

به نام خدا

معماری کامپیوتر

نیم سال دوم ۹۹-۰۰

استاد: دکتر اسدی



دانشکده مهندسی کامپیوتر

تمرین سری نهم

- پاسخ تمرین های تئوری را به صورت فایل تایپ شده در فرمت PDF در قسمت مربوطه در سامانه CW بارگزاری نمایید.
- پرسش های خود را می توانید در فروم ایجاد شده در سایت درس مطرح کنید.
- هر دانشجو می تواند حداکثر دو تمرین را با دو روز تاخیر بدون کاهش نمره ارسال نماید.

سوال ۱ - در هر یک از حالت‌های زیر بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد مثبت و منفی را بیابید.

الف) نمایش ممیز ثابت (۱ بیت علامت، ۲۰ بیت صحیح و ۱۱ بیت اعشار)

ب) نمایش ممیز شناور نرمال (۱ بیت علامت، ۱۰ بیت توان و ۲۱ بیت اعشار)

ج) نمایش ممیز شناور غیر نرمال (۱ بیت علامت، ۱۳ بیت توان و ۵۰ بیت اعشار)

سوال ۲ - فرض کنید بخواهیم یک فرمت جدید برای اعداد ممیز شناور تعریف کنیم که ویژگی‌های آن مثل IEEE 754 باشد، با این تفاوت که فرمت آن مطابق زیر باشد:

Sign(1 bit)	Exponent(6 bit)	Fraction(9 bit)
-------------	-----------------	-----------------

الف) مقدار بایاس را پیدا کنید.

ب) ۳۳ و ۰ و $-\infty$ را با استفاده از این فرمت نشان دهید.

ج) بزرگ‌ترین عدد کوچکتر از مثبت بی‌نهایت را بیابید.

د) کوچک‌ترین عدد مثبت normalized را بیابید.

ه) عدد منفی denormalized نزدیک به صفر را بیابید.

و) بزرگ‌ترین عدد denormalized مثبت را بیابید.

سوال ۳ - فرض کنید $N = d_{n-1}d_{n-2} \dots d_1d_0$ یک عدد مثبت n بیتی و d_0 تا d_{n-1} ارقام این عدد باشند. اگر N را در یک سیستم اعداد علامت‌دار با روش مکمل ۲ نمایش دهیم، می‌توان آن را به صورت زیر نوشت:

$$N = -(d_{n-1} \times 2^{n-1}) + (d_{n-2} \times 2^{n-2}) + \dots + (d_1 \times 2) + (d_0 \times 1)$$

الف) کمترین و بیشترین عدد قابل نمایش را با رابطه‌ای بر حسب n بیان کنید.

ب) نشان دهید در روش نمایش مکمل دو n بیتی، جمع هر عدد و مکمل آن 2^n خواهد شد. به عبارت دیگر:

$$representation(-N) = 2^n - N$$

ج) با کمک روابط بالا نشان دهید اگر سرریز رخ ندهد، جمع دو عدد منفی حتماً یک carry تولید می‌کند.

سوال ۴ - اگر برای نمایش اعداد حقیقی از نمایش ممیز ثابت استفاده کنیم به گونه‌ای که برای f بیت اعشاری و $n - f$ بیت بخش صحیح را با استفاده از مکمل دو نمایش دهیم، عدد N را در مبنای دو به این شکل کلی نمایش خواهیم داد:

$$N = d_{n-f-1} \dots d_1d_0 \cdot f_0f_1 \dots f_{f-1}$$

الف) کمترین و بیشترین عدد قابل نمایش را با رابطه‌ای بر حسب n و f محاسبه کنید.

ب) مانند سوال قبل رابطه‌ای برای معادل N - بر حسب N ، n و f بنویسید.

سوال ۵- کامپیوترهای HP-2114 , HP-2115, HP-2216 از شیوه خاصی برای اعداد اعشاری استفاده می کردند. بدین شکل که ۲۴ بیت سمت چپ عدد به شکل مکمل دو مقدار خود عدد (fraction) را نشان می داد. ۸ بیت بعدی برای توان بودند. این توان در سیستم علامتدار (و نه مکمل دو) نوشته می شد با این تفاوت که رقم علامت سمت راست ترین بیت آن بود. همچنین برخلاف IEEE754 رقم یک در ابتدای اعشار در نظر گرفته نمی شد. با این توضیحات عدد 1.5625×10^{-1} را در این سیستم نمایش دهید.

سوال ۶- یکی از فرمت های دیگر برای اعداد ممیز شناور، فرمت ۱۶ بیتی آن است که در GPU های شرکت Nvidia از آن استفاده می شود. در این فرمت ۱ بیتی، بیت اول برای علامت، ۵ بیت بعدی برای توان و ۱۰ بیت دیگر برای خود مقدار هستند. همچنین مانند فرمت IEEE754 در ابتدای عدد ۱ فرض می شود. Bias هم در این شیوه ۱۵ است. بر این اساس عدد 1.5625×10^{-1} را در این حالت بنویسید. همچنین مشخص کنید که بزرگ ترین و کوچک ترین عدد مثبت نرمال و همچنین کوچک ترین عدد denormalized ای که می توان در این شیوه نمایش داد چند است؟

سوال عملی:

سوال ۱- تکمیل پردازنده

در تمرین سری ۷ یک پردازنده تک چرخه ای طراحی کردید که از تعدادی دستور پشتیبانی می کرد، در تمرین ۸ نیز این پردازنده را بگونه ای تغییر دادید که بصورت چند سیکلی و خط لوله ای کار کند. در این تمرین هدف این است این دو پردازنده را کامل تر کنید و دستورات زیر را به آن ها اضافه کنید:

R-type:

funct	instruction	explanation
24	Mult \$rs, \$rt	hi:lo = \$s * \$t
26	Div \$rs, \$rt	lo = \$s / \$t; hi = \$s % \$t

I-type:

opcode	instruction	explanation
14	Xori \$rt, \$rs, imm	rt = rs ^ ZE(imm)
7	Bgtz \$rs, imm	if (\$rs > 0) pc += imm << 2

*ZE = zero extend

J-type:

opcode	instruction	explanation
3	Jal address	\$31 = pc; pc += i << 2

در نهایت بعد از افزودن دستورات بالا به پردازنده خود، با استفاده از این دستورات برنامه ای بنویسید که در صورتی که مقادیر a و q و n در حافظه ذخیره شده باشند، حاصل جمع دنباله هندسی با این پارامترها را محاسبه کند.

یادآوری: در یک دنباله هندسی با شروع از a و قدرنسبت q، مجموع n جمله اول برابر است با:

$$S = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1}$$

برای آزمون این واحد، طراحی و ساخت یک waveform و ارزیابی تمامی دستورات و نتیجه برنامه مورد نظر الزامی است. گزارش شامل تصاویر Waveform مربوطه را نیز در انتهای گزارشتان پیوست کنید.

سوال ۲- طراحی واحد محاسباتی ممیز شناور

هدف از این تمرین طراحی واحد محاسباتی ممیز شناور است، این واحد باید قابلیت اجرای دستورات جدول زیر را داشته باشد:

Opcode	Instruction	Explanation
00	$out = fp1 + fp2$	Addition
01	$out = fp1 - fp2$	Subtraction
10	$out = fp1 \times fp2$	Multiplication

فرض کنید اعداد ورودی این واحد محاسباتی، ممیز شناور ۳۲ بیتی بوده و از استاندارد IEEE 754 تبعیت می کنند.