

Modellezés UPPAAL-ban

Az alternáló bit protokoll

dr. Bartha Tamás

dr. Majzik István

BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

A modellezési feladat

Alternating Bit Protocol variáns

- Átviteli protokoll **üzenetvesztéses** FIFO csatornához
 - **Üzenet elveszhet** véges számú alkalommal
 - **Üzenet tartalom sérülés** más módon ellenőrzött (pl. CRC)
 - Tartalmi sérült üzenet **eldobása**: üzenetvesztésre „leképezve”
- Cél: a protokoll biztosítsa, hogy az üzenet elvesztése kiderüljön;
minden üzenet (véges számú próbálkozással)
eljusson a vevőhöz

Küldő folyamat

- A küldő az üzenetekhez egy ellenőrző bitet kapcsol
- Az üzenetek megérkezését a vevőtől nyugta jelzi, a nyugta ugyanazzal az ellenőrző bittel jön
- A következő üzenet küldése negált ellenőrző bittel
- Hibakezelés a küldőnél
 - Ha a küldő időtúllepéssel észleli a nyugta hiányát
→ újra küldi az üzenetet
 - Ha a küldő b bittel ellátott nyugtát vár de nem ilyet kap → eldobja a nyugtát,
ezután időtúllépés lesz a nyugta hiánya miatt,
ennek hatására újraküldés

Fogadó folyamat

- Az üzenet vételét nyugtázza: az üzenettel **kapott ellenőrző bitet** **visszaküldi a nyugtával**
- A következő üzenet esetén **negált ellenőrző bitet vár**
- Hibakezelés a fogadónál:
 - Ha egy üzenetben **nem negált ellenőrző bit** érkezik **az előző üzenethez képest, akkor**
 - az üzenetet **eldobja** (nem dolgozza fel),
 - nyugtát küld a **bejött ellenőrző bittel** (arra számítva, hogy bizonyára újraküldés történt az előző nyugta elvesztése miatt)

