



جامعة المنارة

كلية: الهندسة

قسم: المعلوماتية

اسم المقرر: أساسيات شبكات

رقم الجلسة (3)

عنوان الجلسة

طبقة الشبكة (التجهيزات الشبكية)



العام الدراسي: 2023-2024

الفصل الدراسي : الثاني

جدول المحتويات

Contents

رقم الصفحة	العنوان
3	طبقة الشبكة Network Layer
3	العنونة
4	التوجيه Routing
5	تجهيزات طبقة الشبكة
7	البوابة Gateway

الغاية من الجلسة:

تعريف الطلاب بطبقة الشبكة و بالتجهيزات الشبكية التي تعمل ضمن هذه الطبقة مثل الموجه و العبارة

طبقة الشبكة Network Layer

بروتوكولات طبقة الشبكة مسؤولة عن الاتصالات بين الحاسبات الطرفية التي تكون طرفاً لشبكة محلية أو واسعة ، في حين أن بروتوكولات طبقة ربط البيانات تعمل فقط على الشبكة المحلية . LAN حين نقول أن بروتوكولات طبقة الشبكة مسؤولة عن الاتصالات بين الحاسبات الطرفية فهذا يعني أن هذه البروتوكولات مسؤولة عن الرحلة الكاملة للرزم Packets انطلاقاً من النظام الذي أنشأها وصولاً إلى وجهتها النهائية بحسب طبيعة الشبكة ، يمكن أن يكون النظامان المصدر و الهدف على نفس الشبكة المحلية أو على شبكات محلية مختلفة في نفس المبنى أو على شبكات محلية تفصل بينها آلاف الأميال عند الاتصال بمزود الانترنت ، قد تمر الرزم التي ننشأها على أحد الحواسيب عندنا عبر عشرات الشبكات المختلفة قبل وصولها إلى وجهتها، قد يتغير بروتوكول طبقة ربط البيانات عدة مرات بما يلائم هذه الشبكات ، إلا أن بروتوكول طبقة الشبكة يظل نفسه طوال الرحلة . إن بروتوكول الإنترنت Internet Protocol هو حجر الزاوية في الطقم TCP / IP بروتوكول النقل وهو البروتوكول الأكثر استخداماً لطبقة الشبكة . معظم وظائف طبقة الشبكة تعتمد على إمكانيات بروتوكول الإنترنت IP مثل بروتوكول طبقة ربط البيانات ، يضع بروتوكول طبقة الشبكة ترويسة للبيانات التي يستلمها من الطبقة التي فوقه .

العنوان

Addressing

تتضمن الترويسة التي يضيفها بروتوكول طبقة الشبكة حقلين المصدر و الوجهة تماماً كما يفعل بروتوكول طبقة ربط البيانات إلا أن عنوان الوجهة في هذه الحالة يمثل الوجهة النهائية للرزمة ، الذي يمكن أن يختلف عن عنوان الوجهة الذي يأتي في ترويسة بروتوكول طبقة ربط البيانات على سبيل المثال ، حين نكتب عنواناً لموقع ويب ضمن المستعرض ، نُضمن الرزمة التي يولدها نظامنا عناوين ملقم الويب كوجهة في ترويسة بروتوكول طبقة الشبكة ، في حين تكون وجهة بروتوكول طبقة ربط البيانات هي عنوان الموجه على شبكتنا المحلية ، وهو المسؤول عن إتاحة الوصول إلى الإنترنت

عناوين طبقة الشبكة : Addresses Layer Network

لكل محطة على الشبكة عنوان طبقة شبكة خاص بها و يختلف عن عنوان طبقة الشبكة لمحطة أخرى.

يوصف بالعنوان المنطقي logical address وبالتالي فإن العلاقة بين عنوان طبقة الشبكة و المحطة هي علاقة منطقية غير ثابتة . أما أجهزة التشبيك (مثل الموجهات) التي تستخدم أكثر من بطاقة شبكة واحدة تحتاج إلى عنوان طبقة شبكة لكل بطاقة الشبكة .

