



شَبكات الحواسيب
Computer Networks

جَامعة
الْمَنارة

HAMARA UNIVERSITY

Dr.-Eng. Samer Sulaiman

2023-2024

مفردات المنهاج

- 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)

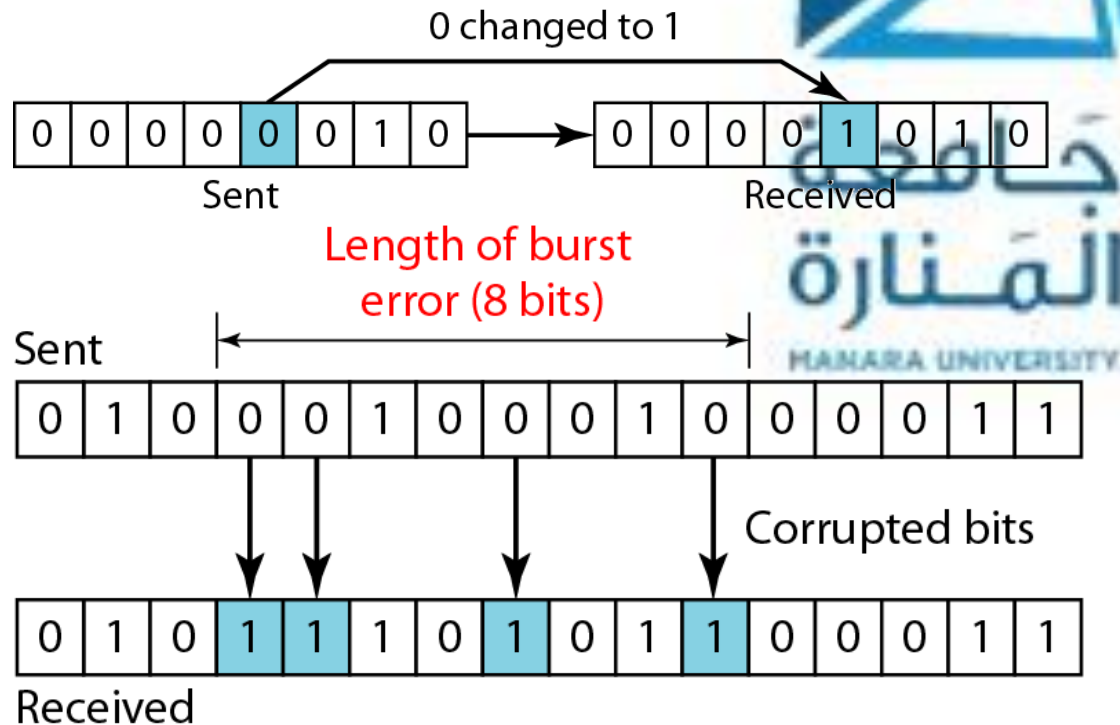
- تتضمن كل طبقة مجموعة من البروتوكولات التي تنظم عمل هذه الطبقة وتفاعلها مع الطبقات الأعلى والأدنى منها
- سنبدأ أولاً بالبروتوكولات المستخدمة في طبقة ربط البيانات:
 - الخدمات التي تقدمها طبقة ربط البيانات:
 - Framing:
 - سيتم هنا تغليف حزم البيانات مع إضافة ترويسة وذييل تستخدم لتخزين معلومات الطبقة لهذه 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)

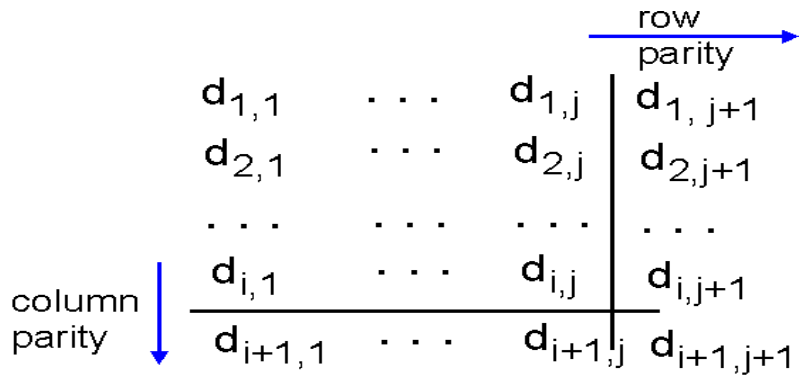
- خطأ متعدد في أكثر من بت (burst error)