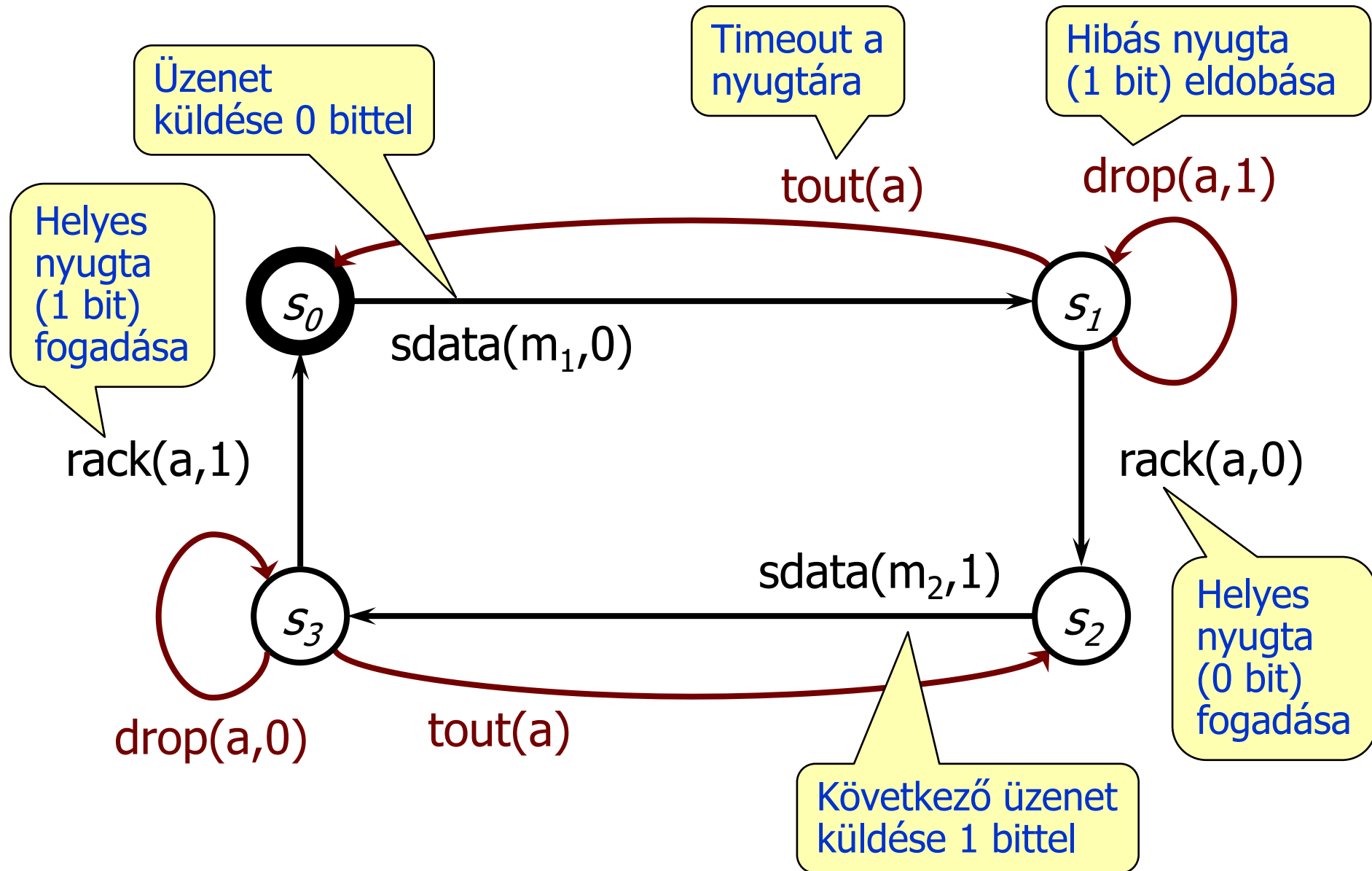
A modellalkotás általános lépései

1. A feladat felbontása aktív szereplőkre és erőforrásokra
2. Szereplők állapotainak meghatározása
3. Erőforrások állapotainak meghatározása
4. Állapot alapú modellekből automata modellek készítése
5. Szereplők és erőforrások modelljeinek integrálása
(interakciókkal, szinkronizációkkal)
6. Integrált modell helyességének ellenőrzése
7. Modell felhasználása a feladat megoldására

