

(الف) اصل مجاورت: برنامه‌ها در هر لحظه از زمان اجرا با بخش کوچکی از فضای آدرسشان کار دارند.

انواع مجاورت: مجاورت زمانی (خانه‌های از حافظه که به تازگی استفاده شده‌اند به زودی مورد استفاده قرار خواهند گرفت)، مجاورت مکانی (خانه‌های از حافظه که به تازگی استفاده شده‌اند به زودی مورد استفاده قرار خواهند گرفت)   
 خانه‌های نزدیک به

(ب)

total := 0

for (i := 0; i < n; i++)

مجاورت زمانی در تکرار اجرای حلقه

مجاورت مکانی در دسترسی به خانه‌های آرایه

total ← array[i]

(ت) با ذخیره بخش‌هایی از حافظه که اخیراً استفاده شده‌اند و خانه‌های نزدیک به آن در یک حافظه DRAM کوچک‌تر، سرعت را بیشتر می‌توان کرد.

۱۹ بیت برای آدرس‌های مورد نیاز است  $\Rightarrow 2^9 \times 2^{10} = 2^{19}$  تعداد کلیات حافظه

در حافظه نشان نیز  $2^{19} = \frac{2^{24}}{2^5}$  بلوک جای گیرد که یک بیت برای offset  $\Rightarrow$  هر بلوک ۲ کلمه برای آدرس‌های نیاز به ۵ بیت دارد

۱۳ بیت باقی می‌ماند برای تگ:

tag 13bit	index 5bit	offset 7bit
-----------	------------	-------------

(۳) بلاک‌های فراخوانی شده و وضعیت آنها:

۲۱۹	۹۱	...	۹۰	۸۹	۹۰	۸۹	۱۹۱	۱۹۰	آدرس
۳	۳	...	۲	۱	۲	۱	۱	۰	کش بلاک
m	m	...	h	h	m	m	m	m	وضعیت

مجموعاً:  
۲۴ = ۱۸ + ۶  
۱۸ = hit

در ابتدا هیچ داده‌ای در حافظه نشان نیست و همه miss می‌شوند.

بعد از رسیدن به آدرس ۸۹ و ۹۰ و miss شدن، در حافظه نشان ذخیره می‌شوند و در ۹ تکرار بعدی این ۲ آدرس،

۱۸ بار hit رخ می‌دهد. در نهایت آدرس‌های ۹۱ و ۲۱۹ نیز miss می‌شوند.



در ۱۴ اجرای بعدی حلقه ۱۶۰ hit شده و سپس ۱۶۱ miss می شود و به جای ۸۹ در حافظه نماند  
ثبت می شود و ۸۹ نیز miss می شود.

در ادامه ۹۰ hit می شود و پس از آن  $2 \times 9 = 18$  hit رخ می دهد. مجدداً ۹۱ و ۲۱۹ miss می شوند.  
بنابراین:

$$\text{تعداد کل hit ها} = 4 \times 20 + 18 = 98$$

$$\text{hit rate} = \frac{98}{5 \times 24} = 0.82$$

(۴) الف) نادرست، نمی توان مطمئن بود زیرا ممکن است این buffer پر شود که در این شرایط پردازنده  
منتظر انتقال داده های آن به حافظه اصلی می ماند.

ب) نادرست، با افزایش سایر بلاک ها شانس استفاده از داده های حافظه نماند کاهش  
می یابد و ممکن است منجر به اشغال بیسوده فضای حافظه نماند با داده های بی مصرف شود.

ت) نادرست، تعداد کلاک های پردازنده افزایش می یابد اما مدت زمان انتظار نه، چرا که این  
موضوع تنها با سرعت حافظه مرتبط است.

ث) نادرست، با بهبود عملکرد پردازنده، تاثیر Miss Penalty افزایش می یابد.

#block in MM	۲	۴	۷	۶	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۶	۱۵	۴	۱۳
#set	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱
blocks in each set	۲	۴	۷	۶	۵	۲	۸	۱۲	۵	۱۶	۱۵	۴	۱۳
h/m	—	۲	—	۴	۷	۶	۲	۸	۷	۱۲	۵	۱۶	۱۵
	m	m	m	m	m	m	m	m	h	m	m	m	m

۲-way Set Associative:  $\text{hit rate} = \frac{1}{13}$



# block in MM	۲	۴	۷	۹	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۹	۱۵	۴	۱۳
blocks in each set	۲	۴	۷	۹	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۹	۱۵	۴	۱۳
	-	۲	۴	۷	۹	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۹	۱۵	۴
	-	-	۲	۴	۷	۹	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۹	۱۵
	-	-	-	۲	۴	۷	۹	۵	۲	۸	۱۲	۷	۱۹
h/m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

k-way Set Associative : hit rate =  $\frac{5}{13}$

(۶) الف

# block in MM	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹	۱۳	۴
Set	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰
blocks in each set	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹	۱۳	۴
	-	۴	-	۵	۴	۲	۹	۴	۸	۵	۷	۱۲	۵	۹
h/m	m	m	m	m	h	m	m	m	m	h	h	m	m	m

→ hit rate =  $\frac{4}{13}$

# block in MM	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹	۱۳	۴
blocks in each set	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹	۱۳	۴
	-	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹	۴
	-	-	۴	۲	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵	۹
	-	-	-	۴	۴	۵	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	۵
h/m	m	m	m	h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m

→ hit rate =  $\frac{1}{13}$

ب) احتمال بلایی زمان رخ می دهد که افزایش تعداد بلاک های موجود منجر به افزایش miss rate شود.



#block in MM	۴	۲	Δ	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	Δ	۹	۱۳	۴
#Set	۰	۲	۱	۳	۲	۲	۰	۰	۰	۳	۱	۲	۱	۰
blocks in each set	۴	۲	Δ	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	Δ	۹	۱۳	۴
<del>h/m</del>	-	-	-	-	-	۲	-	۴	۸	-	-	۲	Δ	۱۲
h/m	m	m	m	m	h	m	h	m	m	h	h	h	m	m

→ hit rate =  $\frac{4}{14}$

#block in MM	۴	۲	Δ	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	Δ	۹	۱۳	۴
#Set	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰
blocks in each set	۴	۲	Δ	۷	۲	۹	۴	۸	۱۲	۷	Δ	۹	۱۳	۴
	-	۴	-	Δ	۴	۲	۹	۴	۸	Δ	۷	۱۲	Δ	۹
	-	-	-	-	-	۴	۲	۹	۴	-	-	۸	۷	۱۲
	-	-	-	-	-	-	-	۲	۹	-	-	۴	-	۸
h/m	m	m	m	m	h	m	h	m	m	h	h	h	m	h

→ hit rate =  $\frac{9}{14}$

بنابر این احتمال بلایی رخ نداده است.

(۷)

$$AMAT = \text{hit time} + \text{miss rate} \times \text{miss penalty}$$

$$AMAT_i = T_i + R_i \times AMAT_{i+1}$$

برای هر لایه از کش جز لایه آخر:

$$AMAT_n = T_n + R_n \times \text{miss penalty}$$

برای لایه آخر کش:

$$AMAT = T_1 + R_1 \times (T_r + R_r \times (T_r + R_r \times \text{miss penalty}))$$

کل حافظه نهان ۳ لایه: