DATA TRANSMISSION

Lecture Notes

Dr. Professor, J.M. Khalifeh

قسم المعلوماتية

الوحدة الأولى

Based on: Data Communications and Networking by Behrouz A.Forouzan, 5th Edition

ملخص

يُعرف نقل البيانات عبر وسط نقل بين جهازين أو أكثر أو بين أنظمة أو أماكن باسم تراسل البيانات. تعتمد الحوسبة والاتصالات السلكية واللاسلكية في الوقت الحاضر بشكل كبير على تراسل البيانات هذا، مما يجعل من الممكن الاستفادة من مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك البريد الإلكتروني والدردشة عبر الفيديو والإنترنت والعديد من الأشياء الأخرى. في هذه الوحدة، سنتعلم عن تراسل البيانات، وتعريفها، وخصائصها، ومكوناتها، وأنواعها .

Unit-1

تراسل البيانات Data transmission

هو تبادل البيانات بين جهازين عبر وسيط من وسائط النقل مثل الكابل السلكي. ولكي يحدث نقل البيانات، يجب أن تكون الأجهزة المتصلة جزءًا من نظام اتصالات يتكون من مجموعة من الأجهزة (المعدات المادية) والبرامج . تعتمد فعالية نظام تراسل البيانات على أربع خصائص أساسية: التسليم والدقة والمواقتة والتأرجح.

التسليم Delivery

يجب أن يقوم النظام بتسليم البيانات إلى الوجهة الصحيحة. يجب أن يتم استلام البيانات بواسطة الجهاز أو المستخدم المقصود وبواسطة هذا الجهاز أو المستخدم فقط.

الدقة Accuracy

يجب أن يقوم النظام بتسليم البيانات بدقة. البيانات التي تم تغييرها أثناء الإرسال وتركها دون تصحيح تصبح غير قابلة للاستخدام.

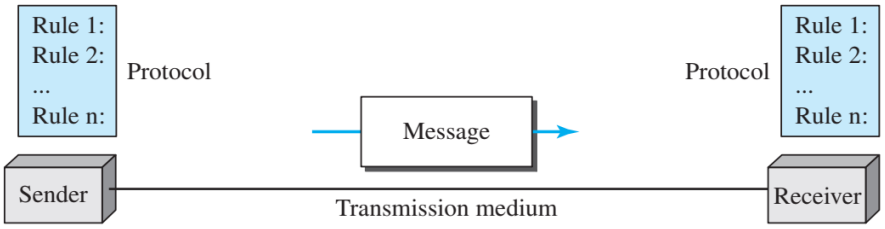
المواقتة Timeliness

يجب أن يسلم النظام البيانات في الوقت المناسب. فالبيانات التي يتم تسليمها متأخرة لا فائدة منها. وفي حالة الفيديو والصوت، يعني التسليم في الوقت المناسب تسليم البيانات كما يتم إنتاجها، بنفس الترتيب الذي يتم إنتاجها به، ودون تأخير كبير. ويسمى هذا النوع من التسليم النقل *في الوقت الحقيقي* .

التأرجح Jitter

يشير التأرجح إلى الاختلاف في وقت وصول الحزمة. وهو التأخير غير المتساوي في تسليم حزم الصوت أو الفيديو. على سبيل المثال، لنفترض أن حزم الفيديو يتم إرسالها كل 30 مللي ثانية. إذا وصلت بعض الحزم بتأخير 30 مللي ثانية وأخرى بتأخير 40 مللي ثانية، فإن الجودة غير المتساوية في الفيديو تنتج عن التأخير غير المتساوي.

يتكون نظام نقل البيانات من خمسة مكونات (انظر الشكل1).



الشكل (1): مكونات نظام تراسل البيانات

1. الرسالة Message :

الرسالة هي المعلومات (البيانات) المراد توصيلها. وتشمل الأشكال الشائعة للمعلومات النصوص والأرقام والصور والصوت والفيديو.

2. المرسل sender:

المرسل هو الجهاز الذي يرسل رسالة البيانات. يمكن أن يكون جهاز كمبيوتر أو محطة عمل أو سماعة هاتف أو كاميرا فيديو وما إلى ذلك.

3. المستقبل Receiver :

هو الجهاز الذي يستقبل الرسالة. ويمكن أن يكون جهاز كمبيوتر أو محطة عمل أو سماعة هاتف أو تلفاز وما إلى ذلك.

