



شبكات الحواسيب  
Computer Networks

جامعة  
المنارة

HAMARA UNIVERSITY

Dr.-Eng. Samer Sulaiman

2023-2024

# مفردات المنهاج



جامعة  
المنارة  
HAMARA UNIVERSITY

- أساسيات شبكات الحواسيب
- بنية وهيكلية شبكات الحواسيب
- طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)
- البروتوكولات والطرق والخوارزميات المستخدمة في كل طبقة
- تطبيقات شبكات الحواسيب في مجال انترنت الأشياء IOT

# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

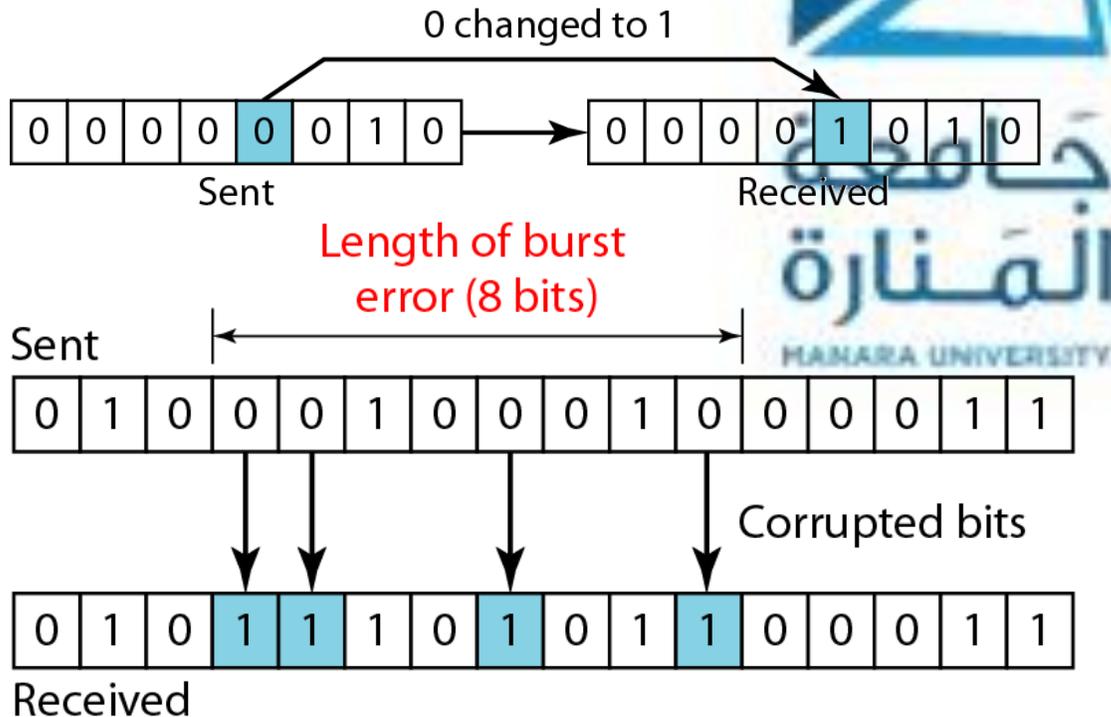
- تتضمن كل طبقة مجموعة من البروتوكولات التي تنظم عمل هذه الطبقة وتفاعلها مع الطبقات الأعلى والأدنى منها
- سنبدأ أولاً بالبروتوكولات المستخدمة في طبقة ربط البيانات:
  - الخدمات التي تقدمها طبقة ربط البيانات:
    - Framing:
    - سيتم هنا تغليف حزم البيانات مع إضافة ترويسة وذييل تستخدم لتخزين معلومات الطبقة لهذه الحزمة
    - Medium Access Control
    - تحديد العقدة التي يمكنها إرسال الإطارات (البيانات) عبر الرابط المشترك (قناة الاتصال) من أجل تجنب / اكتشاف التصادم
    - flow control:
    - خدمة تهدف إلى منع المرسل من غمر المستقبل بالبيانات.
    - error control:
    - اكتشاف الأخطاء:
      - الأخطاء الناتجة عن تخميد الإشارة والضجيج.
      - يقوم المستقبل باكتشاف وجود أخطاء
      - تصحيح الخطأ:
      - يحدد المستقبل خطأ (أخطاء) البتات ويصححها دون اللجوء إلى إعادة الإرسال



