



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

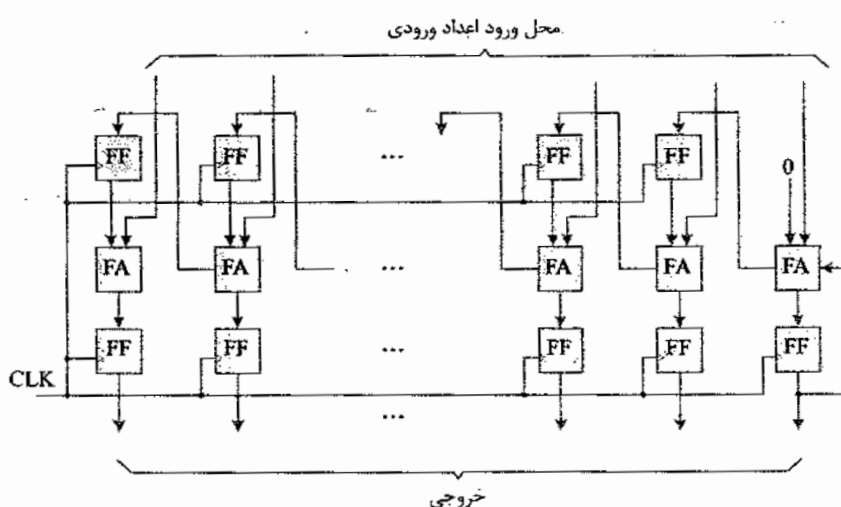
پاسخ تمرین هفتم درس معماری کامپیوتر

نیم سال اول ۰۰-۰۱

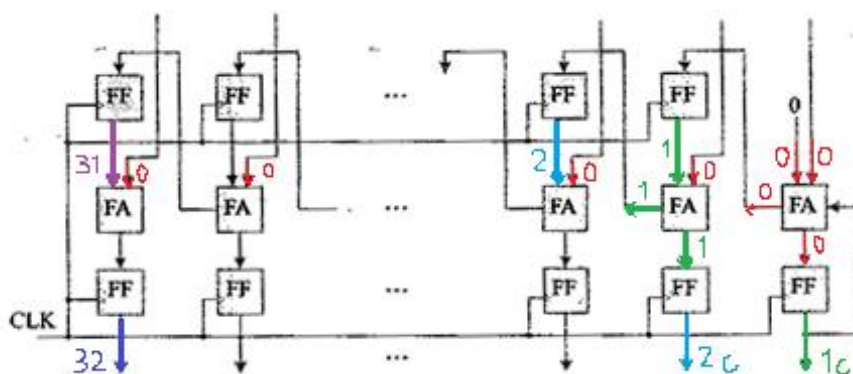


دانشکده مهندسی کامپیوتر

۱. فرض کنید برای محاسبه‌ی حاصل جمع چندین ورودی به روش ذخیره‌ی رقم نقلی از مدار زیر استفاده می‌کنیم. حال اگر با کمک این مدار بخواهیم ۱۰ عدد ۳۲ بیتی مکمل دو را با هم جمع کنیم، چند کلاک طول می‌کشد؟



ابتدا سوال را به ازای جمع زدن ۱ عدد ۳۲ بیتی محاسبه می‌کنیم. در صورتی که قرار باشد یک عدد ۳۲ بیتی مانند A وارد مدار شکل بالا شود، ابتدا تمامی $A_{31}A_{30}...A_0$ ها آماده هستند. پس یکی از ورودی‌های FA ها بدون گذشت هیچ کلاکی آماده هستند (ورودی‌های قرمز مشخص شده در شکل). خروجی اولین FA بعد از گذشت ۱ کلاک در خروجی فلیپ‌فلاپ پایینش و فلیپ‌فلاپ جلویی ظاهر خواهد شد. هر چه به سمت چپ حرکت کنیم یک کلاک بیشتر زمان نیاز خواهیم داشت تا بیت‌های خروجی مشخص شوند. در نهایت ۳۲ کلاک زمان می‌برد تا کار محاسبه به اتمام برسد.