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):

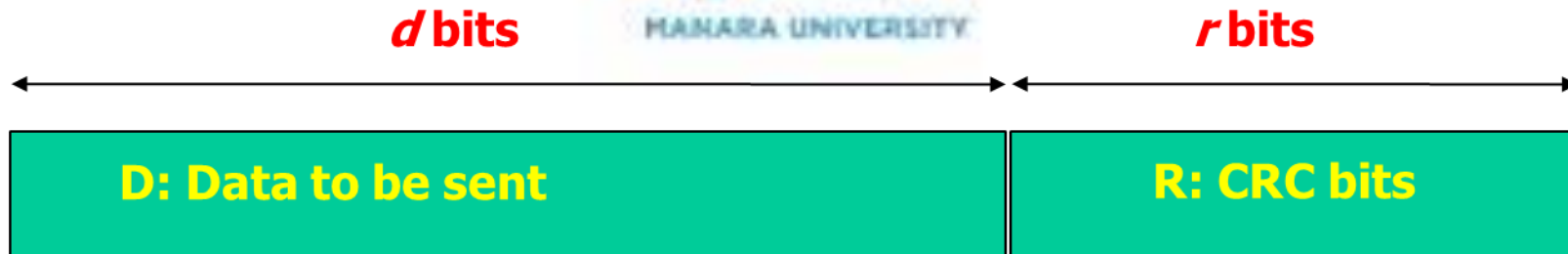
- الهدف: اكتشاف "الأخطاء" (على سبيل المثال، البتات المعكوسة) في الحزمة المرسل (ملاحظة: تستخدم في طبقة النقل فقط)
- في حالة المرسل:
- تعامل مع محتويات البيانات على أنها تسلسل من الأعداد الصحيحة 16 بت
- المجموع الاختباري: يتم إضافة المجموع المكمل 1 لمحتويات البيانات
- يضع المرسل قيمة المجموع الاختباري 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)

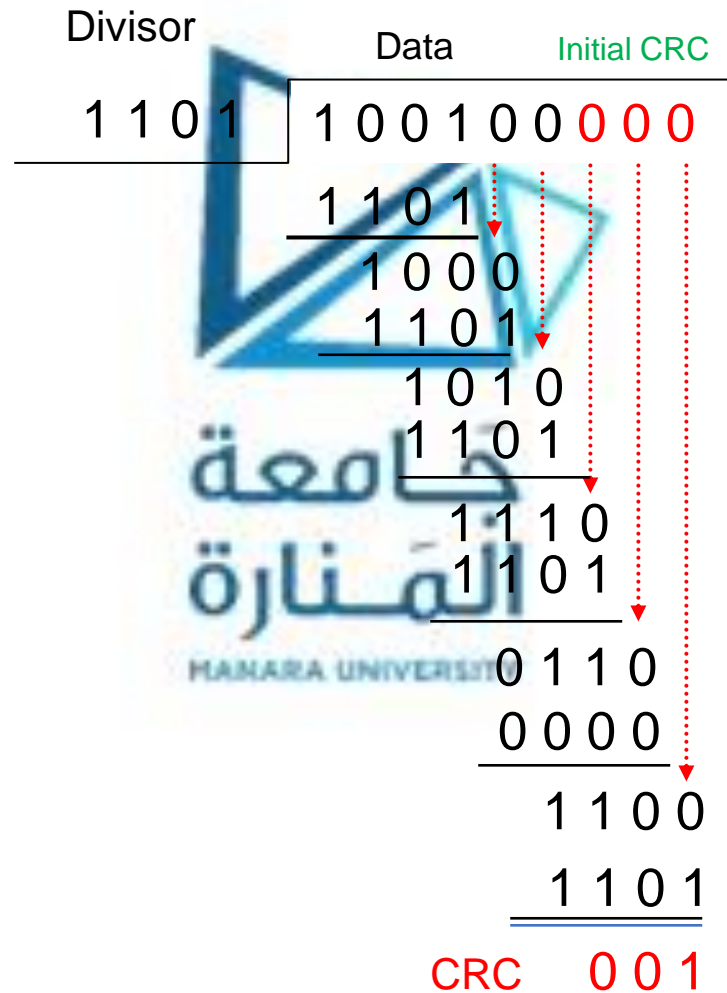
• رمز التكرار الدوري (CRC):

