



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

پاسخ تمرین چهارم درس معماری کامپیوتر

نیمسال دوم 1400 – 1401



دانشکده مهندسی کامپیوتر

1- فرض کنید حافظه نهان دارای 4 بلوک و آدرسهای درخواستی CPU بر حسب بلوک به ترتیب (از چپ به راست)

ارایه شده است (مبنای اعداد 16 است):

5, 4, 3, 5, 6, 4, 3, 3, 6, F, 11, 6, 2, 11, 11, F, 3, F

ابتدا آدرس ها را به مبانی 10 می بریم پس داریم:

5, 4, 3, 5, 6, 4, 3, 3, 6, 15, 17, 6, 2, 17, 17, 15, 3, 15

• Direct Mapping

		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
cache	S0			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	S1		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17	17	17	17	17	17	17
	S2						6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2
	S3				3	3	3	3	3	3	3	15	15	15	15	15	15	3	15	15
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	H	M	H	H	H	M	M	-

$$Hit\ rate = \frac{9}{18} = 50\%$$

• 2-way set associative(FIFO)

		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
cache	S0						4		4	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
	S1				5	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache	S0	4	6	4	6	4	6	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2
	S1	3	15	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-		-	
state		M		H		M		H		H		H		M		M		-		-	

$$Hit\ rate = \frac{9}{18} = 50\%$$

2-way set associative(LRU) •

cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0					4		4		4		4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
	S1			5		5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0	4	6	4	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
	S1	15	3	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	3	15	3	15	3
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-			
state		M		H		M		H		H		H		M		H		-			

$$\text{Hit rate} = \frac{10}{18} = 55.\bar{5}\%$$

2-way set associative(LFU) •

cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0					4		4		4		4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
	S1			5		5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0	4	6	4	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6
	S1	15	3	17	3	17	3	17	3	17	3	17	3	17	15	17	3	15	3	15	3
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-			
state		M		H		M		H		H		M		M		M		-			

$$\text{Hit rate} = \frac{8}{18} = 44.\bar{4}\%$$

fully associative(MRU) •

cache	S0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
							6	6	6	6	6	15	17	6	2	17	17	15	15	15
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	M	M	M	H	M	H	H	-

$$\text{Hit rate} = \frac{8}{18} = 44.\bar{4}\%$$

fully associative(MFU) •

cache	S0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17	17	17	17	17	3	3
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				3	3	3	3	3	3	3	3	15	15	15	15	15	15	15	15	15
							6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	H	M	H	H	H	M	H	-

$$Hit\ rate = \frac{10}{18} = 55.\bar{5}\%$$

ب) نرخ های موفقیت در جدول زیر را برای اندازه های مختلف حافظه ی نهان بر حسب بلوک مشخص کنید:
در این سوال پر کردن جدول کافی هست برای درک بهتر شما از جواب حالت های مختلف بررسی شده.

2-way set associative(MRU) •

cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0					4		4		4		4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
	S1			5		5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0	4	6	4	6	4	6	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
	S1	5	15	5	17	5	17	5	17	5	17	5	17	5	15	5	3	5	15	5	15
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-		-	
state		M		H		M		H		H		M		M		M		-		-	

$$Hit\ rate = \frac{8}{18} = 44.\bar{4}\%$$

2-way set associative(MFU) •

cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0					4		4		4		4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
	S1			5		5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0	4	6	4	6	4	6	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
	S1	5	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	17	15	3	15	3	15	3	15
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-		-	
state		M		H		M		H		H		H		M		H		-		-	

$$Hit\ rate = \frac{10}{18} = 55.\bar{5}\%$$

fully associative(LRU) •

cache	S0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15	15	15	
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	17	17	17	17	17	17	17	
				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
							6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	H	M	H	H	H	H	H	-

$$\text{Hit rate} = \frac{11}{18} = 61.1\%$$

fully associative(LFU) •

cache	S0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	17	17	2	17	17	17	17	17
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15	15	15
				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
							6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	H	M	M	H	M	H	H	-

