المحاضرة #١٠: شبكات الحاسوب

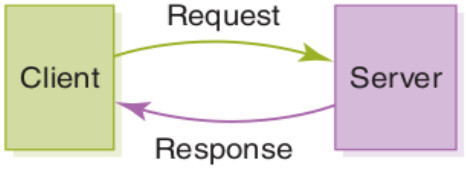
١ مقدمة

ان شبكات الحاسوب هي مجموعة من أجهزة الحواسيب مربوطة مع بعضها بطرق مختلفة لغرض الاتصال ومشاركة الموارد. من أمثلة الاتصال: البريد الإلكتروني (Email) والمراسلة الفورية (Instant messaging) وصفحات الويب اما من أمثلة موارد الحاسوب: الملفات (Files) والأجهزة الملحقة مثل الطابعات. قد يكون الاتصال سلكي او لاسلكي ويسمى أي جهاز مربوط بالشبكة بالعقدة (Node) او بالمضيف (Host).

أن إحدى المسائل الرئيسية المتعلقة بشبكات الحاسوب هي معدل نقل البيانات (Data transfer rate) والسرعة التي يتم بها نقل البيانات من مكان على شبكة إلى أخرى. تزداد حاجتنا بشكل مستمر إلى سرعة اكبر خصوصا لغرض الصور والفيديو. تعد مكونات الوسائط المتعددة مثل الصوت والفيديو من المساهمين الرئيسيين في زيادة حركة المرور هذه. في بعض الأحيان يُشار إلى معدل نقل البيانات باسم عرض النطاق (Bandwidth).

هناك مسألة رئيسية أخرى في شبكات الحاسوب وهي البروتوكولات (Protocols) المستخدمة. إن البروتوكول هو مجموعة من القواعد التي تصف كيفية تفاعل شيئين. في الشبكات تستخدم بروتوكولات محددة لوصف كيفية تنسيق البيانات المنقولة ومعالجتها.

أدى تطور شبكات الحاسوب إلى تطور جديد في عالم الحوسبة يسمى نموذج العميل / الخادم (Client/Server Model). لم يعد عليك التفكير في أجهزة الحاسوب فقط من حيث إمكانيات الجهاز الموجود أمامك. بدلاً من ذلك غالبًا ما يتم توزيع أنظمة البرامج عبر شبكة حيث يرسل العميل طلبًا إلى خادم للحصول على معلومات أو إجراء ويستجيب الخادم كما هو موضح في الشكل ١.



شكل ١: نموذج العميل / الخادم (Client/Server Model)

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

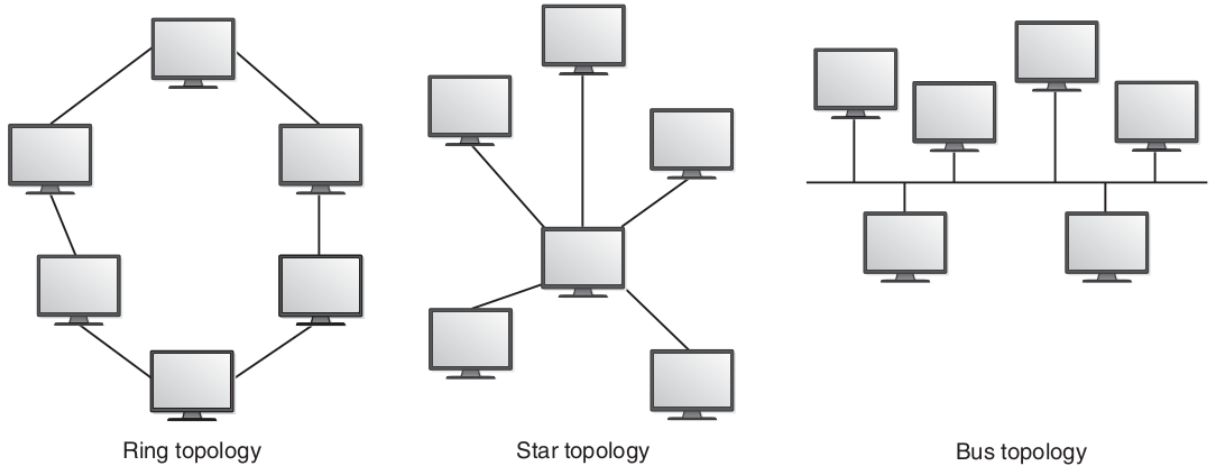
من أمثلة نموذج العميل / الخادم خادم الملفات وهو جهاز حاسوب يقوم بتخزين وإدارة الملفات لعدة مستخدمين على الشبكة. بهذه الطريقة لا يحتاج كل مستخدم إلى نسخة خاصة به من الملفات. كذلك خادم الويب هو جهاز حاسوب مخصص للاستجابة للطلبات (عن طريق برنامج المتصفح) لصفحات الويب.

