

هم طراحی سخت افزار نرم افزار

جلسه بیست و دوم: سنتز توأم-زمان بندی ۴

ارائه دهنده: آتنا عبدی

a_abdi@kntu.ac.ir

مباحث این جلسه

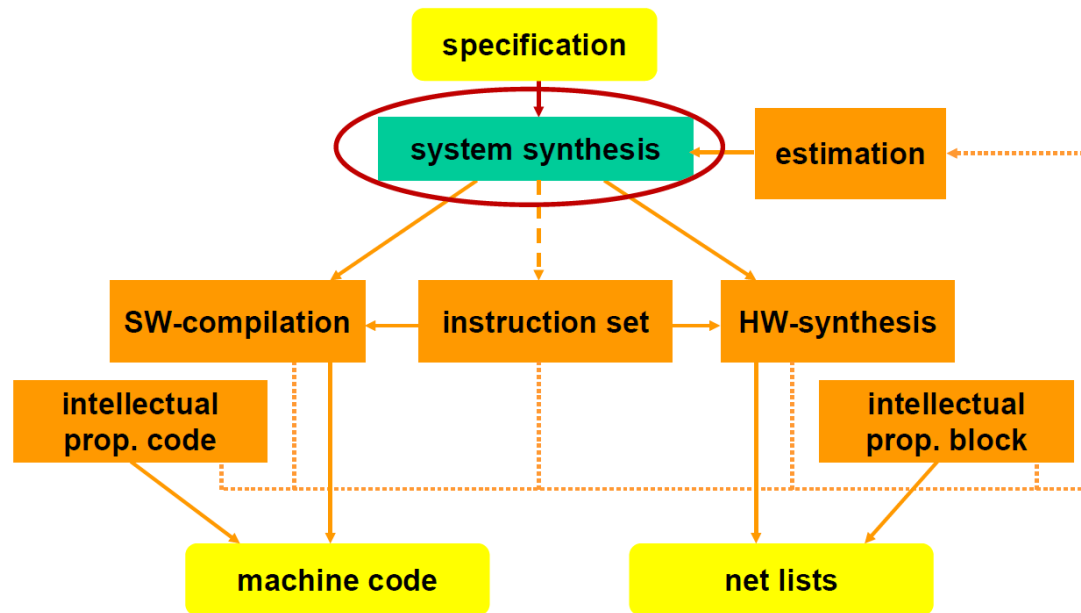


- سنتز توام در روال هم طراحی سخت افزار و نرم افزار

- زمان بندی (Scheduling)

- رویکرد قطعی در مسئله زمان بندی

- زمان بندی با هدف هزینه و محدودیت تاخیر



زمان‌بندی قطعی مبتنی بر ILP



- مسئله زمان‌بندی با هدف کمینه کردن تاخیر و رعایت محدودیت منابع پردازشی
- پیچیدگی زیاد و NP-hard
- روش‌های مکاشفه‌ای
- روش قطعی مبتنی بر مدل برنامه‌ریزی صحیح خطی
 - مشخص کردن متغیرهای تصمیم مسئله
 - مشخص کردن تابع هدف
 - مشخص کردن محدودیت‌ها

زمان بندی قطعی مبتنی بر ILP (ادامه)



- متغیر تصمیم:

- متغیر X_{il} : اجرای وظیفه i ام در سیکل زمانی l ام

- محدودیت‌ها:

$$X_{il} \in \{0,1\}$$

- باینری بودن متغیر تصمیم

$$\forall i: \sum_L X_{il} = 1$$

- هر وظیفه می‌بایست فقط یکبار اجرا شود

- لحاظ کردن وابستگی داده‌ای بین وظایف ($t_i \geq t_j + d_j$)

- اگر وظیفه i پس از وظیفه j اجرا می‌شود، زمان اجرای i بزرگتر مساوی زمان و طول اجرای j باشد

زمان‌بندی قطعی مبتنی بر ILP (ادامه)



- محدودیت‌ها:

