

# سخنرانی: 8 ترکیب دولت ماشین‌ها، نمودارهای وضعیتی

سید حسین عطارزاده نیاکی

بر اساس اسلایدهای ادوارد لی و پیتر مارودل

سیستم‌های زمان واقعی جاسازی شده

1

## بررسی کنید

• FSM ها با ورودی‌های زمان پیوسته

• پالایش دولتی

• کلاس‌های سیستم‌های هیبریدی

- اتومات‌های زمان دار

- دینامیک مرتبه بالاتر

- کنترل نظارتی

سیستم‌های زمان واقعی جاسازی شده

2



## زمانی

4

سیستم های ترکیبی متوالی را ارائه می دهند  
مدل های مودال: توالی بین حالت ها

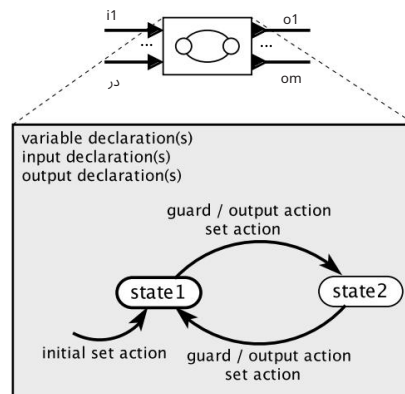


سیستم های هم زمان جاسازی شده <https://www.youtube.com/watch?v=5B3GgZp211I>

5

## مورد نیاز برای ترکیب همزمان: یک رابط.

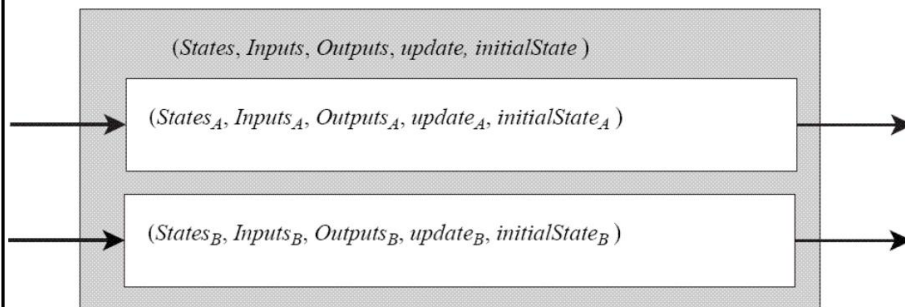
- مدل بازیگر برای دولت
- ماشین آلات
- ورودی ها و خروجی ها را در معرض دید
- قرار دهید



سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

6

## ترکیب کنار هم



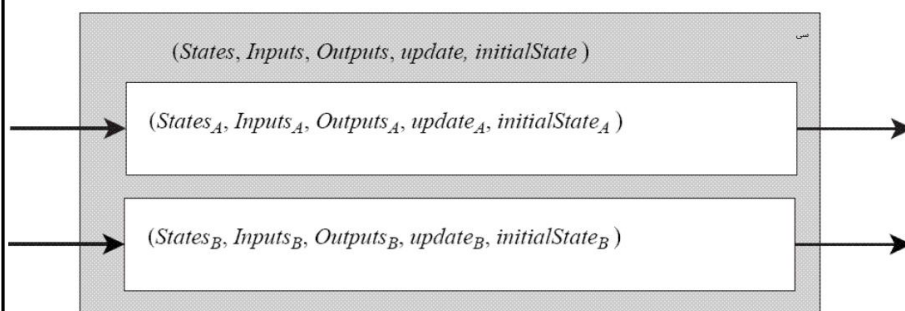
یک سوال کلیدی: چه زمانی این ماشین ها واکنش نشان می دهند؟

نحوه هماهنگی واکنش‌های ماشین‌های ترکیبی «مدل محاسبات» (MoC) نامیده می‌شود.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

7

## کنار هم، ترکیب موازی



این ماشین ها چه زمانی واکنش نشان می دهند؟ دو مورد از بسیاری از احتمالات: • با هم، در مرحله قفل (ترکیب همزمان، همزمان) • به طور مستقل (ترکیب ناهمزمان، همزمان)

• معنایی: 1: واکنش C واکنش A یا B است (درهم می‌شود) • معنایی: 2: واکنش C واکنش A، B یا هر دو است.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

8

## ترکیب سنکرون

$$C = A \times B = (\text{States}_C, \text{Inputs}_C, \text{Outputs}_C, \text{update}_C, \text{initialState}_C)$$

$$\text{State}_C = \text{States}_A \times \text{States}_B$$

$$\text{Inputs}_C = \text{Inputs}_A \times \text{Inputs}_B$$

$$\text{خروجی} = \text{خروجی } A \times \text{خروجی } B \text{ (اولیه } C \text{ (} (o_A, o_B) \text{))}$$

$$\text{update}_C((s_A, s_B), (i_A, i_B)) = ((s'_A, s'_B),$$

$$= (\text{InitialState}_A, \text{InitialState}_B))$$

کجا:

$$(s'_B, o_B) = \text{update}_B(s_B, i_B)$$

$$(s'_A, o_A) = \text{update}_A(s_A, i_A)$$

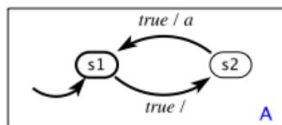
سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

