



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

پاسخ تمرین اول درس معماری کامپیوتر

نیم سال اول ۰۰-۰۱

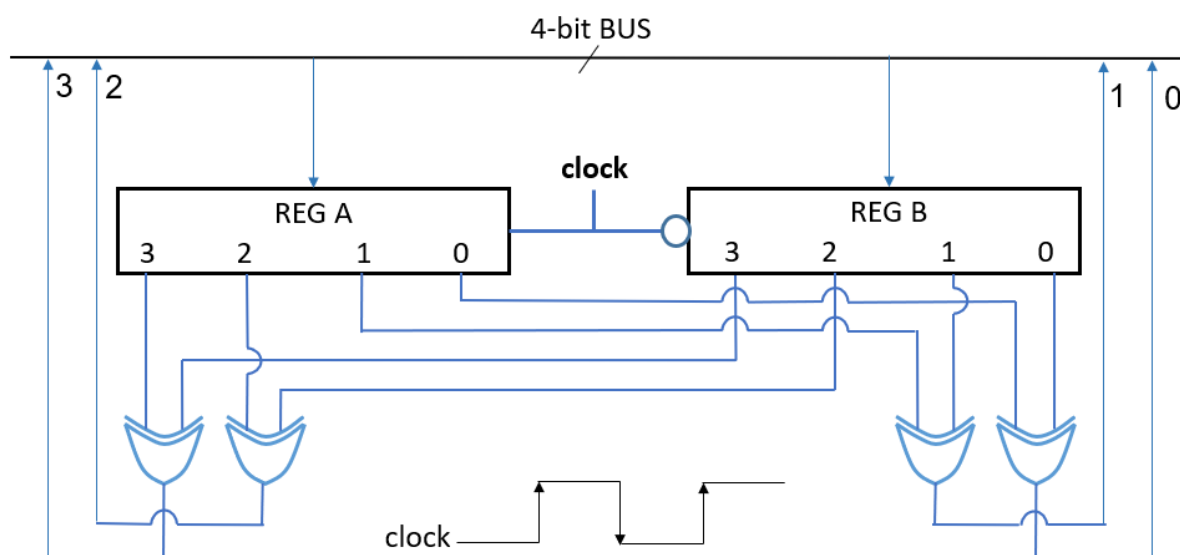


دانشکده مهندسی کامپیوتر

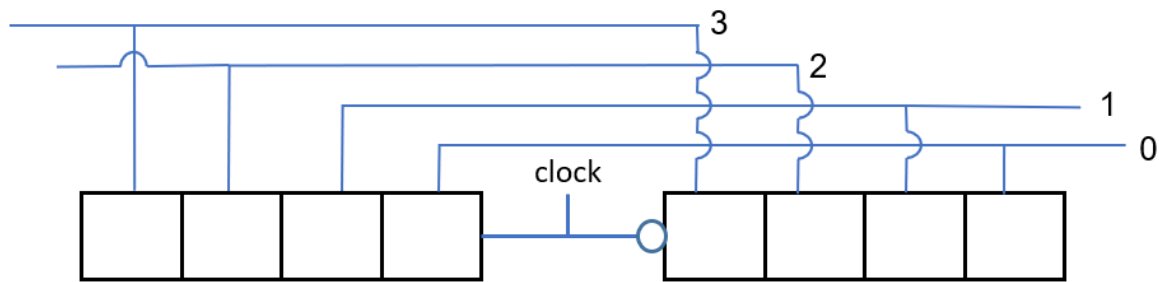
۱. این لینک شامل توضیحات پایه‌ای و مقدماتی در رابطه با معماری کامپیوترهای شخصی می‌باشد. برای آشنایی و دانستن یک سری مفاهیم پایه توصیه می‌شود آن را مطالعه کنید.
پس از مطالعه لینک، خلاصه‌ای در حد پنج خط ارائه دهید (توضیح در رابطه با برد اصلی یا *motherboard* و اجزای مهم آن الزامی است).

معماری کامپیوترهای شخصی به گونه‌ایست که با الگوی معماری فون‌نیومن کار می‌کنند.
سخت‌افزار کامپیوترها از چندین بخش مانند برد اصلی، صفحه نمایش (*monitor*)، ماوس، کیبرد، حافظه‌ها، کارت گرافیک، کارت شبکه، کارت صدا و ... تشکیل شده است. برد اصلی یا *motherboard* بخش اصلی سخت‌افزار کامپیوترهاست که از واحد پردازش مرکزی (*CPU*)، *RAM*، *ROM*، چیپست‌ها و ... تشکیل شده است. *CPU* مغز اصلی کامپیوتر است که بیش‌ترین محاسبات را انجام می‌دهد. حافظه‌ی *RAM* یک حافظه‌ی موقت است که به صورت مستمر با *CPU* در ارتباط است و داده‌هایی که *CPU* به آن‌ها نیاز دارد در آن ذخیره می‌شود. حافظه‌ی *ROM* یک حافظه‌ی فقط خواندنی‌ست که برای ذخیره‌ی اطلاعات دائمی هم‌چون *BIOS* از آن استفاده می‌شود. ارتباط بین این اجزا از طریق گذرگاه‌های مشترک (*BUS*) انجام می‌گیرد.