4. وسط النقل transmission :

وسط النقل هو المسار المادي الذي تنتقل عبره الرسالة من المرسل إلى المستقبل. ومن أمثلة وسائط النقل الأسلاك المجدولة والكابلات المحورية وكابلات الألياف الضوئية والموجات الراديوية.

5. البروتوكول protocol :

البروتوكول عبارة عن مجموعة من القواعد التي تحكم نقل البيانات. وهو يمثل اتفاقًا بين الأجهزة المتصلة. وبدون بروتوكول، قد يكون هناك اتصال بين جهازين ولكن لا يكون هذا الاتصال مضمونا بالشكل الصحيح، تمامًا كما لا يمكن لشخص يتحدث الفرنسية أن يفهمه شخص يتحدث اليابانية على الرغم من أنه يسمعه.

تمثيل البيانات

تأتي المعلومات اليوم بأشكال مختلفة مثل النصوص والأرقام والصور والصوت والفيديو.

نص Text

في نقل البيانات، يتم تمثيل النص كنمط بت، وهو عبارة عن سلسلة من البتات (0 أو 1). وقد تم تصميم مجموعات مختلفة من أنماط البتات لتمثيل رموز النص. وتسمى كل مجموعة رمزًا، وتسمى عملية تمثيل الرموز بالترميز. واليوم، يسمى نظام الترميز السائد Unicode، والذي يستخدم 32 بتًا لتمثيل رمز أو حرف مستخدم في أي لغة في العالم. ويشكل الكود القياسي الأمريكي لتبادل المعلومات (ASCII)، الذي تم تطويره قبل بضعة عقود في الولايات المتحدة، الآن أول 127 حرفًا في Unicode ويشار إليه أيضًا باسم Basic Latin.

أرقام Numbers

يتم تمثيل الأرقام أيضًا باستخدام أنماط البت. ومع ذلك، لا يتم استخدام رمز مثل ASCII لتمثيل الأرقام؛ يتم تحويل الرقم مباشرة إلى رقم ثنائي لتبسيط العمليات الحسابية.

الصور Images

يتم تمثيل الصور أيضًا بأنماط البت. في أبسط أشكالها، تتكون الصورة من مصفوفة من وحدات البكسل (عناصر الصورة)، حيث يكون كل بكسل عبارة عن نقطة صغيرة. يعتمد حجم البكسل على الدقة. على سبيل المثال، يمكن تقسيم الصورة إلى 1000 بكسل أو 10000 بكسل. في الحالة الثانية، يكون هناك تمثيل أفضل للصورة (دقة أفضل)، ولكن هناك حاجة إلى مزيد من الذاكرة لتخزين الصورة.

بعد تقسيم الصورة إلى وحدات بكسل، يتم تعيين نمط بت لكل وحدة بكسل. ويعتمد حجم وقيمة النمط على الصورة. بالنسبة للصورة المكونة من نقاط سوداء وبيضاء فقط (على سبيل المثال، رقعة الشطرنج)، فإن النمط المكون من بت واحد يكفي لتمثيل وحدة بكسل.

إذا لم تكن الصورة مكونة من بكسلات بيضاء نقية وأخرى سوداء نقية، فيمكننا زيادة حجم نمط البتات ليشمل تدرج الرمادي. على سبيل المثال، لإظهار أربعة مستويات من تدرج الرمادي، يمكننا استخدام أنماط مكونة من 2 بت. يمكن تمثيل بكسل أسود بـ 00، وبكسل رمادي غامق بـ 01، وبكسل رمادي فاتح بـ 10، وبكسل أبيض بـ 11.

هناك عدة طرق لتمثيل الصور الملونة. إحدى الطرق تسمى RGB، وقد سميت بهذا الاسم لأن كل لون يتكون من مزيج من ثلاثة ألوان أساسية: الأحمر والأخضر والأزرق. يتم قياس شدة كل لون، ويتم تعيين نمط بت له. طريقة أخرى تسمى YCM، حيث يتكون اللون من مزيج من ثلاثة ألوان أساسية أخرى: الأصفر والسماوي والأرجواني.

صوتي Audio

يشير الصوت إلى تسجيل أو بث الصوت أو الموسيقى. الصوت بطبيعته يختلف عن النص أو الأرقام أو الصور. إنه مستمر وليس متقطعاً. حتى عندما نستخدم ميكروفونًا لتغيير الصوت أو الموسيقى إلى إشارة كهربائية، فإننا ننشئ إشارة مستمرة.