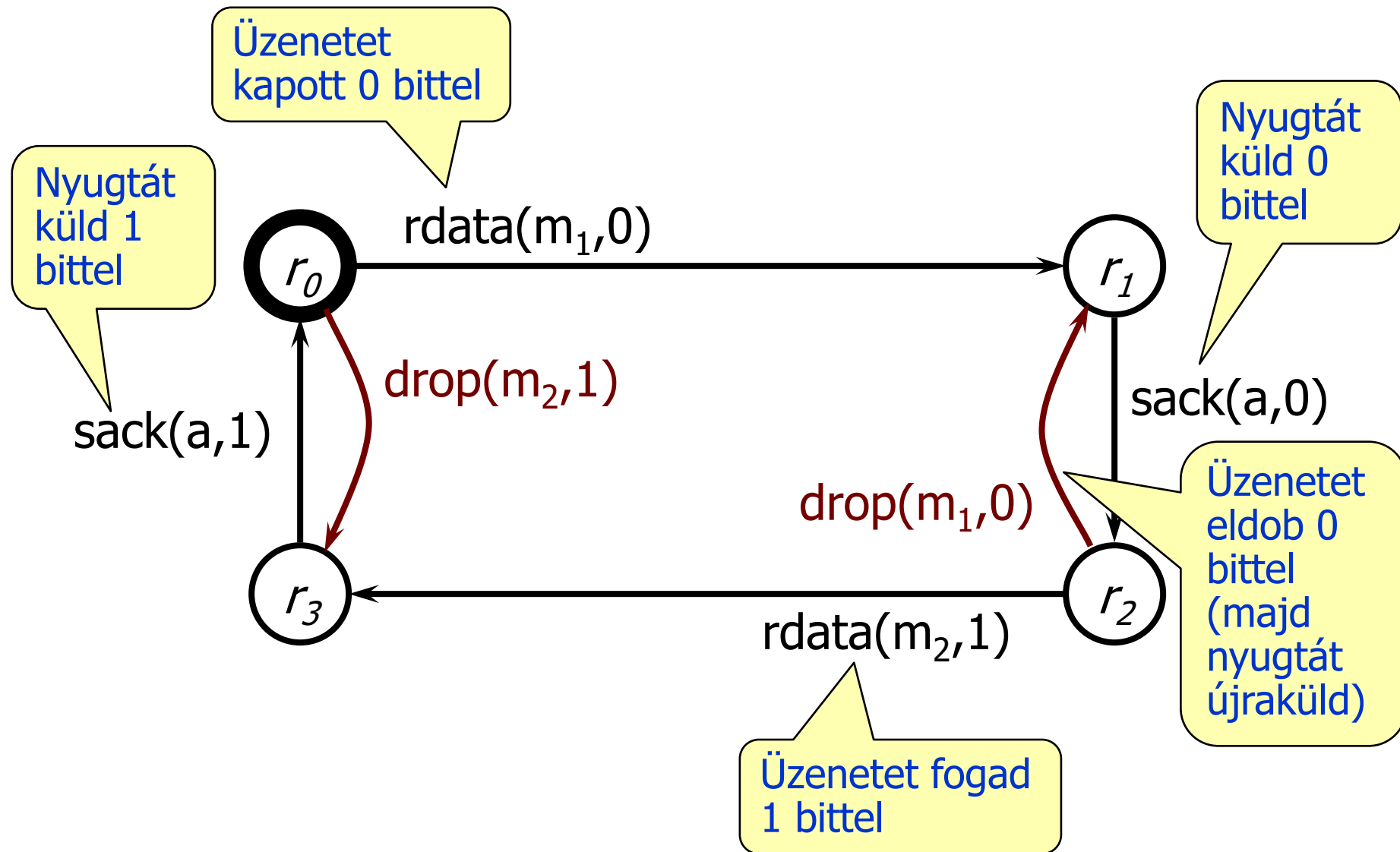
Komponensek és állapotaik

- A modell komponensei
 - Aktív szereplők: küldő folyamat, fogadó folyamat
 - Erőforrások: adat csatorna, nyugtázó csatorna
- Állapot alapú modellezés
 - Durva (informális) modell: Állapotgráf, állapotok körökkel, események nyilakkal
 - Részletes formális modell: Időzített automata
- Modellek integrálása:
 - Azonos események egy időben mennek végbe: szinkronizáció