- 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).
- قسم 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:

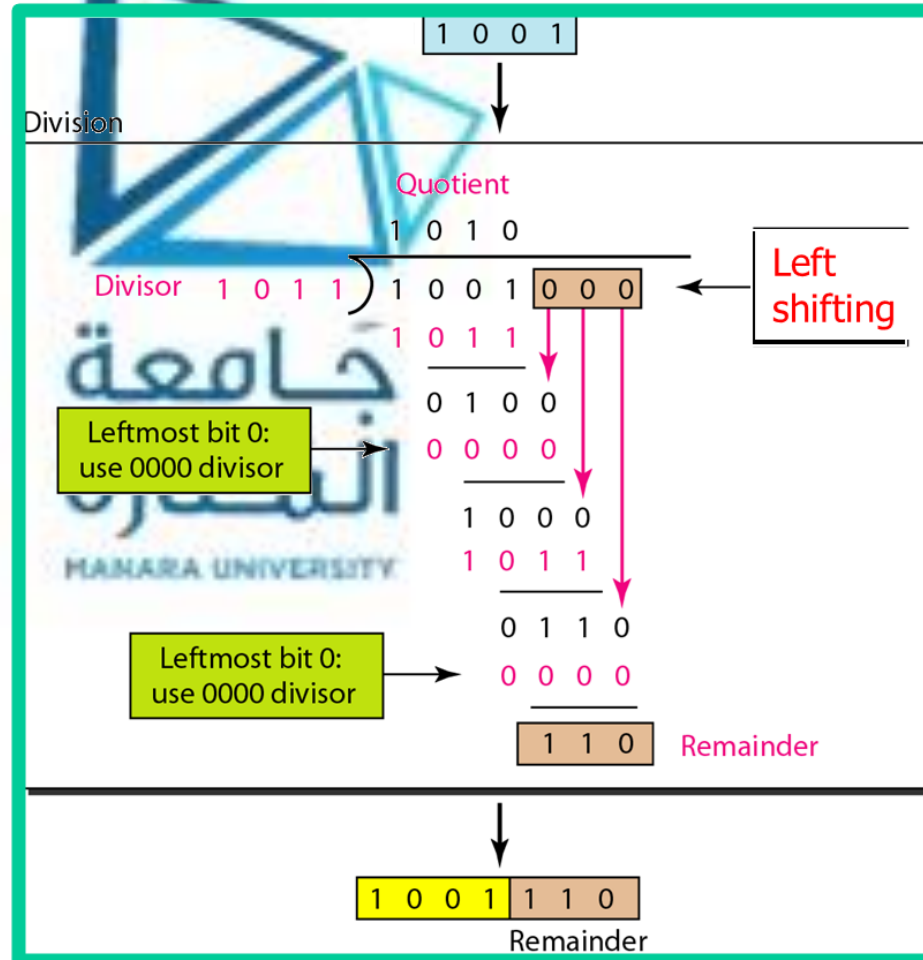


- Data: 100100 (6 bits)
- G: 1101
- r = 3
- Data to be sent is:
 - 100100001

طبقات شبكات الحواسيب (الشبكة، النقل، التطبيقات)