فيديو Video

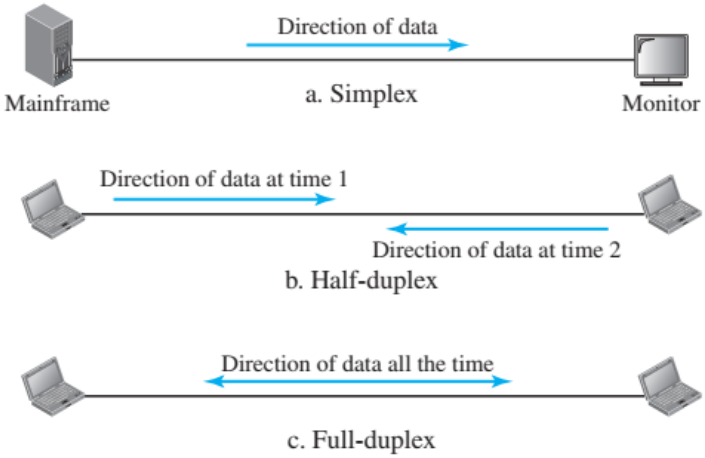
يشير مصطلح الفيديو إلى تسجيل أو بث صورة أو فيلم. ويمكن إنتاج الفيديو إما ككيان مستمر (على سبيل المثال، بواسطة كاميرا تلفزيونية)، أو يمكن أن يكون عبارة عن مجموعة من الصور، كل منها كيان منفصل، مرتبة لنقل فكرة الحركة.

تدفق البيانات Data Flow

الاتصال بين جهازين بشكل بسيط أحادي الاتجاه، أو نصف مزدوج، أو مزدوج كامل الاتجاه كما هو موضح في الشكل 1.2.

البسيط Simplex

في وضع السيمبلكس، يكون الاتصال أحادي الاتجاه، كما هو الحال في طريق ذي اتجاه واحد. يمكن فقط لجهاز واحد من الجهازين الموجودين على الرابط الإرسال؛ ويمكن للجهاز الآخر فقط الاستقبال (انظر الشكل 2–أ). تعد لوحات المفاتيح والشاشات التقليدية أمثلة على أجهزة السيمبلكس. يمكن للوحة المفاتيح فقط إدخال البيانات؛ ويمكن للشاشة فقط قبول الإخراج. يمكن لوضع السيمبلكس استخدام السعة الكاملة للقناة لإرسال البيانات في اتجاه واحد.



الشكل (2): تدفق البيانات (البسيط، ونصف المزدوج، والكامل المزدوج)

نصف المزدوج Half Duplex

في وضع نصف المزدوج، يمكن لكل محطة الإرسال والاستقبال، ولكن ليس في نفس الوقت. عندما يقوم أحد الأجهزة بالإرسال، يمكن للآخر فقط الاستقبال، والعكس صحيح (انظر الشكل2–ب). يشبه وضع نصف المزدوج طريقًا أحادي المسار مع السماح بحركة المرور في كلا الاتجاهين. عندما تسير السيارات في اتجاه واحد، يجب على السيارات التي تسير في الاتجاه الآخر الانتظار. في إرسال نصف المزدوج، يتم الاستيلاء على السعة الكاملة للقناة بواسطة أي من الجهازين اللذين يرسلان في ذلك الوقت. أجهزة الاتصال اللاسلكي وأجهزة الراديو CB (نطاق المواطنين) كلاهما أنظمة نصف مزدوجة. يتم استخدام وضع نصف المزدوج في الحالات التي لا توجد فيها حاجة للاتصال في كلا الاتجاهين في نفس الوقت؛ يمكن الاستفادة من السعة الكاملة للقناة لكل اتجاه.

المزدوج الكامل Full Duplex

يمكن للمحطتين الإرسال والاستقبال في وقت واحد (انظر الشكل 2–ج). يشبه وضع الاتصال الثنائي الكامل شارعًا ثنائي الاتجاه حيث تتدفق حركة المرور في كلا الاتجاهين في نفس الوقت. في وضع الاتصال الثنائي الكامل، تتقاسم الإشارات التي تسير في اتجاه واحد سعة الرابط مع الإشارات التي تسير في الاتجاه الآخر. يمكن أن يحدث هذا التقاسم بطريقتين: إما أن يحتوي الرابط على مسارين منفصلين فعليًا للإرسال، أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال؛ أو يتم تقسيم سعة القناة بين الإشارات التي تسير في كلا الاتجاهين.