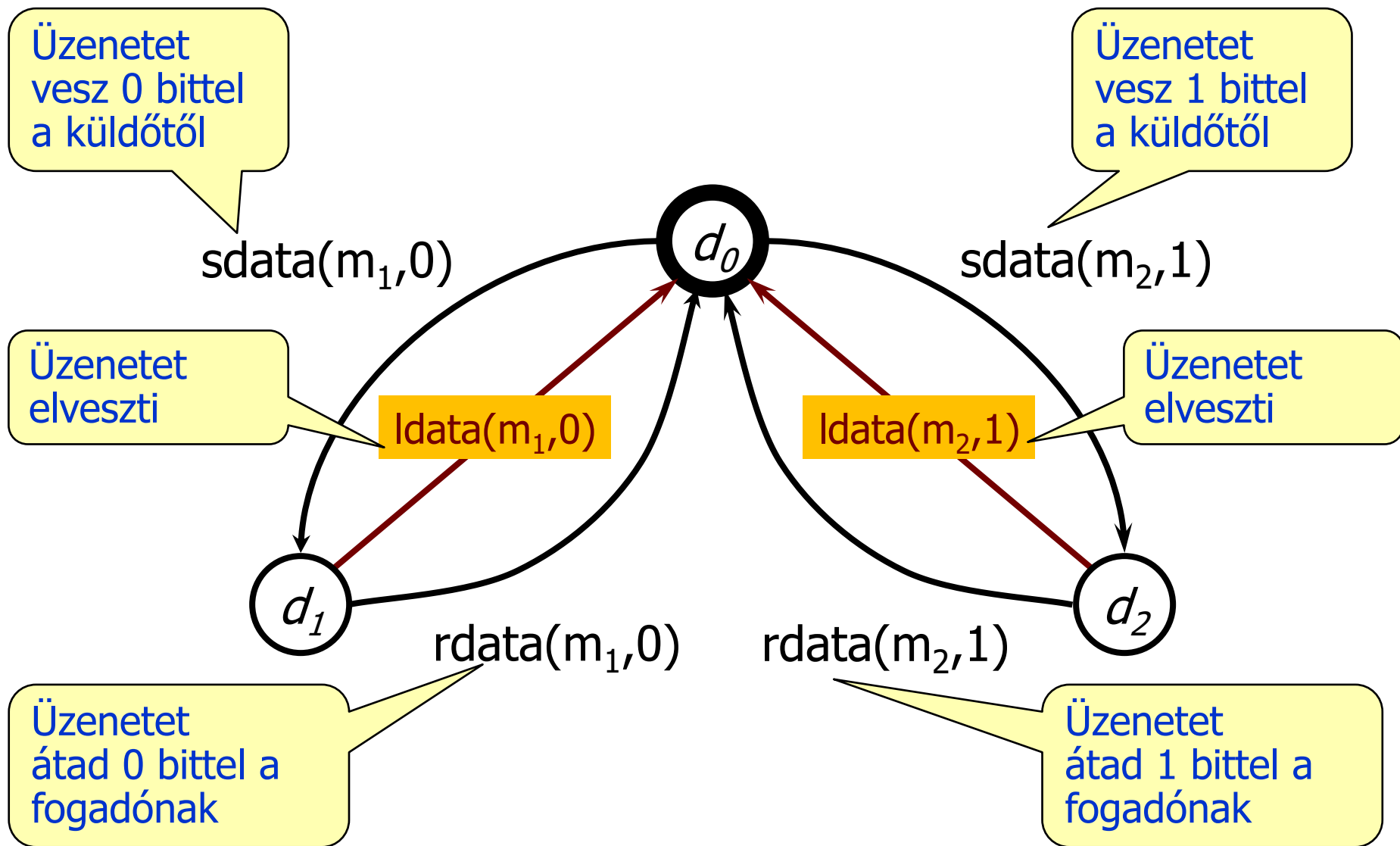
Küldő folyamat állapotgráfja



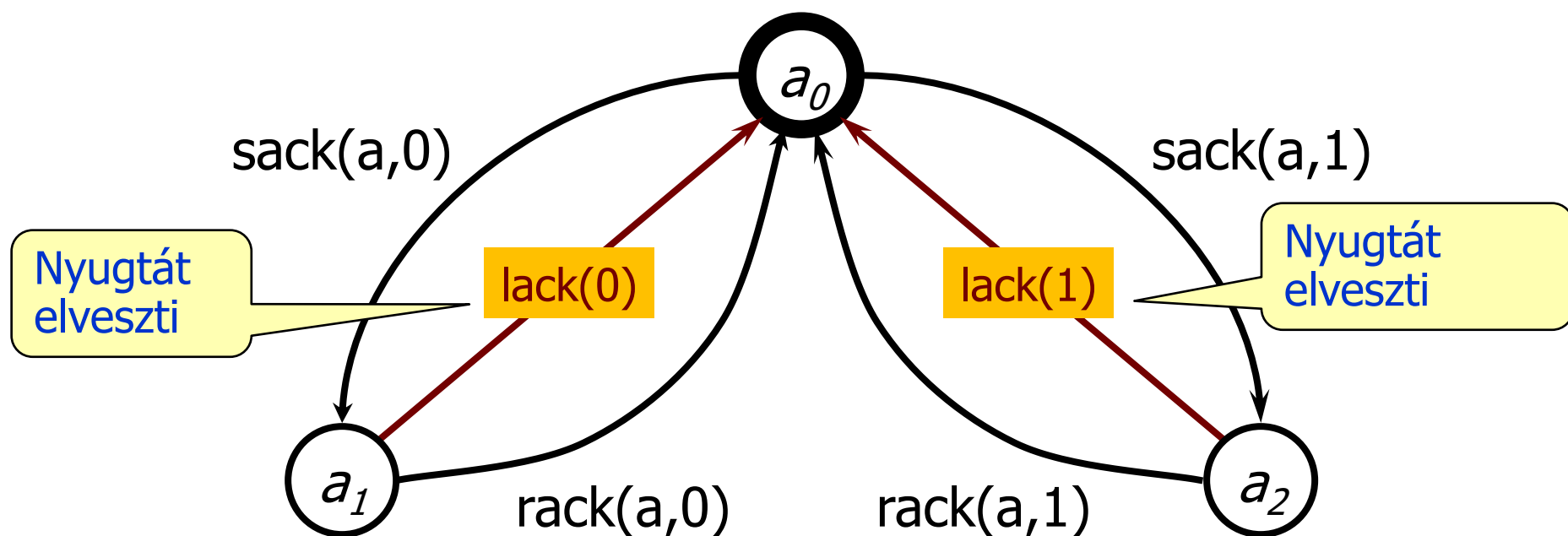