- لحاظ کردن وابستگی داده‌ای بین وظایف

$$\sum_L L.X_{il} \geq \sum_L L.X_{jl} + d_j \quad \bullet$$

- لحاظ کردن محدودیت منابع پردازشی

$$\forall i, \forall k: \sum_{l: R(Tl)=k} X_{il} \leq a_k \quad \bullet$$

- به تعداد تنوع منابع پردازشی روی هر سیکل، جمع می‌زنیم

- تابع هدف:

- Min (Max Latency)

زمان‌بندی با هدف هزینه و رعایت محدودیت تاخیر



- در این رویکردها تابع هدف مسئله، هزینه و محدودیت در تاخیر اجراست
- رویکردهای Dual
- در این حیطه نیز الگوریتم‌های مکاشفه‌ای مطرح شده است
- روش زمان‌بندی List Scheduling نسخه MR-LC
- روش زمان‌بندی Force Directed

روش زمان‌بندی Force Directed (FDS)

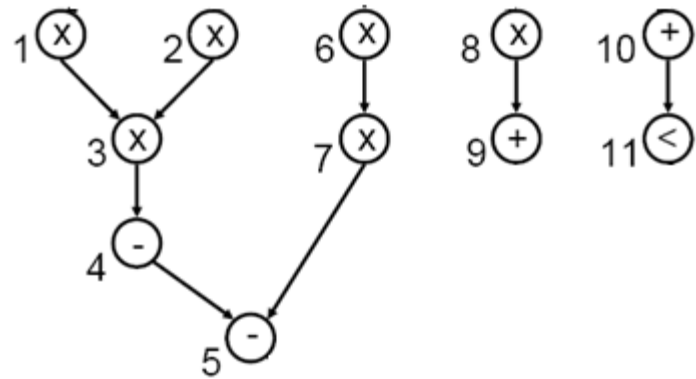


- محدودیت زمانی داده شده است و هدف کمینه کردن منابع پردازشی است
- در این الگوریتم هر منبع پردازشی جداگانه لحاظ می‌شود
- اساس کار الگوریتم بر تعریف احتمال اجرای هر وظیفه در گام زمانی مشخص است

$$p_i(l) = \frac{1}{\mu_i + 1} \quad \text{for } l \in [t_i^S, t_i^L]$$

- براساس mobility در ASAP و ALAP

روش FDS (ادامه)



• مثال: زمان بندی با الگوریتم Force Directed

• مرحله اول: محاسبه احتمالات برای وظایف براساس **Mobility**

$$P(1,1) = P(2,1) = P(3,2) = P(4,3) = P(5,4) = 1$$

$$P(6,1) = P(6,2) = P(7,2) = P(7,3) = 0.5$$

$$P(8,1) = P(8,2) = P(8,3) = 1/3 \text{ the same as } 10$$

$$P(9,2) = P(9,3) = P(9,4) = 1/3 \text{ the same as } 11$$

روش FDS (ادامه)



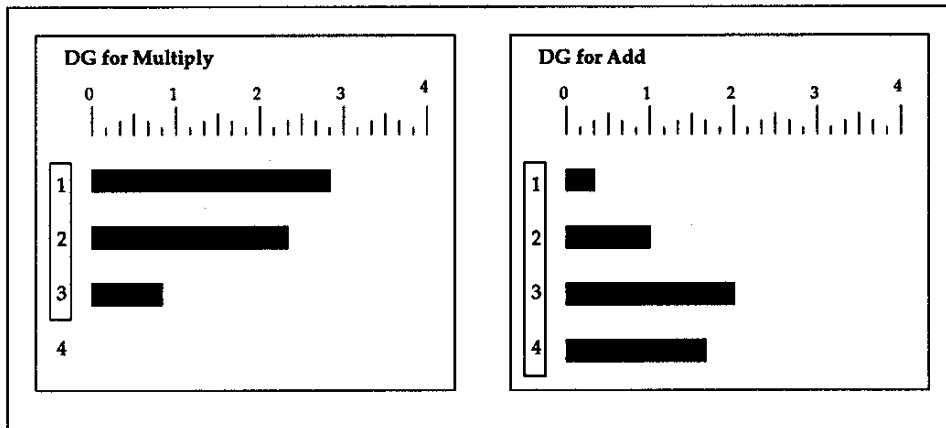
- با استفاده از احتمال محاسبه شده، پارامتر «توزیع» بدست می‌آید:

- میزان نیاز به منبع پردازشی k در گام زمانی l

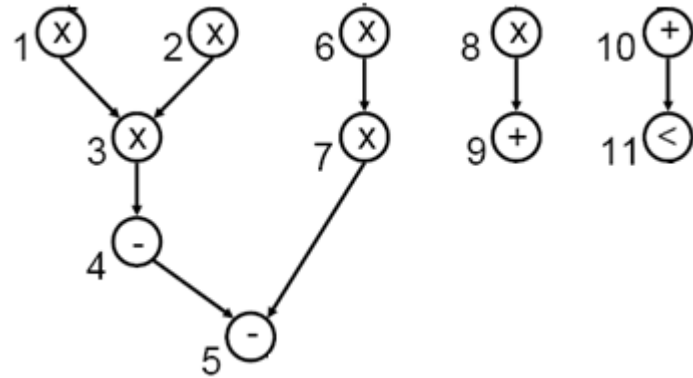
- جمع احتمالات تمامی عملیاتی که به منبع k در گام زمانی l نیاز دارند

$$q_k(l) = \sum_{i: T(v_i)=k} p_i(l)$$

- ساخت گرافی براساس این معیار



روش FDS (ادامه)



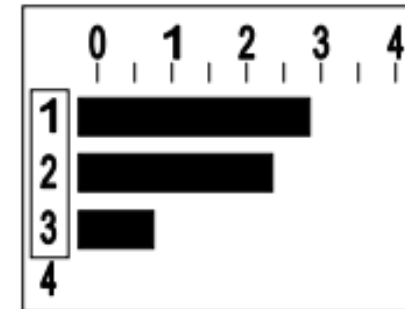
• مرحله دوم: محاسبه پارامتر توزیع

$$q_{mul}(1) = 1 + 1 + 1/2 + 1/3 = 2.83, \quad q_{alu}(1) = 1/3$$

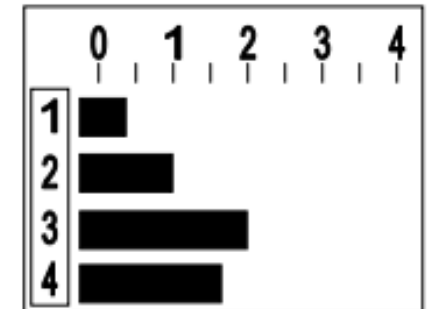
$$q_{mul}(2) = 2.33, \quad q_{alu}(2) = 1$$

$$q_{mul}(3) = 0.83, \quad q_{alu}(3) = 2$$

$$q_{mul}(4) = 0, \quad q_{alu}(4) = 1.66$$



DG for Multiply



DG for Add, Sub, Comp

روش FDS (ادامه)



- در گام بعدی، معیار Force تعریف می شود

- اولویت دهی با هدف کمینه کردن منابع پردازشی و بهبود همروندی با توزیع یکنواخت منابع

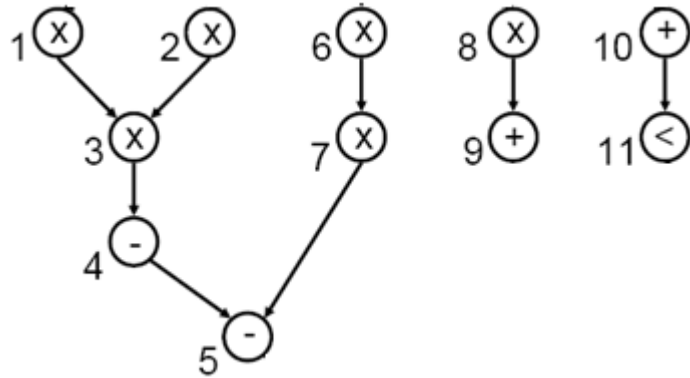
- وظایف از گام های زمانی که که نیاز به منابع پردازشی زیاد است به گام های زمانی با نیاز کمتر بروند

$$\text{Self force } (i,l) = q_k(l) - 1/\mu + 1 \sum_{n=t_{asap}}^{t_{alap}} q_k(n) * P(i,l)$$