9

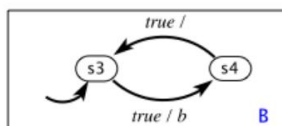
## ترکیب سنکرون

$$S_C \sqsubseteq S_A \times S_B$$

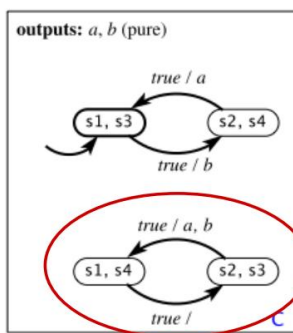
outputs: a, b (pure)



A



B



ترکیب سنکرون

توجه داشته باشید که این دو حالت قابل دسترسی نیستند.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

10

## ترکیب ناهمزمان (معناشناسی درهم آمیخته)

$$C = A \times B = (\text{StatesC}, \text{InputsC}, \text{OutputsC}, \text{updateC}, \text{initialStateC})$$

$$\text{StateC} = \text{StatesA} \times \text{StatesB}$$

$$\text{InputsC} = \text{InputsA} \times \text{InputsB}$$

$$\text{خروجی } C = \text{خروجی } A \times \text{خروجی } B \text{ اولیه } C = ((o'A, o'B))$$

$$\text{updateC}((sA, sB), (iA, iB)) = ((s'A, s'B), \\ = (\text{InitialStateA}, \text{InitialStateB}))$$

کجا:

$$s'B = sB \text{ و } (s'A, o'A) = \text{updateA}(sA, iA) \text{ وجود ندارد}$$

$$s'A = sB \text{ و } (s'B, o'B) = \text{updateB}(sB, iB) \text{ غایب}$$

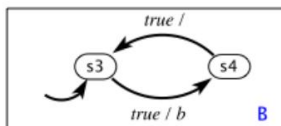
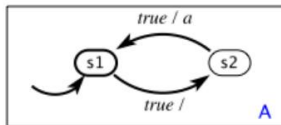
سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

11

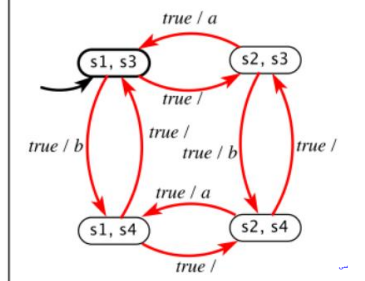
## ترکیب ناهمزمان

$$S_C \sqsubseteq S_A \times S_B$$

outputs: a, b (pure)



outputs: a, b (pure)



ترکیب ناهمزمان با استفاده از  
معناشناسی درهم

توجه داشته باشید که اکنون  
همه ایالت ها قابل دسترسی  
هستند.

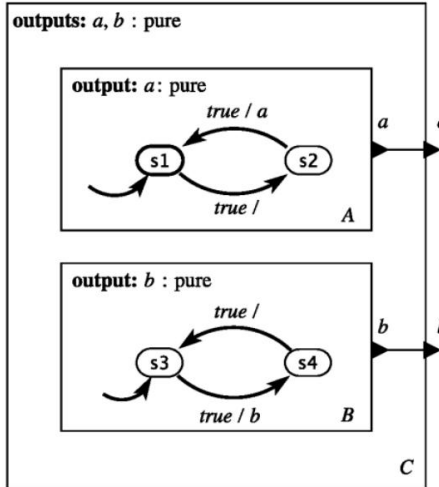
سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

12

## نحو در مقابل معناشناسی

پاسخ به این سؤالات، MoC مورد

استفاده را تعریف می کند.