۲. در مدار زیر دو ثبات داریم به طوری‌که پایه‌ی لود ثبات *A* با لبه‌ی بالارونده‌ی پالس ساعت فعال می‌شود و ثبات *B* با لبه‌ی پایین‌رونده‌ی پالس، اطلاعات را از ورودی می‌خواند. توضیح دهید بعد از گذشت یک پالس ساعت چه اتفاقی در مدار رخ می‌دهد. (بیت‌های متناظر ثبات‌ها، به کمک گذرگاه مشترک مقداردهی می‌شوند).



برای درک بهتر ساختار گذرگاه مشترک ۴ بیتی و نحوه‌ی عملکرد آن، تصویر زیر را ببینید.



با یک مثال شروع می‌کنیم. فرض کنید در ابتدا به صورتی دستی مقادیر ۰۱۰۱ و ۰۰۱۰ را به ترتیب به ثبات‌های A و B نسبت داده‌ایم. حال عملکرد مدار را چک خواهیم کرد. در لبه‌ی بالارونده‌ی پالس ساعت، ثبات A شروع به خواندن اطلاعات از روی گذرگاه مشترک خواهد کرد. در نتیجه مقدار جدید این ثبات برابر خواهد بود با:

$$\begin{aligned} A[3:0] &= \text{Xor}(A3.B3). \text{Xor}(A2.B2). \text{Xor}(A1.B1). \text{Xor}(A0.B0) \\ &= \text{Xor}(0.0). \text{Xor}(0.1). \text{Xor}(1.0). \text{Xor}(0.1) \\ &= 0111 \end{aligned}$$

تا لبه‌ی پایین‌رونده‌ی بعدی مقدار ثبات‌های A و B به ترتیب برابر با ۰۱۱۱ و ۰۱۰۱ خواهد بود. با رسیدن به لبه، ثبات B مقدار جدید را از گذرگاه می‌خواند:

$$\begin{aligned} B[3:0] &= \text{Xor}(A3.B3). \text{Xor}(A2.B2). \text{Xor}(A1.B1). \text{Xor}(A0.B0) \\ &= \text{Xor}(0.0). \text{Xor}(1.1). \text{Xor}(1.0). \text{Xor}(1.1) \\ &= 0010 \end{aligned}$$

در این لحظه یک کلاک کامل طی نشده‌است. با رسیدن به کلاک بعدی ثبات A اینطور به روزرسانی می‌شود:

$$\begin{aligned} A[3:0] &= \text{Xor}(A3.B3). \text{Xor}(A2.B2). \text{Xor}(A1.B1). \text{Xor}(A0.B0) \\ &= \text{Xor}(0.0). \text{Xor}(1.0). \text{Xor}(1.1). \text{Xor}(1.0) \\ &= 0101 \end{aligned}$$

همانطور که مشاهده می‌شود، مقدار دو ثبات جابه‌جا شد.

این نتیجه اتفاقی نیست؛ برای اثبات کفایت جابه‌جایی دو بیت طی این روند را نشان دهیم.

a	b	newA=Xor(a, b)	newB=Xor(newA, b) [=a]	Xor(newA, newB) [=b]
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1

$$\left\{ \begin{array}{l} T0: A \leftarrow A \oplus B \\ T1: B \leftarrow A \oplus B \oplus B = A \\ T2: A \leftarrow A \oplus B \oplus A = B \end{array} \right.$$

۳. قصد داریم برای یک کامپیوتر حافظه‌ی نهان طراحی کنیم. بودجه‌ی در نظر گرفته شده برای این کار ۲۰۰ واحد است. پنج نوع حافظه در اختیار داریم که اطلاعات آن در جدول ۱ ارائه شده (از هر نوع حافظه ۱ عدد داریم).

الف) برای ساخت این حافظه نهان بهینه‌ترین حالت را بیابید و آن را تحلیل کنید. (حداقل چهار ترکیب حافظه را بررسی کنید).

ب) طرح سلسله مراتب حافظه منتخب را در کنار حافظه‌ی اصلی به عنوان آخرین سطح رسم کنید.
*زمان دستیابی به حافظه اصلی 10ms است.

*حد اکثر بودجه ۲۰۰ واحد است؛ لازم نیست حتما همه آن مصرف شود اما مصرف کمتر بودجه اختصاص یافته، برتری‌ای ندارد.

