015 و2020 تقريباً. ويصف التذييل I التكنولوجيات التي تمّت بلورتها في سياق ما بذل في الآونة الأخيرة من جهود والتي يُرجّح استخدامها كتكنولوجيات تمكينية لتحقيق كل غاية من الغايات المتعلقة بالتصميم.

التسلسل التاريخي

الإصدار	التوصيـــة	تاريخ الاعتماد	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T Y.3001	2011-05-20	13

تمهيـــد

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 رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظـــة

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

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

حقوق الملكية الفكرية

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

وعند الموافقة على هذه التوصية، 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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2012

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

جدول المحتويات

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 1
1.3 المصطلحات المعرّفة في مواضع أخرى 1
2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية 2
4 المختصرات والاختصارات 2
5 الاتفاقيات 3
6 المقدمة 3
7 الأهداف 4
1.7 الوعي بشأن الخدمات 4
2.7 الوعي بشأن البيانات 4
3.7 الوعي البيئي 4
4.7 الوعي الاجتماعي والاقتصادي 4
8 الغايات المتعلقة بالتصميم 4
1.8 تنوّع الخدمات 5
2.8 المرونة الوظيفية 5
4.8 النفاذ إلى البيانات 6
6.8 تعميم الخدمات 8
7.8 الحوافز الاقتصادية 8
9.8 التنقلّية 9
10.8 الاستمثال 10
11.8 تحديد الهوية 10
12.8 الاعتمادية والأمن 10
9 الموعد المستهدف والانتقال إلى أنظمة أخرى 11
التذييـــل I – التكنولوجيات المعتمدة لتحقيق الغايات المتعلقة بالتصميم 12
1.I إضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات (الموارد) 12
2.I توصيل الشبكات الموجّه للبيانات/المحتوى (النفاذ إلى البيانات) 12
3.I توفير الشبكات للطاقة (استهلاك الطاقة) 13
4.I إدارة الشبكات المدمجة بالأنظمة (إدارة الشبكات) 13
5.I استمثال الشبكات (الاستمثال) 14
6.I توصيل الشبكات على أساس متنقّل وموزّع (التنقليّة) 16
بيبليوغرافيا 17

التوصيـــة ITU-T Y.3001

شبكات المستقبَل: الأهداف والغايات المتعلقة بالتصميم

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية الأهداف والغايات المتعلقة بتصميم شبكات المستقبَل. ويشمل مجال تطبيق هذه التوصية ما يلي:

- القضايا الأساسية التي لم يتم الاهتمام بها اهتماماً كافياً لدى تصميم الشبكات الحالية، والتي يُوصى بأن تكون هدفاً من أهداف شبكات المستقبَل (FN)
- القدرات والخصائص عالية المستوى التي يُوصى بأن يتمّ دعمها من قبل شبكات المستقبَل (FN)
- الموعد المستهدف المحدّد لشبكات المستقبَل (FN).

الأفكار والموضوعات البحثية بشأن شبكات المستقبَل (FN) التي تتسم بالأهمية والتي قد ترتبط بصلة بقطاع التقييس المستقبلي للاتحاد الدولي للاتصالات، ترد في التذييل I.

2 المراجع

تشتمل التوصيات والمراجع الأخرى التالية لقطاع تقييس الاتصالات على أحكام تشكّل، من خلال الإشارة إليها في هذا النص، أحكاماً في هذه التوصية. وكانت الطبعات المشار إليها صالحة وقت نشر هذه التوصية. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات سارية الصلاحية. والإشارة إلى أي وثيقة داخل هذه التوصية لا يعطي هذه الوثيقة في حد ذاتها وضع التوصية.

[ITU-T F.851] التوصية ITU-T F.851 (1995)، *الاتصالات الشخصية العالمية (UPT) – وصف الخدمة (مجموعة الخدمة 1).*

[ITU-T Y.2001] التوصية ITU.T Y.2001 (2004)، *نظرة عامة على شبكات الجيل التالي (NGN).*

[ITU-T Y.2019] التوصية ITU.T Y.2019 (2010)، *المعمارية الوظيفية لنقل المحتوى في شبكات الجيل التالي.*

[ITU-T Y.2091] التوصية ITU.T Y.2091 (2008)، *المصطلحات والتعاريف لشبكات الجيل التالي.*

[ITU-T Y.2205] التوصية ITU-T Y.2205 (2011)، *شبكات الجيل التالي – اتصالات الطوارئ – اعتبارات تقنية.*

[ITU-T Y.2221] التوصية ITU.T Y.2221 (2010)، *الشروط والمتطلبات لدعم تطبيقات وخدمات شبكات الاستشعار الشاملة (USN) ضمن بيئة شبكات الجيل التالي.*

[ITU-T Y.2701] التوصية ITU-T Y.2701 (2007)، *الشروط الأمنية لإصدار المجموعة 1 لشبكات الجيل التالي.*

3 التعاريف

1.3 المصطلحات المعرّفة في مواضع أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلح التالي المعرف في مواضع أخرى.

1.1.3 المعرِّف [ITU-T Y.2091]: المعرّف هو مجموعة من الأرقام والحروف والرموز أو أي شكل آخر من أشكال البيانات المستخدمة في تحديد هوية المشترك (المشتركين)، أو المستعمل (المستعملين)، أو عنصر (عناصر) الشبكة، أو وظيفة (وظائف) الشبكة، أو كيان (كيانات) الشبكة التي تقدم الخدمات/التطبيقات، أو غير ذلك من الكيانات الأخرى (مثل الأشياء المادية أو المنطقية).

2.3 المصطلحات المعرَّفة في هذه التوصية

تُعرِّف هذه التوصية المصطلحات التالية.

1.2.3 الشبكة المكوّنة من عناصر: شبكة متجانسة وحيدة قد لا يمكنها بمفردها تأمين بنية تحتية وحيدة عالمية للاتصالات من طرف إلى طرف آخر.

2.2.3 شبكة المستقبل (FN): شبكة قادرة على توفير الخدمات والقدرات والتسهيلات التي يصعب توفيرها باعتماد تكنولوجيات الشبكات القائمة حالياً. وتكون شبكة المستقبل إما:

أ) شبكة جديدة مكوّنة من عناصر أو نسخة مُعزّزة لشبكة قائمة حالياً، أو

ب) مجموعة غير متجانسة من الشبكات الجديدة المكوّنة من عناصر أو من الشبكات المكوّنة من عناصر الجديدة والقائمة حالياً التي يتم تشغيلها كشبكة وحيدة.

الملاحظة 1 – تُستخدم صيغة الجمع لشبكات المستقبَل لإظهار إمكانية وجود أكثر من شبكة واحدة تتناسب مع تعريف شبكة المستقبل.

الملاحظة 2 – قد تحتوي شبكة من النوع "ب" على شبكات من النوع "أ".

الملاحظة 3 – إن الوسم الذي يُسند إلى التجميع النهائي قد يحتوي أو لا يحتوي على كلمة "المستقبَل"، وذلك رهناً بالطابع الذي تحمله فيما يتعلق بأي شبكة من الشبكات السابقة وأوجه التشابه في هذا الخصوص.

الملاحظة 4 – إن كلمة "صعب" لا تحول دون اعتماد بعض التكنولوجيات الحالية في شبكات المستقبَل.

الملاحظة 5 – في سياق هذه التوصية، تعني كلمة "جديدة" المستخدمة في الشبكة المكونة من عناصر أنه في وسع الشبكة المكوّنة من عناصر أن توفر الخدمات والقدرات والتسهيلات التي يصعب أو يكون من المتعذّر توفيرها باستخدام تكنولوجيات الشبكات القائمة حالياً.

3.2.3 تعميم الخدمات: عملية يتم بموجبها توفير خدمات الاتصالات لكل فرد أو مجموعة من الأفراد بغضّ النظر عن الوضع الاجتماعي أو الجغرافي أو الاقتصادي.

4 المختصرات والاختصارات

تستخدم هذه التوصية المختصرات والاختصارات التالية:

CDN شبكة توزيع المحتوى *(Content Distribution Network)*

ET اتصالات الطوارئ *(Emergency Telecommunications)*

FN شبكة المستقبل *(Future Network)*

ICT تكنولوجيا المعلومات والاتصالات *(Information and Communication Technology)*

IC دارة متكاملة *(Integrated Circuit)*

ID معرّف *(Identifier)*

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

OCDM تعدد الإرسال البصري بتقسيم الشفرة *(Optical Code Division Multiplexing)*

P2P من النظير إلى النظير *(Peer-to-Peer)*

QoE نوعيّة التجربة *(Quality of Experience)*

QoS نوعيّة الخدمة *(Quality of Service)*

SoA معمارية ملائمة للخدمة *(Service-oriented Architecture)*

5 الاتفاقيات

تستخدم هذه التوصية مصطلح "يُوصى بـ" للإشارة إلى النقاط الرئيسية التي ينبغي أخذها في الاعتبار لدى تقييس شبكات المستقبَل. أما الشروط والمتطلبات التفصيلية وطرق تصنيفها ("لازمة" أو "موصى بها" أو "اختيارية") فيتعين إخضاعها لمزيد من الدراسة.

6 المقدمة

مع أن بعض الشروط والمتطلّبات الخاصة بالشبكات تبقى كما هي ولا تتغيَّر، فإن عدداً من الشروط تشهد تطوّراً وتغيِّراً فيما تنشأ شروط ومتطلّبات جديدة ممّا يؤدي إلى تطوّر الشبكات وبنياتها المعمارية.

وفيما يتعلّق بشبكات المستقبَل، فإن الشروط والمتطلّبات التقليدية المتداولة، مثل تشجيع التنافس العادل والنزيه [ITU-T Y.2001] ، التي توضح القيم السائدة في المجتمع، تحتفظ بما تتسم به من أهمية.

وفي الوقت نفسه ثمة شروط ومتطلّبات جديدة آخذة بالنشوء. فقد طرح العديد من المشروعات البحثية شروطاً تتصل بالمجتمع المستقبلي [b-NICT Vision] و[b-EC FI]، وبالرغم من الافتقار إلى التوافق بالآراء في هذا الخصوص حتى الآن، فإنه من الواضح أن القضايا المتعلقة بالاستدامة والقضايا البيئية تظلّ من بين الاعتبارات الهامة بصورةٍ جوهريةٍ على المدى البعيد. أما مجالات التطبيق الجديدة، من قبيل إنترنت الأشياء والشبكات الذكية والحوسبة السحابية، فهي آخذة بالنشوء أيضاً. ومن شأن تكنولوجيات التنفيذ الجديدة أيضاً، مثل تكنولوجيات السيليكون المتطوّرة والتكنولوجيات البصرية، أن تمكِّن من دعم الشروط والمتطلبات التي جرت العادة على اعتبارها شروطاً غير واقعية من خلال خفض كلفة إنتاج المعدات والأجهزة بشكل كبير على سبيل المثال. فهذه العوامل الجديدة كلها تطرح شروطاً ومتطلّبات جديدة فيما يتعلق بالشبكات.