أحد الأمثلة الشائعة لشبكات الاتصال الثنائي الكامل هو شبكة الهاتف. عندما يتواصل شخصان عبر خط هاتف، يمكن لكليهما التحدث والاستماع في نفس الوقت.

يتم استخدام وضع الاتصال الثنائي الكامل عندما يكون الاتصال في كلا الاتجاهين مطلوبًا طوال الوقت. ومع ذلك، يجب تقسيم سعة القناة بين الاتجاهين.

الشبكات

الشبكة هي الربط بين مجموعة من الأجهزة القادرة على الاتصال. وفي هذا التعريف، يمكن أن يكون الجهاز مضيفًا Host (أو *نظامًا نهائيًا end system* كما يُطلق عليه أحيانًا) مثل جهاز كمبيوتر كبير أو كمبيوتر مكتبي أو كمبيوتر محمول أو محطة عمل أو هاتف خلوي أو نظام أمان. ويمكن أن يكون الجهاز في هذا التعريف أيضًا جهاز اتصال مثل جهاز التوجيه router الذي يربط الشبكة بشبكات أخرى، أو مبدل Switch يربط الأجهزة ببعضها البعض، أو مودم (مُعدِّل وكاشف تعديل)، والذي يغير شكل البيانات، وما إلى ذلك. يتم توصيل هذه الأجهزة في الشبكة باستخدام وسائط نقل سلكية أو لاسلكية مثل الكابل أو الهواء. عندما نربط جهازي كمبيوتر في المنزل باستخدام جهاز توجيه يعمل بنظام plug– and– play، نكون قد أنشأنا شبكة، على الرغم من صغر حجمها.

معايير الشبكة

يجب أن تكون الشبكة قادرة على تلبية عدد معين من المعايير، وأهمها الأداء والموثوقية والأمان

الأداء Performance

يمكن قياس الأداء بعدة طرق، بما في ذلك وقت العبور ووقت الاستجابة. وقت العبور هو مقدار الوقت المطلوب لرسالة للانتقال من جهاز إلى آخر. وقت الاستجابة هو الوقت المنقضي بين الاستعلام والاستجابة. يعتمد أداء الشبكة على عدد من العوامل، بما في ذلك عدد المستخدمين ونوع وسيط الإرسال وقدرات الأجهزة المتصلة وكفاءة البرنامج. غالبًا ما يتم تقييم الأداء من خلال مقياسين للشبكات: الإنتاجية throughput والتأخير delay. غالبًا ما نحتاج إلى المزيد من الإنتاجية والتأخير الأقل. ومع ذلك، غالبًا ما يكون هذان المعياران متناقضين. إذا حاولنا إرسال المزيد من البيانات إلى الشبكة، فقد نزيد من الإنتاجية ولكننا نزيد من التأخير بسبب ازدحام حركة المرور في الشبكة.

الموثوقية Reliability

بالإضافة إلى دقة التسليم، يتم قياس موثوقية الشبكة من خلال تكرار الفشل، والوقت الذي يستغرقه الرابط للتعافي من الفشل، ومتانة الشبكة في حالة الفشل.

الأمن Security

تتضمن قضايا أمن الشبكة حماية البيانات من الوصول غير المصرح به، وحماية البيانات من التلف والتطوير، وتنفيذ السياسات والإجراءات اللازمة للتعافي من الخروقات وخسائر البيانات.

البنية المادية Physical Structures

قبل مناقشة الشبكات، نحتاج إلى تعريف بعض سمات الشبكة.

نوع الاتصال Type of connection

الشبكة عبارة عن جهازين أو أكثر متصلين من خلال روابط. والرابط هو مسار اتصالات ينقل البيانات من جهاز إلى آخر. ولأغراض التصور، من الأسهل تخيل أي رابط كخط مرسوم بين نقطتين. ولكي يحدث الاتصال، يجب توصيل جهازين بطريقة ما بنفس الرابط في نفس الوقت.

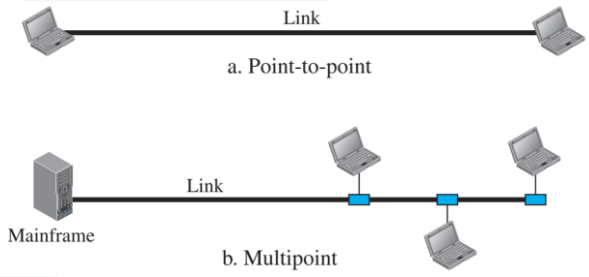
هناك نوعان محتملان من الاتصالات: من نقطة إلى نقطة ومتعددة النقاط.