- این معیار را به ازای همه وظایف روی همه گام های زمانی مجاز اجرا حساب می کنیم

- هرچه این معیار منفی تر باشد مطلوب تر است

روش FDS (ادامه)



• مرحله سوم: محاسبه Self Force

• برای گره‌ها با mobility صفر معنا ندارد

$$SF(6,1) = q_{mul}(1) - 1/2(q_{mul}(1) + q_{mul}(2)) = 2.83 - 0.5 * (2.83 + 2.33) = +0.25$$

$$SF(6,2) = -0.25$$

• مطلوب ما حالت منفی است پس وظیفه ۶ را در گام زمانی ۲ قرار می‌دهیم

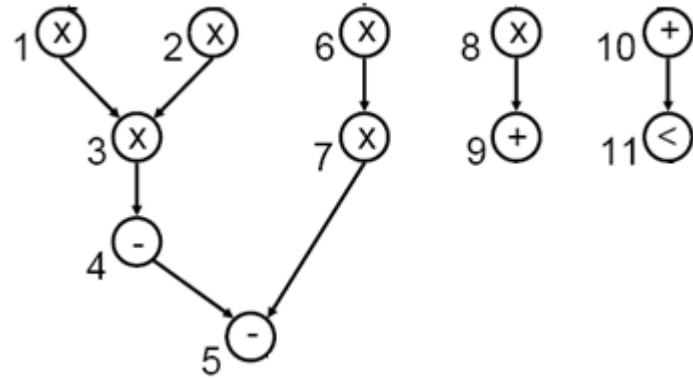
روش FDS (ادامه)



- به دلیل وجود وابستگی داده‌ای، هر تصمیم زمان‌بندی روی کل گراف موثر است
- لازم است اثر زمان‌بندی فعلی روی گره‌های بعدی دیده شود

$PS_force = \text{sum of self force } i, \text{ succ } (i)$

روش FDS (ادامه)



• مرحله چهارم: محاسبه PS-Force

• اثر تصمیم مرحله قبل را روی گره‌های وابسته بعدی می‌بینیم

$$PS-F(6,2) = SF(6,2) + SF(7,3) = -0.25 + (-0.75) = -1$$

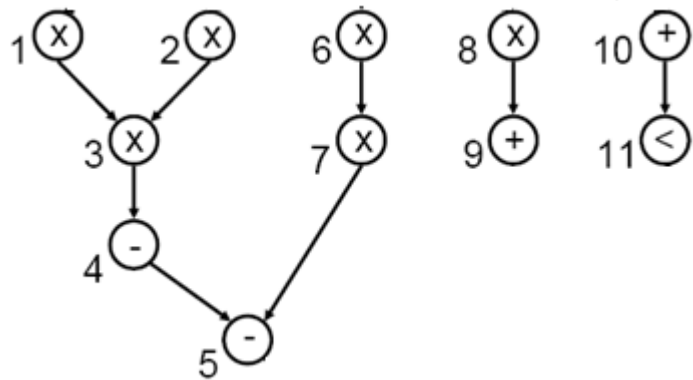
• اگر انتخاب مرحله قبل این بود که وظیفه ۶ در گام اول زمان‌بندی شود:

• در محاسبه PS-F نباید وظیفه ۷ را دخیل می‌کردیم چون فشاری روی آن نبود

روش FDS (ادامه)



- نتیجه نهایی: دو ضرب کننده و دو واحد ALU



FDS



ارزیابی فرایند سنتز توأم



- پس از فرایند سنتز توأم لازم است تصمیمات گرفته شده ارزیابی شوند
- ارزیابی توسط شبیه‌سازی

• مدلسازی سیستم در SystemC با در نظر گرفتن تصمیمات فرایند سنتز توأم

- ارزیابی تحلیلی

- تحلیل بدترین حالت