ومن الصعب تغيير المعمارية الأساسية للشبكات العامة الواسعة النطاق من قبيل شبكات الاتصالات، وذلك نظراً للكمية الهائلة من الموارد اللازمة لبنائها وتشغيلها وصيانتها. وبناءً على ذلك يتمّ تصميم معماريتها بدقةٍ بحيث تتسم بقدر كافٍ من المرونة يمكنها من تلبية الشروط والمتطلبات التي تتغيّر باستمرار. فعلى سبيل المثال، يقوم بروتوكول الإنترنت (IP) باحتواء وإخفاء بروتوكولات مختلفة وعمليات تنفيذ للطبقات الأساسية الكامنة، وقد نجح، بما لديه من قدرة على بساطة التوجّه والعنونة وغير ذلك من المعالم والسمات الأخرى، في التكيّف مع التغيّرات الجمّة في قابلية التدرّج فضلاً عن عوامل أخرى من قبيل نوعية الخدمة (QoS) والأمن.

ومع ذلك فمن غير المعروف ما إذا ما كانت الشبكات القائمة حالياً قادرة في المستقبل على الاستمرار في تلبية الشروط والمتطلبات المتغيّرة، وما إذا سيكون للسوق المتنامية لمجالات التطبيقات الجديدة الطاقة والقدرة على تمويل الاستثمارات الهائلة اللازمة لتغيير الشبكات إذا ما أولت المعمارية الجديدة قدراً كافياً من الاهتمام لمبدأ الملاءمة مع السابق وتكاليف الانتقال من نظام إلى آخر. وتنكبّ أوساط الأبحاث على تناول مختلف المعماريات وتكنولوجيات الدعم، مثل إضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات [b-Anderson] [b-ITU-T FG-FN NWvir] وقدرة الشبكات على توفير الطاقة [b-ITU-T FG-FN Energy] والشبكات التي تركّز على المحتوى [b-Jacobson].

فيُعقَل إزاء ذلك، أن نتوقع تحقيق بعض الشروط والمتطلّبات من قبل معماريات الشبكات الجديدة وتكنولوجيات الدعم التي تتناولها بالوصف الأنشطة البحثية التي جرت مؤخراً، وأن تشكّل تلك الأساس لشبكات المستقبَل والتي يُتوقع أن تُجرى خدماتها التجريبية وعمليات نشرها التدريجي على مراحل في الفترة الواقعة بين عامي 2015 و2020 تقريباً. وفي هذه التوصية تمّت تسمية الشبكات التي تستند إلى مثل هذه المعمارية الجديدة بشبكات المستقبَل (FN).

تعرض هذه التوصية الأهداف التي تعمل على التمييز بين شبكات المستقبَل والشبكات القائمة حالياً، والغايات المتعلقة بالتصميم التي يتعين على شبكات المستقبَل الوفاء بها، والمواعيد المحدّدة المستهدفة وقضايا الانتقال إلى أنظمة أخرى، والتكنولوجيات اللازمة لتحقيق الغايات المتعلقة بالتصميم.

7 الأهداف

يُوصى بأن تُحقِّق شبكات المستقبَل الأهداف التالية التي تعكس الشروط والمتطلبات الجديدة الناشئة. وهي أهداف لا تعتبر أولية أو أساسية أو أهدافاً لا يتم تحقيقها إلى درجة كافية ومرضية في إطار الشبكات القائمة حالياً. وهذه الأهداف تتمثل في السمات المقترحة التي من الواضح أنها تميّز شبكات المستقبَل عن غيرها.

1.7 الوعي بشأن الخدمات

يُوصى بأن توفِّر شبكات المستقبَل خدمات تكون وظائفها معدّة ومصمّمة لتتناسب مع احتياجات مقدّمي الطلبات والمستعملين. ومن المتوقّع أن يتزايد عدد ونطاق الخدمات إلى حدّ لا يُحتمل في المستقبل. كما يُوصى بأن تعمل شبكات المستقبَل على استيعاب هذه الخدمات دون حدوث زيادات كبيرة في تكاليف النشر والتشغيل على سبيل المثال.

2.7 الوعي بشأن البيانات

يُوصى بأن يكون لدى شبكات المستقبَل معمارية محسّنة إلى الحدّ الأمثل بحيث تعالج كميات هائلة من البيانات ضمن بيئة التوزيع، كما يُوصى بأن تكون قادرة على تمكين المستعملين من النفاذ إلى البيانات المنشودة بطريقة آمنة وبسهولةٍ وسرعةٍ ودقةٍ بغضّ النظر عن مواقعها. وفي سياق هذه التوصية، لا تكون "البيانات" مقتصرة على أنواع بيانات محدّدة كالمحتوى المرئي أو السمعي، بل تصف جميع المعلومات التي يمكن النفاذ إليها على الشبكة على اختلاف أنواعها.

3.7 الوعي البيئي

يُوصى بأن تكون شبكات المستقبَل مراعية للاعتبارات البيئية، بحيث تعمل تصاميم البنى المعمارية، وما ينجم عنها من عمليات تتعلَّق بتنفيذ وتشغيل شبكات المستقبَل، على التقليل إلى الحدّ الأدنى من تأثيراتها على البيئة، مثل استهلاك الموادّ والطاقة وخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. كما يُوصى بأن يتم تصميم وتنفيذ شبكات المستقبَل بحيث يتسنّى استخدامها للحدّ من التأثيرات البيئية الناجمة عن القطاعات الأخرى.

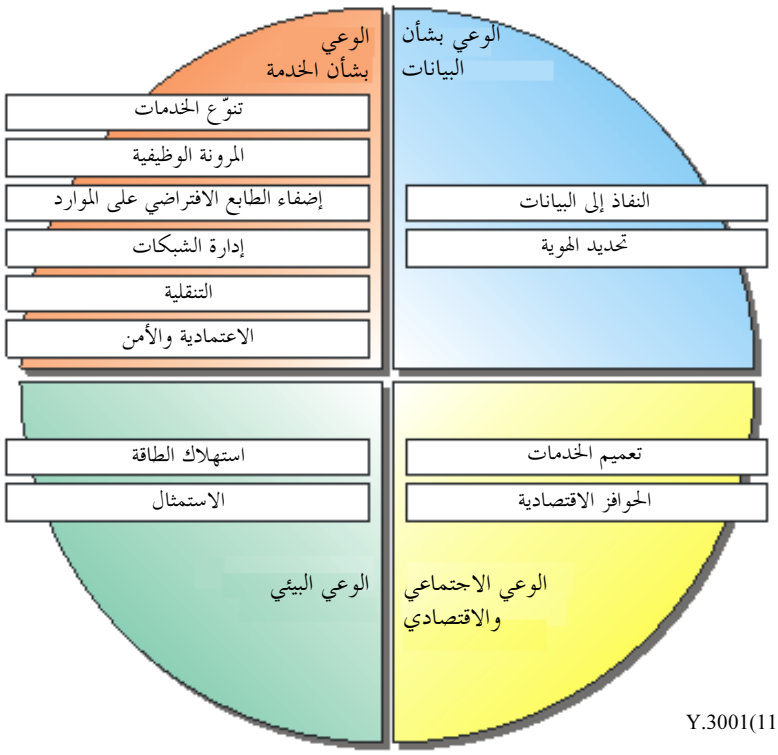
4.7 الوعي الاجتماعي والاقتصادي

يُوصى بأن تراعي شبكات المستقبَل القضايا الاجتماعية والاقتصادية للحدّ من الحواجز التي تعترض دخول وتسجيل الجهات الفاعلة الأخرى المتضمّنة في النظام الإيكولوجي للشبكة. كما يُوصى بأن تأخذ شبكات المستقبَل في الاعتبار الحاجة إلى خفض تكاليف دورة حياتها من أجل تسهيل نشرها واستدامتها. ومن شأن هذه العوامل أن تسهم في تعميم الخدمات وإتاحة المجال للتنافس المناسب من قِبَل جميع الجهات الفاعلة وتحقيق العائد الملائم لها.

8 الغايات المتعلقة بالتصميم

إن الغايات المتعلقة بالتصميم هي قدرات وخصائص عالية المستوى يوصى بأن تحظى بالدعم من قبل شبكات المستقبَل. ويُوصى بأن تقوم شبكات المستقبَل بدعم ومؤازرة الغايات التالية المتعلقة بالتصميم من أجل بلوغ الأهداف المذكورة في الفقرة 7. ولا بدَّ من الإشارة إلى أنه قد يكون من الصعب للغاية دعم البعض من هذه الغايات المتعلّقة بالتصميم ضمن شبكة معينة من شبكات المستقبَل، وأنه لن يتم تنفيذ كل غاية من الغايات المتعلقة بالتصميم في جميع شبكات المستقبَل. وسواء أكان الدعم لكل غاية من الغايات المتعلقة بالتصميم ضمن شبكة محددة من شبكات المستقبَل دعماً لازماً أم موصىً به، فإنه يستدعي المزيد من الدراسة.

ويبين الشكل 1 أدناه العلاقات القائمة بين الأهداف الأربعة الوارد وصفها في الفقرة 7 والغايات الاثنتي عشرة المتعلقة بالتصميم التي تمّ عرضها في هذه الفقرة. وتجدر الإشارة إلى أن بعض الغايات المتعلقة بالتصميم، من قبيل إدارة الشبكات والتنقّلية وتحديد الهوية والاعتمادية والأمن، قد تتصل بأهداف متعددة، ولا يظهر الشكل 1 سوى العلاقات القائمة بين غاية متعلقة بالتصميم والهدف الأكثر أهمية وارتباطاً بها.



الشكل 1 – الأهداف الأربعة والغايات المتعلقة بالتصميم الاثنتا عشر لشبكات المستقبَل

1.8 تنوّع الخدمات

يُوصى بأن تدعم شبكات المستقبَل الخدمات المتنوّعة التي تضمّ مجموعة متنوّعة واسعة من خصائص وسمات حركة الاتصالات وسلوكها. كما يُوصى بأن تقدم شبكات المستقبَل الدعم لأعداد ضخمة ومجموعة منوّعة واسعة من أغراض الاتصال وأجهزة الاستشعار والأجهزة المطرافية.

الأساس المنطقي: سوف تصبح الخدمات في المستقبل متنوّعة نتيجة ظهور خدمات وتطبيقات جديدة متنوّعة تتسم بخصائص مختلفة إلى حدّ ما في حركة الاتصالات، مثل عرض النطاق وسلوك الكمون والحركة من قبيل الأمن والاعتمادية والتنقّلية. ويقتضي ذلك من شبكات المستقبَل العمل على دعم ومساندة الخدمات التي لا تتناولها الشبكات القائمة حالياً بكفاءة. فعلى سبيل المثال، يتعيّن على شبكات المستقبَل أن تدعم الخدمات التي عليها أن تبثّ أو تُرسل من حين إلى آخر عدداً قليلاً من بايتات البيانات، أو الخدمات التي تتطلّب عرض نطاق يتراوح بين غيغابت في الثانية (Gbit/s) وتيرابت في الثانية (Terabit/s) وما فوق، أو الخدمات التي تحتاج إلى حدوث تأخير قريب من تأخير سرعة الضوء بين طرف وآخر، أو الخدمات التي تسمح بإرسال متقطّع للبيانات وتسفر عن حدوث تأخير كبير جداً.