عند ربط حاسوب على شبكة عالمية Internet و التي تستند على مجموعة من البروتوكولات و لكن الأكثر شيوعاً هو TCP/IP تضع عنوان طبقة شبكة واحد المحطة هنا تنفذ بروتوكول طبقة شبكة واحد IP أي أن الحاسب الذي يمتلك بطاقة شبكة واحدة يتبع إلى عنوان طبقة شبكة واحد و هو ما يسمى عنوان IP و وفقاً لهذه الطريقة بالعنوان يجب علينا دراسة القواعد التي ستساعدنا في وضع هذا العنوان لا بحيث يحصل تكرار فيه مهما كبرت الشبكة .

الطرق المستخدمة لإلحاق عنوان منطقي محطة ما :

- الطريقة الكلاسيكية الساكنة Static :

يقوم مدير الشبكة Network manager بوضع العناوين المنطقية لجميع الحواسيب الموجودة على الشبكة ضمن خطة منهجية معروفة من البداية بحيث لا يتغير إلا إذا قام هو بتغييرها .

- الطريقة الديناميكية Dynamic :

عناوين هنا الحواسيب تمنح بشكل ديناميكي باستخدام طرق معينة يحصل الحاسب على عنوان طبقة الشبكة عندما يريد الاتصال بالشبكة فقط . و هنا سنتشأ لدينا مشكلة بسيطة و هي كيف تتم الترجمة بين العنوان المنطقي و العنوان الفيزيائي في الاتجاهين ، و لأجل هذه المشكلة تم إيجاد بروتوكولات خاصة لحلها ومنها

(ARP) Address Resolution Protocol

يستخدم لمعرفة العنوان الفيزيائي لمحطة ما في حالة معرفة العنوان المنطقي لها وكمثال على عمل هذا البروتوكول، إذا كانت لدينا محطة A تريد إرسال معطيات إلى محطة أخرى B حيث A و B موجودتان على نفس الشبكة المحلية تقوم المحطة A بإرسال طلب ARP REQUEST إلى جميع المحطات عن طريق البث Broadcasting و الذي يتضمن العنوان المنطقي للمحطة B ، تستقبل كل محطة موجودة على تلك الشبكة هذا الطلب و لكن واحدة فقط ستتعرف عليه من خلال عنوانها المنطقي ، تجيب المحطة B عن هذا الطلب بإعطاء عنوانها الفيزيائي

MAC Address و في حالة كون A و B غير موجودتين على نفس الشبكة المحلية و التجهيز C موجه مثلاً يقوم بدور الوسيط بينهما فإن C ستقبل الطلب من A ثم يقوم بإرسال Reply إلى المحطة A تتضمن العنوان الفيزيائي MAC Address الموجه C حيث تحتفظ المحطة A بالعنوان الفيزيائي لـ C و تقوم بإرسال الطرود إليه و هو يقوم بدوره بإيصالها لـ B.

التجزئة Fragmenting

قد يتوجب على الرزم التي تنشئها طبقة الشبكة عبور الكثير من الشبكات المختلفة في طريقها إلى وجهتها ، و قد يكون لبروتوكول طبقة ربط البيانات التي تصادفها هذه الرزم خصائص و إمكانيات مختلفة ، من هذه الإمكانيات ، الحجم الأقصى للرزمة التي يستطيع البروتوكول نقلها على سبيل المثال أقصى حجم للإطار الذي يستطيع البروتوكول Token Ring نقله هو 4500 Bytes إلا أن Ethernet لا يستطيع التعامل مع أطر أكبر من 1500 Bytes عند توجيه رزمة كبيرة على شبكة تستخدم البروتوكول Ring Token إلى شبكة تستخدم البروتوكول Ethernet ينبغي على بروتوكول طبقة الشبكة تجزئة هذا ال رزمة أجزاء لا يزيد حجم الواحد منها عن 1500 Bytes تسمى هذه العملية بالتجزئة Fragmenting . خلال عملية التجزئة يجزئ بروتوكول طبقة الشبكة الرزمة إلى أجزاء صغيرة بما يكفي لنقلها عبر بروتوكول طبقة ربط البيانات ، يصبح كل جزء رزمة قائمة بذاتها و يحتوي على المعلومات اللازمة لإتمام الرحلة إلى طبقة الشبكة الموجه إليها لا يتم إعادة تجميع الأجزاء حتى تصل جميع الرزم إلى النظام الهدف .