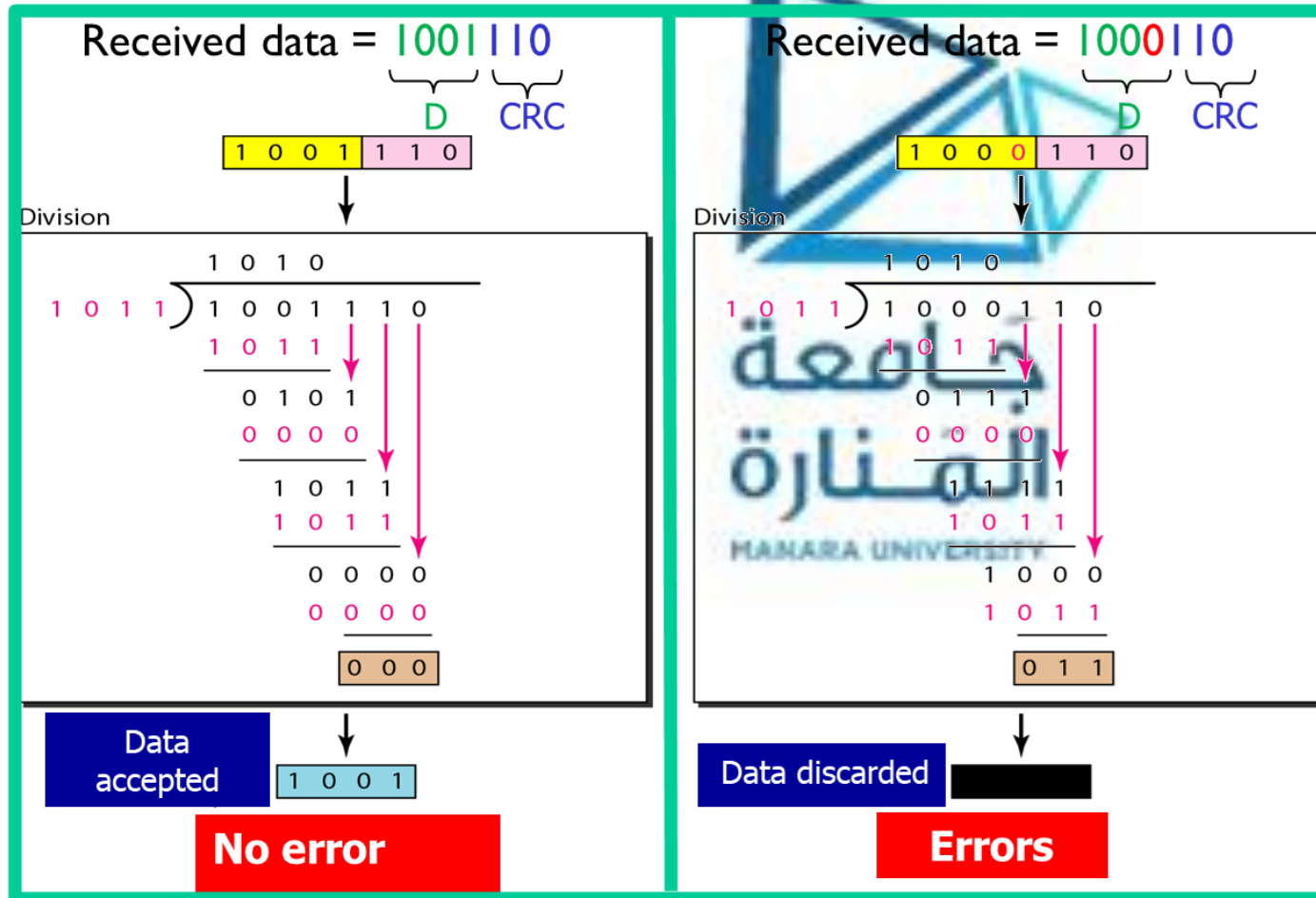
• رمز التكرار الدوري (CRC):
• مثال آخر:

- 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