Fogadó folyamat állapotgráfja



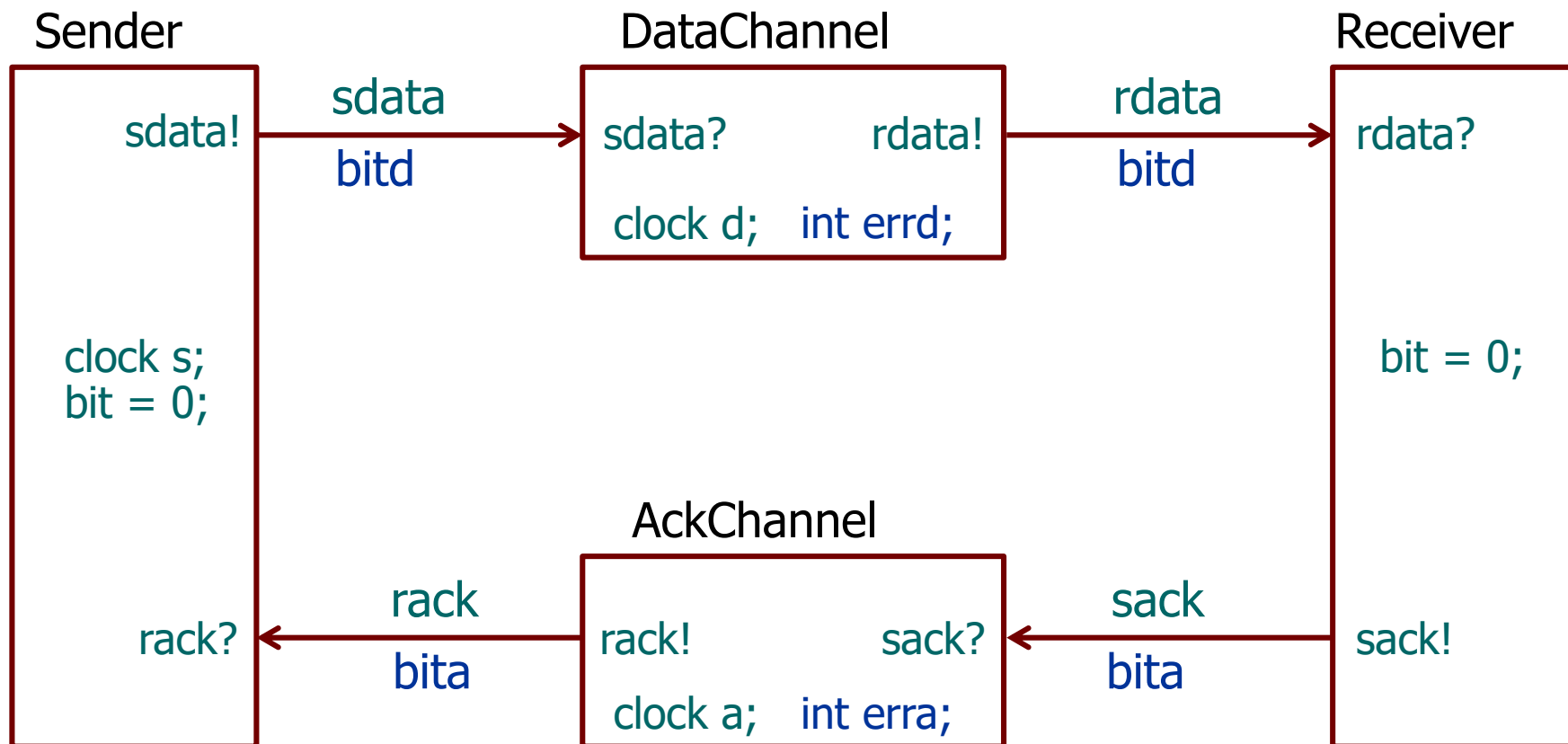
Adat csatorna állapotgráfja adatvesztéssel