إضافة إلى ذلك، يتعيّن على شبكات المستقبَل أن تدعم أعداداً ضخمة ومجموعة منوّعة واسعة من الأجهزة المطرافية من أجل إيجاد بيئة اتصالات واسعة النطاق وشاملة. فمن ناحية، وفي مجال شبكات الاستشعار الشاملة، سيكون هناك أعداد ضخمة من الأجهزة المربوطة بالشبكة مثل أجهزة الاستشعار وقارئات بطاقات الدارات المتكاملة (IC) التي تتصل ببعضها البعض باعتماد عرض نطاق صغير جداً. ومن ناحية أخرى، سيكون هناك بعض التطبيقات العالية المستوى مثل تطبيقات المؤتمرات الفيديوية الراقية الجودة ذات التحسّس الواقعي. ومع أنه ليس من الضروري أن تكون الأجهزة المطرافية المرتبطة بها كثيرة العدد إلى حد كبير، فإن عرض النطاق الضخم سيكون لازماً لدعم ومساندة هذه التطبيقات.

2.8 المرونة الوظيفية

يُوصى بأن توفّر شبكات المستقبَل المرونة الوظيفية لدعم وإدامة الخدمات الجديدة المستمدّة من احتياجات المستعملين. ويوصى بأن تقوم شبكات المستقبَل بدعم مرونة ورشاقة نشر الخدمات الجديدة بحيث تواكب وتيرة النمو السريع والتغير في طلبات المستعمل.

الأساس المنطقي: إن التنبّؤ بطلبات واحتياجات المستعملين التي قد تنشأ في المستقبل البعيد لهو أمر غاية في الصعوبة. فالشبكات الحالية مصمّمة لكي تكون متنوّعة ومرنة وقادرة على التكيف السريع من خلال دعم الوظائف الأساسية التي يُتوقّع أن تكون مصاحبة لمعظم الاحتياجات المرتقبة للمستعملين بقدر كافٍ من الكفاءة. ومع ذلك، فإن النهج المتّبع في تصميم الشبكات الحالية لا يُوفّر عادةً المرونة الكافية، وذلك مثلاً حين لا تكون الوظائف الأساسية مثالية لدعم بعض الخدمات الجديدة، الأمر الذي يستدعي إحداث بعض التغييرات في تلك الوظائف ذاتها. إذ إن أي إضافة أو تعديل في وظائف البنى التحتية للشبكات المنتشرة أصلاً عادة ما تُسفر عن مهام معقّدة متّصلة بالنشر ينبغي تخطيطها بدقة تحاشياً للتأثير الذي قد تتركه على الخدمات الأخرى العاملة على البنية التحتية للشبكة ذاتها.

ومن جهة أخرى، يُتوقع أن تمكِّن شبكات المستقبَل من إجراء التعديلات الدينامية على وظائف الشبكة من أجل تشغيل مختلف خدمات الشبكة التي تنفرد باحتياجات محدّدة. فعلى سبيل المثال، يجب أن يكون تحويل الشفرة الفيديوية و/أو تجميع بيانات الاستشعار داخل الشبكة (أي التجهيز داخل الشبكة) أمراً ممكناً. كما يجب أن يكون من الممكن تنفيذ بروتوكولات جديدة لنوع جديد من الخدمات في شبكات المستقبَل. وينبغي تعايش الخدمات على بنية تحتية لشبكة وحيدة دون حدوث تداخل فيما بينها، خاصةً حين تتم إضافة وظيفة شبكية أو تعديلها لدعم خدمة معينة. كما يجب أن تكون شبكات المستقبَل قادرة على احتواء الخدمات التجريبية لأغراض الاختبار والتقييم، وأن تعمل على تمكين الانتقال السلس من الخدمات التجريبية باتجاه الخدمات المنتشرة بهدف التقليل من العراقيل التي تقف في وجه عملية نشر خدمة جديدة.

3.8 إضفاء الطابع الافتراضي على الموارد

يُوصى بأن تدعم شبكات المستقبَل إضفاء الطابع الافتراضي على الموارد المرتبطة بالشبكات من أجل دعم تجزئة الموارد، فيمكن تقاسم مورد وحيد بشكل متزامن ضمن موارد افتراضية متعدّدة. ويُوصى بأن تدعم شبكات المستقبَل عزل أي مورد افتراضي عن أشكال الموارد الأخرى. كما يُوصى بأن تقوم شبكات المستقبَل بدعم التجريد الذي لا يجب في إطاره على مورّد افتراضي معيّن أن يكون مُناظراً بشكل مباشر لخصائصه المادية.

الأساس المنطقي: فيما يتعلق بالشبكات الافتراضية، يمكن لإضفاء الطابع الافتراضي على الموارد أن يتيح المجال للشبكات للعمل دون حدوث تداخل مع عمل الشبكات الافتراضية الأخرى في الوقت الذي تقوم به بتقاسم موارد الشبكة فيما بين الشبكات الافتراضية. وبما أنه من الممكن للشبكات الافتراضية المتعددة أن تكون متواجدة بصورة متزامنة، يمكن للشبكات الافتراضية المختلفة أن تستخدم تكنولوجيات شبكية مختلفة دون حدوث تداخل فيما بينها، وبالتالي إتاحة المجال لتحقيق استفادة أفضل من الموارد المادية. ومن شأن خاصية التجريد أن تمكّن من توفير سطوح بينية معيارية من أجل النفاذ إلى الشبكات والموارد الافتراضية وإدارتها، وأن تسهم في تحديث إمكانات الشبكات الافتراضية.

4.8 النفاذ إلى البيانات

يُوصى بأن يتم تصميم وتنفيذ شبكات المستقبَل بحيث يتسنى لها المناولة المثلى والكفؤة لكميات هائلة من البيانات. ويُوصى بأن يكون لدى شبكات المستقبَل آليّات تكفل الاسترجاع الفوري للبيانات بغضِّ النظر عن مواقعها.

الأساس المنطقي: يتمثل الغرض الرئيسي لشبكات الهاتف القائمة في توصيل مشتركَيْن أو أكثر لتمكينهم من التواصل. وقد تمّ تصميم شبكات بروتوكول الإنترنت (IP) لإرسال البيانات بين مطاريف محدّدة. ويقوم المستعملون حالياً بالبحث عن البيانات على الشبكات باستخدام كلمات مفتاحية مناسبة للبيانات والنفاذ إليها دون أن يكونوا على علم بموقعها الفعلي. فمن وجهة نظر المستعمل، فإن الشبكات تُستخدم بصورة رئيسية كأداة للوصول إلى البيانات المطلوبة. وبما أنه سيتم الحفاظ على أهمية النفاذ إلى البيانات في المستقبل، فمن الجوهري بمكان أن تزوّد شبكات المستقبَل المستعملين بالسبل الكفيلة بتمكينهم من النفاذ إلى البيانات المناسبة بسهولة ودون اتّباع تدابير تستغرق قدراً كبيرا من الوقت، في الوقت الذي يتم فيه تقديم بيانات دقيقة وسليمة.

كما تتعرّض كميات وخصائص البيانات الرقمية في الشبكات للتغيّر. فوسائل الإعلام المتولّدة عن المستهلكين آخذة بالتنامي بشكل هائل: فالتواصل الاجتماعي عن طريق الشبكات يعمل على خلق أحجام ضخمة من مقالات المدوّنات الإلكترونية

(blogs) بشكل آني، وشبكات الاستشعار الشاملة [ITU-T Y.2221] تولّد كميات هائلة من البيانات الرقمية كل ثانية، فيما تعمل بعض التطبيقات المعروفة بـ"المدونات المصغّرة" ("micro-blogs") على توليد عمليات تواصل في وقت شبيه بالوقت الحقيقي يتضمن بيانات متعدّدة الوسائط. ويتمّ إنتاج وخزن وتجهيز هذه البيانات في الشبكات بأسلوب قائم على التوزيع. وفي شبكات بروتوكول الإنترنت (IP) الحالية، يَنفذ المستعملون إلى هذه البيانات في الشبكة عن طريق اتّباع إجراءات تقليدية، أي بتحديد العنوان ورقم المنفذ للمُضيف الذي يوفّر البيانات المستهدفة. وتحتوي بعض البيانات على معلومات خاصة أو موجودات رقمية، علماً بأنه لا توجد آليات أمنية مدمجة بهذا المجال. وانطلاقاً من ذلك، يبدو من الضروري في المستقبل نشوء تكنولوجيات على قدر أكبر من البساطة والكفاءة والأمان تكون مخصّصة لمناولة أحجام ضخمة من البيانات.

كما تشهد الخصائص المتعلقة بحركة اتصالات البيانات تغيراً. فالاتجاهات المتعلقة بالحركة في شبكات المستقبَل ستعتمد بوجه رئيسي على موقع البيانات بدلاً من اعتمادها على توزيع المشتركين. وبسبب الحوسبة السحابية، فإن موارد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) من قبيل قدرة الحوسبة والبيانات المختزنة في مراكز البيانات آخذة بالتزايد. وبالنظر إلى كون ذلك مصحوباً بانتشار الأجهزة المتنقّلة ذات الموارد غير الكافية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، يعمل هذا الاتجاه على نقل عملية معالجة البيانات من مطاريف المستعملين إلى مراكز البيانات. وبناءً على ذلك، يتعين على مُصمّمي شبكات المستقبَل أن ينظروا عن كثب وبدقة في هذه التغييرات، مثل تزايد أهمية الاتصالات في مراكز البيانات، والأعداد الضخمة من التعاملات والعمليات في تلك المراكز وفيما بينها، وذلك للوفاء بطلبات المستعملين واحتياجاتهم.

5.8 استهلاك الطاقة

يُوصى بأن تستخدم شبكات المستقبَل التكنولوجيات على مستوى الأجهزة والتجهيزات والشبكات من أجل تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتلبية احتياجات العملاء بحدٍ أدنى من الحركة. كما يُوصى بألا تعمل التكنولوجيات على مستوى الأجهزة والتجهيزات والشبكات كلاً على حدة وبشكل مستقل، بل تتعاون مع بعضها البعض لإيجاد حلّ لتوفير الطاقة المستهلكة في الشبكة.

الأساس المنطقي: تتضمن دورة حياة المنتج مراحل معينة مثل إنتاج المادة الخام وتصنيعها واستعمالها والتخلّص منها وتصريفها، وكلّ هذه المراحل تحتاج إلى دراسة من أجل الحدّ من التأثيرات على البيئة. ومع ذلك يُعتبر استهلاك الطاقة في مرحلة الاستعمال قضية هامة ورئيسية بالنسبة إلى التجهيزات التي تعمل على مدار الساعة يومياً؛ كما هو الحال في الغالب مع الشبكات. ومن بين مختلف أنواع استهلاك الطاقة يُعتبر استهلاك الطاقة الكهربائية هو الاستهلاك السائد في العادة. ومن هنا يقوم توفير الطاقة بدور رئيسي في الحدّ من التأثير البيئي الناجم عن الشبكات.