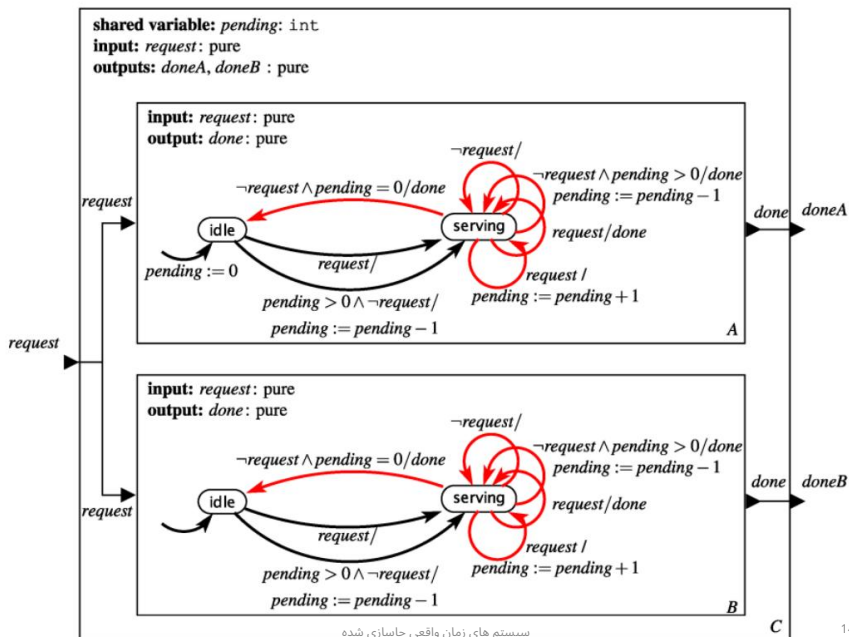
همزمان یا  
ناهمزمان  
ترکیب؟

اگر ناهمزمان باشد، آیا امکان  
انتقال همزمان در A و B را می  
دهد؟ چگونه انتخاب کنیم که A  
یا B در هنگام واکنش C واکنش  
نشان دهد؟

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

13

## متغیرهای مشترک: دو سرور



سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

14

## نکات ظریف با متغیرهای مشترک

• درهم آمیختن معناشناسی

- دسترسی اتمی به متغیرهای مشترک

- ورودی های از دست رفته در مورد پورت های ورودی مستقل

- ممکن است از ماشین های بیکار به خوبی استفاده نکند

• ترکیب سنکرون

- خواندن (توسط نگهبان) و نوشتن یک متغیر به طور همزمان

- معناشناسی درهم تنیده همزمان

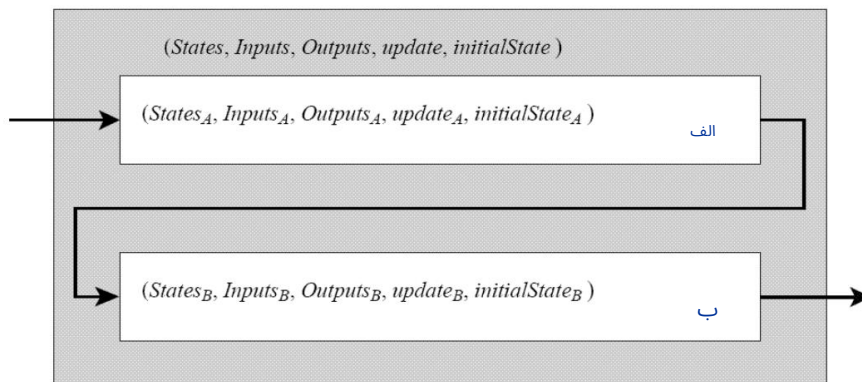
• عدم جبر

• ترتیب ثابت (اولویت و غیره)

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

15

## ترکیب آبخار (ترکیب سریال)



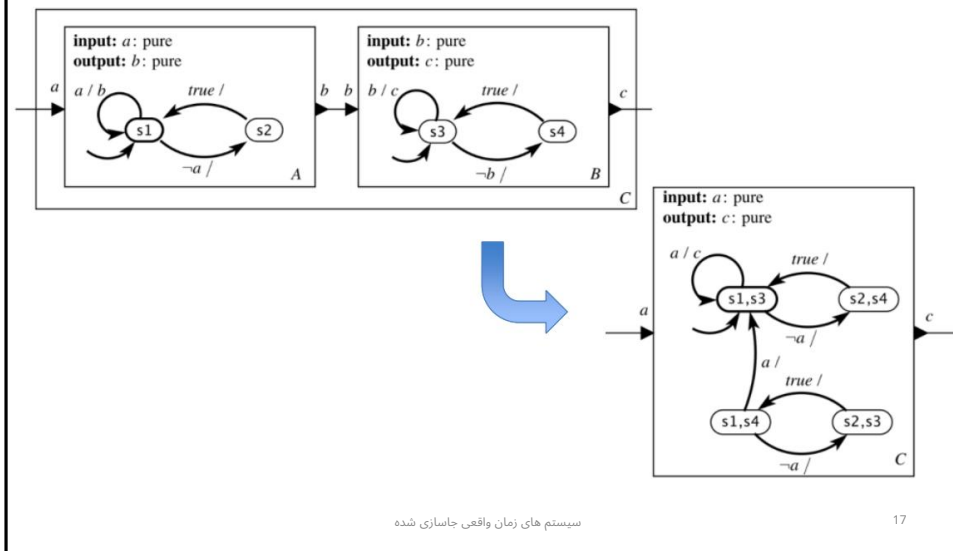
پورت (های) خروجی A متصل به پورت (های) ورودی B • ترکیب سنکرون : A و B به ترتیب (اما در زمان صفر) واکنش نشان می دهند • ترکیب ناهمزمان : نیاز به بافر دارد

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

16



## مثال



17

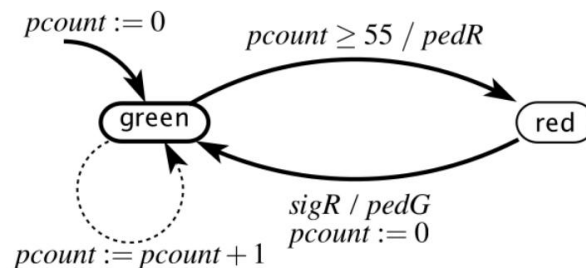
## مثال:

### چراغ عابر پیاده با راه اندازی زمان

**variable:**  $pcount: \{0, \dots, 55\}$

**input:**  $sigR$ : pure

**outputs:**  $pedG, pedR$ : pure



این چراغ به مدت 55 ثانیه سبز می ماند و سپس قرمز می شود.  
با دریافت ورودی  $sigR$ ، چراغ را تکرار می کند.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

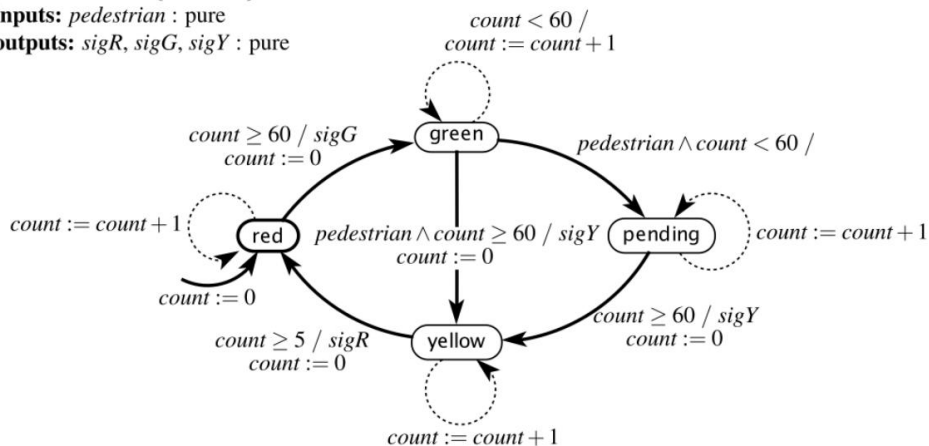
18

## مثال: چراغ ماشین با زمان تریگر

**variable:**  $count: \{0, \dots, 60\}$

**inputs:**  $pedestrian: pure$

**outputs:**  $sigR, sigG, sigY: pure$



سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

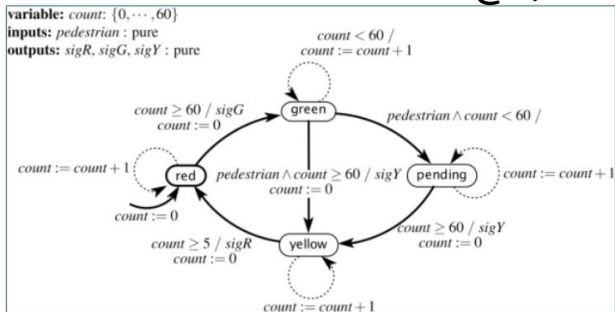
19

