

## المحاضرة الأولى

1. استخدامات شبكة الحواسيب:
  - التطبيقات الاحترافية:
    - مشاركة الموارد: الهدف يعود لجعل البرامج والتجهيزات والمعدات متاحة الوصول للمستخدمين على الشبكة بغض النظر عن مكان تواجدهم بالنسبة للمورد المقصود (مشاركة طابعة بين عدة مستخدمين).
    - نقل الملفات.
    - أداة اتصال بين المستخدمين: البريد الإلكتروني، التعاون في إنجاز المهام، المحاضرات المتلفزة.
    - إدارة الأعمال: خدمات عن طريق الانترنت، التجارة الإلكترونية، حجوزات الشركات، المكتبات، بيع التجهيزات.
  - التطبيقات المنزلية:
    - الوصول إلى المعلومات عن بعد:
      - البحث عن المعلومات على الويب.
      - التسوق عبر الانترنت.
      - تفاعل الشخص مع قواعد المعطيات عن بعد (الجرائد، المكتبات، المجالات العلمية).
    - التواصل مع الآخرين:
      - البريد الإلكتروني.
      - الدردشة.
      - منتديات النقاش.
      - خدمات الأنظمة من نوع Peer To Peer: حيث يشكل المستخدمون مجموعة تتواصل مع بعضها ويلعب كل منهم دور الزبون و دور المخدم، من أجل تبادل الصور و الأغاني و الأفلام و الألعاب عبر الشبكة.
      - خدمات الكترونية: الهواتف عبر الانترنت، الراديو، حضور المحاضرات.
    - الدعايات.
    - التجارة الإلكترونية: الشراء عن طريق الانترنت، دفع الفواتير، إدارة الحسابات البنكية و عمليات الإستثمار.
  - خدمات المستخدمون المتنقلون:
    - مكتب متنقل
    - الاتصال وإرسال واستقبال البريد الإلكتروني والملفات والوصول للوب.
    - فتح جلسات عمل على الحواسيب عن بعد.
    - في التجمعات الجامعية أحيانا تكون مزودة بشبكة لاسلكية (للطلاب) وتقدم عدة خدمات.
    - في خدمات التوصيل للبضائع: تتضمن استمرار التواصل بين العمال ومراكز العمل.
2. يوجد محددين ممكن تصنيف الشبكات حسبهم:
  - تكنولوجيا الإرسال المستخدمة.
  - حجم الشبكات.
3. تصنيف الشبكات حسب تكنولوجيا الإرسال:
  - Broadcast:
    - تملك الشبكة في هذه الحالة قناة إرسال مشتركة بين كل المكونات المتصلة بها.
    - كل رسالة مرسلة تُستقبل من كل الآلات المتصلة بالشبكة.
    - الآلة المعنية بالرسالة هي التي تجيب فقط.
  - point to point:
    - يوجد عدد كبير من الوصلات، وكل واحدة يساهم فيها آلتين.
    - ممكن وجود عدة مسارات بين هذين الحاسبين.
    - الوسيط الفيزيائي المستخدم للاتصال متعدد الأشكال:
      - Coaxial cable.
      - Twisted pair.
      - Fiber optic.
      - أمواج ميكروية، أشعة تحت الحمراء.

#### 4. تصنيف الشبكات حسب الحجم:

##### • Personal area network (PAN):

- مصممة لشخص واحد, من مرتبة 1 متر.

##### • Local area network (LAN):

- تتكون من مجموعة حاسبات شخصية.
- يتم تبادل البيانات بين أعضاء الشبكة بسرعات نقل عالية (10 Mbps – 10 Gbps).
- إدارتها وحيدة.
- من مرتبة 1 كم.
- معدل نقل المعطيات عالي, معدل الخطأ ضعيف, تأخير زمني صغير.
- يوجد عدة طبولوجيا للربط:
- Ethernet معرف بالمعيار IEEE 802.3.
- Token Ring معرف بالمعيار IEEE 802.5.

##### • Metropolitan area network (MAN):

- تتكون من مجموعة شبكات محلية LAN.
- يتم تبادل البيانات بين أعضاء الشبكة بسرعات نقل عالية (56 Kbps – 1 Gbps).
- من مرتبة 10 كم.

##### • Wide area network (WAN):

- تتكون من مجموعة شبكات محلية LAN و MAN.
- يتم تبادل البيانات بين أعضاء الشبكة بسرعات نقل عالية (9.6 Kbps – 2 Mbps).
- معدل النقل متغير, معدل الأخطاء معتبر.
- نستخدم الموجهات Routers, خوارزميات التوجيه.

##### • Wireless Network:

- هي شبكة فيها على الأقل طرفيتين تتصلان ببعضهما بدون اسلاك.
- يملك المستخدم إمكانية البقاء متصلاً على الرغم من التنقل في الجوار.
- تعتمد بشكل رئيسي على ربط يستخدم الأمواج الراديوية, الأشعة تحت الحمراء بدلاً من الكابلات.
- يوجد عدة فئات منها نذكر:
- WPAN: يستخدم هذا النوع من الشبكات لربط طرفيات الحاسب (Bluetooth, IR).
- WLAN: معرف بالمعيار IEEE 802.11.
- WMAN: معرف بالمعيار IEEE 802.16.
- WWAN: معروفة باسم شبكة الهواتف الخليوية (GSM, GPRS, UMTS).

##### • الشبكات المنزلية:

- شبكة تربط تجهيزات المنزل ببعضها ويمكن الوصول إليها عبر الانترنت.
  - شروطها: اعدادات بسيطة, تشغيل بلا أخطاء, أسعار منخفضة, شبكة آمنة وموثوقة.
5. من أجل إخفاء تعقيد التصميم فإن غالبية الشبكات يتم تصميمها كطبقات متوضعة فوق بعضها البعض.
  6. دور كل طبقة أن تقدم خدمة إلى الطبقة التي فوقها مباشرة وذلك بإخفاء تفاصيل تنفيذ هذه الخدمة.
  7. يتم تقديم الخدمة عن طريق واجهة.
  8. الواجهة تشير إلى الفعالية الموجودة في الطبقة الأعلى مباشرة كيف يمكن الوصول إلى الطبقة الممثلة بهذه الواجهة:
- تحدد البارامترات الواجب استخدامها.
  - النتائج المنتظرة.
  - لا تحدد أي شيء عن التنفيذ الداخلي للطبقة.
9. كل طبقة من آلة معينة يمكنها التخاطب مع الطبقة المماثلة على آلة أخرى.
  10. القواعد والمصطلحات التي تحكم هذا الاتصال تسمى بروتوكول.
  11. كل طبقة تمرر المعطيات ومعلومات التحكم إلى الطبقة التي تحتها مباشرة حتى الوصول إلى الطبقة الأخفض.

12. يمكن للطبقات أن تقدم نوعين مختلفين من الخدمة إلى الطبقات العليا:

- خدمة مع اتصال: تتبع نموذج الاتصال الهاتفي حيث يجب على المستخدم أولاً إنجاز الاتصال ومن ثم يتم استخدامه وفي النهاية يحرر الاتصال.
- خدمة بدون اتصال: تتبع نموذج إرسال البريد حيث أن الرسالة تحتوي على عنوان الوجهة بشكل كامل ويتم توجيهها من مركز إلى آخر حتى الوصول للوجهة.

13. مبادئ عمل البروتوكولات: العملية الكاملة لنقل البيانات على الشبكة تمر بمجموعة من الخطوات، حيث أن الجهاز المرسل يقوم بإتباع

هذه الخطوات من الأعلى إلى الأسفل بينما يقوم الجهاز المستقبل بإتباع هذه الخطوات بشكل معكوس من الأسفل إلى الأعلى.

14. في الجهاز المرسل تكون البروتوكولات مسؤولة عن القيام بالمهام التالية:

(a) تقسيم البيانات إلى حزم.

(b) إضافة معلومات العنوان إلى الحزم.

(c) تحضير البيانات للإرسال.

15. بينما تقوم البروتوكولات في الجهاز المستقبل بالعمل التالي:

(a) التقاط حزم البيانات من وسط الاتصال.

(b) إدخال حزم البيانات إلى داخل الكمبيوتر عبر بطاقة الشبكة.

(c) تجميع كل حزم البيانات المرسل و قراءة معلومات التحكم المضافة إلى هذه الحزم.

(d) نسخ البيانات من الحزم إلى ذاكرة مؤقتة لإعادة تجميعها.

(e) تمرير البيانات المعاد تجميعها الى البرامج في صورة مفهومة قابلة للاستخدام.

16. نموذج (Open systems interconnection) OSI مكون من 7 طبقات:

- طريقة لحفظ ترتيب الطبقات من الأعلى إلى الأسفل:

○ All People Seem To Need Data Processing

○ حيث في الجملة السابقة الأحرف الكبيرة تدل على ترتيب الطبقات.

(A) الطبقة الفيزيائية Physical Layer:

○ هي الطبقة المواجهة لوسط الإرسال و المسؤولة عن إرسال البيانات التي تم تجهيزها من قبل الطبقات العليا عبر

وسط الإرسال. كما تعرف هذه الطبقة الكيفية التي ستتصل بها بطاقة الشبكة بالأسلاك.

○ تحدد الشكل الفيزيائي الذي يتم فيه تحويل المعطيات إلى إشارات حتى تُنقل عبر وسيط الاتصال.

○ مسؤولة عن نقل البتات على قناة الاتصال.

(B) طبقة ترابط المعطيات Data Link Layer:

○ هي المسؤولة عن المحافظة على التزامن في إرسال و استقبال البيانات.

○ تقسم المعطيات الى Frames و تضيف أجزاء الرأس Header و الذيل Tailor و التي تحتوي على معلومات

تحكم للتأكد من خلو الإطارات من أي أخطاء.

○ تدبر الأخطاء.

○ تتحكم بالتدفق.

(C) طبقة الشبكة Network Layer:

○ هي مسؤولة عن عنوانة الرسائل و ترجمة العناوين المنطقية و الأسماء إلى عناوين مادية تفهمها الشبكة.

○ أجهزة الموجهات Routers تعمل ضمن هذه الطبقة لأنها تختار أنسب مسار بين المرسل و المستقبل.

○ تحدد الشكل الذي يتم به توجيه المعطيات إلى الوجهة النهائية.

○ تدبر العنوان و التوجيه للمعطيات.

○ يتم اختيار التوجيه من جداول ثابتة أو متغيرة حسب خوارزمية التوجيه.

(D) طبقة النقل Transport Layer:

○ هي الطبقة التي تفصل بين الطبقات الموجهة للمستخدم والطبقات الموجهة للشبكة.

○ تقوم هذه الطبقة بتجزئة البيانات إلى أجزاء تسمى Segments.

○ تقوم بالتأكد من وصول هذه الأجزاء بدون أخطاء أو نقص أو تكرار وبالترتيب المناسب وباستخدام الوجهة المناسبة.

○ تقوم في الجهاز المستقبل بإرسال رسالة تعلم باستلامها للبيانات ACK.

○ تستلم المعطيات من الطبقة الأعلى وتقسّمها إلى وحدات أصغر وترسلها إلى طبقة الشبكة.

○ مسؤولة عن إدارة أخطاء الإرسال.

○ تضمن وصول المعطيات الصحيح إلى الوجهة النهائية.

#### (E) طبقة الجلسة Session Layer:

- هي التي تسمح لبرنامجين على كمبيوترين مختلفين بإجراء اتصال واستخدام هذا الاتصال و إنهائه بين الجهازين.
- مسؤولة عن التعرف على الأجهزة و أسمائها و إصدار تقارير عن الاتصالات التي تجريها.
- تقوم ببعض مهام الإدارة مثل ترتيب الرسائل المرسله حسب وقت إرسالها و مدة إرسال كل رسالة.
- تعرف فتح وإغلاق جلسات الاتصال بين الحواسيب على الشبكة.
- إدارة التخاطب.
- التزامن.

#### (F) طبقة التمثيل Presentation Layer:

- مسؤولة عن تشكيل البيانات بالهيئة المناسبة للطبقة المجاورة العليا أو السفلى حسب الحاملة بين الجهازين، إرسال أو استقبال.
- تقوم بضغط البيانات لتقليل عدد البتات التي يجب نقلها.
- تعرف تمثيل المعطيات المُستَغل بها في مستوى التطبيق بشكل مستقل عن النظام.

#### (G) طبقة التطبيقات Application Layer:

- الطبقة التي يتحكم فيها المستخدم مباشرة، و هي تدعم برامج مثل:
  - برامج نقل الملفات.
  - برامج قواعد البيانات.
  - برامج البريد الإلكتروني.
- مسؤولة عن ضمان التخاطب مع التطبيقات.
- المستوى الأقرب للمستخدم.

#### 17. نموذج TCP/IP (Transmission control protocol/ Internet protocol): مكون من 4 طبقات:

##### ● طبقة واجهة الشبكة Network Interface:

- توجيه المعطيات إلى وسيط الاتصال واستخلاص المعطيات من وسيط النقل.
- الشكل المناسب للمعطيات.
- تحويل الإشارات رقمي/تشابهي.
- إدارة الأخطاء.
- يقوم بهذه المهمة سواقة كرت الشبكة مع نظام التشغيل.

##### ● طبقة الانترنت Internet:

- تؤمن هذه الطبقة تغليف المعطيات.
- إدارة تقسيم وتجميع المعطيات.
- تنفيذ خوارزميات التوجيه.
- تشمل عدة بروتوكولات:
  - IP: مسؤول عن عنوانه وتسيير المعطيات بين الشبكات و الحواسيب.
  - ARP: يستخدم للحصول على العنوان الفيزيائي للحواسيب.
  - ICMP: يقوم بإرسال الرسائل إضافة إلى التقرير عن الأخطاء أثناء توجيه المعطيات.
  - IGMP: لإخبار الموجهات عن عضوية حاسوب في مجموعة تعميم Multicast group.

##### ● طبقة النقل Transport:

- تؤمن هذه الطبقة جلسات الاتصال بين الحواسيب وهي تشمل:
  - TCP: يؤمن هذا البروتوكول خدمة موثوقة مع إقامة اتصال من أجل التطبيقات التي تستلزم نقل كميات كبيرة من المعطيات في كل وقت أو تستوجب إقرارات بالاستلام الصحيح.
  - UDP: يؤمن هذا البروتوكول خدمة بدون إقامة اتصال ولا تضمن إيصال المعطيات لذلك يستخدم من أجل التطبيقات التي ترسل كميات قليلة من المعطيات في كل وقت.

##### ● طبقة التطبيقات Application:

- تؤمن هذه الطبقة للتطبيقات الدخول إلى الشبكة، من البروتوكولات التي تحويها:
  - HTTP: بروتوكول تصفح الويب.
  - FTP: بروتوكول نقل الملفات.
- يتم عادة استخدام مفهوم Socket للسماح لأي تطبيق بالتخاطب مع طبقات TCP/IP والاستفادة من الخدمات التي تقدمها.