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

## • اكتشاف وتصحيح الأخطاء:

- تخضع البتات بين العقد لتغيرات غير متوقعة ( $0 < -1$  أو  $1 < -0$ ) بسبب التداخل.
- يمكن أن يؤدي التداخل إلى تغيير شكل الإشارة
- أنواع الأخطاء:



- خطأ في بت واحد (single-bit error)

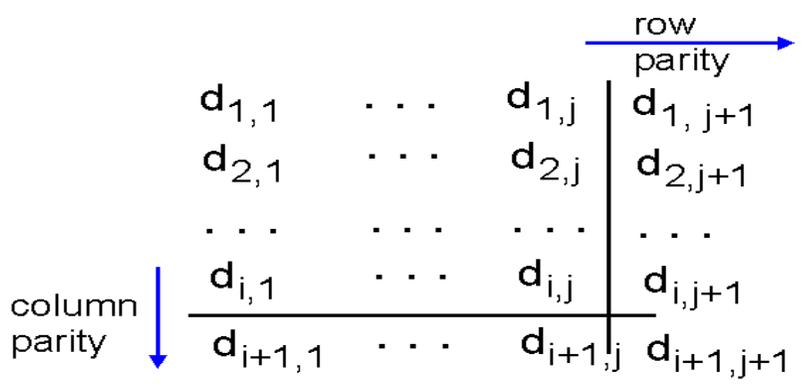
- خطأ متعدد في أكثر من بت (burst error)

# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

## • اختبار التكافؤ (Parity checking)

### • تكافؤ بت واحد (single bit parity):

• يستخدم للكشف عن الأخطاء التي تحدث ضمن بت واحد



### • تكافؤ بت ثنائي الأبعاد (two-dimensional bit parity):

• يستخدم لكشف وتصحيح أخطاء البت الواحد

```

10101|1
111100
011101
-----
101010
no errors
    
```

```

10101|1
101100 → parity error
011101
-----
101010
parity error
correctable
single bit error
    
```



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

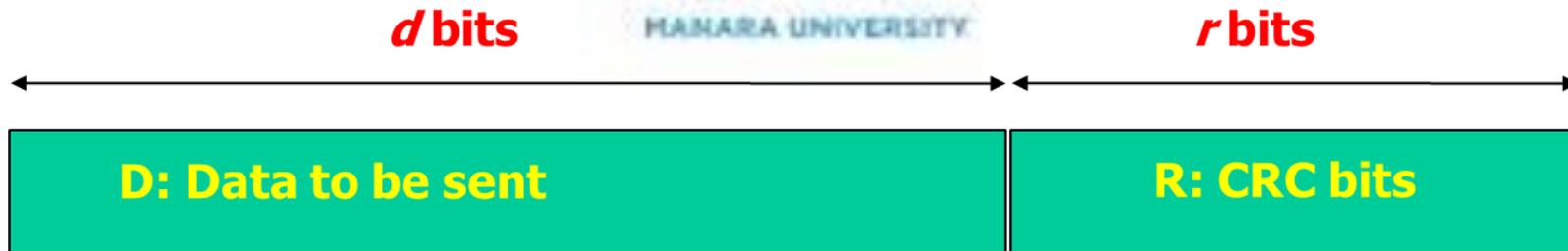
- المجموع الاختباري للإنترنت (Internet checksum):
  - الهدف: اكتشاف "الأخطاء" (على سبيل المثال، البتات المعكوسة) في الحزمة المرسل (ملاحظة: تستخدم في طبقة النقل فقط) في حالة المرسل:
  - تعامل مع محتويات البيانات على أنها تسلسل من الأعداد الصحيحة 16 بت
  - المجموع الاختباري: يتم إضافة المجموع المكمل 1 لمحتويات البيانات
  - يضع المرسل قيمة المجموع الاختباري في حقل المجموع الاختباري للحزمة
  - في حالة المستقبل:
    - حساب المجموع الاختباري للجزء المستلم
    - تحقق مما إذا كان المجموع الاختباري المحسوب يساوي قيمة حقل المجموع الاختباري:
      - إذا كان لا - تم اكتشاف خطأ
      - إذا كان نعم - لم يتم اكتشاف خطأ. لكن يمكن أن تتواجد أخطاء مع ذلك؟
    - مثال:

	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
wraparound	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
sum	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
checksum	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	

# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

## • رمز التكرار الدوري (CRC):

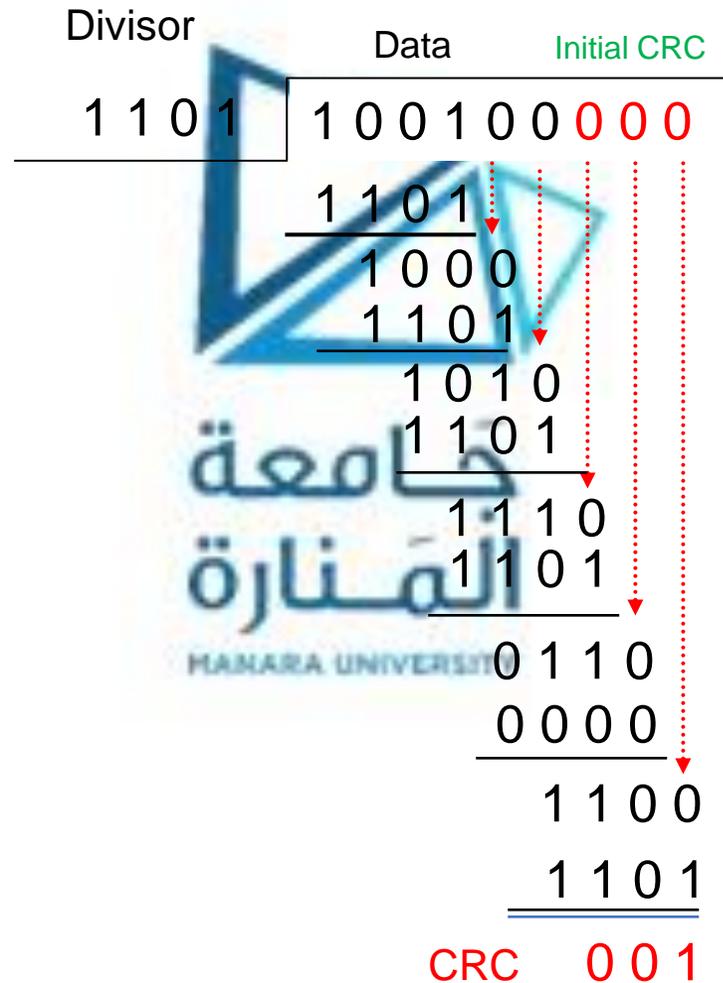
- لاكتشاف الأخطاء باستخدام CRC، نضيف  $r$  بتات إضافية، CRC، إلى الرسالة المكونة من  $d$  بت
- يتم عرض البيانات كسلسلة من معاملات كثير الحدود (D)
- يتم اختيار كثير حدود المولد ( $= r + 1$  بت)، (G)
- $G$  معروف من قبل المرسل والمستقبل
- اضرب  $D$  بـ  $2^r$  (أي عملية إزاحة  $r$  بت لليسار).
- قسّم كثير الحدود  $D * 2^r$  بالنظام الثنائي على  $G$
- إلحاق الباقي (R) بـ  $D$ .



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

• رمز التكرار الدوري (CRC):  
• مثال:

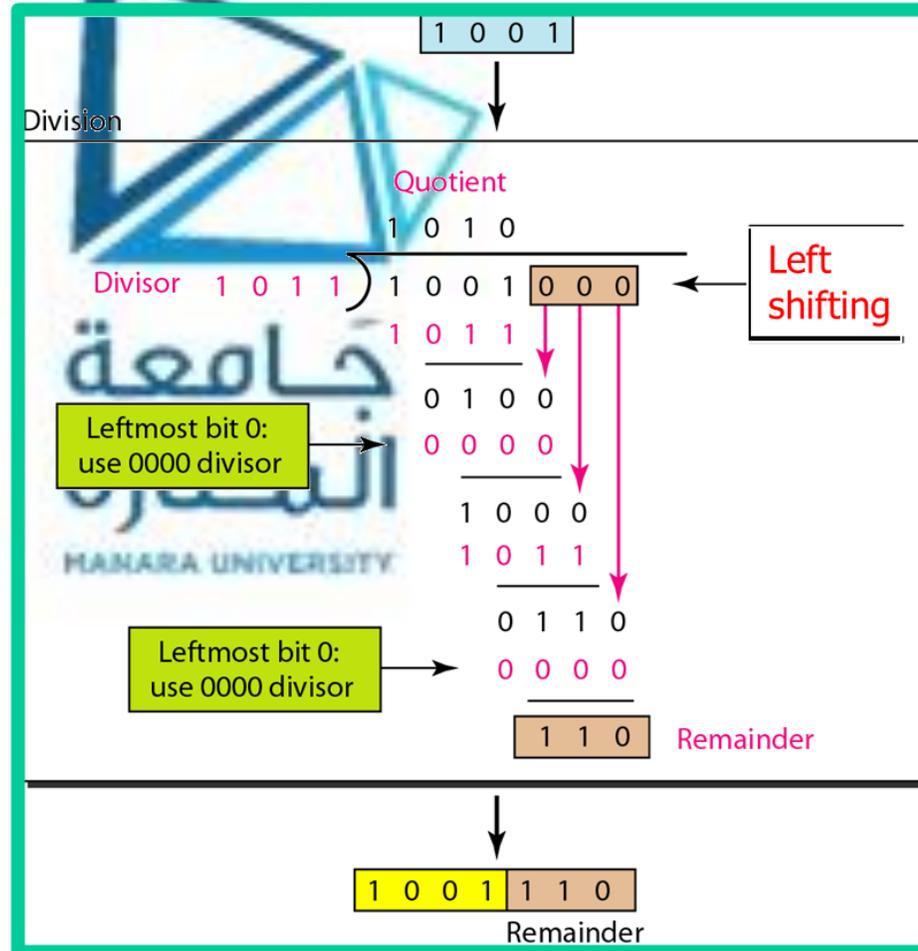
- Data: 100100 (6 bits)
- G: 1101
- $r = 3$
- Data to be sent is:
  - 100100001



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

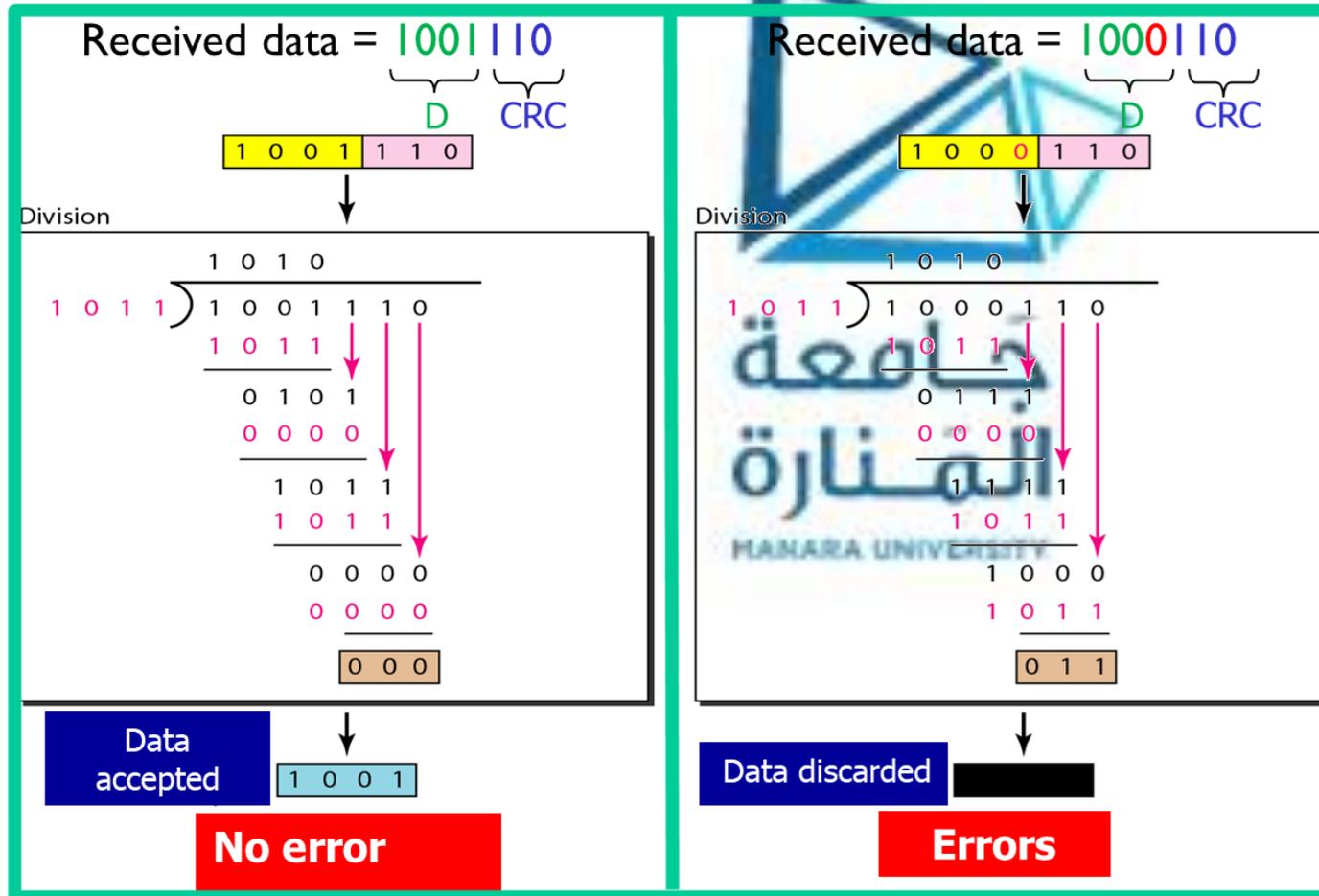
• رمز التكرار الدوري (CRC):  
• مثال آخر:

- D: 1001
- G: 1011
- R = 110
- Data to be sent => 1001110



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

- رمز التكرار الدوري (CRC):
- مثال عن استقبال البيانات:



# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

## • بروتوكولات الوصول المتعددة (Multiple access protocols):

- وصلة منفردة متعددة النقاط مشتركة (أو قناة بث عام)
- عمليتان أو أكثر من عمليات الإرسال المتزامنة بواسطة العقد: سيسبب التداخل
- تصادم إذا استقبلت العقدة إشارتين أو أكثر في نفس الوقت
- الميزات:

- خوارزمية موزعة تحدد كيفية مشاركة العقد في القناة ، أي تحديد متى يمكن للعقدة الإرسال
- مشاركة قناة الاتصال يعني أنه يجب أن يستخدم القناة نفسها!
- لا توجد قناة مستقلة خارج النطاق للتحكم والادارة
- التصنيف: يوجد ثلاث فئات أساسية:

### • تقسيم القناة (channel partitioning)

- تقسم القناة إلى "قطع" أصغر (فترات زمنية ، تردد ، رمز)
- تخصيص جزء للعقدة للاستخدام الحصري

### • الولوج العشوائي (random access)

- القناة غير مقسمة ، وبالتالي تسمح بالتصادم
- هنا يتم اكتشاف التصادمات وحلها عن طريق إعادة إرسال البيانات المتصادمة

### • المتابعة (taking turns)

- تتناوب العقد ، لكن العقد التي تحتوي على المزيد لإرسالها يمكن أن تستغرق أوقاتًا أطول

# طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

## • بروتوكولات الوصول المتعددة (Multiple access protocols):

- التصنيف: يوجد ثلاث فئات أساسية:
  - تقسيم القناة (channel partitioning)
    - Time Division, Frequency Division
  - الولوج العشوائي (random access)
    - ALOHA, S-ALOHA, CSMA, CSMA/CD
    - تحسس الناقل: سهل في بعض التقنيات (سلكية)، صعب في البعض الآخر (لاسلكي)
    - تم استخدام الـ CSMA / CD في إيثرنت
    - تم استخدام التراجع الثنائي (الأسّي) (binary (exponential) backoff):
      - بعد الاصطدام ذات الرقم  $m^{th}$ ، يختار كرت الشبكة NIC قيمة K عشوائياً من  $\{0,1,2, \dots, 2^m-1\}$
      - ، ينتظر كرت الشبكة  $512 * K$  بت مرة، ليعود بعدها لتحسس القناة من جديد
      - تم استخدام CSMA / CA في المعيار 802.11 (اللاسلكي)
    - المتابعة (taking turns)
      - polling from central site, token passing
      - Bluetooth, FDDI, token ring