كما يُعتبر توفير الطاقة مهماً بالنسبة إلى عمليات تشغيل الشبكات. فعرض النطاق اللازم يزداد لدى إضافة خدمات وتطبيقات جديدة، بيد أن استهلاك الطاقة وما يترتّب عليه من حرارة أصبح يشكل قيداً مادياً بارزاً في المستقبل إلى جانب التقييدات المادية الأخرى من قبيل قدرة الألياف البصرية أو التردّد التشغيلي للأجهزة الكهربائية. وقد تصبح كل هذه القضايا عقبة تشغيلية كبرى، وفي أسوأ الأحوال قد يحول دون تقديم خدمات وتطبيقات جديدة.

ومن الشائع تقليدياً، أن خفض الطاقة يتحقق في الغالب باعتماد النهج المتعلّق بالأجهزة، أي عن طريق نمنمة قواعد تجهيز الأجهزة شبه الموصلة وعملية تكامل الأجهزة الكهربائية. بيد أن هذا النهج يواجه صعوبات من قبيل القدرة الاحتياطية العالية والحدود المادية لتردّد التشغيل. وبناء على ذلك، لا تعتبر النُهُج على مستوى الأجهزة وحدها، مثل الحدّ من طاقة الأجهزة الكهربائية والبصرية، مهمة وضرورية في المستقبل، بل أيضاً النهج على مستوى التجهيزات والشبكات كذلك.

إن التبديل في المجال البصري يستخدم قدراً من الطاقة يقلُّ عمّا يتمّ استخدامه لدى التبديل في المجال الإلكتروني، لكنه ليس من السهل تفعيل الصفوف الرزمية دون وجود ذاكرة إلكترونية. كذلك يَستخدم تبديل الدارات قدراً من الطاقة يقلّ عمّا تستخدمه عمليات تبديل الرزم غير الموصولة.

لذلك، يجب تصميم عُقد الاتصال الشبكي، مثل المحوّلات والموجّهات، بمراعاة آليات الأسلوب الخامد الذكي كما هو الحال مع الهواتف الخليوية؛ فهذا نهج على مستوى التجهيزات. أما فيما يتعلق بالنهج المتعلق بالشبكات، فلا بدَّ من الأخذ

في الاعتبار التحكّم بالحركة الفعّال من حيث الطاقة. وأحد الأمثلة النموذجية على ذلك يتمثل في استعمال أساليب التوجيه التي تحدَّ من الكمية الذروية للحركة. وثمة مثال آخر يتجسّد في الإخفاء والترشيح، ما يعمل على خفض كميات البيانات التي يتوجب إرسالها.

وتُعتبر نُهُج توفير الطاقة على مستوى الأجهزة والتجهيزات والشبكات التي تراعي كلاً من تحسين كفاءة استهلاك الطاقة والحدِّ من الحركة غير الضرورية عوامل أساسية لتوفير الطاقة في شبكات المستقبَل.

6.8 تعميم الخدمات

يُوصى بأن تعمل شبكات المستقبَل (FN) على تيسير وتسريع توفير التسهيلات في مناطق مختلفة مثل المدن الصغيرة أو الضواحي، والبلدان المتقدمة أو البلدان النامية، من خلال خفض تكاليف دورة الحياة للشبكة وعن طريق مبادئ الشبكة المفتوحة.

الأساس المنطقي: لا تزال بيئات الشبكات القائمة تفرض حواجز عالية في وجه الدخول والتسجيل، وذلك بالنسبة لكلّ من المصنّعين فيما يتعلّق بتطوير المعدّات، والمشغلين فيما يتعلق بتقديم الخدمات. ومن هذا المفهوم، يتعيَّن على شبكات المستقبَل أن تعزّز تعميم خدمات الاتصالات وتيسّر تطوير الشبكات ونشرها وتوفير الخدمات.

ومن أجل هذا الغرض، يتعيَّن على شبكات المستقبَل أن تدعم الانفتاح عن طريق اتِّباع المعايير العالمية ومبادئ التصميم البسيطة من أجل خفض تكاليف دورة حياة الشبكة، ولا سيّما تلك المتعلقة بالتطوير والنشر والتشغيل والإدارة، وبالتالي خفض ما يُدعى بالفجوة الرقمية.

7.8 الحوافز الاقتصادية

يُوصى بأن يتمَّ تصميم شبكات المستقبَل بحيث تؤمّن البيئة التنافسية المستدامة لحل النزاعات التي تنشأ بين مجموعة من المشتركين في النظام الإيكولوجي للاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) – كالمستعملين ومختلف الجهات المورِّدة، والحكومات، وأصحاب حقوق الملكية الفكرية — من خلال توفير الحافز الاقتصادي الملائم.

الأساس المنطقي: لقد عجزت تكنولوجيات كثيرة عن الانتشار أو الازدهار أو تحقيق الاستدامة نظراً لقرارات المهندسين المعماريين غير المؤاتية وغير المناسبة فيما يتعلق بالجوانب الاجتماعية أو الاقتصادية الضمنية (مثل النزاعات بين المشتركين، أو بسبب الافتقار إلى مراعاة الشروط المحيطة (مثل التكنولوجيات التنافسية) أو الحوافز (مثل السطح البيني المفتوح). وقد نجمت حالات الإخفاق هذه عن عدم قيام التكنولوجيات بتأمين آليات لحفز التنافس العادل.

وأحد الأمثلة على ذلك يتمثل في الافتقار إلى آليات نوعية الخدمة (QoS) في التنفيذ الأولي لشبكة بروتوكول الإنترنت (IP) اللازمة في خدمات الوقت الفعلي مثل خدمة التدفّق الفيديوي. فطبقة بروتوكول الإنترنت لم توفّر سبلاً للطبقة العليا الخاصة بها لمعرفة ما إذا كانت نوعية الخدمة مضمونة من طرف إلى طرف آخر. كما أن عمليات التنفيذ الأولية لشبكات بروتوكول الإنترنت افتقرت إلى الحوافز الاقتصادية المناسبة لمورّدي الشبكات لتنفيذها. وهذه بعض الأسباب، التي أدَّت إلى نشوء عقبات في وجه العمل بإدخال آليات ضمان نوعية الخدمة وخدمات الانسياب في شبكات بروتوكول الإنترنت، حتى حين حاول المشتركون في النظام الإيكولوجي للاتصالات إعداد الشبكات وفق متطلبات شخصية أو طلبوا إلى آخرين توفير شبكات مصمّمة حسب الطلب لإطلاق خدمة جديدة وتقاسم ما ينجم عنها من منافع.

وانطلاقاً من ذلك، لا بدّ من إيلاء الاهتمام الكافي للجوانب الاقتصادية والاجتماعية مثل الحوافز الاقتصادية لدى تصميم وتنفيذ الشروط والمتطلبات لشبكات المستقبَل ومعماريتها وبروتوكولها من أجل تأمين بيئة تنافسية مستدامة لمختلف المشتركين.

وتشهد الطرق لحلّ التضاربات الاقتصادية بما فيها النزاعات في الفضاء السيبراني، التي تنطوي على مردود اقتصادي لكل مساهمة يتقدم بها المشاركون، أهمية متزايدة [b-Clark]. ويعتبر استخدام الشبكات وسيلة لإنتاج الحوافز الاقتصادية في شتّى المجالات نظراً إلى أن الإنترنت تتنامى وتضمُّ معاً عناصر وظيفية اجتماعية متنوِّعة. ويقوم مختلف المشتركين بالإنترنت في الغالب بملاحقة مصالحهم المتضاربة مما يؤدى إلى نشوء صراع بشأن الإنترنت وجدل في قضايا التنظيم الدولية والمحلية.

8.8 إدارة الشبكات

يُوصى بأن تكون شبكات المستقبَل (FN) قادرة على القيام بكفاءة بتشغيل وصيانة وتأمين عدد متزايد من الخدمات والكيانات. ويُوصى بشكل خاص بأن تكون شبكات المستقبَل قادرة على معالجة كميات ضخمة من البيانات والمعلومات المتعلقة بالإدارة بكفاءة، ثم القيام بتحويل تلك البيانات إلى معلومات ومعارف وثيقة الصلة بالمشغّلين بصورة تتسم بالكفاءة والفعالية.

الأساس المنطقي: إن عدد الخدمات والكيانات التي تتناولها الشبكات آخذ بالتزايد. فقد أضحت ميزة التنقّلية والتكنولوجيا اللاسلكية جوانب أساسية للشبكات. وأصبحت الشروط والمتطلبات المتعلقة بالأمن والخصوصية في حاجة إلى التكيف مع التطبيقات والقواعد الآخذة في التزايد من حيث التعقيد، كما أن دمج قدرات جمع البيانات ومعالجتها نتيجة إنترنت الأشياء والشبكات الذكية والحوسبة السحابية وغيرها من الجوانب يعمل على إدخال معدّات شبكية غير تقليدية إلى الشبكات، مما يؤدي إلى تكاثر أهداف إدارة الشبكات ويزيد من تعقيد معايير التقييم. وبذلك يُعتبر تقديم الدعم الفعّال للمشغّلين أمراً ضرورياً في شبكات المستقبَل.

وإحدى المشاكل التي تواجه الشبكات الحالية تتمثل في أن الاعتبارات الاقتصادية قد أدّت إلى تصميم أنظمة التشغيل والإدارة بحيث يكون تصميماً مخصّصاً لكل مكوّن من مكوّنات الشبكة. وبما أنّ انتشار العناصر الوظيفية الإدارية غير المنظّمة، والتي تسودها الفوضى، يعمل على زيادة درجة التعقيد والتكاليف التشغيلية، يتعيّن على شبكات المستقبَل إزاء ذلك أن تؤمّن أنظمة إدارة وتشغيل غاية في الكفاءة من خلال سطوح بينية للإدارة متكاملة بصورة أكبر.

وتتمثل المشكلة الأخرى في أن أنظمة إدارة وتشغيل الشبكات الحالية تعتمد إلى حدّ كبير على مهارات مُشغّلي الشبكات. ومن ثم تبرز مشكلة كبيرة تتمثل في كيفية تسهيل المهام المتعلقة بإدارة الشبكات وتوارث المعرفة التي يتسم بها العاملون في هذا المجال. ففي سياق عملية إدارة الشبكات وتشغيلها، تستمر المهام التي تستدعي المهارة البشرية، من قبيل اتخاذ القرارات عالية المستوى بالاستناد إلى التجربة التي تراكمت على مدى السنين. وفيما يتعلق بهذه المهمّات، من المهم بمكان أن يتمكن حتى المشغّل المبتدئ، الذي ليس لديه مهارات خاصة، من إدارة الشبكات الكبيرة الحجم والمعقّدة دون اللجوء إلى مساندة الأتمتة. وفي الوقت نفسه، لا بدّ من الأخذ في الاعتبار نقل المعارف والدراية التقنية بفعالية بين الأجيال.