## المحاضرة الثانية

1. تدعى الأجهزة التي تربطها الإنترنت بالمضيفين (Hosts) أو الأنظمة الطرفية (End Systems).
2. ترتبط الأنظمة الطرفية معاً بشبكة من وصلات الاتصالات (الألياف والنحاس والراديو والأقمار الصناعية) ومبدلات الحزم.
3. يمكن أن تنقل الوصلات البيانات بمعدلات مختلفة ، يقاس معدل إرسال الوصلة بال (بت/ثانية).
4. تقوم الأجهزة المرسله بتقطيع البيانات الى مقاطع و تضيف بايتات رأسية الى كل مقطع, تدعى هذه المقاطع بالحزم (Packets).
5. ثم يتم إرسال الحزم من خلال الشبكة إلى الوجهة ، حيث يتم إعادة تجميعها لنحصل على البيانات الأصلية.
6. يأخذ مبدل الحزم حزمة تصل إلى أحد روابط الاتصالات الواردة ويعيد توجيه تلك الحزمة على أحد روابط الاتصالات الصادرة.
7. مبدلات الحزم: أجهزة التوجيه (Routers) ومبدلات طبقة الارتباط (Link-Layer Switch). تُستخدم مبدلات طبقة الارتباط في شبكة الوصول بينما تُستخدم أجهزة التوجيه في نواة الشبكة.
8. تصل الأنظمة الطرفية إلى الإنترنت من خلال مزودي خدمة الإنترنت (ISPs).
9. كل مزود خدمة إنترنت هو في حد ذاته شبكة من مبدلات الحزم و وصلات الاتصالات.
10. تقوم أجزاء الإنترنت بتشغيل بروتوكولات تتحكم في إرسال واستقبال المعلومات ضمن الإنترنت.
11. تكون التطبيقات موزعة لأنها تشمل أنظمة طرفية متعددة تتبادل البيانات مع بعضها البعض.
12. توفر الأنظمة الطرفية المتصلة بالإنترنت واجهة برمجة التطبيقات (API).
13. يحدد البروتوكول شكل وترتيب الرسائل المتبادلة بين كيانين متواصلين أو أكثر ، وكذلك الإجراءات المتخذة بشأن إرسال و / أو استلام رسالة أو حدث آخر.
14. تنقسم شبكات الكمبيوتر إلى: حافة الشبكة (The Network Edge) و نواة الشبكة (The Network Core).
15. تكون الأنظمة الطرفية على حافة الشبكة.
16. يُشار إلى الأنظمة الطرفية على أنها مضيفون لأنهم يشغلون برامج التطبيقات مثل برنامج مستعرض الويب أو قارئ البريد الإلكتروني.
17. يتم تقسيم المضيفين في بعض الأحيان إلى فئتين: العملاء والخوادم.
18. شبكة الوصول: الروابط الفعلية التي تربط نظام طرفي بالوجه (Router) الأول على مسار من النظام الطرفي إلى أي نظام طرفي آخر بعيد.
19. تنقسم شبكات الوصول إلى 3 فئات:
  - وصول سلكي: ربط أنظمة المنزل الطرفية في كابل DSL الشبكة.
  - وصول الشركة: ربط الأنظمة الطرفية في الأعمال التجارية بالشبكة (Ethernet).
  - الوصول اللاسلكي: ربط الأنظمة الطرفية المتنقلة بالشبكة (WIFI ، شبكات الوصول اللاسلكي الواسعة ، WiMAX).
20. DSL:
  - يحمل خط الهاتف إشارات الهاتف والبيانات في وقت واحد ، والتي يتم تشفيرها بترددات مختلفة.
  - الترددات المختلفة هي:
    - قناة عالية السرعة (Downstream): في النطاق من 50 KHz إلى 1 MHz.
    - قناة سرعة متوسطة (Upstream): في النطاق من 4 KHz إلى 50 KHz.
    - هاتف عادي ثنائي الاتجاه ، في النطاق من 0 إلى 4 KHz.
  - مزايا DSL:
    - يمكنه نقل واستقبال البيانات بمعدلات أعلى بكثير.
    - يمكن للمستخدمين التحدث على الهاتف والوصول إلى الإنترنت في وقت واحد.
  - إن معدل النقل الفعلي في الـ (Downstream) و الـ (Upstream) المتاح للحجز هو تابع للمسافة بين المنزل وموحد ISP.
  - (24 Mbps) معدل نقل الـ (Downstream) عادةً أقل من (10 Mbps) و معدل نقل (2.5 Mbps) في الـ (Upstream) عادةً أقل من (1 Mbps).
  - نظرًا لاختلاف معدلات النقل في الـ (Downstream) و الـ (Upstream) ، يُقال أن الوصول غير متماثل (Asymmetric).

## 21. Cable:

- تثبت المحطات القنويات التلفزيونية من خلال شبكة توزيع من الكابلات المحورية ومكبرات الصوت إلى المساكن.
- تقوم الألياف الضوئية بتوصيل المحطات بتقاطع مستوى الحي، ثم يستخدم الكبل المحوري التقليدي للوصول إلى المنازل.
- نظراً لاستخدام كلاً من كبلات الألياف والكابلات المحورية في هذا النظام ، يشار إليها باسم كبل محوري ليفي هجين (HFC).
- توفر شبكة HFC معدلات نقل أعلى من DSL.
- غير متماثل (Asymmetric): ما يصل إلى (30 Mbps) معدل نقل الـ (Downstream)، ومعدل نقل (2 Mbps) في الـ (Upstream).
- يعد الوصول إلى الإنترنت عبر الكابل وسيلة بث مشتركة ، حيث تنتقل كل حزمة يتم إرسالها من المحطة إلى كل وصلة إلى كل منزل.
- DSL هي اتصال من نقطة إلى نقطة (Point-To-Point) بين المنزل ومزود خدمة الإنترنت ، وقدرة النقل الكاملة لكبل DSL بين المنزل ومزود خدمة الإنترنت مخصصة و ليست مشاركة.
- الكابل هو نقطة إلى نقاط متعددة (Point-To-Multi).

## 22. Ethernet:

- تقنية Ethernet هي تقنية الوصول الأكثر انتشاراً في شبكات الشركات.
- يستخدم مستخدمو Ethernet سلكاً نحاسياً أو كبلأً مجدولاً (Twisted Pair) للاتصال بمحول Ethernet.
- تعمل تقنية Ethernet بسرعة (100 Mbps) أو (1 Gbps) أو حتى (10 Gbps).

## 23. WIFI (IEEE 802.11):

- الوصول إلى الإنترنت لاسلكياً.
- في شبكة LAN لاسلكية ، يقوم المستخدمون اللاسلكيون بنقل / استقبال حزم إلى / من نقطة وصول متصلة بدورها بالإنترنت السلكي.
- الخدمة مقدمة على بعد بضع عشرات من الأمتار من نقطة الوصول.
- 802.11 b/g/n, معدلات النقل 11/54/450 Mbps.

## 24. شبكات الوصول اللاسلكي واسعة النطاق:

- يستفيد مستخدمو الإنترنت من البنية التحتية للهاتف الخليوي.
- يتم إرسال الحزم إلى محطة أساسية عبر نفس البنية التحتية اللاسلكية المستخدمة في الاتصالات الهاتفية الخليوية.
- الوصول إلى المحطات الأساسية التي تصل إلى عشرات الكيلومترات.
- تبلغ سرعة الوصول إلى الإنترنت بين 1 Mbps و 10 Mbps.
- 3G, 4G, 5G

## 25. WiMAX (IEEE 802.16):

- يعمل بشكل مستقل عن الشبكة الخليوية ويعد بسرعات تتراوح من 5 Mbps إلى 10 Mbps أو أعلى على مسافات تصل إلى عشرات الكيلومترات.

## 26. الأوساط الفيزيائية:

- يتم إرسال المعلومات عن طريق نشر الموجات الكهرومغناطيسية أو النبضات الضوئية عبر وسيط مادي.
- تنقسم الأوساط الفيزيائية إلى فئتين:
  - الأوساط الموجهة (تنتشر الإشارات بشكل مفيد): الألياف البصرية ، والكابلات المحورية ، وسلك نحاس زوج ملتوي.
  - الأوساط غير الموجهة (تنتشر الإشارات بحرية): تنتشر الموجات في الجو وفي الفضاء الخارجي.

## 27. مبدلات الدارات ومبدلات الحزم:

- شبكة من أجهزة توجيه مترابطة.
- هناك طريقتان أساسيتان لنقل البيانات عبر شبكة من الروابط ومبدلات الحزم: تبديل الدارات وتبديل الحزم.
- الشبكات بتبديل الدارات: يتم حجز الموارد اللازمة على طول المسار لتوفير الاتصال بين الأنظمة الطرفية طوال فترة الاتصال بين الأنظمة الطرفية (شبكات الهاتف)، الحفاظ على معدل نقل ثابت في وصلات الشبكة طوال مدة الاتصال.
- شبكات تبديل الحزم: هذه الموارد غير محفوظة. استخدام الموارد عند الطلب. قد تضطر إلى الانتظار.
- الإنترنت اليوم عبارة عن شبكة بتبديل الحزم (أفضل جهداً).
- لا يمكن تصنيف جميع شبكات الاتصالات على أنها شبكات بتبديل دارات أو شبكات بتبديل حزم نقية.

28. لمحة موجزة عن تبديل الدارات:

- عندما يريد مضيفان التواصل ، تنشئ الشبكة اتصالاً مخصصاً من طرف إلى طرف بين المضيفين.
- نظراً لأن كل وصلة تحتوي على N دائرة ، ولكل وصلة مستخدمة من قبل هذا الاتصال، يحصل الاتصال على  $\frac{1}{N}$  من عرض النطاق الترددي للوصلة طوال مدة الاتصال.
- يشجع استخدامها في شبكات الهاتف التقليدية.

29. تعدد الإرسال في شبكات تبديل الدارات:

- يتم تنفيذ دائرة في وصلة إما بتعدد إرسال تقسيم التردد (FDM) أو تعدد إرسال تقسيم الوقت (TDM).
- FDM: ينقسم طيف التردد لوصلة ما بين الاتصالات المنشأة عبر الوصلة.
- يسمى عرض النطاق الترددي بالـ (Bandwidth).
- TDM: يقسم الوقت إلى إطارات محددة المدة ، وينقسم كل رتل إلى عدد محدد من الفواصل الزمنية.
- عندما تنشئ الشبكة اتصالاً عبر وصلة ، تكرر الشبكة فتحة زمنية واحدة في كل إطار لهذا الاتصال.
- بالنسبة إلى TDM ، يكون معدل إرسال الدارة مساوياً لمعدل الرتل مضروباً في عدد البتات في الفاصل الزمني.

30. مبدلات الحزم:

- في شبكات الكمبيوتر الحديثة ، يقسم المصدر (المضيف) الرسائل الطويلة إلى مجموعات أصغر من البيانات المعروفة باسم الحزم.
- بين المصدر والوجهة (ارسل الحزم من موجه إلى التالي ، عبر وصلات الاتصال على المسار من المصدر إلى الوجهة).
- يتم إرسال الحزم عبر كل وصلة اتصال بمعدل يساوي معدل الإرسال الكامل للوصلة.
- تستخدم معظم أجهزة التوجيه تقنية التخزين والإرسال عند دخل الوصلات.
- التخزين والإرسال يعني أن جهاز التوجيه يجب أن يتلقى الحزمة بأكملها قبل أن يتمكن من البدء في إرسال الجزء الأول من الحزمة إلى الوصلة الخرجية.
- تقوم مبدلات الحزم التي تستخدم تقنية التخزين والإرسال بتقديم تأخير تخزين وإرسال عند دخل كل وصلة.
- يحتوي كل مبدل حزمة على وصلات متعددة متصلة به. ولكل وصلة متصلة يحتوي مبدل الحزمة على مخزن (Buffer) مؤقت للإخراج ، يقوم بتخزين الحزم التي سوف يرسلها جهاز التوجيه عبر هذه الوصلة.
- الحزم تعاني من تأخيرات الحجز في مخزن الإخراج.
- نظراً لأن مساحة المخزن المؤقت محدودة، فقد يحدث فقدان للحزم.

31. تبديل الحزم مقابل تبديل الدارات:

- يوفر تبديل الحزم مشاركة أفضل للنطاق الترددي من تبديل الدارات.
- تنفيذ أبسط وأكثر كفاءة وأقل تكلفة من تبديل الدارات.
- الازدحام ممكن بسبب تأخير وخسارة الحزم.
- البروتوكولات اللازمة لنقل البيانات بشكل موثوق ، ومراقبة الازدحام.
- تبديل الحزم غير مناسب للخدمات في الوقت الفعلي (المكالمات الهاتفية).
- يخصص تبديل الدارة مسبقاً استخدام وصلة الإرسال بغض النظر عن الطلب، في الوصلة المحجوزة و غير المستخدمة لا يتم استخدام الوقت (قسم الدارة يكون غير مشغول إن لم يتم استخدامه من قبل اتصال (غير مشارك)).
- تبديل الحزم من ناحية أخرى يخصص استخدام الوصلة عند الطلب فقط.

32. كيف تسلك الحزمة طريقها عبر شبكات تبديل حزم البيانات؟

- في الإنترنت ، تحتوي كل حزمة تعبر الشبكة على عنوان وجهة الحزمة في رأسها.
- يحتوي هذا العنوان على بنية هرمية كعناوين بريدية.
- عندما تصل الحزمة إلى جهاز توجيه في الشبكة ، يفحص جهاز التوجيه جزءاً من عنوان الوجهة الخاص بالحزمة ويعيد توجيه الحزمة إلى جهاز توجيه مجاور.

- يحتوي كل جهاز توجيه على جدول إعادة توجيه يقوم بتعيين عناوين الوجهة للوصلات الصادرة.
- يحتوي الإنترنت على عدد من بروتوكولات التوجيه الخاصة التي يتم استخدامها لتعيين جداول إعادة توجيه تلقائياً.

33. نظرة عامة على التأخير في الشبكات بتبديل الرزم

- يتجاوز معدل وصول الحزمة إلى الوصلة (مؤقتاً) سعة وصلة الإخراج.
- توضع في مخزن الانتظار، تنتظر دورها لترسل.

### 34. أنواع التأخير:

- تأخير المعالجة:

- الوقت اللازم لفحص رأس الحزمة وتحديد مكان توجيه الحزمة والوقت اللازم للتحقق من أخطاء مستوى البت.
- في أجهزة التوجيه عالية السرعة عادة ما تكون في ترتيب ميكرو ثانية أو أقل.

- تأخير الانتظار:

- ينتظر أن تنتقل على الوصلة.
- يمكن أن يكون تأخير قوائم الانتظار بترتيب ميكرو ثانية إلى ملي ثانية.

- تأخير الانتقال:

- الوقت اللازم لوضع كل بتات الحزمة على الوصلة.
- عادةً ما يكون ذلك بالترتيب من ميكرو ثانية إلى ملي ثانية.
- طول الحزمة بالبتات (L) ، ومعدل نقل الوصلة من جهاز التوجيه A إلى B (R بت/ثانية). تأخير الإرسال هو  $\frac{L}{R}$ .

- تأخير نشر:

- الوقت اللازم للنشر من بداية الوصلة إلى جهاز التوجيه B.
- يعتمد ذلك على الوسيط المادي لنطاق الوصلة.
- تأخير الانتشار هو  $\frac{d}{s}$  ، حيث d هي المسافة بين جهاز التوجيه A وجهاز التوجيه B و s هي سرعة الانتشار في الوصلة.

- تأخير العقدي:

$$d_{nodal} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$$

### 35. انتظار التأخير وفقدان الحزم:

- العنصر الأكثر تعقيداً وإثارة للاهتمام للتأخر العقدي هو تأخير الانتظار.
- بخلاف التأخيرات الثلاثة الأخرى ، يمكن أن يختلف تأخير الانتظار من حزمة إلى حزمة.
- يعتمد تأخير الانتظار على معدل وصول البيانات إلى قائمة الانتظار ومعدل إرسال الوصلة وطبيعة البيانات الوصلة.
- كثافة البيانات:
- إذا كان متوسط معدل وصول الحزم إلى قائمة الانتظار هو (a يقاس ب حزمة/ثانية) ومعدل النقل هو (R بت/ثانية) ، ونفترض أن جميع الحزم تتكون من L بت فإن النسبة  $\frac{La}{R}$  تسمى كثافة البيانات.
- $\frac{La}{R} \cong 0$  : متوسط تأخير الانتظار صغير.
- $\frac{La}{R} \leq 1$  : تصبح التأخيرات كبيرة (تؤثر طبيعة البيانات القادمة على تأخير الانتظار).
- $\frac{La}{R} > 1$  : البيانات القادمة أكثر مما يمكن تخديمه، متوسط التأخير لا نهائي.
- صمم نظامك بحيث لا تزيد كثافة البيانات عن 1.
- قائمة الانتظار التي تكون قبل الوصلة يكون لها سعة محدودة.
- يمكن أن تصل الحزمة للعثور على قائمة الانتظار ممتلئة و بالتالي سيقوم جهاز التوجيه بإسقاط هذه الحزمة ، أي سيتم فقد الحزمة.
- يزداد جزء الحزم المفقودة مع زيادة كثافة البيانات.

### 36. تأخير طرف الى طرف:

- هناك (N - 1) جهاز توجيه بين المضيف المصدر والمضيف الوجهة.
- لنفترض في الوقت الحالي أن الشبكة غير مزدحمة (بحيث يكون التأخير في قائمة الانتظار ضئيل).
- تأخير المعالجة في كل جهاز توجيه وفي المضيف المصدر هو  $d_{proc}$ .
- معدل نقل في كل جهاز توجيه و في المضيف المصدر هو (R بت/ثانية).
- الانتشار على كل وصلة هو  $d_{prop}$ .
- التأخير العقدي يتراكم و يعطي تأخير طرف الى طرف مساوياً لـ  $d_{end-end} = N(d_{proc} + d_{trans} + d_{prop})$ .
- حيث أن  $d_{trans} = \frac{L}{R}$



### 37. الإنتاجية في شبكات الكمبيوتر:

- إنتاجية طرف الى طرف: لنفترض أننا ننقل ملف ضخيم عبر الشبكة.
- الإنتاجية الفورية في أي وقت من الأوقات هي المعدل (بالبت/ثانية) الذي يستقبل فيه المضيف B الملف.
- متوسط نقل نقل الملف هو  $\frac{F}{T}$  (بت / ثانية) حيث يتكون الملف من F بت، ويستغرق النقل T ثانية حتى يستقبل المضيف B جميع البتات.
- تعتمد الإنتاجية على معدلات نقل الوصلات التي تتدفق البيانات عبرها.
- في حالة وجود شبكتين للربط ، تكون الإنتاجية أصغر رقم من المجال {Rs ، Rc} (الرسمه صفحة 39 و 40 في المحاضرة الثانية).

### 38. تصميم البروتوكولات على شكل طبقات:

- يقوم مصممو الشبكات بتنظيم البروتوكولات وأجهزة وبرامج الشبكة التي تنفذ البروتوكولات في طبقات.
- كل طبقة تنفذ خدمة عبر إجراءات الطبقة الداخلية الخاصة بها بالاعتماد على الخدمات التي تقدمها طبقة أدنى منها.
- يمكن تنفيذ طبقة البروتوكول في البرامج أو في الأجهزة أو في مجموعة من الاثنين.
- أحد العيوب المحتملة للطبقة هو أن طبقة ما قد تكرر وظيفة طبقة أدنى منها.
- مكس البروتوكولات: هو عبارة عن بروتوكولات الطبقات المختلفة مجتمعة.

### 39. طبقة التطبيقات:

- حيث توجد تطبيقات الشبكة وبروتوكولات طبقة التطبيقات الخاصة بها.
- وتشمل العديد من البروتوكولات ، مثل HTTP ، SMTP ، FTP.
- يتم توزيع بروتوكول طبقة تطبيق ما على أنظمة طرفية متعددة حيث يتم تبادل الرسائل.

### 40. طبقة النقل:

- تقوم بنقل رسائل طبقة التطبيق بين أجزاء التطبيق.
- تحتوي طبقة النقل على بروتوكولين: TCP و UDP.
- TCP
  - يوفر خدمة موجهة بالاتصال إلى تطبيقاته.
  - يقسم الرسائل الطويلة إلى مقاطع أقصر ويوفر آلية للتحكم في الازدحام.
- UDP
  - يوفر خدمة بدون اتصال لتطبيقاته.
- المقطع (Segment): حزمة طبقة النقل.

### 41. طبقة الشبكة:

- مخططات البيانات: حزم طبقة الشبكة.
- يقوم بروتوكول طبقة النقل في الإنترنت بتمرير مقاطعه وعنوان الوجهة إلى طبقة الشبكة.
- تتضمن طبقة شبكة الإنترنت بروتوكول IP الشهير (بروتوكول IP واحد فقط).
- يحتوي على بروتوكولات التوجيه التي تحدد المسارات التي تأخذها مخططات البيانات بين المصادر والوجهة.

### 42. طبقة الارتباط:

- لنقل حزمة من عقدة واحدة (مضيف أو موجه) إلى العقدة التالية في المسار ، تعتمد طبقة الشبكة على خدمات طبقة الارتباط.
- تقوم طبقة الشبكة بتمرير مخطط البيانات إلى طبقة الارتباط.
- تعتمد الخدمات التي توفرها طبقة الارتباط على بروتوكول طبقة الارتباط المحدد المستخدم عبر الوصلة.
- تتضمن بروتوكولات طبقة الارتباط Ethernet و WIFI وبروتوكول (PPP) Point to Point.
- الإطارات (Frames): هي حزم طبقة الارتباط.

### 43. الطبقة الفيزيائية:

- تتمثل مهمة الطبقة الفيزيائية في نقل البتات الفردية داخل الإطار (Frame) من عقدة إلى أخرى.
- تحتوي الـ Ethernet على العديد من بروتوكولات الطبقة الفيزيائية: واحد للأسلاك النحاسية الملتوية ، والآخر للكابلات المحورية ، والآخر للألياف ، وهكذا.

#### 44. نموذج OSI:

- اقترحت المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) تنظيم شبكات الكمبيوتر حول سبع طبقات تسمى نموذج التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI).
- يتمثل دور طبقة العرض في توفير الخدمات التي تسمح للتطبيقات المتصلة بتفسير معنى البيانات المتبادلة.
- تشمل هذه الخدمات ضغط البيانات وتشفير البيانات وكذلك وصف البيانات.
- توفر طبقة الجلسة تحديد ومزامنة تبادل البيانات ، بما في ذلك وسائل إنشاء نظام نقاط استرجاع واسترداد.

### المحاضرة الثالثة

1. جوهر تطوير تطبيقات الشبكة هو كتابة البرامج التي تعمل على أنظمة طرفية مختلفة وتتواصل مع بعضها البعض عبر الشبكة.
2. لا حاجة لكتابة برنامج للأجهزة الأساسية للشبكة:

- لا تقوم أجهزة الشبكة الأساسية بتشغيل تطبيقات المستخدم حيث تكون التطبيقات على الأنظمة الطرفية.

#### 3. بنية تطبيق الشبكة:

- تختلف بنية التطبيق بشكل واضح عن بنية الشبكة.
- بنية الشبكة ثابتة وتوفر مجموعة محددة من الخدمات للتطبيقات.
- تم تصميم بنية التطبيق من قبل مطور التطبيق وتلمي كيفية هيكل التطبيق عبر أنظمة طرفية مختلفة.
- نموذجان بنويان مستخدمان في تطبيقات الشبكة الحديثة: بنية (Client/Server) أو بنية (Peer To Peer (P2P)).

#### 4. بنية الـ (Client/Server):

- المخدم (Server) :

- مضيف متاح دائماً.

- عنوان IP دائم.

- مراكز البيانات للتحجيم.

- العميل (Client):

- يتواصل مع المخدم.

- قد تكون متصلة بشكل متقطع.

- قد يملك عنوان IP ديناميكي.

- لا تتواصل مباشرة مع بعضها البعض.

- على سبيل المثال: الويب و FTP و Telnet والبريد الإلكتروني.

- غالباً ما يتم استخدام مجموعة كبيرة من المضيفين يشار إليها أحياناً كمركز بيانات لإنشاء خادم افتراضي قوي في بنى (Client/Server).

- غالباً ما تكون خدمات التطبيقات المستندة إلى بنية (Client/Server) كثيفة الاستخدام للبنية التحتية ، لأنها تتطلب من مزودي الخدمة شراء الخوادم وتثبيتها وصيانتها.

- يجب على مزودي الخدمة دفع تكلفة التوصيل البيني والنطاق الترددي المتكرر لإرسال واستقبال البيانات من وإلى الإنترنت.

#### 5. بنية (Peer To Peer):

- يستغل التطبيق الاتصال المباشر بين أزواج من المضيفين المتصلين بشكل متقطع ، ويدعون الأنداد (Peers).

- الأنداد ليسوا مملوكين من قبل مزود الخدمة ، ولكن بدلاً من ذلك هم أجهزة الكمبيوتر المكتبية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة التي يسيطر عليها المستخدمون.

- لا يوجد مخدم متاح دائماً.

- نظم طرفية عشوائية تتواصل مباشرة.

- يطلب الأنداد الخدمة من نظرائهم الآخرين ، و يقدمون الخدمة في المقابل لنظرائهم الآخرين.

- التواصل بين الأنداد دون المرور عبر مخدم مخصص.

#### 6. تواصل العمليات:

- يمكن اعتبار العملية كبرنامج يعمل ضمن نظام طرفي (مضيف).

- التواصل بين العمليات: عندما تتواصل العمليات مع بعضها البعض على نفس النظام الطرفي (يحدده نظام التشغيل).

- تتواصل العمليات على نظامين مختلفين مع بعضهما البعض عن طريق تبادل الرسائل عبر شبكة الكمبيوتر.

- تتواصل العمليات مع بعضها البعض باستخدام طبقة التطبيقات.

## 7. عمليات المخدم و العميل:

- يتكون تطبيق الشبكة من أزواج من العمليات التي ترسل رسائل إلى بعضها البعض عبر شبكة (Client/Server ، P2P).
- في سياق جلسة اتصال بين زوج من العمليات ، يتم تسمية العملية التي تبدأ الاتصال (أي ، في البداية تتصل بالعملية الأخرى في بداية الجلسة) بالعميل و العملية التي تنتظر الاتصال لبدء الجلسة بالمخدم.

## 8. الواجهة بين العملية وشبكة الكمبيوتر:

- يجب أن تمر أي رسالة يتم إرسالها من عملية إلى أخرى عبر الشبكة الأساسية.
- يمكن اعتبار العملية مماثلة للمنزل ومقبسها مماثل لباب المنزل.
  - العملية المرسله تدفع الرسائل الى خارج الباب.
  - تعتمد العملية المرسله على البنية التحتية للنقل على الجانب الآخر من الباب لتسليم الرسالة إلى المقبس في العملية المستقبل.

- المقبس هو الواجهة بين طبقة التطبيقات وطبقة النقل داخل المضيف.
- يشار إليها أيضاً باسم واجهة برمجة التطبيقات (API) بين التطبيق والشبكة.
- التحكم الوحيد الذي يتمتع به المطور على جانب طبقة النقل هو (بروتوكول النقل ، معاملات طبقة النقل).

## 9. خدمات النقل المتاحة للتطبيقات:

- توفر العديد من الشبكات ، بما في ذلك الإنترنت ، أكثر من بروتوكول طبقة نقل.
- عندما تقوم بتطوير تطبيق ما ، يجب عليك اختيار أحد بروتوكولات طبقة النقل المتاحة.
- يمكننا تصنيف الخدمات الممكنة وفقاً لأربعة أبعاد:

- النقل الموثوق للبيانات.
- الإنتاجية.
- التوقيت.
- الأمان.

## 10. النقل الموثوق للبيانات:

- يتأكد من تسليم البيانات المرسله من أحد طرفي التطبيق بشكل صحيح وكامل إلى الطرف الآخر من التطبيق (على سبيل المثال ، نقل الملفات ومعاملات الويب).
- النقل الموثوق للبيانات من العملية إلى العملية: هي خدمة مهمة يمكن أن يوفرها بروتوكول طبقة النقل للتطبيق.
- تقوم العملية المرسله بنقل بياناتها إلى المقبس وتعلم أن البيانات ستصل دون أخطاء إلى العملية المستقبل.
- عند عدم توفير نقل موثوق للبيانات ، قد لا تصل البيانات المرسله بواسطة العملية المرسله إلى العملية المستقبل. تكون هذه المقاربة مقبولة للتطبيقات التي تتحمل الخسارة (تطبيق الوسائط المتعددة).

## 11. الإنتاجية:

- هي المعدل الذي يمكن أن تقدم به العملية المرسله وحدات البت للعملية المستقبل.
- تتطلب بعض التطبيقات (مثل الوسائط المتعددة) الحد الأدنى لمقدار الإنتاجية ليكون فعالاً.
- يمكن أن يوفر بروتوكول طبقة النقل إنتاجية متاحة مضمونة بمعدل معين.
- يمكن أن يطلب التطبيق إنتاجية مضمونة بقيمة (r بت/ثانية).
- ويقال إن التطبيقات التي لها متطلبات إنتاجية هي تطبيقات حساسة للنطاق الترددي.
- التطبيقات المرنة: يمكن الاستفادة من أكبر قدر أو أصغر قدر ممكن من الإنتاجية، على سبيل المثال: البريد الإلكتروني ونقل الملفات ونقل الويب.

## 12. التوقيت:

- تتطلب بعض التطبيقات (مثل الاتصال الهاتفي عبر الإنترنت والألعاب التفاعلية) تأخيراً منخفضاً لتكون فعالة.
- يمكن لبروتوكول طبقة النقل توفير ضمانات التوقيت.
- مثال: كل بت يتم ضحه من المرسل في المقبس يصل إلى مقبس المستقبل بوقت لا يزيد عن 100 ميلي ثانية.
- تحتاج تطبيقات الوقت الفعلي إلى هذه الخدمة ؛ مثل الاتصال الهاتفي عبر الإنترنت والبيانات الافتراضية والمؤتمرات عن بعد والألعاب متعددة اللاعبين.

## 13. الأمان:

- السرية: إذا كان بروتوكول النقل يمكنه تشفير جميع البيانات المرسله بواسطة العملية المرسله، وفي المضيف المتلقي ، يمكن لبروتوكول طبقة النقل فك تشفير البيانات قبل تسليم البيانات إلى عملية الاستلام.
- يوفر الإنترنت (وبشكل أعم شبكات TCP/IP) بروتوكولين للنقل متاحين للتطبيقات ، UDP و TCP.

#### 14. خدمات TCP:

- نقل بيانات موثوق:
- يمكن أن تعتمد عمليات الاتصال على TCP لتقديم جميع البيانات المرسله دون خطأ وبالترتيب المناسب.
- التحكم في التدفق: لن يغرق المرسل المستقبل بالرسائل.
- آلية مراقبة الازدحام:
- تعمل آلية التحكم في ازدحام TCP على إعاقة عملية إرسال (عميل أو مخدم) عند ازدحام الشبكة بين المرسل والمستقبل.
- لا يوفر الـ TCP: التوقيت ، ضمان الحد الأدنى للإنتاجية ، والأمن.

#### 15. خدمات UDP:

- بروتوكول نقل خفيف ، يوفر الحد الأدنى من الخدمات.
- عديم الاتصال: المصادقة غير المطلوبة.
- لا يوفر UDP: خدمة نقل بيانات موثوقة أو التحكم في الازدحام أو التوقيت أو ضمان الإنتاجية أو الأمان أو إعداد الاتصال.
- سؤال: ما الهدف من وجود UDP؟
- يختار مطورو تطبيقات الوقت الفعلي في بعض الأحيان تشغيل تطبيقاتهم عبر الـ UDP.

#### 16. التعرف على العمليات:

- لتحديد العملية المستلمة ، يجب تحديد قسمين من المعلومات:
- اسم أو عنوان المضيف.
- معرف يحدد العملية المستلمة في المضيف الوجهة.
- في الإنترنت ، يتم تعريف المضيف من خلال عنوان IP الخاص به (32 بت).
- يخدم رقم منفذ الوجهة مواصفات العملية المستلمة.
- التطبيقات الشهيرة تم تخصيص أرقام منافذ محددة لها، على سبيل المثال يتم تعريف مخدم الويب برقم المنفذ 80 ، ويتم تحديد عملية مخدم البريد (باستخدام بروتوكول SMTP) برقم المنفذ 25.

#### 17. بروتوكولات طبقة التطبيقات:

- يعرف بروتوكول طبقة التطبيقات كيفية قيام عمليات التطبيق ، التي تعمل على أنظمة طرفية مختلفة ، بتمرير الرسائل إلى بعضها البعض.
- يحدد بروتوكول طبقة التطبيقات:
- أنواع الرسائل المتبادلة (مثل ، طلب ، استجابة).
- هيكلية أنواع الرسائل المختلفة (على سبيل المثال: الحقول).
- دلالات الحقول (معنى المعلومات في الحقول).
- قواعد لتحديد متى وكيف ترسل العملية الرسائل وتستجيب للرسائل.
- البروتوكولات المفتوحة: المعرفة في طلبات RFC ، تتيح إمكانية التشغيل المتداخل ، مثل HTTP و SMTP.
- البروتوكولات المملوكة: على سبيل المثال ، Skype.
- من المهم التمييز بين تطبيقات الشبكة وبروتوكولات طبقة التطبيقات: بروتوكول طبقة التطبيقات هو جزء واحد فقط من تطبيق الشبكة.
- (تطبيق الويب (HTML ، مستعرض الويب ، خادم الويب ، بروتوكول طبقة التطبيق)) = تطبيق الشبكة ، HTTP = بروتوكول طبقة التطبيق).

#### 18. الـ HTTP:

- يتم تنفيذه في برنامجين: برنامج عميل وبرنامج مخدم.
- برنامج العميل والخادم ، الذي ينفذ على أنظمة طرفية مختلفة ، يتحدثان إلى بعضها البعض من خلال تبادل رسائل HTTP.
- يعرف HTTP بنية هذه الرسائل وكيف يقوم العميل والمخدم بتبادل الرسائل.
- تتكون صفحة الويب (وتسمى أيضًا الوثيقة) من أغراض (Objects).
- الغرض هو ببساطة ملف مثل ملف HTML أو صورة JPEG أو تطبيق Java صغير أو مقطع فيديو.
- يمكن الإشارة لكل الأغراض عن طريق عنوان URL.
- يحتوي كل عنوان URL على مكونين: اسم المضيف للمخدم الذي يضم الغرض واسم مسار الغرض.
- تقوم مستعرضات الويب (Internet Explorer و Firefox) بتنفيذ جانب العميل من HTTP ، بينما تقوم خوادم الويب (Microsoft Internet Information Server و Apache) بتنفيذ جانب المخدم من HTTP.

- يعرف HTTP كيفية طلب عميل الويب صفحات الويب من خوادم الويب وكيف تقوم الخوادم بنقل صفحات الويب إلى العملاء.
  - يستخدم HTTP بروتوكول TCP كبروتوكول النقل الأساسي الخاص به.
  - يبدأ عميل HTTP أولاً اتصال TCP (ينشئ مقبس Socket) بالمخدم، على المنفذ 80، يقبل المخدم اتصال TCP من العميل.
  - بمجرد إنشاء الاتصال، يقوم المستعرض والمخدم بمعالجة الوصول إلى TCP من خلال واجهات المقابس الخاصة بهم.
  - تبادل رسائل HTTP (رسائل بروتوكول طبقة التطبيقات) بين المستعرض (عميل HTTP) ومخدم الويب (مخدم HTTP).
  - من المهم ملاحظة أن المخدم يرسل الملفات المطلوبة إلى العملاء دون تخزين أي معلومات حالة عن العميل.
  - لا يحتفظ مخدم HTTP بأي معلومات حول العملاء، ويقال إن بروتوكول HTTP هو بروتوكول عديم الحالة.
19. الاتصالات غير المستمرة و الاتصالات المستمرة:
- الأسئلة التي تقرأ: هل يجب إرسال كل زوج طلب/استجابة عبر اتصال TCP منفصل، هل يجب إرسال جميع الطلبات وإجاباتها المقابلة عبر نفس اتصال TCP؟
  - في الأسلوب السابق، يقال أن التطبيق يستخدم اتصالات غير مستمرة؛ وفي النهج الأخير، الاتصالات المستمرة.
  - يمكن لـ HTTP استخدام كل من الاتصالات غير المستمرة والاتصالات المستمرة. الوضع الافتراضي (الاتصالات المستمرة).
  - تتكون الصفحة من ملف HTML أساسي و 10 صور بتنسيق JPEG. عنوان URL لملف HTML الأساسي هو <http://www.someschool.edu/someDepartment/home.index>
20. HTTP مع الاتصالات غير المستمرة:
- يتم إغلاق كل اتصال TCP بعد أن يرسل المخدم الغرض.
  - السؤال: هل يحصل العميل على ملفات الـ JPEG الـ 10 عبر 10 اتصالات TCP متسلسلة، أو يتم الحصول على بعض ملفات الـ JPEG عبر اتصالات TCP متوازية؟
  - في أوضاعها الافتراضية، تفتح معظم المتصفحات من 5 إلى 10 اتصالات TCP متوازية، ويعالج كل من هذه الاتصالات معاملة (طلب/استجابة) واحدة.
  - وقت الرحلة (RTT) ووقت الاستجابة:
- وقت الرحلة هو الوقت الذي تستغرقه حزمة صغيرة للسفر من عميل إلى مخدم ومن ثم العودة إلى العميل.
  - تتضمن RTT تأخر نشر الحزمة، وتأخيرات قائمة انتظار الحزم في أجهزة التوجيه والمحولات الوسيطة، وتأخيرات معالجة الحزم.
  - مصادقة ثلاثية الخطوات (RTT واحد لبدء اتصال TCP، RTT واحد لطلب HTTP والبايتات القليلة الأولى من استجابة HTTP لإرجاع وقت نقل الملف).
  - زمن الاستجابة الكلي هو مجموع الـ RTT الاثنين و وقت النقل عند المخدم.
21. HTTP مع الاتصالات المستمرة:
- اتصال جديد لكل غرض مطلوب:
  - الاتصالات في الاتصالات غير المستمرة، يجب تخصيص مخازن TCP (Buffers) مؤقتة ويجب حفظ متغيرات TCP في كل من العميل والمخدم.
  - كل غرض يعاني من تأخر تسليم لـ RTT اثنان.
  - مع الاتصالات المستمرة، يترك الخادم اتصال TCP مفتوحاً بعد إرسال استجابة.
  - يمكن إرسال الطلبات والاستجابات اللاحقة بين نفس العميل والمخدم عبر نفس الاتصال (RTT واحد لجميع الأغراض المشار إليها).
  - يمكن إرسال صفحات ويب متعددة موجودة على نفس المخدم من المخدم إلى نفس العميل عبر اتصال TCP مستمر واحد.
22. التخزين المؤقت (Caching) على شبكة الإنترنت:
- مخدم البروكسي هو كيان شبكة يلبي طلبات HTTP نيابة عن مخدم الويب الأصلي.
  - تحتوي ذاكرة التخزين المؤقت للويب على قرص تخزين خاص بها وتحتفظ بنسخ من الأغراض المطلوبة حديثاً في هذا القرص.
  - الكاش تقلل وقت الاستجابة لطلب العميل.
  - الكاش يمكن أن تقلل من حركة البيانات.
  - يرسل المتصفح جميع طلبات الـ HTTP إلى الكاش.
  - إذا كان الغرض موجود في الكاش تحدث إصابة (Cache hit) و تعيد الكاش هذا الغرض المطلوب.
  - وإلا تطلب الكاش هذا الغرض من المخدم الأصلي ثم تعيده إلى العميل.
  - تعمل الكاش عمل المخدم و العميل.

## 23. البريد الإلكتروني في الإنترنت:

- البريد الإلكتروني موجود منذ بداية الإنترنت.
- البريد الإلكتروني هو وسيلة اتصال غير متزامنة.
- على عكس البريد العادي ، البريد الإلكتروني سريع وسهل التوزيع وغير مكلف.
- يحتوي البريد الإلكتروني الحديث على العديد من الميزات القوية (القوائم البريدية ، والمرفقات ، والارتباطات التشعبية ، والنص المنسق بتنسيق HTML ، والصور).

## 24. مكونات نظام بريد الإنترنت:

- ثلاثة مكونات رئيسية:

○ الوكلاء المستخدمون.

○ خوادم البريد.

○ بروتوكول نقل البريد البسيط: SMTP.

- الوكلاء المستخدمون:

○ قارئ البريد.

○ تأليف وتحرير وقراءة رسائل البريد.

○ على سبيل المثال ، Eudora ، Outlook ، Thunderbird ، Mozilla ، عميل بريد iPhone.

○ الرسائل الصادرة والواردة المخزنة على المخدم.

- خوادم البريد:

○ صندوق البريد يحتوي على رسائل واردة للمستخدم.

○ قائمة انتظار الرسائل لرسائل البريد الصادرة (ليتم إرسالها).

○ بروتوكول SMTP بين خوادم البريد لإرسال رسائل البريد الإلكتروني:

■ العميل: المخدم المرسل للبريد.

■ المخدم: المخدم المتلقي للبريد.

- SMTP [RFC 2821]:

○ يستخدم TCP لنقل رسالة البريد الإلكتروني بشكل موثوق من العميل إلى الخادم على المنفذ 25.

○ النقل المباشر: من المخدم المرسل إلى المخدم المستقبل.

○ ثلاث مراحل للنقل:

■ المصادقة.

■ نقل الرسائل.

■ الإغلاق.

○ تفاعل أمر/استجابة:

■ الأوامر: نص ASCII

■ الاستجابة: رمز الحالة وعبارتها.

- سيناريو: أليس ترسل رسالة إلى بوب:

(a) تستخدم أليس عميل مستخدم (UA) لإنشاء رسالة لترسلها إلى bob@some school.edu.

(b) العميل المستخدم الخاص بأليس يرسل رسالة إلى مخدم البريد الخاص بها ؛ الرسالة الموضوعية في قائمة انتظار الرسائل.

(c) يفتح جانب العميل من SMTP اتصال TCP مع مخدم بريد بوب.

(d) يرسل عميل SMTP رسالة أليس عبر اتصال TCP.

(e) يضع مخدم بريد بوب الرسالة في صندوق بريد بوب.

(f) يستدعي بوب وكيل المستخدم الخاص به لقراءة الرسالة.

## 25. مقارنة بين SMTP و HTTP:

- يتم استخدام كلا البروتوكولين لنقل الملفات من مضيف إلى آخر.

• يستخدم كل من HTTP المستمر و SMTP اتصالات مستمرة.

• الاختلافات :

• HTTP هو أساسا بروتوكول جلب، بينما SMTP هو في المقام الأول بروتوكول دفع.

• يتطلب SMTP أن تكون كل رسالة بتنسيق ASCII مكون من 7 بتات ، ولا تفرض بيانات HTTP هذا القيد.

• يضع بريد الإنترنت كل أغراض الرسالة في رسالة واحدة.

• يقوم HTTP بتغليف كل غرض في رسالة استجابة HTTP خاصة به.

26. بروتوكولات الوصول إلى البريد:

- **SMTP**: التسليم/التخزين إلى خادم المتلقي.
- بروتوكول الوصول إلى البريد: استرجاع من الخادم
- بروتوكول [RFC 1939] **POP: Post Office Protocol**
  - تصريح بين المخدم و العميل وتحميل.
- **IMAP**: بروتوكول الوصول إلى البريد في الإنترنت [RFC 1730]
  - المزيد من الميزات (أكثر تعقيداً).
  - التلاعب بالرسائل المخزنة على المخدم.
- **HTTP**: Gmail, Hotmail, Yahoo! Mail .... الخ.

27. **POP 3 (Post Office Protocol Version 3)**:

- **POP 3** هو بروتوكول وصول بريد بسيط.
- يعمل بروتوكول **POP 3** من خلال ثلاث مراحل: التفويض والنقل والتحديث.
- غالباً ما يمكن تكوين وكيل مستخدم يستخدم بروتوكول **POP 3** (بواسطة المستخدم) "للتنزيل والحذف" أو "للتنزيل والاحتفاظ به".
- يمكن أن يوفر بروتوكول **POP 3** التسلسل الهرمي للمجلدات على مخدم بعيد يمكن الوصول إليه من أي جهاز كمبيوتر.
- لا يحمل خادم **POP 3** معلومات الحالة عبر جلسات **POP 3**.
- مثال صفحة 42 في المحاضرة الثالثة.

28. **POP3 و IMAP**:

- **المزيد عن POP3**:
  - يستخدم المثال السابق وضع "التنزيل والحذف".
  - لا يستطيع بوب قراءة البريد الإلكتروني إذا قام بتغيير العميل.
  - "التنزيل والاحتفاظ": يقوم بعمل نسخ من الرسائل على عملاء مختلفين.
  - **POP 3** هو عديم الحالة عبر الجلسات.
- **IMAP**:
  - يحتفظ بجميع الرسائل في مكان واحد: على المخدم.
  - يتيح للمستخدم تنظيم الرسائل في مجلدات.
  - يحتفظ بروتوكول **IMAP** بحالة المستخدم عبر الجلسات:
    - أسماء المجلدات والتعيينات بين معرفات الرسائل واسم المجلد.
  - سيربط خادم **IMAP** كل رسالة بمجلد على مخدم بعيد.
  - يحتوي **IMAP** على أوامر تسمح لوكيل المستخدم بالحصول على مكونات الرسائل، مثل الترويسة (Header).
- **HTTP**، البريد الإلكتروني على الويب: Yahoo, Hotmail, Google:
  - وكيل المستخدم هو متصفح ويب عادي.
  - يتصل المستخدم بصندوق البريد البعيد الخاص به عبر **HTTP** بدلاً من بروتوكول **SMTP** و **POP3** و **IMAP**.

29. **الـ DNS (خدمة دليل الإنترنت)**:

- الناس لديهم العديد من المعرفات: الرقم الوطني، الاسم، رقم جواز السفر.
- يوجد معرف واحد للمضيف هو اسم المضيف الخاص به، كما يتم تحديد المضيفين بواسطة ما يسمى عناوين **IP**.
- توفر أسماء المضيفين معلومات قليلة، إن وجدت، حول الموقع داخل الإنترنت للمضيف.
- يتكون عنوان **IP** من أربع بايتات وله هيكل هرمي جامد يوفر معلومات حول العنوان (مثلاً العنوان البريدي).
- الناس يفضلون معرف اسم مضيف مختزل.
- تفضل أجهزة التوجيه عناوين **IP** محددة الطول وذات هيكلية هرمية.
- للاختيار بين هذه التفضيلات، نحتاج إلى خدمة دليل تترجم اسم المضيف إلى عنوان **IP (DNS)**.
- عادةً ما يتم استخدام **DNS** بواسطة بروتوكولات طبقة التطبيقات الأخرى بما في ذلك **HTTP** و **SMTP** و **FTP**.

30. على سبيل المثال ، ضع في اعتبارك ما يحدث عندما يطلب مستعرض ويب (أي عميل HTTP) ، يعمل على مضيف مستخدم ما ،

عنوان URL التالي [www.someschool.edu/index.html](http://www.someschool.edu/index.html):

- حتى يتمكن المضيف المستخدم من إرسال رسالة طلب HTTP إلى خادم الويب [www.someschool.edu](http://www.someschool.edu) ، يجب على مضيف المستخدم أولاً الحصول على عنوان IP الخاص بـ [www.someschool.edu](http://www.someschool.edu). ويتم ذلك على النحو التالي:

- (a) جهاز المستخدم نفسه يعمل عليه نسخة العميل من مخدم الـ (DNS).
- (b) يستخرج المتصفح اسم المضيف [www.someschool.edu](http://www.someschool.edu) ، من عنوان URL ويمرر اسم المضيف إلى نسخة العميل من مخدم الـ (DNS).
- (c) يرسل عميل DNS استعلام يحتوي على اسم المضيف إلى مخدم DNS.
- (d) أخيراً يتلقى عميل DNS رداً ، والذي يتضمن عنوان الـ IP لاسم المضيف.
- (e) بمجرد أن يتلقى المستعرض عنوان الـ IP من الـ DNS ، يمكنه بدء اتصال TCP مع عملية مخدم HTTP الموجود في المنفذ 80 على عنوان الـ IP هذا.

31. الـ DNS هو:

- قاعدة بيانات موزعة منفذة في تسلسل هرمي لخوادم DNS عدة.
- بروتوكول طبقة التطبيقات الذي يسمح للمضيفين بالاستعلام عن قاعدة البيانات الموزعة.
- يعمل بروتوكول DNS عبر UDP ويستخدم المنفذ 53.
- بروتوكول DNS هو بروتوكول طبقة التطبيقات لأنه:
  - يعمل بين أنظمة طرفية تتواصل باستخدام نموذج (مخدم/عميل).
  - يعتمد على بروتوكول النقل من طرف إلى طرف (End-To-End) لنقل رسائل الـ DNS بين الأنظمة الطرفية المتواصلة مع بعضها.
- يترجم DNS أسماء المضيفين إلى عناوين IP.
- تسميات المضيف: يمكن استدعاء DNS من خلال تطبيق للحصول على اسم المضيف الحقيقي لاسم مضيف مستعار تم توفيره بالإضافة إلى عنوان IP له.
- الاسم المستعار لخادم البريد: يمكن استدعاء DNS من خلال تطبيق بريد للحصول على اسم المضيف الحقيقي لاسم مضيف مستعار تم توفيره بالإضافة إلى مضيف IP.
- توزيع التحميل: يتم نسخ المواقع المشغولة عبر خوادم متعددة ولكل منها عنوان IP مختلف. عندما يقوم العملاء بإجراء استعلام DNS لاسم معين لمجموعة من العناوين ، يستجيب الخادم بمجموعة كاملة من عناوين IP.

32. قاعدة البيانات الموزعة الهرمية:

- نظمت DNS بطريقة هرمية ووزعت في جميع أنحاء العالم.
- صممت بهذا الشكل لتجنب مشاكل مثل: نقطة واحدة من الفشل ، حجم البيانات المتبادلة ، قاعدة بيانات مركزية بعيدة ، الصيانة.
- يتم توزيع التعيينات عبر العديد من خوادم DNS.
- هناك ثلاث فئات من خوادم DNS:
  - خوادم DNS الجذر.
  - خوادم المجال الأعلى (TLD – Top Level Domain).
  - خوادم DNS الموثوقة.
- لتحديد عنوان IP لاسم مضيف ، يتم الاتصال بمخدم الجذر أولاً ، ثم TLD وأخيراً خادم DNS الموثوق.
- مثال يريد العميل الـ IP لـ [www.amazon.com](http://www.amazon.com):
  - يسأل العميل مخدم الجذر للعثور على مخدم المجال (com) الذي يكون (TLD).
  - يسأل العميل مخدم المجال (com) للعثور على (amazon.com) الذي يكون (مخدم DNS موثوق).
  - يسأل العميل مخدم (amazon.com) للحصول على عنوان الـ IP لـ ([www.amazon.com](http://www.amazon.com)).

33. خوادم DNS الجذر:

- يتم الاتصال به من قبل مخدم الاسم المحلي الذي لا يمكنه إيجاد الاسم.
- خادم الاسم الجذر:
  - يتواصل مع مخدم الاسم الموثوق إذا كان تعيين الاسم غير معروف.
  - يحصل على التعيين (IP إلى اسم أو العكس).
  - يرجع التعيين إلى خادم الاسم المحلي.
- يوجد في الإنترنت 13 خادم DNS جذر (مسمون من A إلى M) ، معظمها موجود في أمريكا الشمالية.



- على الرغم من أننا أشرنا إلى كل مخدم من خوادم DNS الجذر الـ 13 كما لو كان مخدماً فردياً ، إلا أن كل مخدم هو في الواقع شبكة من الخوادم المنسوخة، لأغراض الأمان والاعتمادية.
- 34. TLD والخوادم الموثوقة:

#### • خوادم TLD:

- هذه الخوادم مسؤولة عن نطاقات المستوى الأعلى مثل com و org و net و edu و gov وكافة نطاقات المستوى الأعلى للبلد مثل uk و fr و ca و jp.

○ تحتفظ شركة Verisign Global Registry Services بخوادم TLD لنطاق المستوى الأعلى com.

○ تحتفظ شركة Educause بخوادم TLD لنطاق المستوى الأعلى من edu.

#### • الخوادم الموثوقة:

- يجب على كل مؤسسة تحوي مضيفين يمكن الوصول إليهم بشكل عام (مثل خوادم الويب وخوادم البريد) على الإنترنت توفير سجلات DNS التي يمكن الوصول إليها بشكل عام والتي تحول أسماء هؤلاء المضيفين لعناوين IP.
- يحتوي مخدم DNS الموثوق للمنظمة على سجلات الـ DNS هذه.
- يمكن للمؤسسة أن تختار تنفيذ مخدم DNS موثوق خاص بها للاحتفاظ بهذه السجلات.
- يمكن أن تدفع المؤسسة لتخزين هذه السجلات في خادم DNS موثوق به من بعض مزودي الخدمة.
- تقوم معظم الجامعات والشركات الكبرى بتنفيذ وصيانة مخدم الـ DNS الموثوق الأساسي والثانوي (الاحتياطي) الخاص بهم.

#### • مخدم DNS المحلي:

- لا ينتمي مخدم DNS المحلي تماماً إلى تسلسل هرمي لخوادم.
- كل مزود خدمة إنترنت (ISP سكاني ، شركة ، جامعة) لديه مخدم DNS محلي يدعى (مخدم الاسم الافتراضي).
- عندما يقوم مضيف بإجراء استعلام DNS ، يتم إرسال الاستعلام إلى خادم DNS المحلي الخاص به
- يعمل بمثابة وكيل ، يعيد توجيه الاستعلام إلى التسلسل الهرمي لخوادم DNS.

• مثال: المضيف في cis.poly.edu يريد عنوان الـ IP لـ gaia.cs.umass.edu:

- استعلام تكراري: يرد المخدم المتصل به باسم المخدم الموصى بالاتصال به "لا أعرف هذا الاسم ، ولكن اسأل هذا المخدم".

#### 35. التخزين المؤقت في DNS:

- يستغل DNS تخزين DNS المؤقت من أجل تحسين أداء التأخير وتقليل عدد رسائل DNS التي تنتشر عبر الإنترنت.
- يمكن لـ DNS تخزين التعيين من اسم مضيف إلى عنوان IP في ذاكرته المحلية.
- إذا تم تخزين زوج عنوان IP/اسم مضيف في مخدم DNS مؤقتاً ووصل استعلام آخر إلى مخدم DNS المترابط لنفس اسم المضيف ، فيمكن لخادم DNS توفير عنوان IP المطلوب.
- تتجاهل خوادم DNS المعلومات المخزنة مؤقتاً بعد فترة زمنية معينة.

#### 36. سجلات DNS:

- صيغة سجلات الموارد (RR) هي (name, value, type, ttl) RR format حيث:

○ عندما يكون الـ type = A:

■ يكون الـ name هو اسم المضيف.

■ يكون الـ value عنوان الـ IP له.

○ عندما يكون الـ type = NS:

■ يكون الـ name هو مجال (مثل foo.com).

■ يكون الـ value هو اسم المضيف لمخدم الاسم الموثوق لهذا المجال.

○ عندما يكون الـ type = CNAME:

■ يكون الـ name هو الاسم المستعار لاسم حقيقي ما مثلاً [www.ibm.com](http://www.ibm.com) هو في الحقيقة

[servereast.backup2.ibm.com](http://servereast.backup2.ibm.com)

■ يكون الـ value هو الاسم الحقيقي.

○ عندما يكون الـ type = MX:

■ يكون الـ value هو الاسم المتعارف عليه لمخدم البريد المرتبط بالـ name الذي يحتوي على الاسم

المستعار لاسم المضيف.

- مثال صفحة 60 من المحاضرة الثالثة.

### 37. تطبيقات الند للند:

- في الند للند ، تتواصل أزواج من المضيفين المتصلين بشكل متقطع (أنداد) مباشرة مع بعضهم البعض.
- الأنداد غير مملوكين من قبل مزود الخدمة ، ولكن هم أجهزة الكمبيوتر المكتبية والمحمولة التي يتحكم بها المستخدمون.
- تطبيقات الند للند:

○ توزيع الملفات ، حيث يقوم التطبيق بتوزيع ملف من مصدر واحد على عدد كبير من أنداده، بروتوكول

(BitTorrent).

○ التنظيم والبحث عن المعلومات في مجتمع من الأنداد.

○ تطبيق P2P للاتصال الهاتفي عبر الإنترنت: Skype.

• لاوجود لمخدم متاح دائماً.

• نظم طرفية عشوائية تتواصل مباشرة.

• ترتبط الأنداد بشكل متقطع وتغيير عناوين الـ IP.

### 38. مقارنة وقت توزيع الملفات بين بيئة (عميل/مخدم) و بيئة P2P:

- رسم توضيحي صفحة 64 من المحاضرة الثالثة.

### 39. BitTorrent:

• BitTorrent هو بروتوكول P2P شائع لتوزيع الملفات.

• يطلق على مجموعة الأنداد المشاركين في توزيع ملف معين Torrent.

• تقوم الأنداد في الـ Torrent بتنزيل أجزاء متساوية الحجم (256 كيلو بايت) من الملف من بعضهم البعض.

○ عندما ينضم الند لأول مرة إلى Torrent ، بحيث لا يوجد لديه أجزاء من الملف و بمرور الوقت يراكم المزيد والمزيد

من أجزاء الملف. بينما يقوم بتنزيل هذه الأجزاء ، فإنه يقوم أيضاً برفعها إلى أنداده الآخرين.

• كل Torrent لديه عقدة بنية تحتية تسمى متعقب (Tracker). (يتتبع أنداده المشاركين في الـ Torrent والتسجيل وتحديثات الأنداد).

• عندما ينضم ند جديد إلى الـ Torrent ، يرسل المتعقب قائمة بعناوين IP إلى الند الجديد.

• يقوم الند الجديد بتأسيس اتصالات TCP مع جميع أقرانه في هذه القائمة (الأنداد المجاورين).

• يسأل الأقران الجدد الأقران المجاورين عن قائمة أجزاء الملف التي لديهم.

### 40. جلب أجزاء الملف:

• في أي وقت من الأوقات ، يكون لدى الأنداد المختلفين مجموعات فرعية مختلفة من مجموعات الملفات.

• بشكل دوري ، يسأل ند ما (أليس) كل جار عن قائمة الأجزاء التي لديهم.

• ترسل أليس طلبات لتحميل أجزائها المفقودة.

• ما الأجزاء التي يجب أن تطلبها أولاً من جيرانها؟ وإلى أي من جيرانها ينبغي لها إرسال الأجزاء المطلوبة؟

○ الأندر أولاً: الفكرة هي أن تحدد ، من بين الأجزاء التي لا تملكها ، الأجزاء التي تعتبر الأندر بين جيرانها ثم تطلب

تلك الأجزاء الأندر أولاً. وبهذه الطريقة ، يتم إعادة توزيع الأجزاء الأكثر ندرة ، بهدف تحقيق المساواة في عدد نسخ

كل جزء في التورنت.

### 41. إرسال أجزاء الملف:

• لتحديد الطلبات التي يجب أن يستجيب لها ، يستخدم BitTorrent خوارزمية تداول ذكية.

• ترسل أليس أجزاء إلى أربعة جيران بحيث أنها تقوم حالياً بإرسال أجزائها بأعلى معدل.

○ إعادة تقييم أعلى 4 جيران كل 10 ثوان.

• كل 30 ثانية: يتم تحديد ند آخر بشكل عشوائي ، ويبدأ في إرسال الأجزاء.

○ قد ينضم الند الذي تم اختياره حديثاً إلى أعلى 4 جيران.

○ ويقال إن الند الجديد غير مختنق بشكل متفائل.

(a) أليس تفك اختناق بوب بشكل متفائل.

(b) أصبحت أليس واحدة من أفضل مزودي الخدمة الأربعة لبوب. بوب بالمثل.

(c) أصبح بوب أحد أبرز مقدمي الخدمات لأليس.

• مع ارتفاع معدل التحميل ، يمكنك العثور على شركاء أفضل والحصول على الملف بشكل أسرع!

## المحاضرة الرابعة

### 1. خدمات طبقة النقل:

- توفر اتصال منطقي بين عمليات التطبيق التي تعمل على مضيفين مختلفين.
- في الواقع ، قد تكون الأجهزة المضييفة على جوانب متقابلة من الكوكب ، متصلة عبر أجهزة توجيه عديدة ومجموعة واسعة من أنواع الوصلات.
- تعمل بروتوكولات النقل في الأنظمة الطرفية:
  - الجانب المرسل: يقسم رسائل التطبيق إلى مقاطع ، ويمررها إلى طبقة الشبكة.
  - الجانب المتلقي: يعيد تجميع الشرائح ليحصل على الرسائل ، ويمررها إلى التطبيق.
- أكثر من بروتوكول نقل متاح للتطبيقات:
  - في الإنترنت: TCP و UDP.

### 2. العلاقة بين طبقات النقل والشبكات:

- تقع طبقة النقل أعلى طبقة الشبكة في مكدس البروتوكولات.
- طبقة الشبكة: تؤمن التواصل المنطقي بين المضيفين.
  - وحدة بيانات البروتوكول (PDU): مخطط البيانات (Datagram).
  - قد يحدث فقدان في مخططات البيانات أو تتكرر أو يُعاد ترتيبها في خدمة الإنترنت (أفضل جهد).
- طبقة النقل: تؤمن التواصل المنطقي بين العمليات.
  - تعتمد على و تعزز خدمات طبقة الشبكة.
  - PDU: الجزء (Segment).
  - تقوم بتمديد الاتصالات من المضيف إلى المضيف إلى الاتصالات من العملية إلى العملية التي تعمل على الأنظمة الطرفية التي تسمى تجميع (multiplexing) وفك تجميع (demultiplexing) في طبقة النقل.

### 3. نظرة عامة على طبقة النقل في الإنترنت:

- يوفر TCP نقلاً موثوقاً للبيانات ، من أجل تسليم الطلب والتحكم في الاختناقات والتحكم في التدفق باستخدام:
  - رقم متسلسل.
  - تأكيدات (ACK).
  - مؤقت.
- UDP مثل IP غير موثوق به ، والتسليم فيه غير مرتب:
  - امتداد لأفضل جهد IP.
  - ماذا يوفر UDP بالإضافة إلى IP؟
- تسليم بيانات من عملية لعملية والتحقق من الأخطاء
- الخدمات التي لا يوفرها IP (طبقة الشبكة):
  - ضمانات التأخير.
  - ضمانات النطاق الترددي.
- ومع ذلك ، يمكن تقديم بعض الخدمات بواسطة بروتوكول نقل حتى عندما لا يقدم بروتوكول الشبكة الأساسي الخدمة المقابلة في طبقة الشبكة.

### 4. Multiplexing (Mux)/Demultiplexing (DeMux):

- في المضيف الوجهة ، تستقبل طبقة النقل أجزاء من طبقة الشبكة أدناه.
- تتحمل طبقة النقل مسؤولية تسليم البيانات في هذه الشأجزاء إلى عملية التطبيق المناسبة.
- لا تقوم طبقة النقل في المضيف المستقبل في الواقع بتسليم البيانات مباشرة إلى عملية ما ، ولكن بدلاً من ذلك إلى مقبس وسيط.
- كل مقبس له رقم فريد (ID).
- يعتمد تنسيق المعرف على المقبس (TCP ، UDP).
- توجه طبقة النقل البيانات المستلمة إلى المقبس المناسب.
- يحتوي كل جزء على حقول (تحديد مأخذ الاستقبال).
  - هذه الحقول الخاصة هي حقول رقم المنفذ المصدر وحقول رقم المنفذ الوجهة.
- طول رقم كل منفذ هو 16 بت:
  - ويكون عبارة عن عدد يتراوح من 0 إلى 65535، حيث تسمى أرقام المنافذ التي تتراوح من 0 إلى 1023 أرقام منافذ معروفة ومقيدة ، مما يعني أنها محفوظة للاستخدام بواسطة بروتوكولات التطبيقات المعروفة مثل HTTP (والذي يستخدم رقم المنفذ 80) و FTP (والذي يستخدم رقم المنفذ 21).

- يستخدم نفس قناة الاتصال بين المضيفين لعدة عمليات اتصال منطقية.
- كيف يعمل Mux/DeMux؟
  - يتطلب تعدد الإرسال أن تحتوي المقابس على معرفات فريدة وأن لكل جزء حقول خاصة تشير إلى المقبس الذي سيتم تسليم القطعة إليه.
  - المقابس: الأبواب بين العملية والمضيف.
  - مقبس UDP: (عنوان IP الوجهة ، منفذ الوجهة).
  - مقبس TCP: (عنوان IP المصدر ، المنفذ المصدر ، عنوان IP الوجهة ، المنفذ الوجهة).

#### 5. الـ Demultiplexing عديم الاتصال:

- يتم تحديد مقبس UDP بواسطة اثنين من الوسائط: (عنوان IP الوجهة ، رقم المنفذ الوجهة)
- عندما يستقبل المضيف جزء UDP:
  - يتحقق من رقم المنفذ الوجهة في الجزء.
  - يوجه جزء الـ UDP إلى المنفذ صاحب هذا الرقم.
- يتم توجيه مخططات بيانات الـ IP ذات عناوين الـ IP المصدر المختلفة و/أو أرقام المنفذ المصدر المختلفة إلى نفس المقبس.

#### 6. الـ Demultiplexing الموجه بالاتصال:

- يتم تحديد مقبس TCP بواسطة 4 وسائط:
  - عنوان IP المصدر.
  - رقم منفذ المصدر.
  - عنوان IP الوجهة.
  - رقم منفذ الوجهة.

- يستخدم المضيف المستقبل كل القيم الأربعة لتوجيه الجزء إلى المقبس المناسب.
- مثال صفحة 13 من المحاضرة الرابعة.

#### 7. بروتوكول مخطط بيانات المستخدم (UDP) [RFC 768]:

- بروتوكول نقل الإنترنت.
- يوفر خدمة Multiplexing/Demultiplexing من أجل تمرير البيانات بين طبقة الشبكة والعمليّة الصحيحة على مستوى التطبيق.
- يتحقق من الأخطاء.
- خدمة ذات جهد أفضل، قد تكون قطاعات UDP: فقدت ، سلمت خارج الترتيب إلى التطبيق.
- عديم الاتصال:
  - لا مصادقة بين UDP المرسل و المتلقي.
  - يتم التعامل مع كل جزء UDP بشكل مستقل عن الآخرين.
- لماذا نستخدم UDP؟
  - لا توجد تكلفة لإنشاء اتصال (مهمة بالنسبة لبعض التطبيقات ، على سبيل المثال ، DNS).
  - لا توجد حالة اتصال (مخزن مؤقت ، التحكم في الاختناقات ، رقم تسلسل ، التأكيد) تدعم المزيد من العملاء.
  - ترويسات أجزاء صغيرة (8 بايت فقط ، في TCP تكون 20 بايت).
  - عدم التحكم في الاختناقات: يمكن التخلص من UDP بالسرعة المطلوبة (تطبيقات الوقت الحقيقي RT).

#### 8. بنية جزء UDP:

- يستخدم غالباً في تطبيقات الوسائط المتعددة.
  - تتحمل الفقدان ، حساسة للمعدل.
  - استخدامات UDP الأخرى: DNS و SNMP.
- نقل موثوق عبر UDP: يضيف الموثوقية في التطبيق نفسه.
- 9. مبادئ نقل البيانات الموثوق:
  - مهم في طبقات التطبيقات والنقل والارتباط.
  - واحد من مواضيع الشبكات الهامة.
  - مع وجود قناة موثوق بها ، لا توجد وحدات بت للبيانات المنقولة تالفة أو مفقودة ، ويتم تسليمها جميعها بالترتيب الذي تم إرسالها به.
  - هذا هو بالضبط نموذج الخدمة الذي يقدمه TCP لتطبيقات الإنترنت.
  - ستحدد خصائص القناة غير الموثوقة تعقيدات بروتوكول نقل البيانات الموثوق (rdt).