## چراغ عابر پیاده با چراغ خودرو

**variable:**  $count: \{0, \dots, 60\}$

**inputs:**  $pedestrian: pure$

**outputs:**  $sigR, sigG, sigY: pure$



sigY

sigG

sigR

اندازه فضای حالت ماشین

کامپوزیت چقدر است؟

sigR

**variable:**  $pcount: \{0, \dots, 55\}$

**input:**  $sigR: pure$

**outputs:**  $pedG, pedR: pure$

$pcount := 0$

$pcount \geq 55 / pedR$

$sigR / pedG$

$pcount := 0$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

$pcount := pcount + 1$

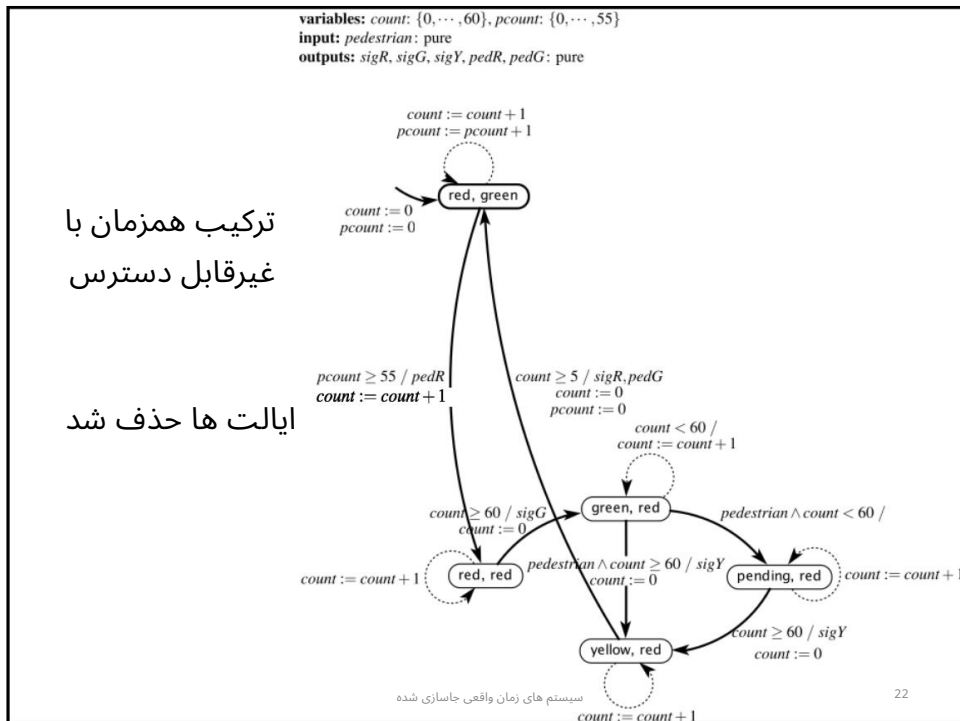
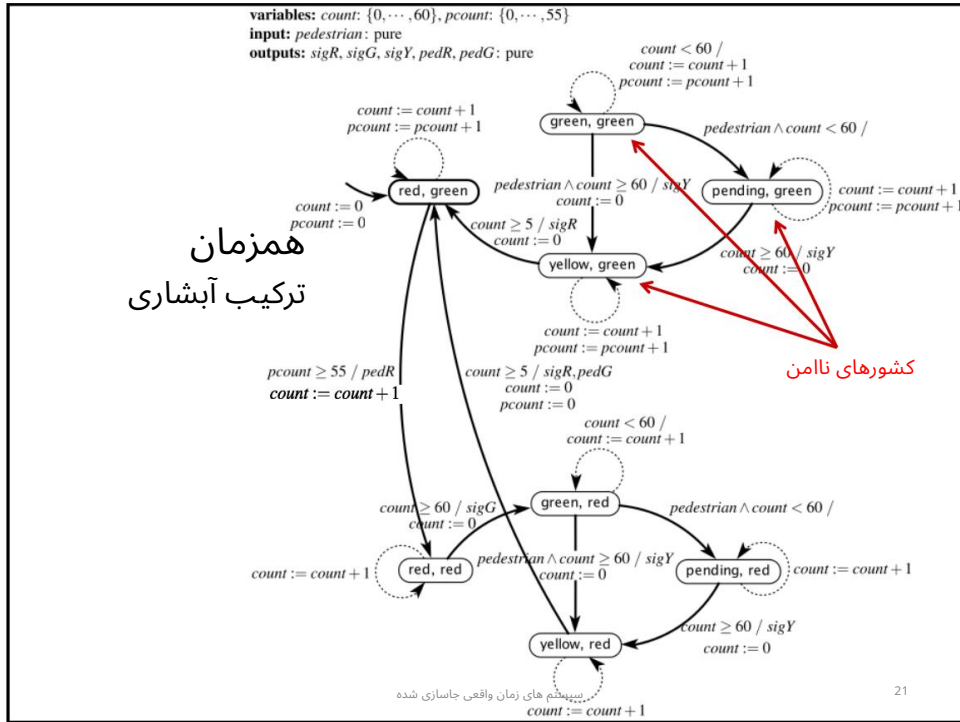
$pcount := pcount + 1$

pedG

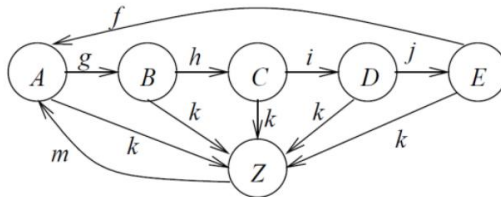
pedR

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

20



## معرفی سلسله مراتب

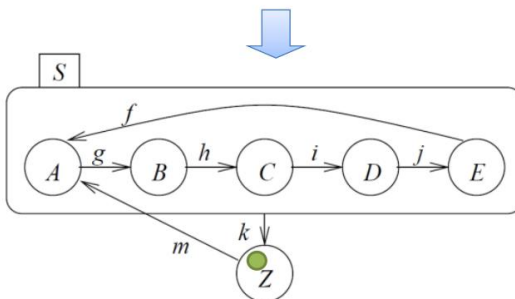


FSM دقیقاً در یکی از زیر ایالت های S

خواهد بود

اگر S فعال باشد

(چه در A یا در B ..)