جدول ۱

نوع حافظه	زمان دستیابی	هزینه	حجم	نرخ برخورد
A	1ms	20	2Mb	80%
B	200ns	50	100kb	30%
C	10ns	100	20kb	25%
D	1ns	130	10kb	15%
E	700ns	40	600kb	65%

الف) پیش از هر چیز بررسی می‌کنیم که چه انتخاب‌هایی می‌توانیم داشته باشیم. برای این کار حافظه‌ها را به ترتیب نرخ برخورد مرتب می‌کنیم؛ زیرا طبق سلسله مراتب حافظه می‌دانیم که هر چه به سمت بالای هرم حرکت می‌کنیم، نرخ برخورد حافظه‌ها کمتر می‌شود. بنابراین به هر ترتیب دلخواه نمی‌توان این حافظه‌ها را انتخاب نمود. این ترتیب از چپ به راست برابر است با:

RAM, A, E, B, C, D

با توجه به آنکه حافظه‌ی اصلی یا RAM حتما در سلسله مراتب حافظه وجود دارد، انتخاب‌های ما چنین خواهد بود: (RAM, A), (RAM, E), (RAM, B), (RAM, C), (RAM, D), (RAM, A, E), (RAM, A, B), ...

در همین گام می‌توانیم بسیاری از این ترکیبات را بر اساس هزینه فیلتر کنیم. هم‌چنین این را باید بدانیم که در دو ترکیب یکسان، اضافه شدن یک سطح به سطوح حافظه‌ی قبل، کمک‌کننده خواهد بود. بنابراین حالتی مانند (RAM, A, E) نسبت به حالت (RAM, A) بهتر است.

~~(RAM, A = 35), (RAM, E = 40), (RAM, B = 50), (RAM, C = 70), (RAM, D = 130), (RAM, A, E = 75), (RAM, A, B = 70), (RAM, A, C = 120), (RAM, A, D = 150), (RAM, E, B = 90), (RAM, E, C = 140), (RAM, E, D = 170), (RAM, B, C = 150), (RAM, B, D = 180), (RAM, A, E, B = 110), (RAM, A, E, C = 160), (RAM, A, B, C = 160), (RAM, A, B, D = 200), (RAM, A, E, D = 190), (RAM, E, B, C = 190)~~

حال بین حالت‌های باقی‌مانده باید بهینه‌ترین را انتخاب کنیم.

$$Access\ time(RAM.A.E.C) = 10ns + \frac{75}{100} \left(700ns + \frac{35}{100} \left(1ms + \frac{20}{100} (10ms) \right) \right) = 788\ us$$

$$Access\ time(RAM.E.B.C) = 10ns + \frac{75}{100} \left(200ns + \frac{70}{100} \left(700ns + \frac{35}{100} (10ms) \right) \right) = 1.838\ ms$$

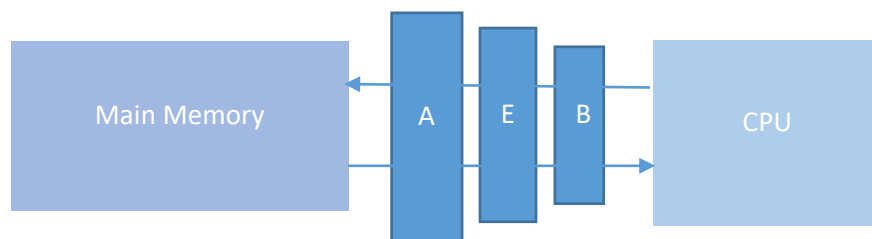
$$Access\ time(RAM.A.B.C) = 10ns + \frac{75}{100} \left(200ns + \frac{70}{100} \left(1ms + \frac{20}{100} (10ms) \right) \right) = 1.575\ ms$$

$$Access\ time(RAM.A.B.D) = 1ns + \frac{85}{100} \left(200ns + \frac{70}{100} \left(1ms + \frac{20}{100} (10ms) \right) \right) = 1.785\ ms$$

$$Access\ time(RAM.A.E.B) = 200ns + \frac{70}{100} \left(700ns + \frac{35}{100} \left(1ms + \frac{20}{100} (10ms) \right) \right) = 735\ us$$

طراحی	هزینه	حجم	زمان دسترسی
A, E, B	110	2700K	0.735
A,E,C	160	2620K	0.788
E,B,C	190	720K	1.838
A,B,C	160	2120K	1.575
A,B,D	200	2110K	1.785

ب) با توجه به مقایسه‌های انجام شده، حالت بهینه با سلسله مراتب زیر خواهد بود:



لطفا نکات زیر را در نظر بگیرید.

اشکالات خود را می‌توانید از طریق ایمیل autcafall2021@gmail.com بپرسید.
 لینک کانال تلگرام درس <https://t.me/cafall2021> است. برای اطلاع از اخبار درس دنبال کنید.

موفق باشید