## 10. بناء بروتوكول نقل بيانات موثوق:

- سنقوم بـ:
  - التطوير التدريجي لجوانب المرسل وجوانب المستقبل لبروتوكول نقل البيانات الموثوق.
  - النظر في نقل البيانات أحادي الاتجاه فقط.
  - لكن معلومات التحكم سوف تتدفق على كلا الاتجاهين!
- Rdt 1.0: نقل البيانات عبر قناة مثالية:
  - القناة الأساسية موثوقة تماماً:
    - لا أخطاء في البتات.
    - لا خسارة في الحزم.
  - المرسل و المتلقي:
    - يرسل المرسل البيانات إلى القناة الأساسية.
    - المتلقي يقرأ البيانات من القناة الأساسية.
- Rdt 2.0: قناة مع أخطاء بت [بروتوكول التوقف و الانتظار]:
  - الافتراضات:
    - يتم تلقي جميع الحزم.
    - قد تكون الحزم تالفة (على سبيل المثال ، قد يتم قلب البتات).
    - يوجد اختبار للكشف عن أخطاء البت.
  - كيفية التعافي من الأخطاء؟ باستخدام آلية ARQ (طلب التكرار التلقائي).
    - التأكيدات (ACKs): يخبر المستلم المرسل صراحةً بأن الحزمة قد تم استلامها بشكل صحيح.
    - التأكيدات السلبية (NACKs): يخبر المستلم المرسل بشكل صريح أن الحزمة تحتوي على أخطاء.
    - يعيد المرسل إرسال الحزم عند استلام NACK.
  - آليات جديدة في Rdt 2.0 (بعد Rdt 1.0):
    - اكتشاف الخطأ.
    - التحكم في رسائل (ACK ، NACK) من المتلقي إلى المرسل.
  - ماذا يحدث في حالة تلف ACK / NACK؟
    - المرسل لا يعرف ما حدث في المتلقي.
    - لا يمكن إعادة إرسال: احتمالية التكرار.
  - معالجة التكرارات:
    - يقوم المرسل بإعادة إرسال الحزمة الحالية في حالة تلف ACK / NACK.
    - يضيف المرسل رقم التسلسل إلى كل حزمة
    - تجاهل المستلم (لا يتم تسليم) الحزم المكررة.
  - لاحظ أنه عندما يكون المرسل في حالة انتظار لـ ACK أو NACK ، فإنه لا يمكن الحصول على مزيد من البيانات من الطبقة العليا ، وهذا لن يحدث إلا بعد تلقي المرسل ACK ويترك حالة الجلب.
  - لن يرسل المرسل جزءاً جديداً من البيانات حتى يتأكد من أن المتلقي قد تلقى الحزمة الحالية بشكل صحيح (بروتوكولات التوقف والانتظار).
  - ثلاث قدرات بروتوكول إضافية مطلوبة في بروتوكولات ARQ لمعالجة وجود أخطاء بت:
    - كشف الأخطاء (الاختبار Checksum).
    - تقارير المتلقي ، إيجابية (ACK) ، سلبية (NACK).
    - إعادة الإرسال.
  - معالجة الحزم المكررة (Rdt 2.1):
    - يرسل المرسل الحزمة الحالية في حالة تلف ACK / NACK.
    - يضيف المرسل رقم تسلسل إلى كل حزمة.
    - يقوم المرسل بإعادة إرسال الحزمة الحالية إذا تشوه ACK / NACK.
    - يتجاهل المستلم (لا يتم تسليم) الحزمة المكررة.
    - يمكننا تحقيق نفس تأثير NACK إذا ، بدلاً من إرسال NACK ، نرسل ACK لآخر رزمة تم استلامها بشكل صحيح Rdt 2.2.

- Rdt 3.0: حالة القنوات ذات الفقد مع وجود خطأ بت:
  - الافتراضات:
    - يمكن أن تفقد القناة الأساسية أيضاً الحزم (بيانات أو ACK).
    - كيفية الكشف عن فقدان الحزمة؟ وماذا نفعل عندما يحدث فقدان لحزمة؟
    - الطريقة: ينتظر المرسل مقداراً معقولاً من الوقت ليحصل على ACK (مهلة).
    - يعيد الإرسال إذا لم يتلق ACK في هذا الوقت:
      - ما قيمة المهلة؟
      - إمكانية وجود حزم مكررة أو ACKs؟
    - إذا تأخرت الحزمة (أو ACK) فقط (لم تضيع):
      - ستكون إعادة الإرسال مكررة ، ولكن استخدام أرقام التسلسل يعالج هذا بالفعل.
    - العناصر الرئيسية لبروتوكول نقل البيانات:
      - الاختبار (Checksum).
      - رقم تسلسل.
      - ACK و NACK.
      - إعادة الإرسال.
      - مؤقت.
  - مثال صفحة 23 و 24 من المحاضرة الرابعة.
- 11. عملية التوقف و الانتظار:
  - تسمح للمرسل أن يكون لديه فقط حزمة ACK واحدة في أي وقت.
  - مثال صفحة 25 من المحاضرة الرابعة.
- 12. بروتوكولات خطوط الأنابيب (المتوازية):
  - بدلاً من العمل بطريقة التوقف والانتظار ، يُسمح للمرسل بإرسال حزم متعددة دون انتظار التأكيدات.
  - خطوط الأنابيب: يسمح المرسل لحزم متعددة بأن يتم التأكيد عليها.
  - يحتوي خط الأنابيب على العواقب التالية لبروتوكولات نقل البيانات الموثوقة:
    - يجب زيادة مدى أرقام التسلسل.
    - يتم تخزين أكثر من حزمة واحدة مؤقتاً في المرسل و/أو المتلقي.
  - نوعان من البروتوكولات العامة:
    - Go-Back-N.
    - التكرار الانتقائي (Selective Repeat).
- 13. Go-Back-N (GBN):
  - اسمح للمرسل بنقل حزم متعددة دون انتظار تأكيد.
  - السماح بحد أقصى N من الحزم المؤكد عليها في الشبكة.
    - N هو حجم النافذة.
  - عملية المرسل:
    - إذا كانت النافذة ليست ممتلئة ، أرسل.
    - تكون الـ ACKs تراكمية.
    - يستخدم مؤقت واحد يمثل أقدم حزمة مرسلة ، ولكن لم يتم التأكيد عليها بعد.
    - عند انتهاء المهلة ، يرسل جميع الحزم المرسلة مسبقاً والتي لم يتم التأكيد عليها بعد.
    - لا يمكن استخدام Base + N حتى يتم التأكيد على حزمة غير مؤكدة عليها في خط الأنابيب.
    - يمكن رؤية أرقام تسلسلية للحزم المرسلة ولكن غير المؤكد عليها بعد كنافذة من الحجم N.
    - هذه النافذة تنزلق للأمام على رقم التسلسل.
    - توقيت لأقدم حزمة غير مؤكدة عليها.
    - المهلة (n): إعادة إرسال الحزمة n وجميع الحزم ذات الأرقام التسلسلية الأعلى في النافذة.
    - مثال صفحة 28 و 29 من المحاضرة الرابعة.

#### 14. التكرار الانتقائي (Selective Repeat):

- عندما يكون حجم النافذة وتأخير عرض النطاق الترددي كلاهما كبير ، يمكن أن يكون العديد من الحزم في خط الأنابيب.
- خطأ في حزمة واحدة، يعيد GBN إرسال عدد كبير من الحزم ، كثير منها دون داع.
- المتلقي يؤكد بشكل فردي على جميع الحزم المستلمة بشكل صحيح.
- ○ يخزن الحزم مؤقتاً ، حسب الحاجة ، من أجل التسليم في الترتيب الصحيح إلى الطبقة العليا.
- يرسل المرسل الحزم التي لم يتم استلام ACK لها فقط:
- ○ يحافظ المرسل على مؤقت لكل حزمة غير مؤكدة.
- ○ عند انتهاء المؤقت، يعد إرسال تلك الحزمة غير المؤكدة فقط.
- مثال صفحة 31 و 32 من المحاضرة الرابعة.

#### 15. TCP:

- يتم تعريف TCP في RFC 793 و RFC 1122 و RFC 1323 و RFC 2018 و RFC 2581.
- اتصال TCP هو أيضاً دائماً من نقطة إلى نقطة (مرسل واحد ، مستقبل واحد).
- إرسال موثوق به و يكون الإرسال بالترتيب الصحيح للبايتات.
- TCP الموجه بالاتصال:
- ○ لأنه قبل أن تستطيع عملية تطبيق ما إرسال البيانات إلى عملية أخرى، يجب على العمليتين أن يصادقا على بعضهما (مصادقة ثلاثية المراحل).
- يوفر اتصال TCP خدمة ثنائية الاتجاه (Full Duplex).
- يوفر اتصال TCP خدمات التحكم في التدفق والاختناقات.
- 16. بنية جزء TCP: رسم توضيحي في الصفحة 35 من المحاضرة الرابعة.
- 17. رقم التسلسل والتأكيد:

- يقوم TCP بعرض البيانات على أنها غير منظمة ، ولكنها مرتبة البايتات.
- أرقام التسلسل تكون على البايتات، وليست المقاطع (البايت الأول في بيانات الجزء).
- يتم اختيار رقم التسلسل الأولي بشكل عشوائياً.
- ترقم TCP مزدوج الاتجاه للبيانات مستقل في كل اتجاه.
- يكون رقم التأكيد هو عبارة عن الرقم التسلسلي للبايت المتوقع استلامه من المرسل.
- ACKs تراكمية.
- مثال صفحة 37 من المحاضرة الرابعة.

#### 18. النقل الموثوق للبيانات في TCP:

- ينشئ TCP خدمة Rdt فوق خدمة الـ IP غير الموثوقة.
- ○ أجزاء متوازية.
- ○ يكون الـ ACKs تراكمي.
- ○ مؤقت إعادة إرسال واحد.
- يتم إطلاق عمليات إعادة الإرسال بواسطة:
- ○ أحداث المهلة.
- ○ الـ ACKs المكررة.
- لننظر مبدئياً في مرسل TCP المبسط:
- ○ تجاهل الـ ACKs المكررة.
- ○ تجاهل التحكم في التدفق ، والسيطرة على الاختناقات.
- مثال عن سيناريوهات إعادة الإرسال في TCP في الصفحة 39 و 40 من المحاضرة الرابعة.

#### 19. إعادة الإرسال السريع في TCP:

- فترة مهلة طويلة نسبياً في كثير من الأحيان.
- ○ تأخير طويل قبل إعادة إرسال الحزمة المفقودة.
- الكشف عن الأجزاء المفقودة عبر الـ ACKs المكررة.
- ○ غالباً ما يرسل المرسل العديد من الأجزاء ظهراً إلى ظهر (ورا بعض يعني).
- ○ إذا فقد جزء ما ، فمن المحتمل أن يكون هناك العديد من الـ ACKs المكررة.
- إذا تلقى المرسل ثلاثة ACKs لنفس البيانات (ACK مكررة ثلاثية) يعيد إرسال الجزء غير المؤكد عليه ذي أقل رقم تسلسلي
- لأنه من المحتمل أنه تم فقد هذا الجزء، لذلك لا تنتظر المهلة (مثال صفحة 42 من المحاضرة الرابعة).

## 20. التحكم في التدفق في TCP:

- جانب التلقي في اتصال TCP يحتوي على مخزن مؤقت للتلقي (الافتراضي هو 4096 بايت).
- التحكم في التدفق يعني أن المرسل لن يقوم بتجاوز سعة المخزن المؤقت للمستقبل عن طريق إرسال الكثير البيانات و بسرعة كبيرة.
- خدمة مطابقة السرعة: مطابقة معدل الإرسال مع معدل الاستقبال للتطبيق.
- كيف يعمل التحكم في التدفق في TCP؟
  - افترض أن مستقبل TCP يتجاهل الأجزاء التي تكون خارجة عن الترتيب هذا يؤدي لوجود مساحة حرة في المخزن المؤقت.
  - $RcvWindow = RcvBuffer - [LastByteRcvd - LastByteRead]$  حيث أن:
    - ❖  $RcvWindow$  هو حجم نافذة المستقبل.
    - ❖  $RcvBuffer$  هي سعة المخزن المؤقت عند المستقبل.
    - ❖  $LastByteRcvd$  هو اخر بايت تم استلامه.
    - ❖  $LastByteRead$  هو اخر بايت تمت قراءته.
  - يعلن المستقبل عن مساحة خالية في المخزن المؤقت من خلال تضمين قيمة  $RcvWindow$  في رأس TCP للأجزاء الذاهبة من المستقبل إلى المرسل.
  - يحدد المرسل البيانات غير المؤكد عليها إلى حجم الـ  $RcvWindow$ .
  - $LastByteSent - LastByteAcked \leq rwnd$ 
    - تلقي ضمانات لن تجاوز سعة المخزن المؤقت
    - حيث:
    - ❖  $LastByteSent$  هو اخر بايت تم إرساله.
    - ❖  $LastByteAcked$  هو اخر بايت تم التأكيد عليه.

## 21. تأسيس اتصال TCP:

- تنكير:
  - ينشئ مرسل TCP و المستقبل اتصالاً قبل تبادل البيانات (مصادقة).
  - يوافقا على إقامة اتصال (يعرف كل منهم أن الآخر على استعداد لتأسيس اتصال).
  - يوافقا على وسطاء الاتصال.
- مصادقة ثلاثية المراحل:
  - الخطوة 1: يرسل المضيف العميل جزء TCP نوعه SYN إلى المخدم.
    - يحدد رقم التسلسل الأولي ، المخازن المؤقتة، معلومات التحكم في التدفق.
    - لا يوجد بيانات بعد.
  - الخطوة 2: يستقبل المضيف المخدم SYN ، ويرد باستخدام جزء SYNACK.
    - المخدم يخصص مخازن للتخزين المؤقت.
    - و يحدد رقم التسلسل الأولي للمخدم.
  - الخطوة 3: يتلقى العميل SYNACK (يخصص المخازن المؤقتة والمتغيرات) ، ويرد بجزء ACK ، والذي قد يحتوي على البيانات.

## 22. إنهاء اتصال TCP: رسم توضيحي صفحة 46 من المحاضرة الرابعة.



## 23. مبادئ السيطرة على الاختناق:

- الاختناق: بشكل غير رسمي هو العديد من المصادر التي ترسل الكثير من البيانات بسرعة أكبر مما يمكن للشبكة التعامل معها.
- يختلف عن التحكم في التدفق!
- مظاهر:
  - فقدان الحزمة (تجاوز سعة المخزن المؤقت في أجهزة التوجيه).
  - زيادة التأخير من الطرف إلى الطرف (قائمة الانتظار في مخازن التوجيه).
- ينتج عنه ظلم وسوء استخدام موارد الشبكة
  - الموارد مستخدمة من قبل الحزم المسقطة (قبل ضياعها).
  - إعادة إرسال.
- الهدف: تقييد المرسلين حسب الحاجة لضمان أن يكون التحميل على الشبكة معقولاً.
- السيطرة على الازدحام من طرف إلى طرف:
  - لا توجد تقارير صريحة من الشبكة.
  - لاحظ الاختناق المستدل عليه من النظام الطرفي الخسارة والتأخير.
  - النهج الذي اتخذه TCP.
- شبكة مراقبة الازدحام بمساعدة:
  - توفر أجهزة التوجيه/المبدلات التقارير للأنظمة الطرفية:
    - بت واحد يشير إلى الاختناق (المصدر يجب أن يزيد أو ينقص معدل إرساله).
    - معدل إرسال صريح للمرسل.
- تتمثل الطريقة التي يتبعها TCP في جعل كل مرسل يحدد من معدل إرساله في الاتصال كتابع لاختناق الشبكة المستخدمة (الفقد ، التأخير).
  - إذا رأى مرسل TCP أن هناك اختناقاً ضئيلاً على المسار بينه وبين الوجهة ، فإن مرسل TCP يزيد من معدل الإرسال.
  - إذا كان المرسل يدرك أن هناك اختناقاً على طول المسار ، فسيقول المرسل من معدل إرساله.
  - الهدف: يجب أن يرسل مرسل TCP في أسرع وقت ممكن ، ولكن دون أن يسبب اختناق في الشبكة.
    - سؤال: كيف يتم العثور على معدل أقل بقليل من مستوى الاختناق؟
  - اللامركزية: يحدد كل مرسل TCP المعدل الخاص به ، استناداً إلى التقارير الضمنية:
    - ACK: الجزء مستلم (شيء جيد) ، شبكة غير مختنقة ، لذا قم بزيادة معدل الإرسال.
    - الجزء مفقود: افترض الخسارة بسبب الشبكة الختقة ، لذا قلل معدل الإرسال.
  - البحث عن النطاق الترددي: يتم زيادة معدل الإرسال عند استلام ACK ، حتى يحدث الفقد في النهاية ، ثم يتم تقليل معدل الإرسال.
    - الاستمرار في الزيادة عند استلام ACK ، و التقليل عند الخسارة (نظراً لأن النطاق الترددي متاح يتغير ، اعتماداً على الاتصالات الأخرى في الشبكة).
  - ما هي سرعة الزيادة و الإنقاص؟
    - يحدد المرسل المعدل عن طريق الحد من عدد البايتات غير المؤكد عليها في خط الأنابيب.
    - $\text{LastByteSent} - \text{LastByteAcked} \leq \text{cwnd}$  , المرسل محدود بـ  $\min(\text{cwnd}, \text{rwnd})$ .
    - $\text{rate} = \frac{\text{cwnd}}{\text{RTT}} \text{ bytes/sec}$
    - cwnd ديناميكية ، تابعة لاختناق الشبكة المعتمدة.
  - خوارزمية TCP للتحكم في الاختناق:
    - ثلاثة مكونات:
      - زيادة مضاعفة ، نقص مضاعف (تجنب الاختناق)
      - بداية بطيئة.
      - رد الفعل على أحداث المهلة.
  - بداية TCP بطيئة:
    - عند بدء الاتصال ، قم بزيادة المعدل بشكل أسي حتى حدوث الخسارة الأولى:
      - في البداية تكون  $\text{cwnd} = 1 \text{ MSS}$
      - ضاعف cwnd عند كل RTT.
      - يتم ذلك عن طريق زيادة cwnd لكل ACK المستلمة.
    - ملخص: يكون المعدل الأولي بطيئاً لكنه يرتفع بسرعة هائلة.