التوجيه Routing

التوجيه هو عملية توجيه الرزمة من مصدرها عبر شبكة ، وصولاً إلى وجهتها النهائية باستخدام أفضل مسار ممكن على الشبكات المعقدة جداً مثل الإنترنت أو شبكات الشركات الضخمة ، يمكن الوصول إلى أية وجهة عبر عدة مسارات مختلفة . ينشئ مصمم الشبكة عن قصد ارتباطات فائضة بحيث يظل ممكناً إيجاد سبيل عبر الشبكة إلى الوجهة النهائية في حال فشل أحد المسارات على الشبكة ترتبط الشبكات المحلية التي تتألف منها الشبكة الجامعة Internetwork بواسطة موجهات Routers . إن عمل الموجهات هو استلام الشحنات الواردة من إحدى الشبكات و إرسالها إلى وجهة معينة على شبكة محلية أخرى

تُقسم الأنظمة إلى نوعين بحسب الاتصالات على الشبكات الجامعة ، هما :

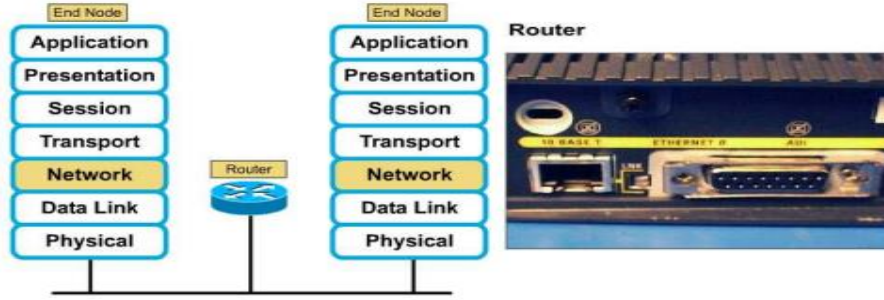
• الأنظمة الطرفية End Systems

• الأنظمة الانتقالية Intermediate systems

الأنظمة الطرفية هي المصادر التي تأتي منها الرزم وفي نفس الوقت الوجهة المحتملة لأي رزمة ، في حين أن الموجهات هي الأنظمة الانتقالية . تستخدم الأنظمة الطرفية كل الطبقات السبع في نموذج OSI ، في حين أن الرزم

التي تصل إلى الأنظمة الانتقالية لا تتجاوز أكثر من حدود طبقة الشبكة، حيث يقوم الموجه بمعالجتها و إرسالها للأسفل ثانية لنقلها إلى وجهتها الثانية

Router: Layer 3 Device



تحتفظ الموجهات بمعلومات عن الشبكة ضمن جداول تُخزن في الذاكرة لتستطيع توجيه الرزم بشكل صحيح إلى وجهتها ويمكن وضع معلومات هذه الجداول إما يدوياً من قبل مدير الشبكة أو جمعها آلياً من الموجهات الأخرى باستخدام بروتوكولات توجيه متخصصة. يعين كل مدخل في جدول التوجيه عنوان شبكة أخرى والموجه الذي يجب أن تمر الرزم عبره للوصول إلى تلك الشبكات

تحتوي مداخل جدول التوجيه أيضاً على مصفوفة تدل على فعالية ذلك الموجه بالمقارنة مع غيره. في حال وجود أكثر من طريق للوصول الوجهة معينة، يختار الموجه الطريق الأفضل ويمرر الرزمة إلى الأسفل نحو طبقة ربط البيانات لإرساله إلى الموجه المحدد في مدخل جدول التوجيه في الشبكات الضخمة، يمكن أن تكون عملية التوجيه معقدة إلى حد كبير إلا أن الجزء الأكبر منها يكون أوماتيكياً و غير مرئي من قبل المستخدم.

تجهيزات طبقة الشبكة

Router

الموجه Router هو جهاز يستخدم لتوسيع الشبكة المحلية و يحقق اتصالاً في البيئات التي تتكون من أقسام شبكات ذوات تصاميم و بروتوكولات مختلفة. تقوم الموجهات بأعمال مشابهة للجسور منها:

- ترشيح Filtering حركة المرور بين أقسام الشبكة المختلفة.
- ربط أقسام الشبكة معاً.

ولكنها وبعكس الجسور لا تسمح بمرور الرسائل الموجهة لجميع المستخدمين Broadcast Messages

بشكل عام توفر الموجهات تحكماً أفضل بحركة المرور بين الشبكات تستطيع الموجهات قراءة المعلومات المعقدة لعنونة الشبكة والتي تحملها حزم البيانات، كما تستطيع أن توجه هذه الحزم عبر عدة شبكات وتقوم بذلك بتبادل معلومات محددة للبروتوكولات بين الشبكات المختلفة

كما تقوم الموجهات بمشاركة معلومات توجيه مع الموجهات الأخرى على الشبكة، وذلك يتيح لها استخدام هذه المعلومات لإعادة توجيه ضمن روابط الشبكة الواسعة التي يفشل فيها تحقيق الاتصال، كما تستخدم هذه المعلومات لاختيار المنفذ والمسار الأنسب لتوجيه حزم البيانات التي تتلقاها.

تستطيع الموجهات الربط بين الشبكات المحلية والشبكات الواسعة بالقيام بترجمة بروتوكول الطبقة الثالثة

IP/TCP مثلاً أو بمعنى أدق ترجمة عنوان الوجهة في حزمة البيانات من صيغة يفهمها بروتوكول الطبقة الثالثة في الشبكة المحلية إلى صيغة يفهمها بروتوكول الشبكة الواسعة أيأ كان هذا البروتوكول

يقوم الموجه بمراقبة المسارات على الشبكة وتحديد أقلها ازدحاماً لتوجيه حزم البيانات عبرها ، وفي حالة أن أصبح هذا المسار الذي تم اختياره مزدحماً في المستقبل فإنه من الممكن اختيار مسار آخر .تستخدم الموجهات جداول التوجيه لتحديد عنوان وجهة الحزم التي يستقبلها .

يحتوي جدول التوجيه على المعلومات التالية :

- جميع عناوين الشبكة .
- كيفية الاتصال بالشبكات الأخرى .
- المسارات المتوفرة بين موجهات الشبكة .

تتعرف الموجهات على أرقام الشبكات التي تسمح لها بالتحدث مع غيرها من الموجهات على الشبكة ، وتتعرف كذلك على عناوين الشبكات التي تنتمي لها كل بطاقة شبكة .من المهم أن نلاحظ أن جداول التوجيه التي تستخدمها الموجهات تختلف عن ذلك التي تستخدمها الجسور ، ويكمن الاختلاف في أن جداول التوجيه في الجسور تحتوي على عناوين بروتوكول MAC لكل جهاز على الشبكة ، بينما تحتوي جداول التوجيه للموجهات على عناوين الشبكات المرتبطة معاً وليس على عنوان كل جهاز على الشبكة .

يرسل كل موجه و بشكل دوري معلوماته عن الشبكة بكاملها يخبر فيها الموجهات المجاورة له عن مسافته عن جميع الموجهات الموجودة في الشبكة ولإنجاز هذه العملية يجب عليه معرفة طوبولوجية كامل الشبكة التي يرسل عبرها إلى الموجهات المجاورة له .