$$\text{Hit rate} = \frac{9}{18} = 50\%$$

2-way set associative(MRU & MFU) •

cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0			4		4		4		4		4		4		4		4		4	
	S1	5		5		5		5		5		5		5		5		5		5	
	S2											6		6		6		6		6	
	S3					3		3		3		3		3		3		3		3	
input		5		4		3		5		6		4		3		3		6		15	
state		M		M		M		H		M		H		H		H		H		M	
cache		B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1	B0	B1
	S0	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17	4	17
	S1	5		5		5		5		5		5		5		5		5		5	
	S2	6		6		6		6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2
	S3	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
input		17		6		2		17		17		15		3		15		-		-	
state		M		H		M		H		H		H		H		H		-		-	

$$\text{Hit rate} = \frac{11}{18} = 61.1\%$$

• fully associative(LRU & LFU)

cache	S0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
							6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
											15	15	15	15	15	15	15	15	15	
												17	17	17	17	17	17	17	17	
															2	2	2	2	2	
input		5	4	3	5	6	4	3	3	6	15	17	6	2	17	17	15	3	15	-
state		M	M	M	H	M	H	H	H	H	M	M	H	M	H	H	H	H	H	-

$$Hit\ rate = \frac{11}{18} = 61.1\%$$

#Cache blocks	2-way (MRU)	2-way (MFU)	fully associative(LRU)	fully associative(LFU)
4	44.4%	55.5%	61.1%	50%
8	61.1%	61.1%	61.1%	61.1%

-2

(الف) با استفاده از یک پرچم به اسم Valid متوجه اینکه یک بلاک در حافظه ی نهان خالی میباشد میشودیم.(پرچم V یا Valid اگر صفر باشد یعنی محتویات آن بلاک از حافظه ی نهان خالی است و اگر یک باشد یعنی خالی نیست)

(ب) دو سیاست write back و write through در مورد این سوال مطرح هستند

با توجه به خواسته ی سوال و نیاز به سرعت و عدم بحرانی بودن محاسبات نیازمند به استفاده از

سیاست write back هستیم. این سیاست به این صورت است که هنگام جایگزین شدن یک داده در cache چنانچه

تغییر کرده باشد، در آن هنگام حافظه ی اصلی را نیز به روز میکنیم. نام دیگر این سیاست روش پس نویسی است و در

آن همواره حافظه ی اصلی از حافظه ی نهان عقب تر است و in consistent میباشد اما سرعت این روش بالا میباشد.

در روش write back خطر گم کردن داده وجود دارد چون اگر حافظه ی نهان اطلاعاتش بپرد آنگاه حافظه ی اصلی

دیگر اطلاعاتش به روز نیست. برای فهم اینکه بفهمیم یک بلاک آیا اطلاعاتش تغییر کرده است یا خیر از پرچم d

استفاده میکنیم به این صورت که این پرچم نشان دهنده ی تغییر داده شده بودن اطلاعات آن بلاک میباشد.(اگر پرچم

V برای یک بلاک معتبر باشد آنگاه پرچم d نشان میدهد که اطلاعات این بلاک تغییر کرده اند یا خیر)

در صورتی که پرچم V و d برای یک بلاک هر دو معتبر باشند هنگام نوشتن بر روی آن بلاک ما میفهمیم که اطلاعات

آن بلاک لازم است در حافظه ی اصلی به روز بشوند و ما اطلاعات آن بلاک را به حافظه ی اصلی منتقل میکنیم.

(ج) تعریف اصلی احتمال بلیری این است که به صورت کلی اگر اضافه کردن Page Frame ها فضای صفحه هم زیاده شود، احتمال بلیری رخ داده است. البته این اصطلاح ها مربوط به سیستم عامل است و احتمال بلیری در این جا تعریف جداگانه ای دارد. در حقیقت همان هرجا با افزایش تعداد بلوک ها، هیت ریت نیز کاهش یابد، احتمال بلیری یا احتمال FIFO رخ داده است.

در مثال های بالا با افزایش تعداد بلوک ها، هیت ریت سیاست FIFO نیز افزایش یافته است
 این احتمالی صورت گرفته است. وی به صورت مثال داریم:

فرض می کنیم ساینز حلقه همان ۳ بلوک است:

$$\begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 4 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ m & m & m & m & m & m & m & \checkmark & \checkmark & m & m & \checkmark \end{array} \quad \text{Hit Rate} = \frac{3}{12}$$

حال ساینز را به ۴ افزایش می دهیم:

$$\begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 4 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ m & m & m & m & \checkmark & \checkmark & m & m & m & m & m & m \end{array} \quad \text{Hit Rate} = \frac{2}{12}$$