مبانی کامپیوتر و برنامه سازی

اسلاید سوم

«سلسه مراتب حافظه، واحد اندازه گیری، سیستم اعداد و تبدیل مبنای دودویی»

درس

مبانی کامپیوتر

۳

محمد سعید صفایی صادق

(استفاده از اسلایدها صرفا برای دانشجویان مجاز می باشد!)

۱۴۰۲

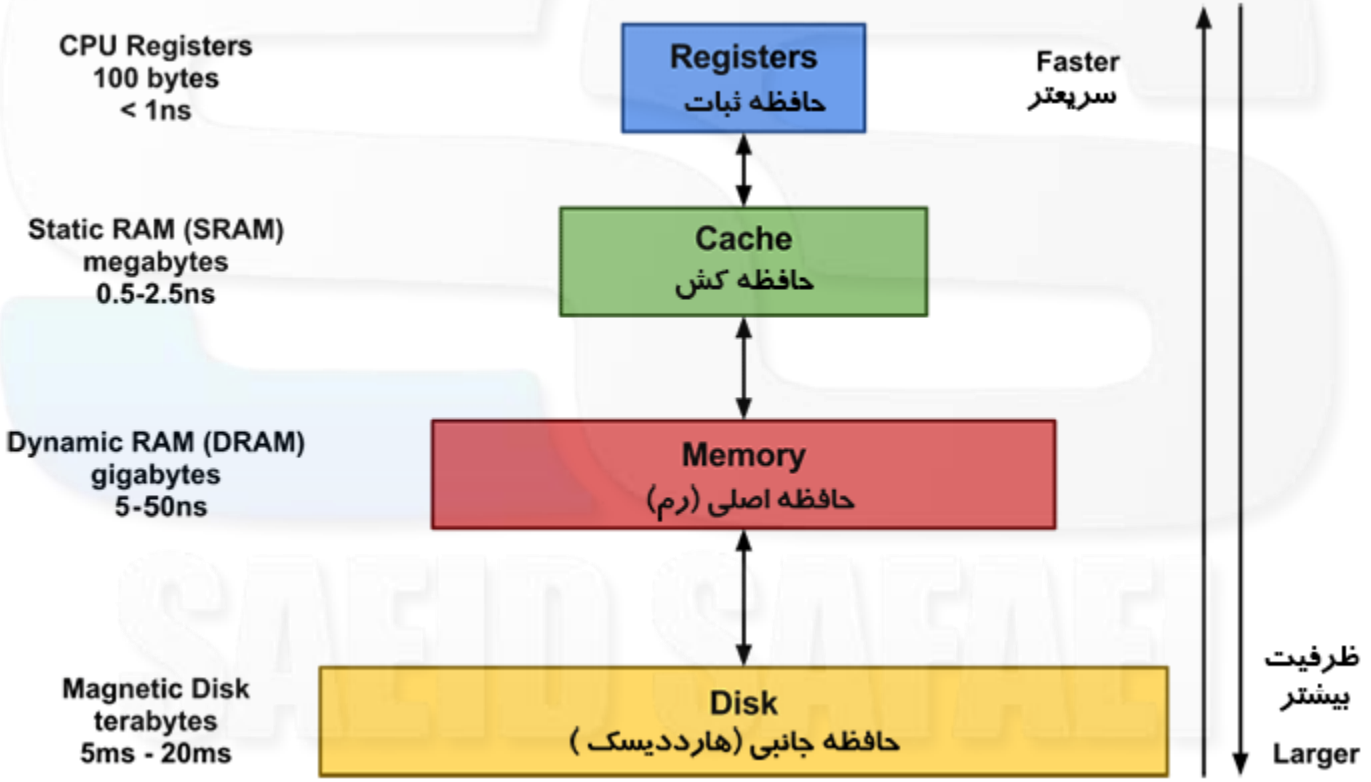
www.SaeidSafaei.ir

www.SaeidSafaei.ir

سلسله مراتب حافظه

www.SaeidSafaei.ir

سلسله مراتب حافظه: (Memory Hierarchy)



www.SaeidSafaei.ir

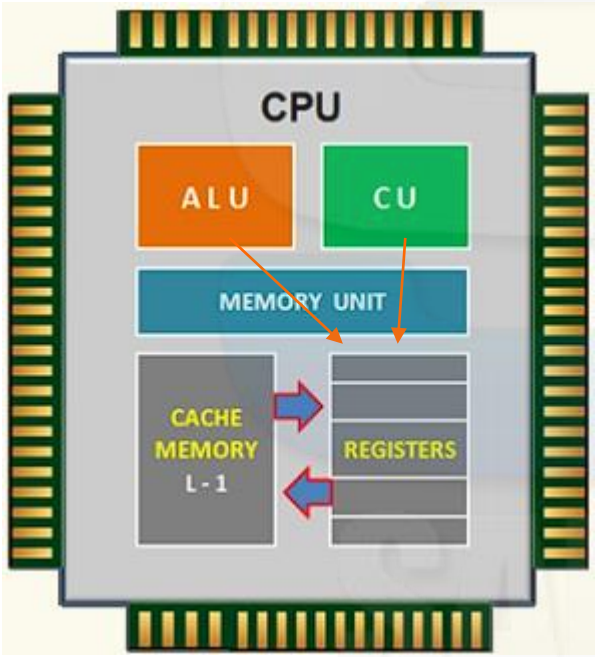
سلسله مراتب حافظه: (Memory Hierarchy)

Level	1	2	3	4
Name	Register	Cache	Main Memory	Secondary Memory
Size	<1 KB	less than 16 MB	<16GB	>100 GB
Implementation	Multi-ports	On-chip/SRAM	DRAM (capacitor memory)	Magnetic
Access Time	0.25ns to 0.5ns	0.5 to 25ns	80ns to 250ns	50 lakh ns
Bandwidth	20000 to 1 lakh MB	5000 to 15000	1000 to 5000	20 to 150
Managed by	Compiler	Hardware	Operating System	Operating System
Backing Mechanism	From cache	from Main Memory	from Secondary Memory	from ie

www.SaeidSafaei.ir

سلسله مراتب حافظه :

سلسله مراتب حافظه از سطوح مختلف حافظه با گنجایش و سرعت‌های متفاوت تشکیل شده است.



در سطح ۱ : درون خود پردازنده، ثبات ها (رجیسترها) وجود دارند.

Processor Register یا ثبات‌های حافظه پردازنده یک کامپیوتر برای ذخیره و انتقال داده‌ها و دستورالعمل‌ها با سرعت بسیار بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تعریف دیگر: حافظه‌های بسیار کوچک و سریعی به نام ثبات در پردازنده وجود دارند که مستقیماً با واحد CUو ALUمتصل هستند و برای نگهداری داده و کنترل اجرای برنامه بکار می‌روند.

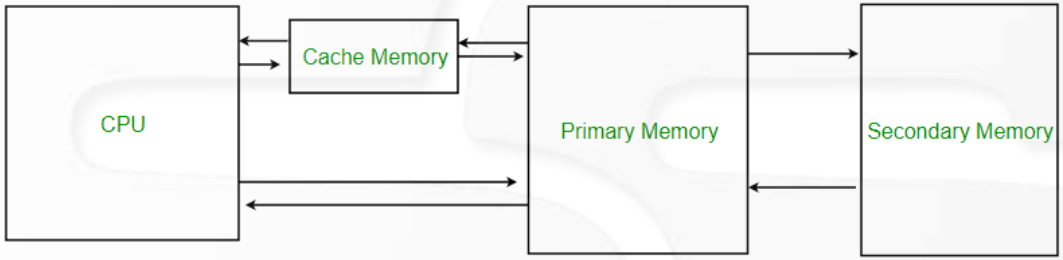
توضیحات تکمیلی در درس های :

زبان ماشین و اسمبلی، معماری کامپیوتر، طراحی سیستم های کامپیوتری

www.SaeidSafaei.ir

سلسله مراتب حافظه

در سطح ۲ : (نزدیک‌ترین سطح به پردازنده) حافظه نهان یا حافظه کش Cache قرار دارد که بعد از ثبات ها سریع‌ترین حافظه در سلسله مراتب حافظه است،



حافظه نهان بعد از ثبات ها سریع‌ترین و گران‌ترین قیمت المان حافظه در سلسله مراتب حافظه است.

حافظه نهان از سلول‌های ایستا SRAM تشکیل شده است و زمان دسترسی آن معمولاً در حدود ۰/۵ نانو ثانیه می باشد. SRAM می‌تواند بیت‌های داده‌ها را تا زمانی که برق تامین می‌شود، در حافظه خود نگهداری کند.

یعنی پردازنده می‌تواند در یک سیکل به داده مورد نظر خود در Cache دسترسی پیدا کند.

در صورتی که این داده در Cache پیدا نشود به سراغ حافظه اصلی می‌رویم و این امر مستلزم صرف زمان نسبتاً زیادی است (حدوداً ۱۰ برابر زمان دسترسی به کش)

www.SaeidSafaei.ir

Buffering چیست؟ (اصطلاحی که معمولا با کش اشتباه گرفته می شود)

بافرینگ زمانی استفاده می شود که سرعت ارسال و دریافت در مبدا و مقصد با هم برابر نیستند و در نهایت ممکن است این وسط Bottleneck به وجود بیاید.

به این معنی که اطلاعات با سرعت زیاد ارسال شوند و چون سرعت دریافت و پردازش پایین است دچار مشکل شوند.

فرآیند بافرینگ هم می تواند بصورت سخت افزاری و هم می تواند بصورت نرم افزاری پیاده سازی شود ، بیشتر بافرهایی که امروزه مورد استفاده قرار می گیرند بافرهای نرم افزاری هستند.

برخی از سیستم های ویدیو آنلاین یا سرویس های Video Streaming نیز از بافرینگ بصورت گسترده ای استفاده می کنند ، دقت کرده اید که هرگاه از یوتیوب ویدیویی را نگاه می کنید اگر سرعت شما کمتر از سرور باشد در کنار آن Bufferingنوشته می شود.

بیشتر اوقات بافرینگ به این شکل انجام می شود که داده های ما در یک صف یا queue با یک سرعت معین نوشته و نگهداری می شوند

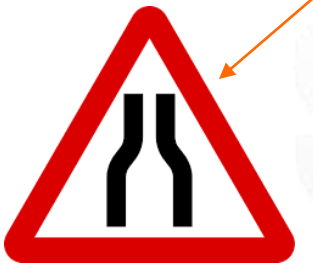
www.SaeidSafaei.ir

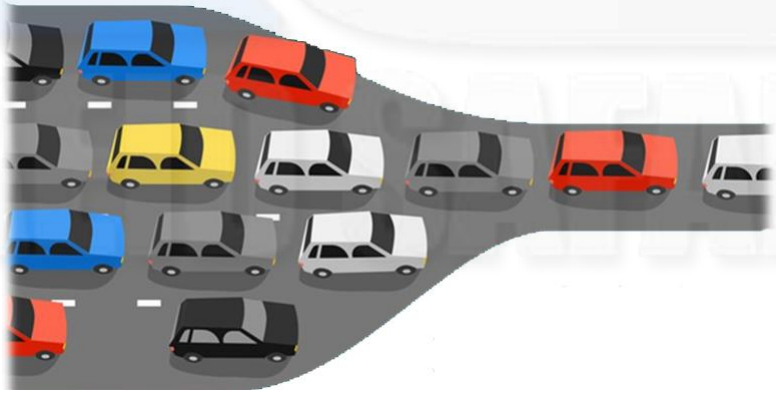
تفاوت میان Caching و Buffering:

تنها تشابهی که در بین فرآیند Caching و Bufferingوجود داشت این بود که داده ها در یک محل موقتی به غیر از محل اصلی نگهداری آنها ذخیره شوند اما تفاوت های آنها کاملا اساسی است.

Caching برای افزایش سرعت دسترسی به داده هایی که بصورت مکرر مورد استفاده قرار می گیرند بایستی در محلی قرار بگیرند که سریعتر در دسترس قرار بگیرند .

اما Buffering برای تنظیم کردن سرعت ارسال و دریافت اطلاعات در دو نوع ارتباط با سرعت های مختلف مورد استفاده قرار می گرفت تا مشکل Bottleneck یا گلوگاه در این میان پیش نیاید.