يرسل كل موجه وبشكل دوري معلوماته عن الشبكة إلى الموجهات المجاورة له مباشرة ، تستقبل هذه الموجهات المعلومات و تستخدمها لترقية معلوماتها عن الشبكة ، هذه المعلومات ترسل و لفترات منتظمة كل 30 ثانية وسطياً حيث لكل موجه قاعدة بيانات توجيه خاصة به و تحتوي الطرق ways (المسارات بين الموجهات) .

أول خوارزمية أما أقصر طريق مفتوح OSPF فتعتبر من النوع المسمى حالة الوصلة State-Link و هنا نعتمد على كلفة الاتصال المادية أو الزمنية وليس على طول المسار و ، في البداية نجري مسارات مؤقتة حسب الوزن الذي هو كلفة الاتصال في هذا المسار و نقوم بتغيير المسار كلما تغيرت كلفته وهذا النوع من الخوارزميات يقوم بما يلي :

التحكم بعملية التوجيه .

السماح للموجهات بالاستجابة السريعة لأي تغيير يحدث على الشبكة .

نظراً لاحتوائها على قاعدة بيانات كبيرة ومعقدة لتصاميم الشبكات فإنها توفر معرفة كاملة للموجهات بكيفية الاتصال بغيرها من الموجهات على الشبكة .

تعتبر خوارزمية OSPF مدعومة من بروتوكول TCP/IP و تقوم هذه الخوارزمية بالتعرف على عدد المسارات أو الواجهات التي ستمر خلالها الحزم أو اختيار أنسبها من خلال معرفة :

- عدد القفزات بين الأقسام المرتبطة معاً
- سرعة المسار
- حركة المرور على كل مسار في الشبكة .
- تكلفة استخدام كل مسار ومقدارها يحدد من قبل مدير الشبكة

بروتوكولات التوجيه Routing Protocol

تنفذ هذه البروتوكولات خوارزميات التوجيه حيث تتبع جداول التوجيه و تراقبها و تقوم بتعديلها و ترسل رسائل ترقية Update routing message

وهذه البروتوكولات هي :

- بروتوكول أول أقصر طريق مفتوح First Path Shortest Open OSPF
- بروتوكول معلومات التوجيه (RIP) Routing Information Protocol
- بروتوكول البوابة الخارجة (EGP) Exterior Gateway Protocol
- بروتوكول البوابة الداخلة (IGP) Interior Gateway Protocol
- بروتوكولات قابلة للتوجيه Protocols Routing :

تعتبر الموجهات أبداً من أغلب الجسور وذلك لأن الموجهات يجب أن تقوم بعمليات معقدة على كل رزمة بيانات تتلقاها . عندما تتسلم الموجهات رزم البيانات والتي تكون موجهة إلى شبكة بعيدة فإن الموجه الأول يقوم بتوجيه الرزمة إلى الموجه الذي يدير الشبكة البعيدة بينما تقوم زم البيانات بالمرور من موجه إلى آخر يقوم الموجه باستخراج عنوان المرسل والمستقبل في الحزمة ويقوم بتغيير هيتها بشكل يستطيع بروتوكول الشبكة المستقبلية فهمه والتوافق معه ولكن عملية التوجيه لا تتم وفقاً لهذه العناوين وإنما تعتمد فقط على عنوان الشبكة المرسل والمستقبل .

يمكن رؤية الفرق الأساسي بين الموجهات و الجسور إذا عرفنا أن الجسر لا يرى سوى عنوان الجهاز المرسل وعنوان الجهاز المستقبل وإذا لم يتعرف على عنوان الجهاز المستقبل فإنه يقوم بتمرير الحزمة إلى كل الأقسام ما عدا القسم الذي انطلقت منه ، الآن إذا كانت الشبكة صغيرة وأقسامها قليلة فلا مشكلة ولكن إذا كانت الشبكة كبيرة وأقسامها كثيرة فإن إرسال مثل هذه الحزمة إلى كل الأقسام والأجهزة على الشبكة سيؤدي إلى إبطائها بشكل ملحوظ بل ربما أدى ذلك توقفها .