هنالك نموذج آخر لتفاعل الحاسوب عبر الشبكات هو نموذج الند للند (Peer-to-Peer Model). بدلاً من وجود خادم مركزي يحصل العملاء منه على المعلومات تكون شبكة الند للند لا مركزية (decentralized) حيث تشترك فيه كل عقدة في مشاركة الموارد و المسؤولية مع الآخرين. في شبكة الند للند (P2P) قد يتم إرسال طلب ملف إلى العديد من الحواسيب النظيرة في الشبكة. إذا لم يكن لدى النظير الملف المطلوب فإنه يعيد توجيه الطلب إلى أقران آخرين وهكذا حتى يتم العثور على الملف. ثم عادة ما يتم إجراء اتصال مباشر بين النظير (Peer) طالب الملف والنظير الذي لديه ذلك الملف لنقله. يلغي نموذج الند للند (P2P) الحاجة إلى خادم واحد للاحتفاظ بجميع الموارد لأنه يوزع الاتصال بين العديد من أجهزة الحاسوب. ومع ذلك فان من سلبيات هذا النوع هو صعوبة أدارة الشبكة و زيادة المخاطر الأمنية.

١-١ أنواع الشبكات

يمكن تصنيف شبكات الحاسوب بطرق مختلفة. تربط شبكة المنطقة المحلية (Local Area Network - LAN) عددًا صغيرًا نسبيًا من الأجهزة في منطقة جغرافية قريبة نسبيًا. عادة ما تكون الشبكات المحلية محصورة في غرفة واحدة أو مبنى وقد تمتد في بعض الأحيان على عدد قليل من المباني القريبة. تاريخيا تربط الشبكة المحلية (Local-Area Network) بعدة طرق: بشكل نجمة (Star Topology) حيث تحتوي الشبكة على عقدة واحدة تتصل بها جميع العقدة الأخرى ويتم من خلالها إرسال جميع الرسائل. تعتمد الشبكة في هذا النوع على العقدة المركزية فإذا توقفت عن العمل توقفت كل الشبكة عن العمل. او بشكل حلقة (Ring Topology) حيث ترتبط جميع العقد في حلقة مغلقة تنتقل فيها الرسائل في اتجاه واحد إذ تمرر الرسائل حتى تصل إلى وجهتها. أو بشكل خط ناقل (Bus Topology) حيث يتم توصيل جميع العقد بخط اتصال واحد ينقل الرسائل في كلا الاتجاهين.

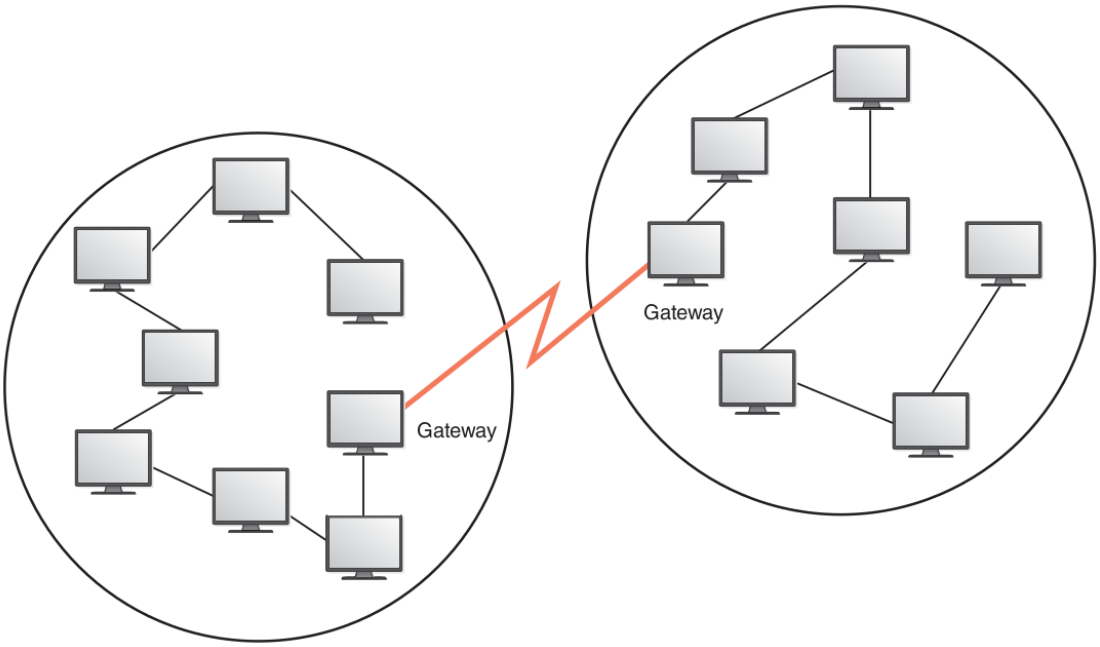
تتحقق العقد الموجودة على خط النقل من أي رسالة مرسلة علية ولكنها تتجاهل أي رسالة غير موجهة إليها. جميع هذه الطرق في الشكل ٢.



شكل ٢: طرق ربط الشبكات المحلية (LAN)

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

تربط شبكة المنطقة الواسعة (Wide-Area Network-WAN) شبكتين أو أكثر من شبكات المنطقة المحلية عبر رقعة جغرافية كبيرة. تسمح شبكة WAN بالاتصال بين الشبكات الأصغر. غالبًا ما يتم إعداد عقدة معينة على شبكة LAN لتعمل كبوابة للتعامل مع جميع الاتصالات الجارية بين تلك الشبكة المحلية والشبكات الأخرى. انظر الشكل٣.



شكل ٣: الشبكات المحلية (LAN) متصلة عبر مسافة لإنشاء شبكة واسعة النطاق (WAN)

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

يسمى الاتصال بين الشبكات الإنترنت (Internet). الإنترنت كما نعرفه اليوم هو في الأساس شبكة واسعة النطاق تمتد عبر العالم بأسره. الإنترنت عبارة عن مجموعة كبيرة من الشبكات الأصغر التي وافقت جميعًا على التواصل باستخدام نفس البروتوكولات وتمرير الرسائل حتى يتمكنوا من الوصول إلى وجهتهم النهائية.

يُستخدم مصطلح شبكة المنطقة الحضرية (Metropolitan-Area Network - MAN) أحيانًا للإشارة إلى شبكة كبيرة تغطي حرمًا جامعيًا أو مدينة. مقارنة بشبكة عامة واسعة النطاق تركز شبكة المنطقة الحضرية بشكل أضيق على مؤسسة أو منطقة جغرافية معينة.

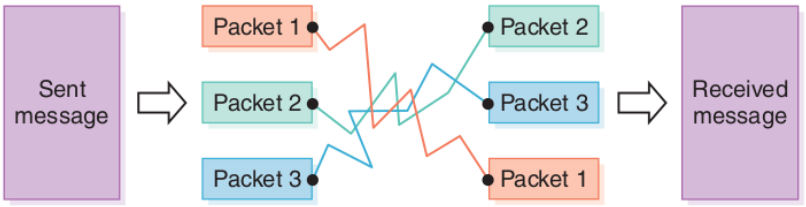
١-٢ الحوسبة المتنقلة أللاسلكية (Wireless and Mobile Computing)

في عصرنا الحالي نستخدم عدة أجهزة المتنقلة مثل الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية والحواسيب المحمولة. تحتوي الشبكة اللاسلكية على الأقل نقطة وصول لاسلكية (wireless access point) واحدة. تستخدم شبكة البلوتوث (Bluetooth) عرض نطاق محدود لذلك عادة ما تستخدم لربط الأجهزة الملحقة مثل سماعات الأذن أو لوحة المفاتيح

تتكون الإنترنت من العديد من الشبكات الصغيرة المملوكة لأفراد ومؤسسات مختلفة ولا يوجد شبكة مركزية تسيطر عليه. ان العمود الفقري للإنترنت (Internet Backbone) هو مجموعة من المسارات ذات سعات عالية جدا تستخدم لنقل بيانات الأنترنت. توفر مزودات خدمة الإنترنت (Internet Service Provider - ISP) للأفراد والشركات الوصول إلى الإنترنت والاتصال مباشرةً بالعمود الفقري للإنترنت أو بـ ISP أكبر يحتوي على اتصال بالعمود الفقري. أما أول طريقة للاتصال بالشبكات المنزلية فكانت عبر مودم الهاتف (Dail-up Modem) وثم أصبح DSL ومودمات الكابل هما الخيارات الأكثر شيوعاً للاتصال في المنزل حيث يندرج كلاهما تحت فئة الاتصالات عريضة النطاق(Broadband). اما في هذه الأيام فيتصل اغلبنا بالأنترنت اما بواسطة أجهزة الاتصال اللاسلكية (WiFi) او بواسطة أجهزة الاتصال عبر الكابل الضوئي (Optical fiber).

١-٣ التحويل او التبديل بالحزم (Packet switching)

التحويل او التبديل بالحزم (Packet switching) هو أسلوب لنقل البيانات عبر خط اتصال مشترك. يتم تقسيم الرسائل إلى حزم (Packet) ثابتة الحجم ويتم إرسالها بشكل فردي عبر الشبكة إلى وجهتها. قد تأخذ الحزم مسارات مختلفة وتصل بترتيب غير صحيح لذلك يتم وضعها في الترتيب الصحيح ودمجها لتشكيل الرسالة الأصلية. توجّه الموجِّهات (Routers) الحزم أثناء تحرُّكها بين الشبكات وقد تختار مسارات بديلة إذا لزم الأمر. يتم استخدام المُكررات (Repeaters) لتقوية الإشارات ونشرها عبر مسافات طويلة.

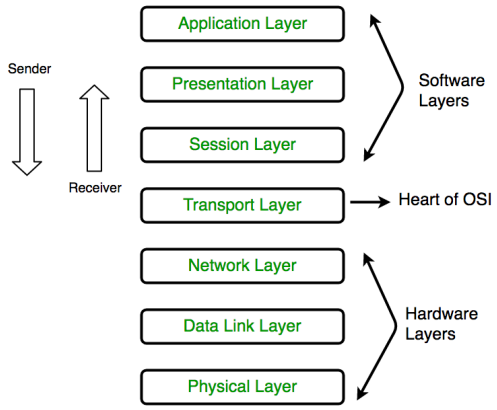


شكل ٤: الرسائل المرسلة بواسطة التبديل بالحزم (Packet switching)

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

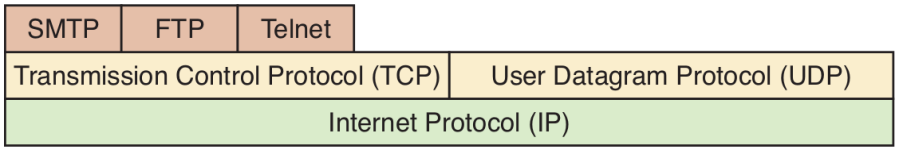
٢ الأنظمة المفتوحة والبروتوكولات (Open Systems and Protocols)

نتيجة لتطور شبكات الحاسوب وازدياد حجمها بشكل متسارع اصبح من الضروري وجود نظام موحد مفتوح لجميع مصنعي أجهزة الشبكات والحواسيب. تعتمد الأنظمة المفتوحة على نموذج مشترك للهندسة المعمارية للشبكة ومجموعة من البروتوكولات. أسست المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (International Organization for Standardization - ISO) نموذج النظام المفتوح للتفاعلات (Open Systems Interconnection - OSI) لتسهيل تطوير تقنيات الشبكات. يتكون هذه النموذج من سبع طبقات من التفاعلات الشبكية وكل طبقة تتعامل مع جانب معين من اتصال الشبكة. ومن المهم معرفة أن تكنولوجيا الشبكات كما نعرفها اليوم ممكنة فقط من خلال استخدام تقنية النظام المفتوح والنهج مثل نموذج OSI.



شكل ٥: طبقات النموذج (OSI)

ان (Transmission Control Protocol/Internet Protocol - TCP/IP) هي مجموعة من البرتوكولات وبرامج المساعدة التي تدعم اتصال الشبكة بمستوى أساسي. يشير بروتوكول TCP إلى بروتوكول التحكم في النقل حيث يقوم بتقسيم الرسائل إلى حزم وتسليمها إلى بروتوكول IP للتسليم ثم يقوم بطلب وإعادة تجميع الحزم في وجهتها. يتعامل برتوكول TCP أيضًا مع أي أخطاء تحدث مثل عدم وصول الحزمة إلى الوجهة مطلقًا. في حين ان بروتوكول IP مسؤول عن توجيه الحزم عبر الشبكات المترابطة إلى وجهتها النهائية. ان البروتوكول UDP هو بروتوكول آخر في المجموعة مشابه لـ(TCP) أسرع منه ولكنه أقل موثوقيه. ان برامج الأدوات ping و traceroute هما برامج أدوات في TCP/IP تسمح لمسؤولي الشبكات بفحص إمكانية الوصول إلى عناوين الشبكة ورؤية المسار الذي يتبعه الحزمة للوصول إلى نقطة وجهتها على وجه الخصوص. هنلك بروتوكولات أخرى مهمة لعمل الشبكات منها بروتوكول نقل البريد (Simple Mail Transfer Protocol – SMTP) وبروتوكول نقل البيانات (File Transfer Protocol – FTP) وبروتوكول (Telnet) يستخدم لدخول الى حاسوب من حاسوب اخر وبروتوكول ((Hypertext Transfer Protocol (HTTP) والذي يعرف تبادل مستندات شبكة الأنترنت.

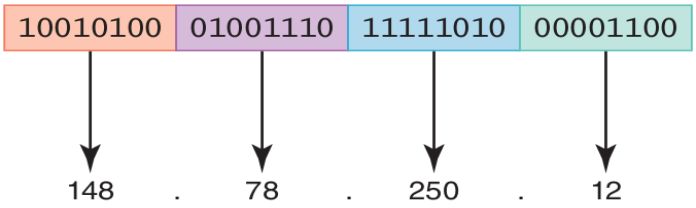


شكل ٦: طبقات بروتوكولات الشبكة

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

٣ عناوين شبكات الحاسوب (Network Addresses)

هنالك آليتين لتحديد عناوين الحواسيب على الإنترنت: استخدام أسم الحاسوب المضيف (Hostname) أو عناوين بروتوكول الأنترنت (IP address). تُستخدم أسماء الحواسيب المضيفة عادةً للبشر وتكون عبارة عن كلمات قابلة للقراءة والمفصولة بنقاط وسهلة للاستخدام والتذكر في حين يتم تمثيل عناوين IP على شكل سلسلة من أربعة أرقام عشرية مفصولة بنقاط وتكون أسهل للاستخدام من قبل الحواسيب. يعاني نظام تحديد عناوين IPv4 والمكون من ٣٢ بت من قيود في عدد الحواسيب الفريدة التي يمكنه تحديدها وتم استبداله بنظام IPv6 والذي يستخدم عناوين بـ ١٢٨ بتًا ويوفر ميزات إضافية لإدارة حركة المرور في الشبكة. يعمل IPv6 بشكل متزامن مع تحديد عناوين IPv4، مما يخلق شبكتين متوازيتين.



شكل ٧: عنوان بروتوكول الأنترنت (IP) مُخزن في أربعة بايت

مصدر الشكل كتاب *Computer Science Illuminated* by Nell B. Dale

يتم ترجمة أسماء المضيفين إلى ارقام عناوين IP بواسطة حواسيب خادمة تسمى نظام أسماء النطاق (Domain Name System - DNS). يتألف عنوان مواقع الإنترنت من عدة أسماء تفصل بينها نقاط وتنتهي بأعلى عنوان نطاق (Top-level Domain – TLD). مثال على ذلك عنوان كلية الهندسة في جامعة تكريت:

ceng.tu.edu.iq

حيث تمثل (ceng) تمثل كلية الهندسة و(tu) تمثل جامعة تكريت و(edu) تمثل نطاق التعليم و(iq) تمثل العراق. يُطلق على آخر جزء من النطاق اسم اسم النطاق الأعلى (Top-Level Domain - TLD) والذي يشير عادة إلى نوع الموقع (مثل com للتجارة و org للمنظمات وedu للتعليم). تعتبر المؤسسة الدولية لتحديد الأسماء والأرقام على الإنترنت (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers - ICANN) هي الهيئة الدولية التي تدير أسماء TLD. يُعد

الـ DNS مثالًا على قاعدة بيانات موزعة وعند تحديد اسم المضيف في نافذة المتصفح أو عنوان البريد الإلكتروني يرسل برنامج المتصفح أو البريد الإلكتروني طلبًا إلى خادم اسم النطاق القريب (DNS Server). إذا لم يتمكن الخادم من حل اسم المضيف يطلب الخادم الآخر المساعدة حتى يصل الطلب إلى خادم يمكنه حل الاسم أو ينتهي الطلب لأنه استغرق وقتًا طويلاً للغاية في الحل.

٤ الحوسبة السحابية (Cloud Computing)

تشير الحوسبة السحابية (Cloud Computing) إلى ممارسة استخدام موارد الحوسبة مثل التخزين وقوة الحوسبة من مزود طرف ثالث تتم إدارته من خلال الاتصال عبر الإنترنت. يسمح للأفراد والشركات بتخزين البيانات والوصول إليها من خوادم الشبكة بدلاً من الأجهزة المحلية. تقدم الخدمات السحابية مزايا مثل النسخ الاحتياطية للبيانات وإمكانيات استضافة الويب وخدمات المزامنة. هناك أنواع مختلفة من الخدمات السحابية بما في ذلك السحابة العامة والخاصة والمجتمعية والمختلطة ، ومن بين كبار مقدمي الخدمات Amazon Web Services و Google Cloud و Microsoft Azure. تختلف تكلفة الخدمات السحابية اختلافًا كبيرًا ومن المهم البحث عن الخيارات بعناية.

٥ سلسلة الكتل (Blockchain)

وهي تقنية شبكات تم تطويرها لدعم العملة المشفرة بتكوين (Bitcoin) التي تم استخدامها منذ ٢٠٠٩. ان سلسلة الكتل (Blockchain) أشبه بسجل حسابات علني يسجل بيانات مهمة عن التحويلات المالية. يمكن استخدام سلسلة الكتل (Blockchain) لخزن أنواع أخرى من البيانات مثل البيانات الطبية او تسجيل سجل الاتصالات. تمثل الكتلة (Block) الواحدة لعملية تحويل مالي جديدة. يتم التحقق منها بواسطة تقنية تشفير وخوارزميات خاصة.