- تجنب الاختناق في TCP:
    - عندما  $cwnd > ssthresh$  تنمو  $cwnd$  خطياً.
    - تتم زيادة  $cwnd$  بنسبة (1 MSS) لكل RTT.
    - اقتراب من الاختناق الممكن بشكل أبطأ من البداية البطيئة.
    - التنفيذ:  $cwnd = cwnd + MSS / cwnd$  لكل ACK تم استلامها.
    - AIMD (Additive Increase Multiplicative Decrease):
      - ACKs: زيادة  $cwnd$  بمقدار (1 MSS) لكل RTT (زيادة مضافة).
      - الفقد: قطع  $cwnd$  إلى النصف (الفقد غير المكتشف من المهلة) (انخفاض مضاعف).
24. TCP: الكشف ، الرد على الخسارة:
- الخسارة المشار إليها بواسطة المهلة:
    - يتم تعيين  $cwnd$  إلى 1 MSS.
    - ثم تنمو النافذة بشكل أسي (كما هو الحال في البداية البطيئة) حتى تصل إلى العتبة ، ثم تنمو خطياً.
  - الخسارة المشار إليها بواسطة 3 ACKs مكررة (TCP RENO):
    - تشير ACKs المزدوجة إلى شبكة قادرة على تقديم بعض القطاعات (تذكر الاسترداد السريع).
    - يتم قطع  $cwnd$  إلى النصف ثم تنمو النافذة خطياً.
  - (TCP Tahoe) يعين دائماً  $cwnd$  إلى 1 (مهلة أو 3 نسخ مكررة).
  - مثال صفحة 57 من المحاضرة الرابعة.
25. ملخص: التحكم في الاختناق في TCP:
- عندما يكون  $cwnd < ssthresh$  ، المرسل في مرحلة البداية البطيئة ، تنمو النافذة بشكل أسي.
  - عندما يكون  $cwnd \geq ssthresh$  ، المرسل في مرحلة تجنب الاختناق ، فإن النافذة تنمو خطياً.
  - عند حدوث ACK مكررة ثلاثية ، يتم إسناد  $ssthresh = \frac{cwnd}{2}$  و  $cwnd \cong ssthresh$ .
  - عند حدوث مهلة (timeout) ، يتم إسناد  $ssthresh = \frac{cwnd}{2}$  و  $cwnd = 1 MSS$ .

## المحاضرة الخامسة

### 1. مقدمة في طبقة الشبكة:

- تنقل الأجزاء من المرسل إلى المستقبل.
- في الجانب المرسل تقوم بتغليف الأجزاء في مخططات البيانات (Datagrams).
- في الجانب المستقبل ، تنقل الأجزاء إلى طبقة النقل.
- توجد بروتوكولات طبقة الشبكة في كل مضيف و جهاز توجيه.
- يقوم جهاز التوجيه بفحص حقول الترويسة في جميع مخططات بيانات IP التي تمر عبره.

### 2. إعادة التوجيه و التوجيه:

- يتمثل دور طبقة الشبكة في نقل الحزم من مضيف مرسل إلى مضيف مستلم.
- طبقة الشبكة: توفر خدمة اتصال من المضيف إلى المضيف.
- يمكن تحديد وظيفتين مهمتين لطبقة الشبكة:
  - إعادة التوجيه (Forwarding): عندما تصل الحزمة إلى وصلة دخل في جهاز التوجيه ، يجب أن ينقل جهاز التوجيه الحزمة إلى وصلة الخرج المناسبة.
  - التوجيه (Routing): يجب أن تحدد طبقة الشبكة المسار أو الطريق الذي تسلكه الحزم أثناء تدفقها من مرسل إلى مستقبل.
- ويشار إلى الخوارزميات التي تحسب هذه المسارات باسم خوارزميات التوجيه.
- يشير مصطلح إعادة التوجيه إلى الإجراء المحلي لجهاز التوجيه.
- يشير مصطلح التوجيه إلى عملية الشبكة الواسعة.
- كل جهاز توجيه لديه جدول إعادة التوجيه.
- يقوم الموجه بإعادة توجيه الحزمة عن طريق فحص قيمة حقل في ترويسة الحزمة القادمة.
- تشير النتيجة من جدول إعادة التوجيه إلى أي من واجهات الوصلات الصادرة الخاصة بالموجه والتي يجب إعادة توجيه الحزمة عبرها.
- تحدد خوارزمية التوجيه القيم التي يتم إدراجها في جداول إعادة التوجيه في أجهزة التوجيه.
- يستقبل جهاز التوجيه رسائل بروتوكول التوجيه ، والتي تُستخدم لتكوين جدول إعادة التوجيه الخاص به.
- إعدادات الاتصال:

- يعد إعدادات الاتصال الوظيفة الثالثة المهمة في طبقة الشبكة.
- تتطلب بعض الشبكات ، مثل أجهزة الصراف الآلي ، ولكن ليس الإنترنت ، أجهزة التوجيه على طول المسار المختار من المصدر إلى الوجهة للمصادقة مع بعضها البعض.
- يسمح هذا بإعداد الحالة قبل بدء تدفق حزم بيانات طبقة الشبكة ضمن اتصال من مصدر إلى وجهة معينة.
- قبل تدفق مخططات البيانات ، يقوم مضيفان طرفيان وأجهزة التوجيه المتداخلة بإنشاء اتصال افتراضي (VC).
- خدمات اتصال طبقة الشبكة مقابل خدمات اتصال طبقة النقل:
  - طبقة الشبكة: بين مضيفين (قد تتضمن أيضاً أجهزة توجيه متداخلة في حالة VCs).
  - طبقة النقل: بين عمليتين.

### 3. الدارات الافتراضية وشبكات البيانات:

- يمكن أن توفر طبقة الشبكة خدمة عديمة الاتصال أو خدمة مع اتصال و يوازي ذلك خدمات طبقة النقل عديمة الاتصال و الخدمات الموجهة بالاتصال.
- مماثلة لخدمات طبقة النقل ، ولكن:
  - الخدمة: من المضيف إلى المضيف.
  - لا خيار: الشبكة توفر واحدة أو أخرى بين الاتصالات أي لا يمكنك اختيار نوع الاتصال.
  - التنفيذ: في نواة الشبكة.
- توفر طبقة الشبكة إما خدمة عديمة الاتصال من مضيف إلى مضيف أو خدمة مع اتصال من مضيف إلى مضيف ، ولكن ليس كلاهما.
- شبكات الدارات الافتراضية (VC): شبكات الكمبيوتر التي توفر خدمة مع اتصال فقط في طبقة الشبكة.
- شبكات مخطط البيانات: شبكات الكمبيوتر التي توفر فقط خدمة عديمة الاتصال في طبقة الشبكة.
- الإنترنت عبارة عن شبكة مخطط بيانات بينما أجهزة الصراف الآلي هي شبكات الدارات الافتراضية.

#### 4. شبكات مخطط البيانات:

- في شبكة مخطط البيانات ، في كل مرة يريد نظام طرفي إرسال حزمة ، فإنه يختم الحزمة بعنوان النظام الطرفي الوجهة ثم يرسل الحزمة في الشبكة.
- لا إعداد للاتصال في طبقة الشبكة.
- أجهزة التوجيه: لا توجد معلومات حالة حول اتصالات طرف لطرف.
- يتم إعادة توجيه الحزم باستخدام عنوان المضيف الوجهة.
- قد تأخذ الحزم بين نفس زوج الوجهة/المصدر مسارات مختلفة.
- جدول التوجيه:
- يوجد 4 مليارات عنوان IP ، لذا بدلاً من عرض كل عنوان وجهة بمفرده يتم عرض مجال عناوين الوجهة (إدخالات الجدول الإجمالية) (مثال صفحة 10 من المحاضرة الخامسة).
- سؤال: ولكن ماذا يحدث إذا لم تنقسم النطاقات بشكل جيد؟
  - يتم مطابقة البادئة الأطول حيث عندما يكون هناك تطابقات متعددة ، يستخدم جهاز التوجيه قاعدة مطابقة أطول بادئة (مثال صفحة 11 من المحاضرة الخامسة).
- في شبكة مخطط البيانات: يتم تعديل جداول إعادة التوجيه بواسطة خوارزميات التوجيه. والتي عادة ما تقوم بتحديث جدول إعادة التوجيه كل دقيقة إلى خمس دقائق أو نحو ذلك.
- في الشبكات الافتراضي (VC): يتم تعديل جدول إعادة التوجيه في جهاز التوجيه كلما تم إعداد اتصال جديد من خلال جهاز التوجيه أو كلما تم هدم اتصال موجود من خلال جهاز التوجيه.
- نظراً لأنه يمكن تعديل جداول إعادة التوجيه في شبكات مخطط البيانات في أي وقت ، فقد تتبع سلسلة من الحزم المرسلة من نظام طرفي إلى آخر مسارات مختلفة عبر الشبكة وقد تصل غير مرتبة.
- 5. ماذا يوجد داخل جهاز التوجيه؟
  - نظرة عامة على بنية جهاز التوجيه:
  - وظيفتي التوجيه الرئيسيتين:
    - تشغيل خوارزميات/بروتوكولات التوجيه (RIP ، OSPF ، BGP).
    - إعادة توجيه مخططات البيانات من الوصلة الواردة إلى الوصلة الصادرة.
  - وصلات الإدخال: تقوم بتنفيذ وظائف الطبقة الفيزيائية ، وظائف طبقة ارتباط البيانات (Data Link Layer) ، وظيفة البحث وإعادة التوجيه. يتم توجيه حزم التحكم من وصلة إدخال إلى معالج التوجيه.
  - التبديل اللامركزي: إذا كان لدينا وجهة مخطط البيانات ، يتم البحث عن منفذ الإخراج باستخدام جدول إعادة التوجيه في ذاكرة منفذ الإدخال.
  - الهدف: إكمال معالجة منفذ الإدخال بمعدل سرعة الخط.
  - قائمة الانتظار: إذا وصلت مخططات البيانات بشكل أسرع من معدل إعادة التوجيه إلى نسيج التبديل ، فإن مخطط البيانات في قائمة الانتظار في بداية قائمة الانتظار يمنع الآخرين في قائمة الانتظار من التحرك للأمام (HOL).
  - ينتج تأخير انتظار و خسارة بسبب تجاوز سعة المخزن المؤقت للإدخال!.
  - نسيج التبديل: يقوم بتوصيل منافذ دخل الموجه بمنافذ الإخراج الخاصة به و ينقل الحزمة من المخزن المؤقت للإدخال إلى المخزن المؤقت للإخراج المناسب.
  - معدل التبديل: معدل نقل الحزم من المدخلات إلى المخرجات.
    - في كثير من الأحيان يقاس على أنه عدة معدلات خط الإدخال/الإخراج.
    - N مدخل: معدل التبديل N مضروب بمعدل الخط مرغوب فيه.
  - ثلاثة أنواع من أنسجة التبديل:
    - Memory
    - Bus
    - Crossbar
    - الأشكال في الصفحة 15 من المحاضرة الخامسة.
  - معالج التوجيه: ينفذ معالج التوجيه بروتوكولات التوجيه ، ويحافظ على معلومات التوجيه وجدول إعادة التوجيه ، ويؤدي وظائف إدارة الشبكة داخل جهاز التوجيه.

- منافذ الإخراج: يقوم منفذ الإخراج بتخزين الحزمة التي تم إعادة توجيهها إليه من خلال نسيج التبديل ثم يقوم بنقل الحزمة على الوصلة الصادرة.
  - التخزين المؤقت مطلوب عندما تصل مخططات البيانات من النسيج بشكل أسرع من معدل النقل.
  - يختار نظام الجدولة بين مخططات البيانات في قائمة الانتظار للإرسال.
  - التخزين المؤقت عندما يتجاوز معدل الوصول عن طريق التبديل سرعة خط الإنتاج.
  - يحدث تأخير الانتظار وخسارة بسبب طفحان المخزن المؤقت في منفذ الإخراج.
- قائمة الانتظار في منافذ الدخل:
  - إذا كان النسيج أبطأ من منافذ الدخل مجتمعة يؤدي هذا إلى حدوث الانتظار عند منافذ الدخل.
  - يحدث تأخير الانتظار وخسارة بسبب طفحان المخزن المؤقت في منفذ الدخل.
  - المنع في رأس الخط (HOL): مخططات البيانات في أول قائمة الانتظار تمنع الآخرين في القائمة من التقدم.
- 6. بروتوكول الإنترنت (IP):
  - تنسيق مخطط البيانات: صفحة 20 في المحاضرة الخامسة.
  - ما مقدار الحمولة مع TCP؟
    - 20 بايت من TCP و 20 بايت من IP = 40 بايت + حمولة طبقة التطبيق.
  - تجزئة مخطط IP:
    - لا يمكن أن تحمل كل بروتوكولات طبقة الارتباط حزم طبقة الشبكة من نفس الحجم.
    - على سبيل المثال ، يمكن أن تحمل إطارات Ethernet (Frames) ما يصل إلى 1500 بايت من البيانات ، في حين لا يمكن أن تحمل إطارات بعض وصلات الشبكة الواسعة أكثر من 576 بايت.
    - يُطلق على الحد الأقصى لمقدار البيانات الذي يمكن أن يحمله إطار طبقة الارتباط الحد الأقصى لوحدة الإرسال (MTU).
    - المشكلة: يمكن لكل من الروابط على طول الطريق بين المرسل والوجهة استخدام بروتوكولات طبقة ارتباط مختلفة ، يمكن أن يكون لكل من هذه البروتوكولات وحدات MTU مختلفة.
    - يمكن الحل في تجزئة البيانات الموجودة في مخطط بيانات IP إلى مخططين IP أصغر أو أكثر.
    - قم بتغليف كل من مخططات بيانات IP الأصغر هذه في إطار طبقة ارتباط منفصل ؛ وإرسال هذه الإطارات عبر الوصلة الصادرة. يشار إلى كل من مخططات البيانات الأصغر هذه على أنها جزء (Fragment).
    - يجب إعادة تجميع الأجزاء قبل أن تصل إلى طبقة النقل في الوجهة.
    - قرر مصمم IPv4 وضع مهمة إعادة تجميع مخطط البيانات في الأنظمة الطرفية بدلاً من الموجهات في الشبكة.
    - عندما يستقبل مضيف وجهة سلسلة من مخططات البيانات من نفس المصدر. يجب تحديد ما إذا كان أي من مخططات البيانات هذه جزءاً من مخطط بيانات أصلي أكبر.
    - يضع مصمم IP (الإصدار 4) حقول الهوية، و العلم، و الإزاحة، و التجزئة في ترويسة مخطط بيانات IP.
    - عند إنشاء مخطط بيانات ، يختم المضيف المرسل مخطط البيانات برقم تعريف بالإضافة إلى عناوين المصدر والوجهة.
    - عندما يحتاج جهاز التوجيه إلى تجزئة مخطط بيانات ، يتم ختم كل مخطط بيانات ناتج (أي ، جزء) بعنوان المصدر وعنوان الوجهة ورقم تعريف مخطط البيانات الأصلي.
    - نظراً لأن IP خدمة غير موثوق بها ، فقد لا يصل جزء أو أكثر من الأجزاء إلى الوجهة.
    - يحتوي الجزء الأخير على بت للعلم مضبوط على 0 ، في حين أن جميع الأجزاء الأخرى يضبط هذا البت بها على 1.
    - حتى يتمكن المضيف الوجهة من تحديد ما إذا كان جزء ما مفقوداً ، يتم استخدام حقل الإزاحة لتحديد المكان المناسب للجزء ضمن مخطط بيانات IP الأصلي.
    - في الوجهة ، يتم تمرير حمولة مخطط البيانات إلى طبقة النقل فقط بعد أن تكون طبقة IP قد أعادت بناء مخطط بيانات IP الأصلي بالكامل.
    - مثال صفحة 24 في المحاضرة الخامسة.

## 7. عنوان IPv4: مقدمة:

- عادة ما يكون للمضيف وصلة واحدة فقط في الشبكة ؛ عندما يريد IP في المضيف إرسال مخطط بيانات ، فإنه يفعل ذلك عبر هذه الوصلة.
- تسمى الحدود بين المضيف والوصلة الفيزيائية بالواجهة.
- يحتوي جهاز التوجيه على واجهات متعددة ، واحدة لكل وصلة.
- نظراً لأن كل مضيف وجهاز توجيه قادران على إرسال واستقبال مخططات بيانات IP ، يتطلب IP أن يكون لكل واجهة مضيف وجهاز توجيه عنوان IP خاص به.
- عنوان IP: يرتبط تقنياً بالواجهة ، بدلاً من المضيف أو جهاز التوجيه الذي يحتوي على تلك الواجهة.
- يبلغ طول كل عنوان IP 32 بت (مكافئ لـ 4 بايت) ، وبالتالي يوجد حوالي 4 مليارات عنوان IP ممكن.
- عادةً ما تُكتب هذه العناوين بعبارة تسمى الترميم العشري المنقط (كل بايت من العنوان مكتوبة في شكلها العشري وتفصل بينها نقطة من وحدات البايت الأخرى في العنوان).
- 193.32.216.9 في الترميز الثنائي هو 00001001 11011000 00100000 11000001.
- يجب أن يكون لكل واجهة على كل مضيف وجهاز توجيه في الإنترنت العالمي عنوان IP فريد على مستوى العالم.
- سيتم تحديد جزء من عنوان IP للواجهة بواسطة الشبكة الفرعية التي تتصل بها.