أما بالنسبة للموجهات فهي لا تعرف بالتحديد أين يقع كل جهاز على الشبكة ولكنها بدلاً من ذلك تعرف عنوان الشبكة المختلفة المكونة للشبكة الواسعة كما تعرف كذلك عناوين الموجهات الأخرى المتصلة بهذه الشبكات لتوجيه الحزم المناسبة إليها ، كما أنها لا تمرر أبداً الرسائل إلى كل المستخدمين وتمنع بذلك حدوث الـ Storm Broadcast .

لا تتعرف الجسور إلا على مسار وحيد بين الشبكات أما الموجهات فتتعرف على جميع المسارات المتوفرة وتختبرها لاختيار الأفضل بينها ، ولكن نظراً لتعقيد عمل الموجهات فإنها تمرر البيانات بشكل أبداً من الجسور .

انطلاقاً من جميع العوامل السابقة فإننا لسنا بحاجة لاستخدام الموجهات إلا في الحالات التالية :

- إذا كانت الشبكة تحوي على 20 جهازاً أو أكثر .
- كل الأقسام أو بعضها تستخدم بروتوكولا معقدة مثل IP/TCP
- تحتاج إلى توصيل شبكة LAN مع شبكة WAN

البوابة Gateway

البوابة جهاز يربط بين نظامين يستخدمان :

- بروتوكولات مختلفة
- تصميم متباين لحزم البيانات
- لغات مختلفة
- تصاميم مختلفة

تستطيع البوابات ربط الشبكات التي تعمل في بيئات متباينة مثلاً مزود ويندوز NT وشبكة أنظمة IBM وتقوم بذلك بتسليم البيانات من الشبكة الأولى ثم تقوم بإزالة كل معلومات البروتوكول منها ثم تعيد تشكيل الحزمة وتضيف إليها معلومات البروتوكول المستخدم في الشبكة المستقبلية ، إذا ما تقوم البوابة به حقاً هو عملية تحويل كاملة من بروتوكول إلى بروتوكول آخر . تعتبر البوابة ذات مهمة محددة ، وغالباً يتم توفير مزود خاص في الشبكات الواسعة للعب دور البوابة ونظراً لأن العمليات التي تقوم بها البوابة من تحويل بين البروتوكولات يعتبر من الأمور المستهلكة لذاكرة وموارد الجهاز فإنه يستحسن أن يكون الجهاز القائم بدور البوابة مخصص فقط لهذه المهمة وأن لا توكل إليه مهام أخرى

تتمثل مزايا البوابات فيما يلي :

- تقوم البوابات بمهمتها المحددة بكفاءة وفعالية .
- تخفف من الحمل على باقي الأجهزة .

أما العيوب فتتمثل بما يلي :

- أن مهامها محدودة للغاية
- بطئ عملها
- مكلفة

ملاحظة :

يشير المصطلح الموجه " Router " دائماً إلى جهاز برمجي أو عتادي يصل شبكتين محليتين على مستوى طبقة الشبكة لكن عند الحديث عن TCP/IP غالباً ما يشار للموجهات باستخدام المصطلح بوابة " Gateway " . على سبيل المثال ، عند تكوين عميل TCP/IP على نظام Windows Microsoft نضع عنوان البوابة الافتراضية وهي فعلياً موجه على الشبكة المحلية التي يستخدمها النظام للوصول للشبكات الأخرى أيضاً ، يمكن أن تشير البوابات إلى جهاز برمجي أو عتادي يعمل على طبقة التطبيق و يقدم واجهة بين برنامجين . على سبيل المثال ، توجد بوابة بريد إلكتروني تتيح للمستخدمين الذين يستخدمون أحد أنظمة البريد الإلكتروني إرسال رسائلهم إلى مستخدمين آخرين