Nyugtázó csatorna állapotgráfja adatvesztéssel



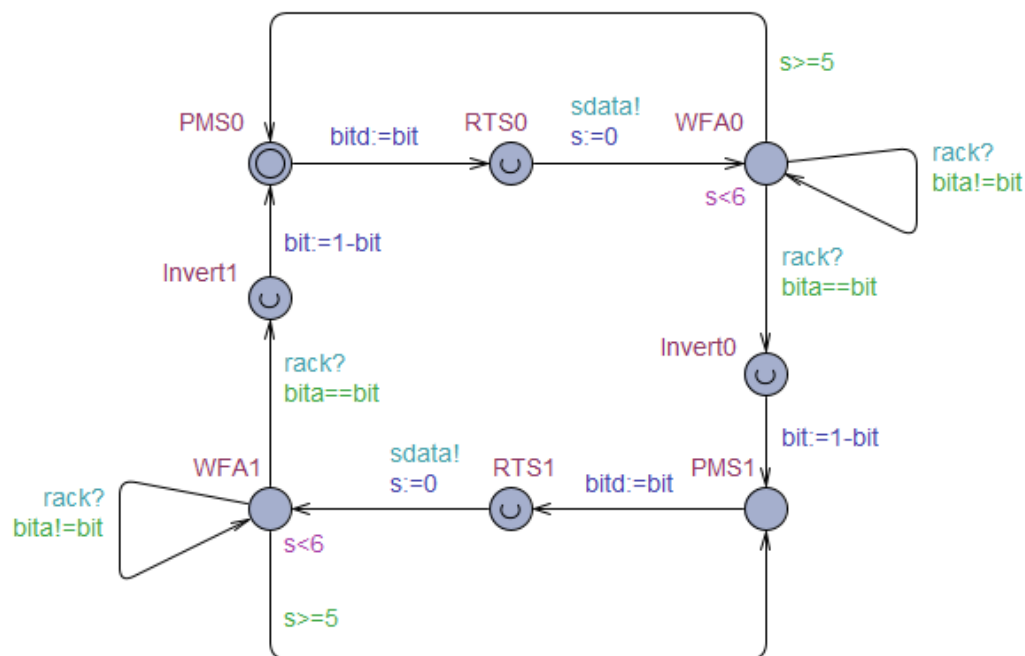
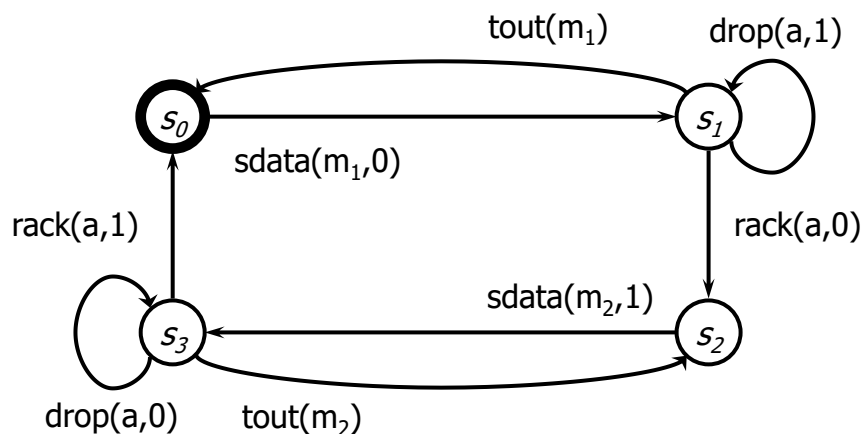
Komponensek és szinkronizáció



- Egyszerűsítés: Csak a csatolt bit van modellezve: `bitd`, `bita`
- Hibaszámlálás lehet egymás utáni üzenetvesztésre: `errd`, `erra`
sikeres üzenettovábbítás nullázza ezeket

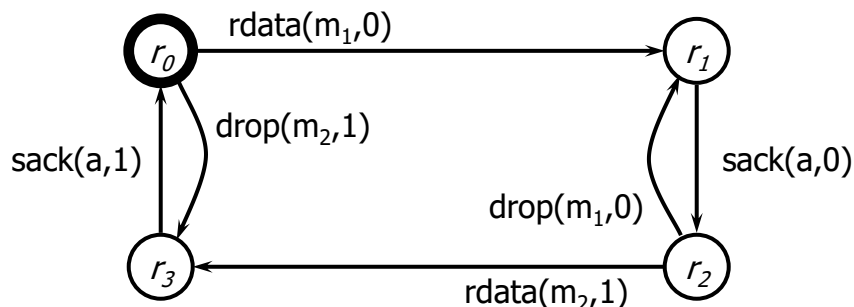
Küldő folyamat időzített automata modell

- Szemantikai kötöttségek
 - Szinkronizáció + „adatátvitel” megosztott változóval
 - „Timeout” óraváltozóval és őrfeltétellel
- Küldő folyamat:

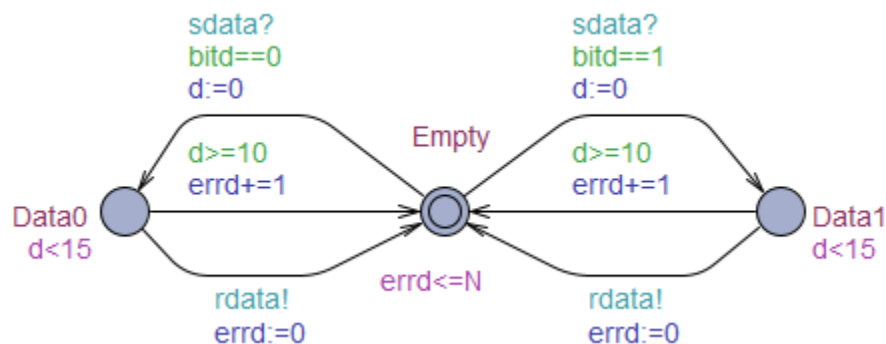
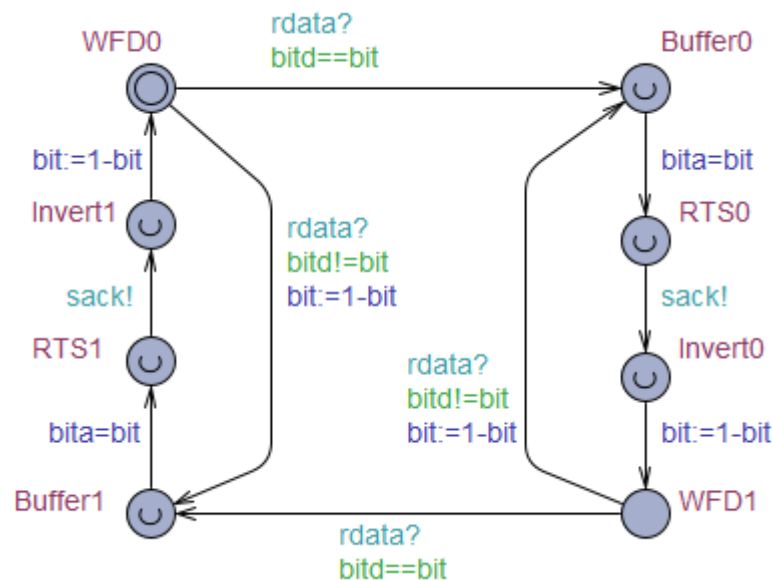
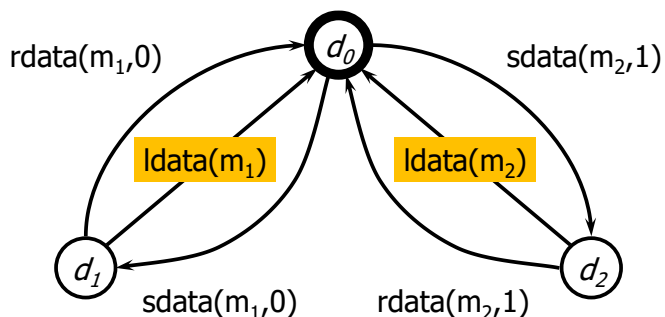


Fogadó és csatorna automata modell

- Fogadó folyamat:

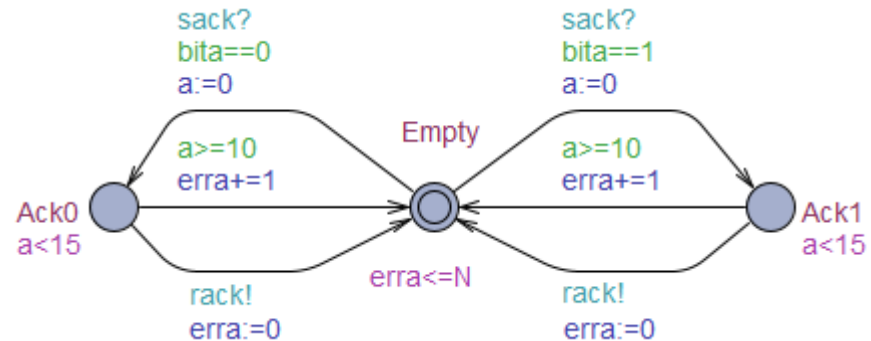
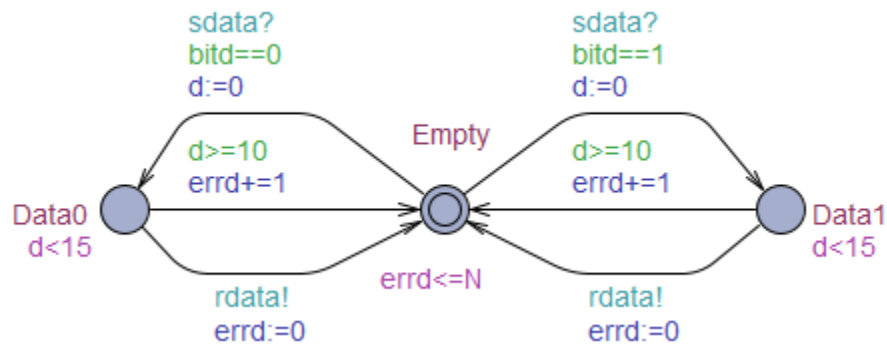
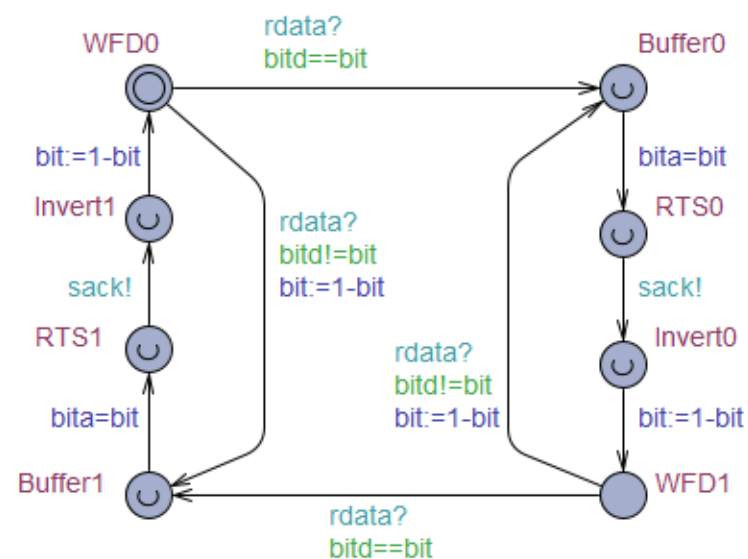
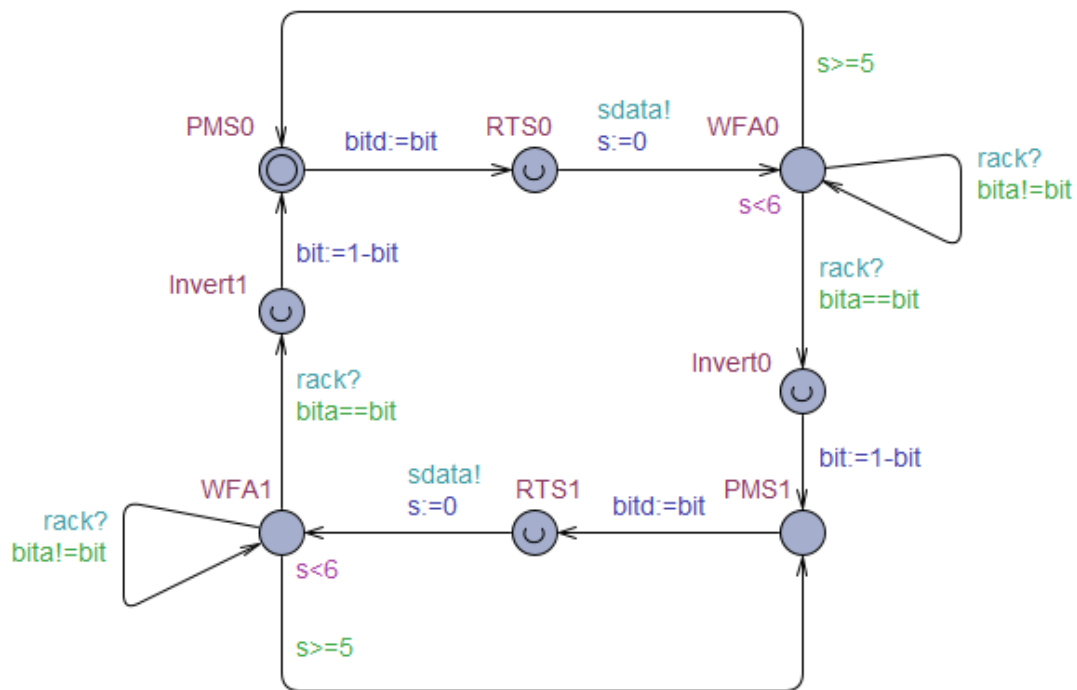


- Adatcsatorna (nyugtázó hasonló):



Max. N egymást követő hiba;
hely invariánssal modellezve

A teljes UPPAAL modell



Verifikáció (néhány példa)

- Nincs a modellben deadlock

$A[]$ not deadlock

- Előbb-utóbb biztosan kiürül a csatorna

$\text{DataChannel.Data0} \rightarrow \text{DataChannel.Empty}$

- Lehetséges, hogy N (azaz maximális számú) alkalommal elvesztjük a nyugtát

$E \neq (\text{AckChannel.Empty} \text{ and } \text{AckChannel.err} = N)$

- Lehetséges, hogy N alkalommal elvesztjük az adatot

$E \neq (\text{DataChannel.Empty} \text{ and } \text{DataChannel.err} = N)$

Szükséges-e nyugta eldobása a küldőnél?

- Érkezh-e a küldőhöz nem várt bittel nyugta?
 - A fogadó csak vett üzenetre küld nyugtát, az üzenetben található bittel
 - A fogadó nem végez vett üzenet nélkül nyugta újraküldést
- Vizsgálathoz:
drop változó bevezetése
- Verifikált tulajdonság:
 $E \langle \rangle \text{Sender.drop} == 1$
- Tanú trace:
Késleltetés miatt „rossz időpontban” érkezik nem várt bittel nyugta