حال اگر ۲ عدد مثل A و B را بخواهیم جمع بزنیم، تنها به ۳۳ کلاک زمان نیاز خواهیم داشت. چرا؟

عدد A که ۳۲ کلاک طول می کشد تا به خروجی برسد، عدد دوم لازم نیست تا اتمام کار عدد اول صبر کند. پس از آنکه رقم کم ارزش A یعنی A₀ وارد FA شد و خروجی آن رفت که وارد FF ها شود، می توان B₀ را وارد مدار کرد. چون زمانی که خروجی FA آماده هم باشد، تا کلاک بعدی نرسد این مقدار در FF ها لود نخواهد شد و در نتیجه محاسبات خراب نمی شود.

بنابراین با صرفجویی در زمان، با اضافه شدن هر عدد، تنها به یک کلاک بیشتر نیاز خواهیم داشت. برای جمع ۱۰ عدد ۳۲ بیتی، تعداد کلاک برابر خواهد بود با: $41 = 9 + 32$

۲. دستورات جمع، تفریق، مکمل دو، ضرب، شیفت به راست و شیفت به چپ جزء دستورات محاسباتی یک کامپیوتر کوچک منظور شده است. تعدادی از این دستورات را می خواهیم با دستورات مفید دیگری جایگزین نماییم کدام دستورها را حذف نماییم که کارشان توسط دستورات باقی مانده قابل اجرا باشد؟ (به طور کامل توضیح دهید و دلیل حذف یا عدم حذف هر دستور را بنویسید)

دستورات جمع، تفریق و مکمل دو را نمی توان با دستورات دیگر جایگزین کرد. اما دستور ضرب به راحتی به کمک دستورات باقی مانده قابل اجرا هستند. عملیات ضرب به کمک جمع و شیفت پیاده سازی می شود. همچنین با داشتن یکی از شیفت ها و عملیات های جمع و تفریق می توانیم کار شیفت دیگر را نیز انجام دهیم.

بنابراین دو دستور ضرب و شیفت به راست (یا راست یا چپ) را می توان به سایر دستورات باقی مانده جایگزین کرد.

۳. در پردازنده ی X86 دستور CMP^۲، عملوند مبدا را از عملوند مقصد کم می کند. سپس پرچم های وضعیت (O, S, Z, A, P, C) را به روز می کند اما هیچ یک از عملوندها را تغییر نمی دهد. دستور CMP می تواند برای تعیین اینکه آیا عملوند مقصد بزرگ تر، مساوی یا کوچک تر از عملوند مبدا است، استفاده شود.

ابتدا معنای پرچم های خواسته شده را بررسی می کنیم. پرچم ها و توضیحات تکمیلی این پردازنده را می توان در لینک زیر یافت:

<https://riptutorial.com/x86/example/6976/flags-register>

پرچم وضعیت S یا N = Sign

پرچم وضعیت O یا V = Overflow

پرچم وضعیت A = Above. Not Below or Equal

پرچم وضعیت Z = Zero

پرچم وضعیت C = Carry

پرچم وضعیت P = Parity

² Compare instruction (CMP)

الف) فرض کنید دو عملوند به عنوان اعداد صحیح بدون علامت در نظر گرفته می‌شوند. نشان دهید که چه مقادیری از پرچم‌های وضعیت با حالت‌های بزرگ‌تر یا کوچک‌تر بودن عملوند دوم یا برابر بودن دو عملوند مطابقت دارند.

پرچم P یا بیت Parity به مقدار دو عملوند و خروجی محاسبه‌ی انجام شده وابسته‌است و در هر حالت ممکن است صفر یا یک باشد. (برای پاسخ اگر مثالی زده شده باشد هم صحیح است.)