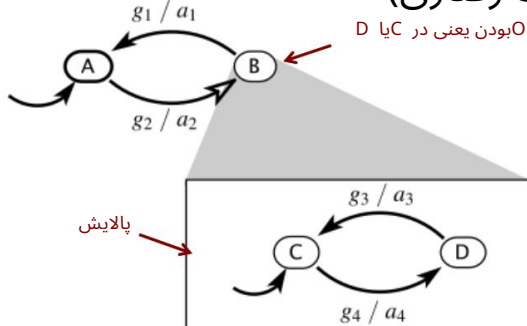


سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

23

## ماشین های حالت سلسله مراتبی

### (سلسله مراتب رفتاری)



حالت (B) OR بودن یعنی در C یا D

(بودن)

واکنش: 1. اول، پالایش وضعیت فعلی (در

صورت وجود) واکنش نشان می دهد.

2. سپس دستگاه سطح بالا واکنش نشان می دهد.

اگر هر دو خروجی تولید کنند، لازم است که تضاد نداشته باشند.

این دو مرحله بخشی از یک واکنش هستند.

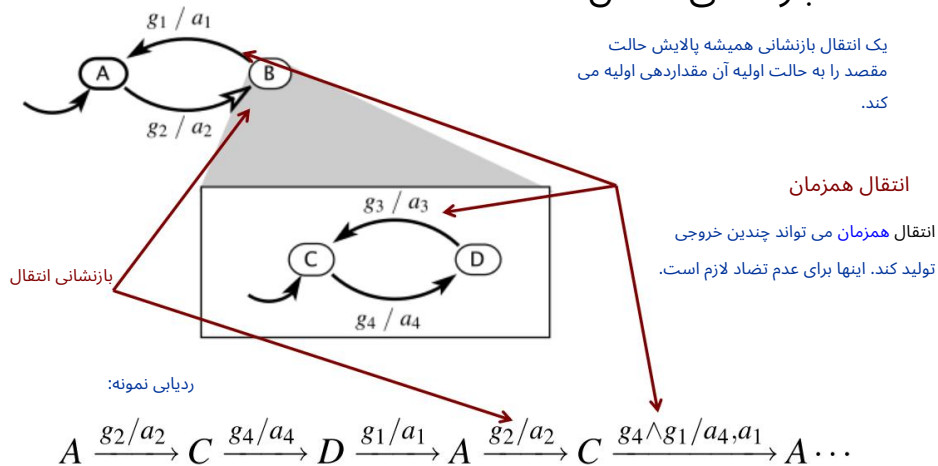
[استاتچارتز، دیوید هارل، 1987]

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

24

## ماشین های حالت سلسله مراتبی با

### بازنشانی انتقال



انتقال مجدد به این معنی است که وقتی یک حالت با پالایش باقی می ماند، می توانید وضعیت پالایش را فراموش کنید.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

25

## ماشین حالت مسطح معادل

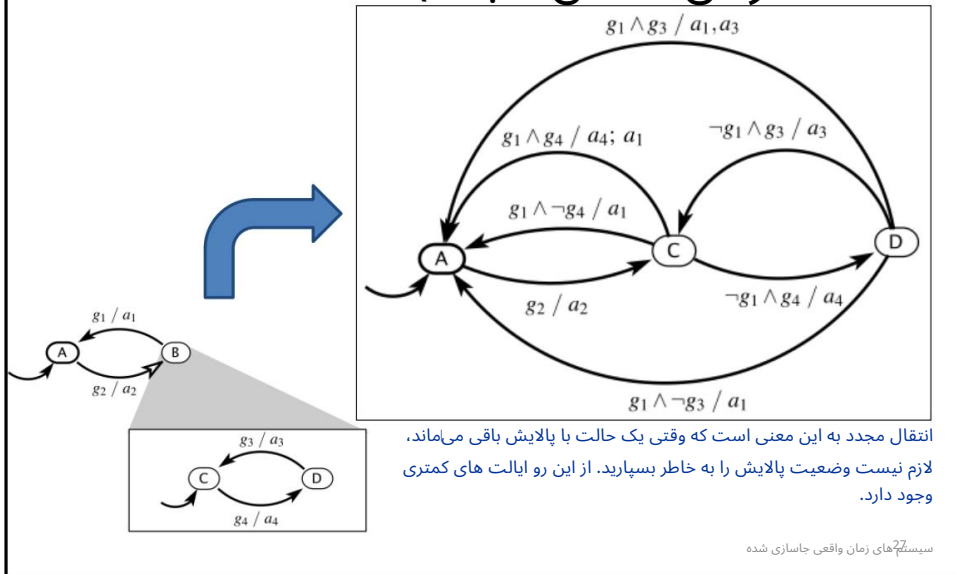
• هر ماشین حالت سلسله مراتبی می تواند باشد  
به یک ماشین حالت مسطح معادل تبدیل شده است.

• این تبدیل می تواند باعث ایجاد فضای حالت شود  
به طور قابل توجهی منفجر شود.