## 8. الشبكات الفرعية:

- سيتم تحديد عنوان IP بواسطة الشبكة الفرعية التي يتصل بها (البتات عالية الترتيب) ، جزء المضيف (البتات منخفضة الترتيب).
- ما هي الشبكة الفرعية؟
  - واجهات الجهاز ذات نفس جزء الشبكة الفرعية من عنوان IP.
  - يمكن أن تصل إلى بعضها البعض فيزيائياً دون تدخل جهاز توجيه.
- يشير قناع الشبكة الفرعية إلى أن أقصى  $x$  بت من الكمية 32 بت تحدد عنوان الشبكة الفرعية.
- وصفة: لتحديد الشبكات الفرعية ، قم بفصل كل واجهة من مضيفها أو جهاز توجيه الخاص بها ، وإنشاء جزر شبكات معزولة. يسمى كل شبكة معزولة شبكة فرعية (مثال صفحة 27 في المحاضرة الخامسة).
- تُعرف إستراتيجية تخصيص عنوان الإنترنت باسم "توجيه المجال بدون فئة (كلاس)" (CIDR).
- CIDR يعمم مفهوم عنوان الشبكة الفرعية.
- كما هو الحال في عنوان الشبكة الفرعية ، ينقسم عنوان الـ IP ذو الـ 32 بت إلى جزأين (a.b.c.d/x): حيث تشير  $x$  إلى عدد البتات في الجزء الأول من العنوان.
- تشكل البتات  $x$  الأكثر أهمية لعنوان النموذج (a.b.c.d/x) قسم الشبكة من عنوان IP ، ويشار إليها باسم بادئة العنوان.
- عادة ما يتم تعيين مجموعة من العناوين المتجاورة للمؤسسة ، أي مجموعة من العناوين ذات بادئة مشتركة.
- في هذه الحالة ، سنتشارك عناوين IP للأجهزة داخل المؤسسة في البادئة المشتركة.
- عندما يقوم جهاز توجيه خارج المؤسسة بإعادة توجيه مخطط بيانات يكون عنوان الوجهة الخاص به داخل المؤسسة ، يجب مراعاة البتات  $x$  الأولى فقط من العنوان.
- يمكن اعتبار البتات الـ (32 -  $x$ ) الباقية من العنوان بمثابة تمييز بين الأجهزة داخل المؤسسة ، والتي تحتوي جميعها على بادئة الشبكة نفسها.
- هذه هي البتات التي سيتم أخذها في الاعتبار عند إعادة توجيه الحزم في أجهزة التوجيه داخل المؤسسة.
- قد تحتوي هذه البتات ذات الترتيب الأدنى (أو لا) على بنية شبكة فرعية إضافية ، مثل تلك الموضحة أعلاه.
- على سبيل المثال ، قد يشير (a.b.c.d/24) إلى شبكة فرعية محددة داخل المنظمة.
- قبل اعتماد CIDR ، كانت أجزاء الشبكة لعنوان IP مقيدة بطول 8 أو 16 أو 24 بت ، وهو نظام عنوانية يعرف باسم العنوانية ذات الفئات (كلاسات).
- الشبكات الفرعية ذات عناوين الشبكات الفرعية 8 و 16 و 24 بت معروفة باسم شبكات الفئة A و B و C.
- عنوان البث 255.255.255.255: عندما يرسل مضيف مخطط بيانات مع عنوان الوجهة 255.255.255.255 ، يتم تسليم الرسالة إلى جميع المضيفين على نفس الشبكة الفرعية.

## 9. الحصول على عنوان المضيف بروتوكول تكوين المضيف الحيوي (DHCP):

- يسمح DHCP للمضيف بالحصول على عنوان IP تلقائياً.
- يمكن لمسؤول الشبكة تكوين DHCP بحيث يتلقى مضيف معين عنوان IP نفسه في كل مرة يتصل فيها بالشبكة ، أو قد يتم تعيين عنوان IP مؤقت للمضيف.
- يوفر DHCP معلومات حول قناع الشبكة الفرعية (Subnet Mask) ، وعنوان جهاز التوجيه الأول الخاص به (غالباً ما يطلق عليه اسم الـ Default Gateway) وعنوان مخدم DNS المحلي الخاص به.
- DHCP هو بروتوكول مخدم/عميل. عادةً ما يكون العميل مضيفاً قديماً حديثاً يريد الحصول على معلومات تكوين الشبكة ، بما في ذلك عنوان IP لنفسه.
- في حالة عدم وجود مخدم DHCP على الشبكة الفرعية ، تكون هناك حاجة إلى وكيل DHCP (Relay Agent) DHCP (عادةً ما يكون جهاز توجيه) يعرف عنوان مخدم DHCP لتلك الشبكة.
- بالنسبة إلى مضيف قادم حديثاً ، يعد بروتوكول DHCP عملية من أربع خطوات (أربع رسائل):
  - DHCP Discover: يرسل المضيف رسالة Broadcast يستفسر بها عن وجود مخدم DHCP.
  - DHCP Offer: يرد مخدم DHCP برسالة Broadcast تخبره بتوفر عنوان IP يمكنه استخدامه.
  - DHCP Request: يوافق المضيف على استخدام هذا العنوان عبر إرسال رسالة Broadcast.
  - DHCP ACK: يؤكد المخدم للمضيف حصوله على هذا العنوان برسالة Broadcast.
- مثال صفحة 31 في المحاضرة الخامسة.
- كيف تحصل الشبكة على جزء الشبكة الفرعية من عنوان IP؟
  - تحصل على جزء مخصص من مساحة عنوان مزود خدمة الإنترنت الخاص بها.
- كيف يحصل مزود خدمة الإنترنت على مجموعة من العناوين؟
  - ICAN: شركة إنترنت للأسماء والأرقام المخصصة حيث تقوم بـ:
    - تخصيص العناوين.
    - إدارة الـ DNS.
    - تعيين أسماء النطاقات و حل النزاعات.

## 10. ICMP: بروتوكول رسائل التحكم في الإنترنت:

- يستخدم من قبل المضيفين و أجهزة التوجيه للتواصل بمعلومات على مستوى الشبكة:
  - تقارير الأخطاء: لا يمكن الوصول إلى المضيف أو الشبكة أو المنفذ أو البروتوكول.
  - يصدر الطلبات و الردود (تستخدم في الـ Ping).
- في طبقة الشبكة و لكن فوق الـ IP:
  - يتم نقل رسائل الـ ICMP في مخططات بيانات الـ IP.
- رسائل الـ ICMP: هي عبارة عن النوع و الكود إضافة إلى أول 8 بايتات من مخطط بيانات الـ IP المسبب للأخطاء.

## 11. عنوان IPv6:

- الدافع الأولي: ستنتملى مساحة عنوان 32 بت قريباً.
- الدافع الإضافي:
  - تنسيق الترويسة يساعد في سرعة معالجة/إعادة توجيه.
  - تغييرات الترويسة لتسهيل جودة الخدمة (QoS).
- تنسيق مخطط بيانات IPv6:
  - ترويسة ذات طول ثابت هو 40 بايت.
  - لا يسمح بالتجزئة.
- الأولوية: تحديد الأولوية بين مخططات البيانات في التدفق.
- التدفق: تحديد مخططات البيانات في نفس التدفق (مفهوم "التدفق" غير محدد بشكل جيد).
- العنوان التالي: تحديد بروتوكول الطبقة العليا للبيانات.
- تغييرات أخرى عن IPv4:
  - Checksum: تمت إزالة هذا الاختبار بالكامل لتقليل وقت المعالجة في كل مرحلة.
  - الخيارات: مسموح بها ، ولكن خارج الترويسة ، مشار إليها بحقل "العنوان التالي".
  - ICMPv6 نسخة جديدة من ICMP.
  - أنواع رسائل إضافية ، على سبيل المثال حزمة كبيرة جدا (Packet Too Big).
  - وظائف إدارة مجموعة الإرسال المتعدد.

## المحاضرة السادسة

1. طبقة الارتباط: مقدمة:
  - المضيفين وأجهزة التوجيه: يدعون بالعقد.
  - قنوات الاتصال التي تربط العقد المجاورة على طول مسار الاتصال:
    - الوصلات السلكية.
    - الوصلات اللاسلكية.
  - الحزمة: الإطار يغلف مخطط البيانات.
  - تتحمل طبقة ارتباط البيانات مسؤولية نقل مخطط البيانات من عقدة واحدة إلى عقدة متجاورة فيزيائياً عبر وصلة ما.
  - يتم نقل مخطط البيانات بواسطة بروتوكولات ارتباط مختلفة عبر وصلات مختلفة:
    - على سبيل المثال ، Ethernet على الوصلة الأولى ، موجه إطارات على الروابط الوسيطة ، 802.11 على الوصلة الأخيرة.
  - يوفر كل بروتوكول ارتباط خدمات مختلفة.
    - على سبيل المثال ، قد يوفر أو لا يوفر Rdt عبر الوصلة.
2. خدمات طبقة الارتباط:
  - تأطير (Framing) ، الوصول للوصلة:
    - يتم تغليف مخطط البيانات في الإطار و إضافة الترويسة و التذييل.
    - يتم الوصول للقناة إذا كانت الوسيط مشترك.
    - عناوين MAC المستخدمة في ترويسات الإطارات تحدد المصدر والوجهة
  - يختلف عن عنوان IP!
  - تسليم موثوق بين العقد المجاورة.
  - التحكم في التدفق.
  - اكتشاف الأخطاء.
  - تصحيح الأخطاء.
3. أين يتم تنفيذ طبقة الارتباط؟
  - في كل مضيف.
  - طبقة الارتباط تنفذ في محول (بطاقة واجهة الشبكة NIC) أو على شريحة.
    - بطاقة Ethernet ، بطاقة 802.11 ؛ شرائح الـ Ethernet.
    - تنفذ الوصلات ، الطبقة الفيزيائية.
  - ترتبط بالوصلات الأساسية في نظام المضيف.
  - مزيج من الأجهزة والبرمجيات.
4. تواصل المحولات:
  - الجانب المرسل:
    - يغلف مخطط البيانات في الإطار.
    - يضيف بت التحقق من الخطأ ، Rdt ، التحكم في التدفق.
  - الجانب المتلقي:
    - يبحث عن الأخطاء ، Rdt ، التحكم في التدفق ، إلخ.
    - يستخرج مخطط البيانات ، ويمرره إلى الطبقة العليا في الجانب المتلقي.



## 5. عناوين MAC و ARP (بروتوكول تحليل العنوان):

- عنوان IP ذو 32 بت:
  - عنوان طبقة الشبكة للواجهة.
  - يستخدم لإعادة توجيهه في طبقة الشبكة.
- عنوان MAC (أو LAN أو فيزيائي أو Ethernet):
  - الوظيفة: تستخدم محلياً للحصول على إطار من واجهة إلى واجهة أخرى متصلة فيزيائياً (نفس الشبكة ، بمعنى عنوان IP).
  - تم حرق عنوان MAC بتنسيق 48 بت (لمعظم شبكات LAN) في بطاقة واجهة الشبكة (NIC ROM) ، وأحياناً يكون قابل للتعيين من قبل برامج.
  - على سبيل المثال: 1A-2F-BB-76-09-AD هو علامة ست عشرية (قاعدة 16) (كل رقم يمثل 4 بتات).
  - كل محول على LAN لديه عنوان LAN فريد.
  - تخصيص عنوان MAC يتم من قبل IEEE.
  - الشركة المصنعة تشتري جزءاً من مساحة عنوان MAC (لضمان التفرد).
  - عنوان MAC قابل للنقل:
    - يمكن نقل بطاقة LAN من LAN إلى أخرى.
  - عنوان IP الهرمي غير قابل للنقل:
    - يعتمد العنوان على شبكة IP الفرعية التي ترتبط بها العقدة.

## 6. ARP: بروتوكول تحليل العنوان:

- السؤال: كيفية تحديد عنوان MAC للواجهة ، بمعرفة عنوان IP الخاص بها؟
  - جدول ARP: تحتوي كل عقدة IP (مضيف ، جهاز توجيه) في شبكة LAN على جدول ARP:
    - تعيينات عنوان IP/MAC لبعض عقدات LAN: <عنوان IP ؛ عنوان ماك ؛ TTL>.
    - TTL (الوقت للعيش): بعد ذلك سيتم نسيان تعيين العناوين (عادة 20 دقيقة).
  - يريد A إرسال مخطط البيانات إلى B.
    - عنوان MAC الخاص بـ B غير موجود في جدول ARP الخاص بـ A.
    - A يبث حزمة استعلام ARP ، التي تحتوي على عنوان IP الخاص بـ B.
      - عنوان MAC الوجهة = FF-FF-FF-FF-FF-FF.
      - تتلقى كافة العقد على LAN استعلام ARP.
    - يستقبل B حزمة ARP ، يرد على A بعنوان MAC الخاص به.
      - تم إرسال الإطار إلى عنوان MAC الخاص بـ (أحادي الإرسال).
    - يخزن A (يحفظ) زوج عنوان IP إلى MAC في جدول ARP الخاص به حتى تصبح المعلومات قديمة (انقضاء المهلة).
      - الحالة الناعمة: المعلومات التي تنتهي مهلتها (تختفي) ما لم يتم تحديثها.
    - يعمل بروتوكول الـ ARP بمجرد الوصل:
      - تنشئ العقد جداول ARP الخاصة بها دون تدخل من مسؤول الشبكة.

## 7. يوم في حياة طلب الويب:

- اكتملت الرحلة إلى أسفل مكس البروتوكولات (الطبقات):
  - التطبيق ، النقل ، الشبكة ، الارتباط.
- الهدف: تحديد ومراجعة وفهم البروتوكولات (في جميع الطبقات) المشاركة في سيناريو بسيط: طلب صفحة [www](http://www.google.com).
- السيناريو: يقوم الطالب بوصول الكمبيوتر المحمول بشبكة الحرم الجامعي ، ويطلب/يستقبل [www.google.com](http://www.google.com).
- يحتاج الكمبيوتر المحمول الموصول إلى الحصول على عنوان IP الخاص به ، وعنوان جهاز التوجيه الأول ، وعنوان مخدم DNS: باستخدام DHCP.
- طلب DHCP مغلف في UDP ، مغلف في IP ، مغلف في Ethernet 802.3
- يبث إطار الـ Ethernet (الوجهة = FF-FF-FF-FF-FF-FF) على الشبكة المحلية ، و يتم استلام البث في جهاز التوجيه الذي يشغل مخدم DHCP.
- Ethernet إلى IP إلى UDP إلى DHCP.
- يقوم مخدم DHCP بتشكيل رسالة DHCP ACK تحتوي على عنوان IP الخاص بالعميل وعنوان IP لجهاز التوجيه الأول للعميل والاسم وعنوان IP لمخدم DNS.
- يتم التغليف في مخدم DHCP ، وإعادة توجيهه الإطار من خلال LAN ، الفك يتم في العميل.

- يتلقى عميل DHCP رد DHCP ACK.
- العميل لديه الآن عنوان IP ، ويعرف اسم وعنوان مخدم DNS ، وعنوان IP لجهاز التوجيه الأول.
- قبل إرسال طلب HTTP ، تحتاج إلى عنوان IP الخاص بـ [www.google.com](http://www.google.com): عن طريق الـ DNS.
- تم إنشاء استعلام DNS ، مغلف في UDP ، مغلف في IP ، مغلف في Ethernet. لإرسال إطار إلى جهاز التوجيه ، تحتاج إلى عنوان MAC لمواجهة جهاز التوجيه: عن طريق ARP.
- بث استعلام ARP ، تم استلامه بواسطة جهاز التوجيه ، والذي يرد برد ARP مع إعطاء عنوان MAC لمواجهة جهاز التوجيه.
- يعرف العميل الآن عنوان MAC لجهاز التوجيه الأول ، لذلك يمكنه الآن إرسال إطار يحتوي على استعلام DNS.
- إعادة توجيه مخطط بيانات IP الذي يحتوي على استعلام DNS عبر تبديل LAN من العميل إلى جهاز التوجيه الأول.
- مخطط بيانات IP المعاد توجيهه من شبكة الحرم الجامعي إلى شبكة كوكاست ، موجه (الجدول التي أنشأتها RIP ، OSPF ، IS-IS و/أو بروتوكولات توجيه BGP) إلى مخدم DNS.
- يحول إلى مخدم DNS.
- يرد خادم DNS على العميل بعنوان IP الخاص بـ [www.google.com](http://www.google.com).
- لإرسال طلب HTTP ، يفتح العميل أولاً مقيس TCP لخادم الويب.
- يتم توجيه جزء TCP SYN (الخطوة 1 في 3 طريقة المصادقة) إلى مخدم الويب.
- مخدم الويب يستجيب بـ TCP SYNACK (الخطوة 2 في 3 طريقة المصادقة).
- تم تأسيس اتصال TCP!
- تم إرسال طلب HTTP إلى مقيس TCP.
- يتم توجيه مخطط بيانات IP الذي يحتوي على طلب HTTP إلى [www.google.com](http://www.google.com).
- يستجيب مخدم الويب برد HTTP (يحتوي على صفحة ويب).
- يتم توجيه مخطط بيانات IP الذي يحتوي على رد HTTP إلى العميل.
- وأخيراً يتم عرض صفحة الويب.