من نقطة إلى نقطة Point-to-Point

يوفر الاتصال من نقطة إلى نقطة رابطًا مخصصًا بين جهازين. يتم حجز كامل سعة الرابط للنقل بين هذين الجهازين. تستخدم معظم الاتصالات من نقطة إلى نقطة طولًا فعليًا من السلك أو الكابل لتوصيل الطرفين، ولكن هناك خيارات أخرى، مثل روابط الميكروويف أو الأقمار الصناعية، ممكنة أيضًا (انظر الشكل 3– أ). عندما نغير قنوات التلفزيون باستخدام جهاز التحكم عن بعد بالأشعة تحت الحمراء، فإننا ننشئ اتصالاً من نقطة إلى نقطة بين جهاز التحكم عن بعد ونظام التحكم في التلفزيون.

متعدد النقاط Multipoint

متعدد النقاط (يسمى أيضًا multidrop) هو الاتصال الذي يشترك فيه أكثر من جهازين محددين في رابط واحد (انظر الشكل 3–ب).



الشكل (3): أنواع الاتصالات: من نقطة إلى نقطة ومتعددة النقاط

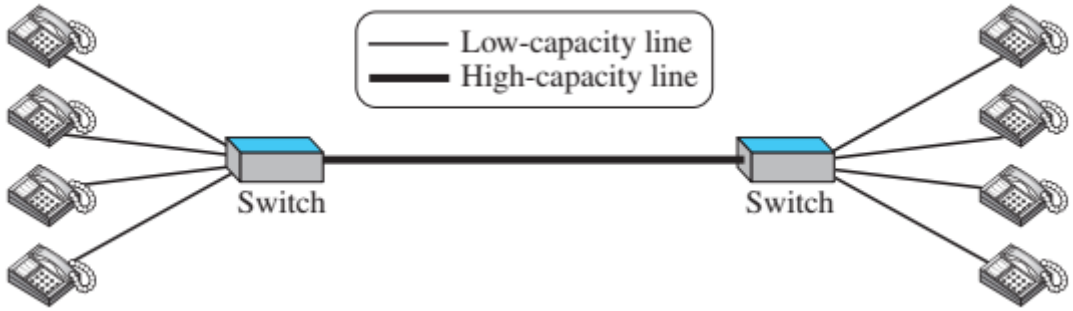
في بيئة متعددة النقاط، تتم مشاركة سعة القناة، إما مكانيًا أو زمنيًا. إذا كان بإمكان عدة أجهزة استخدام الرابط في وقت واحد، فهذا اتصال مشترك مكانيًا. إذا كان على المستخدمين التناوب، فهذا اتصال مشترك زمنيًا.

التبديل switching

الإنترنت عبارة عن شبكة مبدلة حيث يقوم المحول بربط رابطين على الأقل معًا. يحتاج المحول إلى إعادة توجيه البيانات من شبكة إلى شبكة أخرى عند الحاجة. النوعان الأكثر شيوعًا من الشبكات المبدلة هما الشبكات المبدلة بالدوائر والشبكات المبدلة بالحزم. سنناقش كلا النوعين لاحقًا.

شبكة التبديل الداراتي Circuit-Switched Network

في شبكة التبديل الداراتي، يتوفر دائمًا اتصال مخصص، يُسمى الدائرة، بين نظامي الطرفين؛ ولا يمكن للمفتاح سوى جعله نشطًا أو غير نشط. يوضح الشكل (4) شبكة تبديل بسيطة للغاية تربط أربعة هواتف بكل طرف. لقد استخدمنا أجهزة الهاتف بدلاً من أجهزة الكمبيوتر كنظام طرفي لأن التبديل الدائري كان شائعًا جدًا في شبكات الهاتف في الماضي، على الرغم من أن جزءًا من شبكة الهاتف اليوم عبارة عن شبكة تبديل حزم. في الشكل 1.4، يتم توصيل الهواتف الأربعة على كل جانب بمفتاح. يربط المفتاح مجموعة هاتف على أحد الجانبين بمجموعة هاتف على الجانب الآخر.