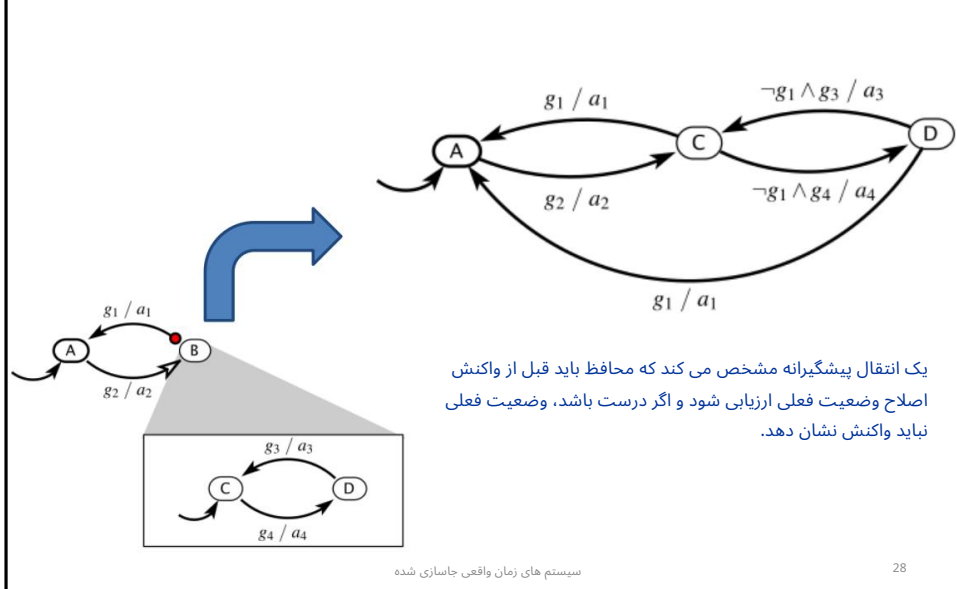
سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

26

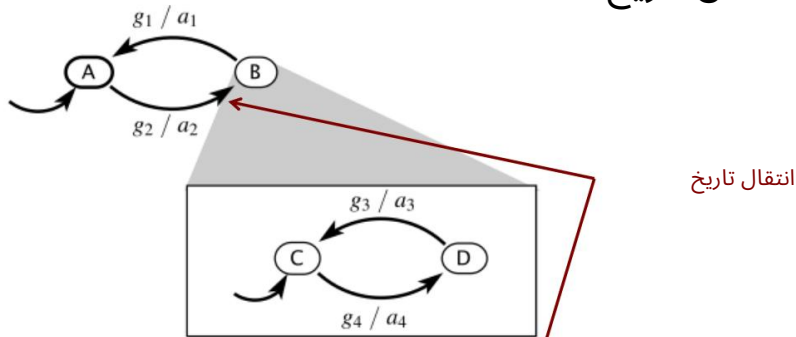
## صاف کردن ماشین حالت (با فرض انتقال مجدد):



## انتقال‌های پیشگیرانه



## ماشین های حالت سلسله مراتبی با انتقال تاریخ



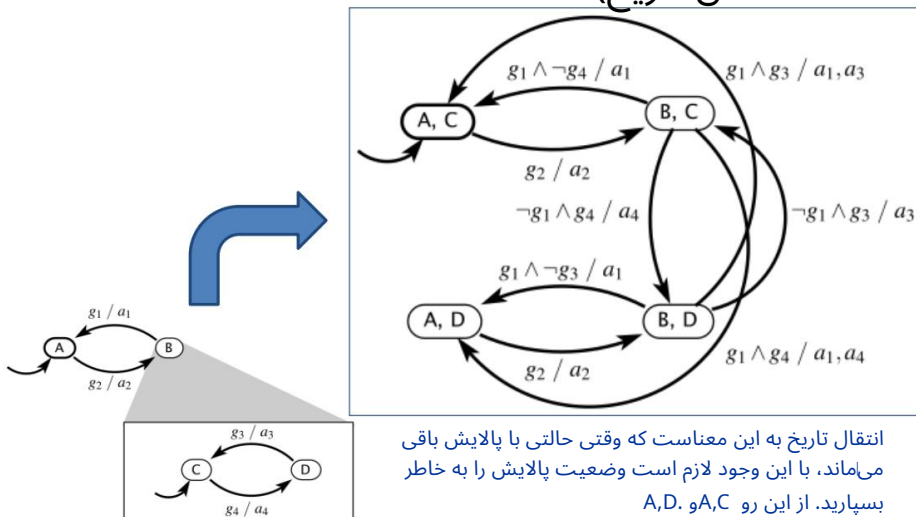
ردیابی نمونه:

$$A \xrightarrow{g_2/a_2} C \xrightarrow{g_4/a_4} D \xrightarrow{g_1/a_1} A \xrightarrow{g_2/a_2} D \xrightarrow{g_3 \wedge g_1/a_3, a_1} A \dots$$

انتقال تاریخ به این معناست که وقتی حالتی با پالایش باقی می‌ماند، با این وجود لازم است وضعیت پالایش را به خاطر بسپارید.