9.8 التنقلّية

يُوصى بأن توفّر شبكات المستقبَل (FN) ميزة التنقّلية التي من شأنها أن تيسّر عمل الشبكات العالية السرعة والواسعة النطاق ضمن بيئة يستطيع فيها العدد الهائل من العقد أن يتحرّك بدينامية عبر الشبكات غير المتجانسة. ويُوصى بأن تدعم شبكات المستقبَل الخدمات المتنقّلة بغضّ النظر عن القدرة التنقّلية للعقدة.

الأساس المنطقي: تتطور الشبكات المتنقلّة بشكل مستمر من خلال تكامل التكنولوجيات الجديدة. ومن هنا يُتوقّع أن تشتمل الشبكات المتنقّلة المستقبلية على شبكات غير متجانسة متنوّعة تتراوح بين الشبكات الكبيرة والصغيرة مروراً بالشبكات من حجم البيكو والفمتو، وعلى أنواع مختلفة من العقد المجهّزة بمجموعة منوّعة من تكنولوجيات النفاذ، وذلك لأن الشبكة الأحادية النفاذ لا يمكنها الاستمرار في وفير التغطية الشاملة وتأمين النوعية العالية الجودة للاتصالات المتعلقة بالخدمات لأعداد ضخمة من العقد. ومن ناحية ثانية، فقد تمّ تصميم الشبكات المتنقّلة القائمة حالياً، كالشبكات الخلوية، باعتماد منظور مركزي الطابع ووجود العناصر الوظيفية الرئيسية للتشوير المتعلقة بالتنقّلية داخل الشبكة الأساسية. ومع ذلك، قد يعمل هذا النهج على الحدّ من الكفاءة التشغيلية نظراً لقيام أنظمة مركزية بمناولة التشوير لجميع أنواع الحركة ما يؤدي إلى نشوء قضايا تتعلق بقابلية التدرّج والأداء. وانطلاقاً من هذا المنظور، لا بدّ من أن يتم دعم شبكات المستقبَل من خلال بنى معمارية قابلة للتدرّج بشكل فائق لاستيعاب عقد نفاذ موزعة، وآليات خاصة بالمشغّلين لإدارة الشبكات المتنقّلة الموزعة، ومسارات أمثل لبيانات التطبيق وبيانات التشوير.

وبما أن معمارية الشبكات المتنقّلة الموزّعة تعمل على تيسير نشر تكنولوجيات النفاذ الجديدة عن طريق وضع العناصر الوظيفية للتنقّلية عند مستويات النفاذ بطريقة مرنة، واستمثال التنقّلية من خلال الدعم من مسافات قصيرة وعن طريق شبكات فائقة السرعة، فإن ذلك يمثل المفتاح لتأمين خاصية التنقّلية في شبكات المستقبَل.

وتوجد التكنولوجيات التي توفّر خدمة التنقّلية بصرف النظر عن قدرة العقد. بيد أن هذه الخدمة ليست سهلة حين يكون للعقدة قدرة محدودة مثل المحساس. وبناءً على ذلك، لا بد من مراعاة طريقة توفير التنقّلية بشمولية في شبكات المستقبَل.

10.8 الاستمثال

يُوصى بأن توفّر شبكات المستقبَل (FN) الأداء الكافي من خلال استمثال قدرة تجهيزات الشبكات بالاستناد إلى متطلّبات الخدمة واحتياجات المستعملين. ويُوصى بأن تنفّذ شبكات المستقبَل مختلف التحسينات المثلى داخل الشبكة مع مراعاة مختلف التقييدات المادية الخاصة بتجهيزات الشبكات.

الأساس المنطقي: يؤدي انتشار النفاذ العريض النطاق إلى ظهور خدمات متنوّعة ذات خصائص مختلفة ويعمل على توسيع نطاق مختلف الشروط والمتطلبات فيما بين الخدمات، مثل عرض النطاق والتأخير ونحو ذلك. وقد صُمِّمت الشبكات الحالية للوفاء بأعلى المستويات من متطلبات الخدمات لأكبر عدد من المستعملين، كما أن قدرة إرسال المعدات المزوّدة للخدمات عادة ما تتمّ بمواصفات مُبالغ في تحديدها بالنسبة إلى معظم الخدمات والمستعملين. فلو استمر هذا النموذج في الوقت الذي تتزايد فيه طلبات المستعملين، فإن تجهيزات الشبكات سوف تواجه في المستقبَل تقييدات مادية مختلفة من قبيل قدرة الإرسال للألياف البصرية وترددات التشغيل الخاصة بالأجهزة الكهربائية ونحو ذلك.

ولهذا السبب، يجب أن تعمل شبكات المستقبَل على استمثال مقدرة تجهيزات الشبكات، على أن تجري التحسينات المثلى ضمن الشبكة بمراعاة مختلف التقييدات المادية لتجهيزات الشبكات.

11.8 تحديد الهوية

يُوصى بأن توفّر شبكات المستقبَل (FN) بنية جديدة لتحديد الهوية يمكنها بفعالية دعم التنقّلية والنفاذ إلى البيانات بأسلوب قابل للتدرّج والارتقاء.

الأساس المنطقي: يُعتبر كل من التنقّلية والنفاذ إلى البيانات من الغايات التصميمية لشبكات المستقبَل. وتتطلّب السمتان تأمين الترتيبات لتحديد الهوية (والتسمية) [ITU-T F.851] بشكل كفوء وقابل للتدرّج لعدد كبير من أهداف شبكات الاتصال (الجهات المضيفة والبيانات). وتستخدم شبكات بروتوكول الإنترنت (IP) الحالية عناوين خاصة ببروتوكول الإنترنت لتحديد هوية الجهة المضيفة. وهذه في الواقع هي وسائل لتحديد المواقع للجهات المضيفة تعتمد على نقاط الربط بالشبكة. فمع تحرّك الجهة المضيفة يتغير معرّف هويتها (ID) [ITU-T Y.2091]، مما يؤدي إلى تقطّع دورات الاتصال. بيد أن الهواتف الخلوية تحجب هذه المشكلة بالتحكّم بالقضايا المتعلقة بالتنقّلية في الطبقات السفلى، علماً بأنه حين تخفق الطبقات السفلى في التعامل مع ذلك، بسبب عدم تجانس شبكات النفاذ مثلاً ، تنشأ هذه المشكلة من جديد. وبصورة مماثلة، لا توجد معرّفات محددة تستخدم على نطاق واسع في تحديد هوية البيانات. وعلى ذلك يتعين على شبكات المستقبَل أن تجد حلاً لهذه القضايا عن طريق إيجاد بنية جديدة لتحديد الهوية من أجل التوصيل الشبكي الكفوء فيما بين الجهات المضيفة والبيانات. وعليها أن توفّر تقابلاً دينامياً بين البيانات وهويات الجهات المضيفة، فضلاً عن تقابل دينامي بين تلك المعرّفات وسبل تحديد المواقع للجهات المضيفة.

12.8 الاعتمادية والأمن

يُوصى بأن يتمّ تصميم شبكات المستقبَل (FN) وتشغيلها وتطويرها لتتّسم بالاعتمادية والمرونة بحيث تراعى الظروف المثيرة للتحدي. ويُوصى بأن تُصمّم شبكات المستقبَل لأغراض الحفاظ على أمن وخصوصية مستعمليها.

الأساس المنطقي: بما أن شبكات المستقبَل تقوم بدور البنى التحتية الداعمة للنشاط البشري الاجتماعي، فعليها أيضاً أن تدعم أي نوع من أنواع خدمات المهمّات الحرجة والحاسمة الأهمية، من قبيل الإدارة الذكية لحركة المواصلات (حركة الطرق والسكك الحديدية والحركة الجوية والبحرية والحركة في الفضاء)، والشبكات الذكية، والصحة الإلكترونية، والأمن الإلكتروني واتصالات الطوارئ (ET) [ITU-T Y.2205] بصورة تتسم بالسلامة والاعتمادية. وتُستخدم أجهزة الاتصالات لضمان سلامة البشر ودعم أتمتة الأنشطة البشرية (القيادة والطيران وأتمتة المكاتب والمنازل، والفحص والإشراف الطبي، وما إلى ذلك). ويكتسي ذلك أهمية بالغة في حالات الكوارث (الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والتسونامي والأعاصير والمواجهات العسكرية وغيرها من المواجهات وحوادث المرور الكبيرة، إلخ). كما تحتاج بعض خدمات الاستجابة للطوارئ (مثل الاتصالات من فرد إلى هيئة ما) إلى منح أولوية في النفاذ للمستعملين المخولين وأولوية في التعامل مع حركة الطوارئ

وتحديد هوية الأجهزة الشبكية، ودلالة وقتية ومكانية، مع ما يرتبط بذلك من دقّة في المعلومات التي ستعمل بشكل كبير على تحسين نوعية الخدمة.

ويتعين على كل المستعملين أن يولوا ثقتهم بشكل مُبرّر في شبكات المستقبَل لتأمين المستوى المقبول من الخدمة حتى في وجه الأخطاء والتحديات المختلفة الماثلة أمام الأداء الاعتيادي. وتعرف هذه القدرة الخاصة بشبكات المستقبَل بالمرونة، وتتسم بخاصيتين هما الموثوقية (مدى السرعة في الثقة بنظام ما) والتفاوت المسموح به للاستجابة للتحديات. ويمكن اكتساب الثقة لدى التأكد من أن شبكات المستقبَل ستؤدي عملها كما هو متوقع فيما يتعلق بالاعتمادية والأمن. فما يهدد موثوقية نظام ما يتمثل في طائفة كبيرة من التحديات، بما في ذلك الأخطاء الطبيعية (مثلاً حين تصبح المعدات الحاسوبية قديمة)، والكوارث الكبيرة (طبيعية كانت أم من صنع الإنسان) والغزوات (التي تُشنّ في العالم الواقعي أو في العالم السيبراني)، والتركيبات الخاطئة، وحركة المواصلات غير الاعتيادية وإن تكن شرعية أو مبرّرة، والتحديات البيئية (وخاصة في الشبكات اللاسلكية). إن مجموعة القواعد المرتبطة بالتفاوت المسموح به للاستجابة للتحديات تتعامل مع تصميم وهندسة شبكات المستقبَل التي يمكنها الاستمرار في توفير الخدمة بالرغم من وجود التحديات. أما مجموعة قواعدها الفرعية التي تتناول القدرة على البقاء والاستمرار، وتحمّل الاختلالات وتحمل الحركة، فهي تستهدف قدرة النظام على الوفاء بمهمته في الوقت المناسب وفي ظل وجود هذه التحديات.