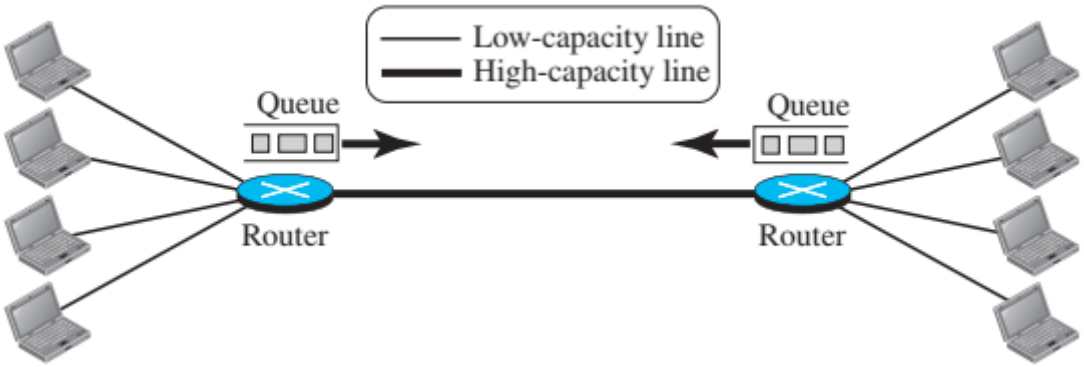
الشكل (4): شبكة التبديل الداراتي

الخط السميك الذي يربط بين مفتاحين هو خط اتصال عالي السعة يمكنه التعامل مع أربع اتصالات صوتية في نفس الوقت؛ يمكن مشاركة السعة بين جميع أزواج أجهزة الهاتف. المفاتيح المستخدمة في هذا المثال لديها مهام إعادة التوجيه ولكن ليس لديها القدرة على التخزين.

دعونا ننظر إلى حالتين. في الحالة الأولى، تكون جميع أجهزة الهاتف مشغولة؛ أربعة أشخاص في موقع واحد يتحدثون مع أربعة أشخاص في الموقع الآخر؛ يتم استخدام سعة الخط السميك بالكامل. في الحالة الثانية، يتم توصيل جهاز هاتف واحد فقط على أحد الجانبين بجهاز هاتف على الجانب الآخر؛ يتم استخدام ربع سعة الخط السميك فقط. هذا يعني أن شبكة التبديل الدائري تكون فعالة فقط عندما تعمل بكامل طاقتها؛ في معظم الأحيان، تكون غير فعالة لأنها تعمل بسعة جزئية. والسبب في أننا نحتاج إلى جعل سعة الخط السميك أربعة أضعاف سعة كل خط صوتي هو أننا لا نريد أن يفشل الاتصال عندما تريد جميع أجهزة الهاتف على أحد الجانبين الاتصال بجميع أجهزة الهاتف على الجانب الآخر.

شبكة التبديل بالرزم Packet-Switched Network

في شبكة الكمبيوتر، يتم الاتصال بين الطرفين في كتل من البيانات تسمى الرزم. بعبارة أخرى، بدلاً من الاتصال المستمر الذي نراه بين جهازي هاتف عند استخدامهما، نرى تبادل حزم بيانات فردية بين جهازي الكمبيوتر. وهذا يسمح لنا بجعل المفاتيح تعمل على التخزين والتوجيه لأن الرزمة هي كيان مستقل يمكن تخزينه وإرساله لاحقًا.



الشكل (5): شبكة تبديل الحزم

يوضح الشكل (5) شبكة صغيرة تعمل بالتبديل بالحزم تربط أربعة حواسيب في موقع واحد بحواسيبنا في الموقع الآخر. يحتوي جهاز التوجيه في شبكة تعمل بالتبديل بالحزم على قائمة انتظار يمكنها تخزين الحزمة وإرسالها. افترض الآن أن سعة الخط السميك لا تزيد عن ضعف سعة خط البيانات الذي يربط الحواسيب بأجهزة التوجيه. إذا احتاج جهازان فقط (واحد في كل موقع) إلى التواصل مع بعضهما البعض، فلن يكون هناك انتظار للحزم. ومع ذلك، إذا وصلت الحزم إلى جهاز توجيه واحد عندما يعمل الخط السميك بالفعل بكامل طاقته، فيجب تخزين الحزم وإرسالها بالترتيب الذي وصلت به. يوضح المثالان البسيطان أن شبكة التبديل بالحزم أكثر كفاءة من شبكة التبديل الداراتي، لكن الحزم قد تواجه بعض التأخير.