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

## صاف کردن ماشین حالت (با فرض انتقال تاریخ):



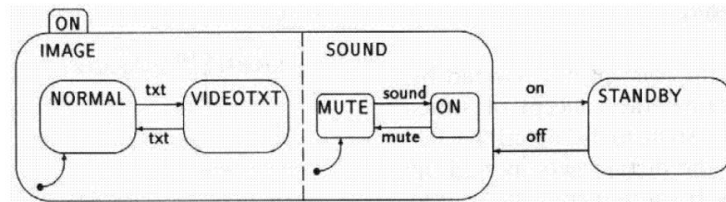
انتقال تاریخ به این معناست که وقتی حالتی با پالایش باقی می‌ماند، با این وجود لازم است وضعیت پالایش را به خاطر بسپارید. از این رو A,D و A,C

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

## FSM های سلسله مراتبی + همزمان ترکیب: • [Harel 87] StateCharts مدل سازی با

- سلسله مراتب (یا حالات)
- ترکیب همزمان (و حالات)
- پخش (برای ارتباط)

• به طور گسترده در عمل استفاده می شود



مثال به خاطر رابنهارد فون هانکسلدن

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

## خلاصه مفاهیم کلیدی

• ایالت ها می توانند اصلاحاتی داشته باشند (مدل های مودال دیگر)

- OR - حالات
- و بیان می کند

• انواع مختلف انتقال:

- تاریخچه
- تنظیم مجدد
- پیشگیرانه

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

32



# ارزیابی StateCharts

مؤلفان (X)

- برای برنامه های کاربردی در سطح سیستم های مایکروکنترلر و سیستم های تعبیه شده
- تودرتوی حالات AND- و OR-super.
- بدون ساختار برنامه.
- بدون شرح رفتار غیر عملکردی.
- بدون شی گزایی.
- بدون شرح سلسله مراتب ساختاری.
- برنامه های تولید شده ممکن است ناکارآمد باشند.
- «back-ends» موجود، StateCharts را به زبان های HW یا SW ترجمه می کند، بنابراین اجرای نرم افزار یا سخت افزار را امکان پذیر می کند.

(StateMate, StateFlow, BetterState, ...)

سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

33

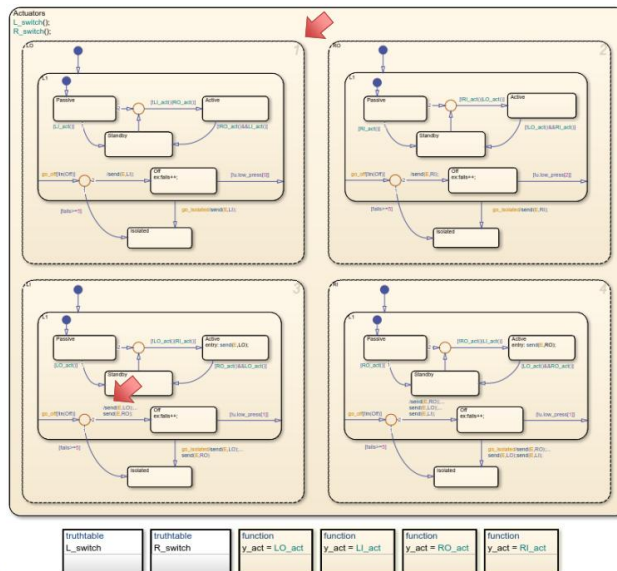
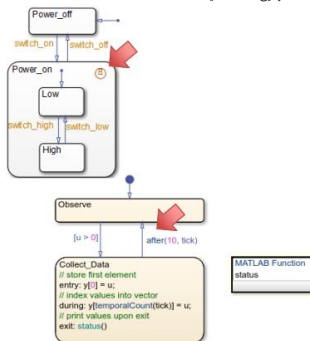
## Modeling StateCharts در

جریان وضعیت

• طراحی ماشین های حالت، جریان نمودارها، جداول انتقال حالت و جداول صدق

• به سیگنال های ورودی، رویدادها، پیام ها و شرایط مبتنی بر زمان واکنش نشان دهید

• از انیمیشن های گرافیکی برای تجزیه و تحلیل و اشکال زدایی استفاده کنید



سیستم های زمان واقعی جاسازی شده

34

## خلاصه

• ترکیب ساختن سیستم های پیچیده را از سیستم های ساده تر امکان پذیر می کند.

- ترکیب همزمان در مقابل ناهمزمان

• تاکید ترکیب همزمان، بر خلاف نخ ها، بر تعیین و تحلیل پذیری است.

همزمانی

FSM • های سلسله مراتبی نمایش فشرده ماشین های حالت بزرگ را فعال می کنند.

- قابل تبدیل به FSM های مسطح با حالت های بیشتر