	O	S	Z	A	P	C
عملوند دوم <u>بزرگ‌تر</u>	1	1	0	0	?	0
عملوند دوم <u>کوچک‌تر</u>	0	0	0	1	?	1
دو عملوند <u>برابر</u>	0	0	1	0	?	1

- در صورتی که عملوند دوم بزرگ‌تر باشد \leftarrow حاصل تفاضل عملوند اول از دوم منفی خواهد شد. اورفلو رخ داده است زیرا در اعداد صحیح بدون علامت، مقدار منفی را نمی‌توان نمایش داد و حاصل، خارج از محدوده‌ی اعداد مدنظر ماست و داریم $0 = 1$. علامت منفی است پس $S = 1$. حاصل صفر نیست پس $Z = 0$. حاصل مثبت نشده که نشان‌دهنده‌ی بیش‌تر بودن باشد پس $A = 0$. چون تفاضل منفی شده یعنی رقم قرضی خواهیم داشت، در این صورت رقم نقلی صفر خواهد بود و $C = 0$.
- در صورتی که عملوند دوم کوچک‌تر باشد \leftarrow حاصل تفاضل عملوند اول از دوم مثبت خواهد شد. چون تفاضل دو مقدار در محدوده‌ی اعداد صحیح بدون علامت را داریم که حاصل آن مثبت شده، بنابراین خروجی حتما در همان محدوده است و اورفلو رخ نمی‌دهد، در نتیجه $0 = 0$. علامت حاصل مثبت است پس $S = 0$. حاصل صفر نیست پس $Z = 0$. حاصل مثبت است پس $A = 1$. چون تفاضل مثبت شده یعنی رقم قرضی نداشته‌ایم، در این صورت رقم نقلی یک خواهد بود و $C = 1$.
- در صورتی که عملوند دوم با عملوند اول برابر باشد \leftarrow حاصل تفاضل عملوند اول از دوم صفر خواهد شد. اورفلو رخ نداده $0 = 0$. علامت منفی نیست پس $S = 0$. حاصل صفر است پس $Z = 1$. حاصل مثبت نشده که نشان‌دهنده‌ی بیش‌تر بودن باشد پس $A = 0$. رقم قرضی هم نداریم بنابراین رقم نقلی یک خواهد بود $C = 1$.

ب) در صورتی که دو عملوند اعداد صحیح مکمل دو باشند، آیا تفاوتی در وضعیت پرچم‌ها اتفاق می‌افتد؟ با فرض جدید خواسته‌های بخش الف را پاسخ دهید.

پرچم P یا بیت Parity به مقدار دو عملوند و خروجی محاسبه‌ی انجام شده وابسته‌است و در هر حالت ممکن است صفر یا یک باشد. (در این بخش هم اگر با مثال حل شده باشد پاسخ قابل قبول است.)

	O	S	Z	A	P	C
عملوند دوم <u>بزرگ‌تر</u>	مشروط		0	0	?	0
عملوند دوم <u>کوچک‌تر</u>			0	1	?	1
دو عملوند <u>برابر</u>	0	0	1	0	?	1

تفاوت در اینجاست که اگر عملوند دوم بزرگ‌تر باشد، اورفلو به مقدارهای مبدا و مقصد بستگی خواهد داشت. چون در این حالت ما اعداد منفی را هم داریم، اما اگر حاصل تفاضل از محدوده‌ی قابل نمایش اعداد مکمل دوی ما خارج شود اورفلو رخ می‌دهد.

فرض کنیم دو عملوند اول و دوم به ترتیب A و B هستند. اگر A بزرگ‌تر از B باشد و هر دوی آن‌ها مثبت یا هر دو منفی باشند، آنگاه حاصل تفاضل $A-B$ مثبت خواهد شد و اورفلو هم نداریم ($S=0, O=0$). اگر A بزرگ‌تر باشد درحالی که A مثبت است و B منفی، خروجی ممکن است یا یک مقدار منفی بدون اورفلو ($S=1, O=0$) یا یک مقدار مثبت با اورفلو باشد ($S=0, O=1$).

برای حالتی که A کوچکتر از B است هم می‌توان چنین استدلال‌هایی داشت که درنهایت می‌توان گفت مقدار پرچم‌های O و S در مقایسه یا CMP اعداد مکمل دو به مقدار آن‌ها بستگی خواهد داشت.

امتیازی

۴. از میان جمع‌کننده‌های زیر کدام یک توان مصرفی کمتری دارد؟ توضیح دهید.

الف) Carry Select Adder

ب) Carry Skip Adder

پ) Carry Look Ahead Adder

ت) Carry Ripple Adder

جمع‌کننده با انتشار بیت نقلی از نظر سرعت، کندترین و از نظر توان مصرفی کم‌توان‌ترین جمع‌کننده است.

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