وتتّسم شبكات المستقبَل بالطابع الافتراضي المضفى عليها وبالتنقّلية، وكذلك باستفاضة البيانات والخدمات. ويستدعي ضمان الأمن للشبكات التي لديها هذه الخواص التحكّم بالنفاذ المتعدّد المستويات (التأكد من هوية المستعمل واستيقانه والترخيص له). وتشكل هذه إضافة إلى شروط ومتطلبات الأمن القائمة مثل [ITU-T Y.2701]. ويتضمن ذلك حماية الهوية على الخط والسمعة فضلاً عن توفير القدرة للمستعملين للتحكّم بعمليات الاتصال غير المرغوب فيها. فيتعين على شبكات المستقبَل توفير الظروف الآمنة على الخط لكل فرد من الأفراد ولا سيّما للأطفال والمعوّقين والقاصرين.

9 الموعد المستهدف والانتقال

إن ما ورد في هذه التوصية من وصف لشبكات المستقبَل (FN) يبيّن أن تطبيق الافتراض بأن الخدمات التجريبية والنشر التدريجي لشبكات المستقبَل التي تدعم الأهداف والغايات المتعلقة بالتصميم الواردة أعلاه سيتم بين عامي 2015 و2020 تقريباً. وتستند هذه التقديرات إلى عاملين: الأول يتمثل في وضعية الشبكات الراهنة والآخذة بالنشوء التي ستُستخدم في تجريب شبكات المستقبَل وتطويرها؛ والثاني مفاده أن أي تطوّر قد يستجدّ في موعد يتجاوز إلى حدّ بعيد الموعد المستهدف هو تطوّر من باب التكهّن أو التخمين.

وهذا الموعد المستهدف لا ينطوي ضمناً على أن الشبكة سوف تتغيّر ضمن الإطار الزمني التقديري، علماً بأنه من المتوقّع أن تتطور عدة أجزاء من الشبكة. ويمكن استخدام استراتيجيات التطوّر والانتقال (إلى أنظمة أخرى) لاستيعاب تكنولوجيات الشبكات الناشئة والمستقبلية. وتشكل هذه التصوّرات للتطوّر والانتقال (إلى أنظمة أخرى) موضوعات تستدعي المزيد من الدراسة.

التذييل I

التكنولوجيات المعتمدة لتحقيق الغايات المتعلقة بالتصميم

(هذا التذييل لا يشكل جزءاً من هذه التوصية)

يصف هذا التذييل بعض التكنولوجيات التي نشأت في إطار الجهود البحثية المنفّذة في الآونة الأخيرة. ومن المرجّح أن تُستخدم هذه التكنولوجيات كتكنولوجيات تمكينية لشبكات المستقبَل (FN)، وقد تضطلع بدور هام في تطويرها. ويُظهر عنوان كل فقرة اسم التكنولوجيا والغاية التصميمية الأكثر ارتباطاً بالتكنولوجيا لإظهار مدى صلتها بالمتن الرئيسي لهذه التوصية. ولا بدّ من الإشارة إلى أن التكنولوجيا قد ترتبط بغايات متعددة متعلقة بالتصميم. فإضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات، على سبيل المثال، يرتبط بشكل وثيق ليس بالموارد ذات الطابع الافتراضي فحسب بل بتنوّع الخدمة أيضاً، وبالمرونة الوظيفية، وإدارة الشبكات، والاعتمادية، والأمن. ويُظهر عنوان الفقرة الغاية التصميمية الأوثق صلة بالموضوع.

1.I إضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات (الموارد)

يتعيَّن على شبكات المستقبَل (FNs) أن تقدِّم مجموعة واسعة من التطبيقات والخدمات والبنى المعمارية للشبكات. ويمثِّل إضفاء الطابع الافتراضي على الشبكة التكنولوجيا الأساسية لدعم ذلك. فمن شأن إضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات أن يُمكِّن من إيجاد تقسيمات شبكية معزولة منطقياً على البنية التحتية لشبكات مادية متقاسمة بحيث يمكن للشبكات الافتراضية المتجانسة أن تتواجد معاً بصورة متزامنة فوق البنية التحتية. كما أنه يتيح المجال لتجميع الموارد المتعدّدة ويجعل الموارد المجمَّعة تبدو وكأنها مورد وحيد. ويرد وصف التعريف المفصّل والإطار لإضفاء الطابع الافتراضي على الشبكات في [b-ITU-T FG-FN NWvir].

وفي استطاعة مستعملي التقسيمات الشبكية المعزولة منطقياً برمجة عناصر الشبكات من خلال تفعيل إمكانية البرمجة التي تُمكِّن المستعملين من القيام بشكل دينامي باستيراد وإعادة تشكيل التكنولوجيات الجديدة أو المبتكرة مؤخّراً وتحويلها إلى تجهيزات ذات طابع افتراضي (مثل الموجّهات/المحوِّلات) في الشبكة. كما يوجد لدى الشبكات التي أُضفي عليها الطابع الافتراضي تجميع مُوحّد من الشبكات بحيث يمكن تشغيل البنى التحتية لشبكات متعدِّدة كجزء من شبكة واحدة حتى وإن كانت منتشرة جغرافياً وتجري إدارتها من قبل مُورِّدين مختلفين. ويستدعي تفعيل إمكانية البرمجة والتجميع الموحّد دعم الحركة الدينامية لعناصر الشبكية المنطقية والخدمات والقدرات فيما بين التقسيمات الشبكية المعزولة منطقياً. وبكلمات أخرى، من الممكن إزالة خدمة أو عنصر من تقسيم شبكي وإعادة عرضه ضمن تقسيم مختلف معزول منطقياً من أجل تأمين استمرار الخدمة أو عملية التوصيل إلى المستعملين النهائيين أو المُورِّدين الآخرين. فبالقيام بذلك يستطيع المستعملون النهائيون أو المورِّدون الآخرون تحديد هذه الخدمات والعناصر البعيدة والنفاذ إليها.

2.I توصيل الشبكات الموجّه للبيانات/المحتوى (النفاذ إلى البيانات)

أدى النمو الهائل للشبكة العالمية www في الإنترنت إلى حدوث توزيع كبير للمحتوى الرقمي من قبيل النصوص والصور والبيانات السمعية والبيانات البصرية. فنسبة كبيرة من حركة الإنترنت تُستمّد من هذا المحتوى. وبناء على ذلك، تمّ اقتراح العديد من أساليب توصيل الشبكات بالتركيز على توزيع المحتوى. وتتضمن تلك ما يُسمّى بشبكات توزيع المحتوى (CDN) [ITU-T Y.2019] وتوصيل الشبكات من النظير إلى النظير (P2P) لتقاسم المحتوى.

إضافة إلى ذلك، تمّ اقتراح بعض النهج الجديدة التي تتخصَّص بمناولة محتوى البيانات وذلك من منظور استعمال الشبكات [b-NAMED DATA] [b-Jacobson] [b-CCNX]. ويمكن تمييزها عن الشبكات الحالية من حيث مفاهيم العنونة والتوجيه وآلية الأمن وما إلى ذلك. وفيما تتوقف آلية التوجيه للشبكات الحالية على "الموقع" (عنوان بروتوكول الإنترنت IP أو اسم الجهة المضيفة)، فإن أسلوب التوجيه الجديد يستند إلى اسم البيانات/المحتوى، علماً بأنه يمكن خزن البيانات/المحتوى في مواقع مادية متعدِّدة باعتماد آلية إخفاء تمتدّ على مدى نطاق الشبكة. أما فيما يتعلق بقضايا الأمن، فقد طُرحت اقتراحات بشأن

المواقع التي يكون لدى البيانات/المحتوى فيها توقيع المفتاح العمومي وإمكانية استيقانها. وتشدِّد البحوث الأخرى على تسمية البيانات والاستبانة الاسمية للبيانات في الشبكة [b-Koponen]. وتفترض بعض النهج عملية تنفيذ الشبكة الراكبة باستخدام شبكات بروتوكول الإنترنت القائمة، فيما تفترض نهج أخرى قاعدة تنفيذ جديدة باعتماد أسلوب الصفحة البيضاء.

وثمة مشروعان بحثيان يقترحان نموذجاً جديداً يُسمّى "توصيل الشبكات بالنشر/الاشتراك" (pub/sub) هما [b-Sarela] و[b-PSIRP]. ففي عملية توصيل الشبكات بالنشر/الاشتراك، يقوم مرسلو البيانات "بنشر" ما يبتغون إرساله فيما "يشترك" المتلقّون بالمنشورات أو المطبوعات التي يودّون استلامها. وثمة أنشطة بحثية أخرى تحاول إيجاد بنى معمارية شبكية جديدة بالاستناد إلى نموذج البيانات/المحتوى ونموذج المعلومات الجديدة وإدارة المعلومات. انظر [b-NETINF] و[b-Dannewitz].

3.I توفير الشبكات للطاقة (استهلاك الطاقة)

يُعتبر خفض استهلاك الطاقة مهماً للغاية بالنسبة للوعي بشأن الاعتبارات البيئية وأداء الشبكات. ويتضمن ذلك مجموعة منوَّعة من التكنولوجيات على مستوى الأجهزة والتجهيزات والشبكات [b-Gupal]. وعلى كل تكنولوجيا من التكنولوجيات، سواء أكانت تتعلق بنفس المستوى أم بمستويات مختلفة، ألا تعمل كلاً على حدة وبشكل مستقل، بل يتعاون مع بعضها البعض وتؤمِّن حلولاً كلية من شأنها أن تقلِّل من الاستهلاك الإجمالي للطاقة إلى الحدّ الأدنى.

ولدى عمليات توفير الطاقة الخاصة بالشبكات المجالات الثلاثة الواعدة التالية:

- الحركة باتجاه أمامي بطاقة أقل

  يتمّ إرسال البيانات حالياً في العادة باعتماد أجهزة ومعدّات تستهلك الطاقة، ويتوقف استهلاكها للطاقة بصورة رئيسية على معدل إرسالها أو بثّها. فتكنولوجيات توفير الطاقة تُمكِّن من تحقيق المعدّل ذاته بقدر أقلّ من الطاقة مستخدمةً أجهزة/معدّات منخفضة الطاقة، والتحويل الفوطوني، والبروتوكولات الخفيفة، وما إلى ذلك [b-Baliga2007]، مما يعمل على خفض كمية الطاقة المستهلكة في إرسال كل بتة.

- ضبط تشغيل الأجهزة/المعدّات لديناميات الحركة

  تعمل أجهزة أو أنظمة الشبكات الحالية باستمرار بكامل المواصفات والسرعة. وعلى نقيض ذلك، تعمل الشبكات المعتمدة للتكنولوجيات الموفّرة للطاقة على التحكّم في عمليات التشغيل استناداً إلى الحركة باستخدام أساليب من قبيل الضبط بالأسلوب الخامد وتدريج التوتر (الفولطي) الدينامي، وتقنية التشغيل بميقاتية دينامية [b-Chabarek]. ويعمل ذلك على خفض ما يلزم من استهلاك كلي للطاقة.

- تلبية طلبات واحتياجات الزبائن بحدّ أدنى من الحركة

  لم تقم الشبكات الحالية بشكل نمطي بإيلاء الانتباه للكمية الإجمالية من الحركة اللازمة لتلبية طلبات الزبائن واحتياجاتهم. بيد أن الشبكات العاملة بتكنولوجيات توفير الطاقة ستفي بهذه الطلبات باستخدام الحدّ الأدنى من الحركة. أي أنه في وسعها خفض الحركة غير الضرورية أو غير الصالحة مثل الرسائل المفرِطة المختزنة أو رسائل المستعملين المزدوجة والمكرّرة من خلال استخدام التوزيع المتعدد والترشيح والإخفاء وإعادة التوجيه وما شابه ذلك. فهي تقلِّل الحركة وبالتالي تخفض ما يلزم من استهلاكٍ كلي للطاقة.

واستناداً إلى تلك الخصائص، يمكن لميزة توفير الطاقة الخاصة بالشبكات أن تؤدي إلى خفض الاستهلاك الكلي للطاقة وأن تعمل على حلّ المشاكل والقضايا البيئية من منظور يتعلق بالشبكات. فمع أن بإمكان خدمة جديدة تمّ تطبيقها مؤخراً أن تعمل على زيادة استهلاك الطاقة، لكن الشبكات العاملة بتكنولوجيات توفير الطاقة يمكنها التخفيف من وطأة هذه الزيادة. ومقارنةً بالحالات التي ينعدم فيها وجود تكنولوجيات توفير الطاقة، يمكن الحدّ من الاستهلاك الكلي للطاقة أيضاً.

4.I إدارة الشبكات المدمجة بالأنظمة (إدارة الشبكات)

بالنظر إلى التقييدات التي تتخلّل عمليات الإدارة الحالية للشبكات، يجري تطوير نهج لامركزي جديد لإدارة الشبكات يُدعى نهج الإدارة المدمجة بالنظام [b-MANA][b-UniverSELF]. وتستخدم الإدارة المدمجة بالنظام مفاهيم اللامركزية والتنظيم

الذاتي والاستقلالية والتحكم الذاتي كمفاهيم تمكينية أساسية. فالفكرة الكامنة هنا مفادها أنه خلافاً للنهج المتوارث، تكون مهمات الإدارة مدمجة داخل الشبكة وبذلك تعمل على تدعيم وتقوية الشبكة بحيث تتمكّن من التحكم بجوانب التعقيد الخاصة بها. وبناءً على ذلك فإن شبكة المستقبل، بوصفها نظاماً تتمّ إدارته، تعمل على الاضطلاع بمهمات الإدارة بمفردها. وفيما يلي السمات التي تتصف بها الإدارة المدمجة بالنظام لشبكات المستقبَل.

ففي المستقبل، ستكون الشبكات واسعة النطاق ومعقّدة لدعم الخدمات المتنوعة ذات الخصائص المختلفة مثل عرض النطاق ونوعية الخدمة، ولذلك ستصبح إدارة البنية التحتية للشبكات وخدمتها أكثر تعقيداً وتنطوي على مهمات صعبة. وقد تمّ في السابق اقتراح نهج مختلفة من أجل تقييس نظام إدارة الشبكات من خلال تحديد السطح البيني المشترك لنظام التشغيل، مثل مفهوم المعمارية الملائمة للخدمة (SOA) ، لكنها لم تُطبَّق بسبب بعض المشاكل كالكلفة على سبيل المثال. وسيزداد ذلك سوءاً في المستقبل نتيجة تكاثر أنظمة الإدارة المختلفة الناجم عن تزايد الخدمات، ومن هنا تنشأ الحاجة إلى تكنولوجيات تؤدي إلى عمليات التشغيل والإدارة ذات الكفاءة العالية. كذلك الأمر، فبما أن تشغيل وإدارة الشبكات الحالية يعتمد بصورة رئيسية على مهارات مديري الشبكات، فإن تسهيل مهام إدارة الشبكات ونقل المعرفة للعاملين يطرح مشكلات كبرى.

وثمة مهمتان مُرشّحتان لتحقيق هذه الغايات.

تتمثّل أولاهما في نظام موحّد للتشغيل والإدارة بالاستناد إلى منظور الإدارة العالية الكفاءة، فيما تتمثل الأخرى في سطح التحكم البيني المتطور ونظام لنقل المعرفة والدراية التقنية للمشغّلين لكي يتمكن المشغّلون ذوو المهارات المتدنية من تشغيل وإدارة الشبكات.

وترد أدناه نماذج مُقترحة لشبكات المستقبَل تحقيقاً لهذه الغايات.

أ) السطح البيني المشترك للتشغيل والإدارة [b-TMF NGOSS] و[b-Nishikawa]. فهو يوفر التشغيل والإدارة بدرجة عالية من الكفاءة من أجل تكييف أنظمة الشبكات التي توفر الخدمات المختلفة. تكنولوجيا قاعدة البيانات عامل رئيسي في النقل الأتوماتي لبيانات النظام القديم التي تحتوي على معلومات تتعلق بالمستعملين والبنى التحتية إلى النظام الجديد.

ب) سطح تحكم بيني متطور ونظام لنقل المعرفة والدراية للمشغّلين [b-Kipler] و[b-Kubo].

من أجل تسهيل عمليات التحكم بالشبكات وإدارة أنظمة وخدمات الشبكات المختلفة بالنسبة إلى المشغّلين الذين يفتقرون إلى المهارات الخاصة، يتعين أن يكون لدى أنظمة تشغيل شبكات المستقبَل آليات مستقلّة للتحكم والتثبيت الذاتي. كما أن سطوح التحكم البينية المتطورة والسهلة الاستعمال تسهم في تنفيذ بعض المهام المتعلقة بتشغيل الشبكات وإدارتها. ويتمثل أحد النُهُج الصالحة في "ترئية" مختلف أوضاع الشبكات، وذلك على النحو الآتي:

- ترئية إدارة الأنظمة (التكنولوجيا المتعلقة بالبرمجيات)

تعمل تكنولوجيا ترئية الشبكات على دعم عمل مدير النظام وتحسين كفاءة العمل من خلال تسهيل ترئية حالة الشبكات. وتتضمّن تكنولوجيا الترئية عمليات رصد الشبكات وتحديد مواقع الأعطال وأتمتة نظام الشبكات.

- ترئية إدارة البنى التحتية (التكنولوجيا المتعلقة بالمعدات والأجهزة الحاسوبية)

تتّسم تكنولوجيا الترئية المستندة إلى الأجهزة والمعدات الحاسوبية أيضاً بالكفاءة لدعم المهندسين الميدانيين. وتتضمّن هذه رصد الألياف وحالات الاتصالات، وتحديد مواقع الأعطال، وتحديد هوية الألياف. كما أنها تسهّل عملية تحديد موقع العطل، ولا سيّما إذا كان على الجانب المتعلق بالشبكات أو في أجهزة المستعملين، مما يؤدي إلى خفض تكاليف الصيانة.

5.I استمثال الشبكات (الاستمثال)

يؤدي نشوء خدمات جديدة إلى زيادة عرض النطاق الذي يحتاجه الكثير من المستعملين فيما يكتفي الآخرون بعرض النطاق الحالي، مما يزيد من تنوّع متطلبات عرض النطاق فيما بين المستعملين. وقد صُمِّمت الشبكات الحالية لكي تلبّي الحدّ الأقصى من احتياجات المستعملين، علماً أن قدرة المعدّات تكون ذات مواصفات مبالغ بها بالنسبة لمعظم الخدمات. وسوف تواجه

معدّات الشبكات في المستقبل تقييدات مادية مختلفة، من قبيل قدرة الألياف البصرية وترددات تشغيل الأجهزة البصرية والكهربائية واستهلاك الطاقة. ولذلك يجب أن تُصمّم شبكات المستقبَل بحيث يكون في وسعها تحسين فعالية الاستخدام من خلال توفير المقدرات المثلى (أي غير المتاحة بوفرة) للوفاء باحتياجات المستعملين.

وثمة ثلاثة مجالات واعدة يمكنها التصدّي للقضايا الواردة أعلاه وهي: الاستمثال المتعلق بالأجهزة والاستمثال المتعلق بالأنظمة والاستمثال المتعلق بالشبكات.

أ) الاستمثال المتعلق بالأجهزة [b-Kimura]

إن تقنية استمثال معدّل التشغيل المؤلفة من طبقة بصرية وطبقة كهربائية وطبقة بصرية/كهربائية هجين توفّر الحدّ الأدنى من عرض النطاق اللازم للخدمات والتطبيقات.

ب) الاستمثال المتعلق بالأنظمة [b-Gunaratne]

مع أن تجفير جميع البيانات في الشبكات يمثل الحلّ الأمثل في وجه التهديدات الأمنية، فإن تجفير البيانات بصورة انتقائية يتمّ حالياً من خلال وظائف الطبقة العليا، علماً بأن الطبقات العليا هي من البطء بمكان بحيث يتعذّر عليها تجفير جميع الأشياء. ذلك أن استثمال آليات الأمن، أي تركيز وظائف التجفير في تجهيز ومعالجة الطبقة السفلى (تقنية تجهيز ومعالجة الطبقة المادية مثل تكنولوجيا الإرسال بتعدد الإرسال البصري بتقسيم الشفرة (OCDM))، ووقف تجفير الطبقة العليا، من شأنهما إتاحة درجة عالية من الأمن وتحقيق انخفاض في الكمون وكفاءة في الطاقة في الوقت نفسه.

ج) الاستمثال المتعلق بالشبكات [b-Iiyama]

يعالج هذا الشكل من أشكال الاستمثال مشكلات من قبيل التقييدات المادية لقدرة الألياف البصرية وترددات تشغيل الأجهزة الكهربائية عن طريق تغيير تدفقات الحركة بذاتها. كما توفّر هذه التقنية احتمال الاستفادة بصورة أكبر من موارد الشبكات مثل مسارات الشبكة أو تجهيزاتها.

- استمثال المسير

لا يمكن للشبكات الحالية التي ترسل الخدمات الراهنة، مثل الخدمات النصيّة والصوتية، أن تتطوَّر إلى مستوى السرعة العالية والقدرة الكبيرة والكمون المنخفض بين طرف وطرف آخر (E2E) الذي يميز جميع الشبكات البصرية بسبب المشكلات الاقتصادية والتقنية وغيرها. وتوفّر هذه التقنية المسير الأمثل إذا أخذنا في الاعتبار خصائص الخدمة وظروف الحركة الخاصة بمسير الإرسال. كما أن لديها القدرة على توفير البيانات المتزامنة المرسلة من مسار مختلف، مما يمكّن من إرسال المعلومات المكوّنة من بيانات متعدِّدة ذات خصائص مختلفة عن طريق استخدام مسير مختلف. ويمكن لتلك التقنية، مصحوبةً باستمثال معدّل التشغيل، أن تحقّق إرسال البيانات بسرعة منخفضة إلى فائقة ضمن شبكة وحيدة مما يسهم في تسهيل التشغيل وتحسين الفعالية.

- استمثال طوبولوجيا الشبكة

تعمل هذه التكنولوجيا على استمثال طوبولوجيا شبكة الطبقة العليا (الطبقة الرزمية مثلاً) ليس باستخدام المعلومات الخاصة بالطبقة العليا وحسب، كالتوزيع الجغرافي لطلبات المستعملين بشأن الحركة، بل باعتماد معلومات تتعلق بالطوبولوجيا خاصة بشبكات الطبقة السفلى الكامنة (مثلاً الطبقة البصرية).

- استمثال نقطة الاستيعاب

يتم في كل شبكة من الشبكات القائمة حالياً بث أو إرسال كل خدمة على خط النفاذ نفسه؛ وبناءً على ذلك، تضمّ نقطة النفاذ كل الخدمات اللازمة للمستعملين. ويؤدي ذلك إلى خفض درجة كفاءة الاستيعاب لأن كل خدمة تتّسم بخصائص مختلفة من قبيل عرض النطاق ومستوى الكمون وسهولة الاستخدام. وتوفر تقنية استمثال نقطة الاستيعاب كفاءة استيعاب عالية واستيعاباً يتّسم بالمرونة من شأنه أن يساعد على تحسين

أداء نقطة الاستيعاب إلى الحدّ الأمثل لدى الأخذ في الاعتبار مثلاً مسافة الإرسال المحتملة التي تستفيد بصورة تامة من مزايا التكنولوجيات البصرية والإرسال الذي يتمّ من مسافة بعيدة.

- استمثال الإخفاء والتخزين

إن توزيع المحتويات المختلفة بأسلوب كفؤ يعمل على تحسين نوعية الخدمة (QoS) بكلفة أقل يمثّل تحدّيً في وجه شبكات المستقبَل؛ إذ إن استخدام مقدرات التخزين والإخفاء يسمح بتوزيع وتوصيل المحتويات إلى أقرب مسافة ممكنة من المستعملين النهائيين، الأمر الذي يؤدي إلى استمثال أداء الشبكات وتحسين نوعية الخبرة (QoE) بالنسبة للمستعملين النهائيين.

- استمثال الحوسبة

تتيح مقدرات الحوسبة التي تؤمّنها الشبكة المجال للمستعملين النهائيين (المؤسسات والشركات بصورة رئيسية) لنشر مهمات الحوسبة وتنفيذها (تطبيقات البرمجيات، بما في ذلك جوانب الاستمثال الأخرى). وتعمل مقدرات الحوسبة الموزّعة داخل الشبكات على زيادة مرونة استخدام الشبكات وتحسين كلّ من الخدمات وأداء الشبكات.

6.I توصيل الشبكات على أساس متنقّل وموزّع (التنقليّة)

يتمّ في الشبكات القائمة حالياً تجهيز الوظائف الرئيسية مثل الإدارة المادية للتنقّلية والاستيقان ومخدّمات التطبيق داخل الأنظمة المركزية أو الشبكة الأساسية المتنقّلة. ويؤدي ذلك إلى نشوء مشاكل من قبيل قابلية التدرّج، والأداء، وأعطال النقطة الوحيدة، وحدوث حالات الاختناق.

لقد تمكنت عقدة نفاذ لاسلكية صغيرة ومحمولة قادرة على توزيع وظائف الشبكات، بما في ذلك الوظائف المتعلقة بالتنقّلية، من جذب الاهتمام الواسع بوصفها أسلوباً بديلاً للنفاذ، ولا سيّما لنشرها على مستوى أماكن السكن والشركات والمؤسسات [b-Chiba]. وفي إطار معمارية التوزيع هذه، يمكن إدارة حالات التنقّلية ومسيرات البيانات وإرساؤها في أقرب نقطة ممكنة من المطاريف النهائية للحؤول دون نشوء قضايا متعلقة بقابلية التدرّج والأداء. كما أنه من الممكن عزل القضايا المتعلقة بأعطال النقطة الوحيدة وحالات الاختناق نظراً لإمكانية إدارة أعداد ضئيلة فقط من المطاريف عند حافة مستوى عقدة النفاذ.

فمن خلال التحديد المرن لمواقع العناصر الوظيفية، التي تكمن في العادة داخل الشبكة الأساسية المتنقّلة، وفي أي جزء من الشبكة بطريقة موزّعة، يمكن إيجاد شبكة متنقّلة على قدرٍ عال من الكفاءة وقابلية التدرّج. لذلك، وخلافاً للشبكات المتنقّلة القائمة حالياً، يمكن لتوصيل الشبكات على أساس متنقّلٍ وموزّع أن يقوم بما يلي:

- تحديد موقع مسارات التشوير والبيانات واستمثالها؛
- تمكين مديري الشبكات من التحكّم بالتشوير ومسار البيانات؛
- تحديد موقع الكيانات الوظيفية (مثلاً إدارة التنقّلية) في أي مكان من الشبكة (في كل من الشبكة الأساسية المتنقّلة وشبكات النفاذ)؛
- توفير وظيفة الاكتشاف (موارد وأجهزة الشبكات) للأجهزة الموصولة بأسلوب مركزي الطابع وموزّع على حد سواء؛
- توصيل الأجهزة غير القادرة كلياً على التنقّلية و/أو ضمان الأمن دون إضعاف تلك السمات.

فمن خلال دعم العناصر الوظيفية الواردة أعلاه، يمكن لتوصيل الشبكات على أساس متنقّل وموزّع أن يوفّر ما هو صالح ومُحسَّن على الدوام من سبل النفاذ المتصلة بخدمات مضمونة من طرفٍ إلى طرفٍ آخر.

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T FG-FN Energy] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-74 (2010), *Overview of Energy-Saving of Networks*, December.

[b-ITU-T FG-FN NWvirt] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-73 (2010), *Framework of Network Virtualization*, December.

[b-Anderson] Anderson, T., Peterson, L., Shenker, S., and Turner, J. (2005), *Overcoming the Internet impasse through virtualization*, Computer, IEEE Computer Society, Vol. 38, No. 4, pp. 34-41.

[b-Baliga2007] Baliga, J., *et al*. (2007), *Photonic Switching and the Energy Bottleneck*, Proc. IEEE Photonics in Switching, August.

[b-Bohl] Bohl, O., Manouchehri, S., and Winand, U. (2007), *Mobile information systems for the private everyday life, Mobile Information Systems*, December.

[b-CCNX] Project CCNx (Content-Centric Networking). <http://www.ccnx.org/>

[b-Chabarek] Chabarek, J., *et al*. (2008), *Power Awareness in Network Design and Routing*, in Proc. IEEE INFOCOM'08, April.

[b-Chiba] Chiba, T., and Yokota H. (2009), *Efficient Route Optimization Methods for Femtocell-based All IP Networks*, WiMob'09, October.

[b-Clark] Clark, D., Wroclawski, J., Sollins, K., and Braden, R. (2005), *Tussle in Cyberspace: Defining Tomorrow's Internet*, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 13, No. 3, June.

[b-Dannewitz] Dannewitz, C. (2009), *NetInf: An Information-Centric Design for the Future Internet*, in Proc. 3rd GI/ITG KuVS Workshop on The Future Internet, May.

[b-EC FI] European Commission, Information Society and Media Directorate-General (2009), *Future Internet 2020: Visions of an Industry Expert Group*, May. <http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/reports/FI_Panel_Report_v3.1_Final.pdf>

[b-Gunaratne] Gunaratne, C. *et al*. (2008), *Reducing the energy consumption of Ethernet with adaptive link rate (ALR)*, IEEE Trans. Computers, Vol. 57, No. 4, pp. 448-461, April.

[b-Gupa] Gupta, M., and Singh, S. (2003), *Greening of the Internet*, Proc. ACM SIG-COMM'03, August.

[b-HIP] IETF Host Identity Protocol (hipHIP) Working Group. <http://datatracker.ietf.org/wg/hip/>

[b-Iiyama] Iiyama, N., *et al*. (2010), *A Novel WDM-based Optical Access Network with High Energy Efficiency Using Elastic OLT*, in Proc. ONDM'2010, 2.2, February.

[b-Jacobson] Jacobson, V., *et al*. (2009), *Networking Named Content*, CoNEXT 2009, Rome, December.

[b-Kafle] Kafle, V. P., and Inoue, M. (2010), *HIMALIS*: *Heterogeneous Inclusion and Mobility Adaption through Locator ID Separation in New Generation Network*, IEICE Transactions on Communications, Vol. E93-B No. 3, pp.478-489, March.

[b-Kimura] Kimura, H., *et al*. (2010), *A Dynamic Clock Operation Technique for Drastic Power Reduction in WDM-based Dynamic Optical Network Architecture*, in Proc. S07-3, World Telecommunication Congress (WTC).

[b-Kipler] Kilper, D. C., *et al*. (2004), *Optical Performance Monitoring*, J. Lightwave Technol., Vol. 22, pp. 294-304.

[b-Koponen] Koponen, T., Chawla, M., Chun, B., *et al*. (2007), *A data-oriented (and beyond) network architecture*, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 37, No. 4, pp. 181-192, October.

[b-Kubo] Kubo, T., *et al*. (2010), *In-line monitoring technique with visible light form 1.3μm-band SHG module for optical access systems*, Optics Express, Vol. 18, No. 3.

[b-LISP] IETF Locator/ID Separation Protocol (lispLISP) Working Group. <http://datatracker.ietf.org/wg/lisp/>

[b-MANA] Galis, A., *et al*. (2008), *Management and Service-aware Networking Architectures (MANA) for Future Internet – Position Paper: System Functions, Capabilities and Requirements*, University of Twente, December.

[b-NAMED DATA] Named Data Networking. <http://www.named-data.net/>

[b-NETINF] Network of Information (NetInf). <http://www.netinf.org/>

[b-NICT Vision] National Institute of Information and Communications Technology, Strategic Headquarters for New Generation Network R&D (2009), *Diversity & Inclusion: Networking the Future Vision and Technology Requirements for a New-generation Network*, February.

[b-Nishikawa] Nishikawa, K., *et al*. (2009), *Scenario Editing Method for Automatic Client Manipulation System*, Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium.

[b-PSIRP] Publish-subscribe Internet Routing Paradigm (PSIRP). <http://www.psirp.org/>

[b-Sarela] Särelä, M., Rinta-aho, T., and Tarkoma, S., *RTFM: Publish/Subscribe Internetworking Architecture*, ICT-Mobile Summit 2008 Conference Proceedings, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds), IIMC International Information Management Corporation.

[b-TMF NGOSS] Tele Management Forum GB930, *The NGOSS approach to Business Solutions* (2005), Release 1.0.

[b-UniverSELF] UniverSelf, realizing autonomics for Future Networks. <http://www.univerself-project.eu/>

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة B	وسائل التعبير: التعاريف والرموز والتصنيف
السلسلة C	الإحصائيات العامة للاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية 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	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	**البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي**
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2012