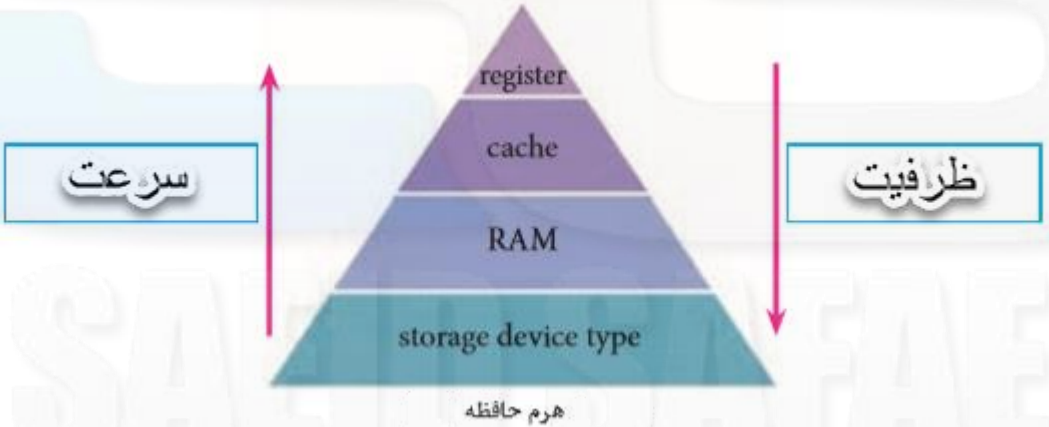
www.SaeidSafaei.ir

سلسله مراتب حافظه

در سطح ۳ : حافظه اصلی Main Memory (MM) قرار دارد که دارای گنجایش و سرعت متوسط است و اطلاعات به صورت دسترسی تصادفی ذخیره و بازیابی می شود.

در سطح ۴: حافظه ثانویه Secondary Storage قرار دارد که پرگنجایش‌ترین و کندترین حافظه در سلسله مراتب حافظه است.

معمولاً حافظه ثانویه دیسک سخت Hard Disk Drive (HDD) نامیده می‌شود.



هرم حافظه

www.SaeidSafaei.ir

اندازه گیری حافظه

www.SaeidSafaei.ir

کوچکترین واحد حافظه:

bit (بیت) مخفف عبارت **binary digit** به معنی رقم دوتایی است.

b

همان‌طور که در عددنویسی در مبنای ده (Decimal)، که عددنویسی رایج امروز در کارهای روزمره است، ده رقم ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ به‌کار می‌رود.

در عددنویسی در مبنای دو (باینری) فقط دو رقم وجود دارد: **صفر و یک.**

به هریک از این ارقام یک **bit** می‌گویند؛ مثلاً عددی مثل ۱۰۰۱۱۰۱ در مبنای دو، هفت رقم یا هفت بیت دارد.

در حقیقت **bit** یک واحد است که با خاموش یا روشن شدن یک کلید به وجود می آید.

در نتیجه هر گاه کلید روشن بود **bit** محتوی یک است و هرگاه خاموش بود محتوی صفر خواهد بود.

Binary Digit (Bit)	Electronic Charge	Electronic System
1		ON
0		OFF

و یا بالعکس که به ساختار کامپیوتر بستگی دارد.

۰ و ۱ دلیل قطعیت محاسبات کامپیوتر است.

یعنی یا به قطعیت، است، یا قطعا، نیست. والسلام!

www.SaeidSafaei.ir

B

Byte (بایت) چیست؟

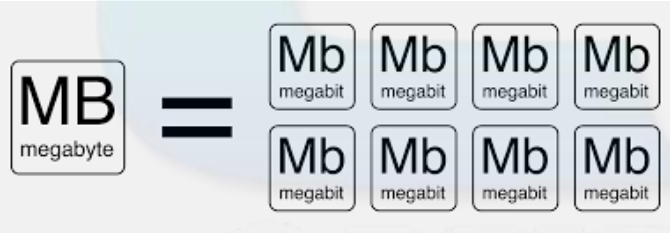
همانطور که گفتیم یک bit به تنهایی واحد بسیار کوچکی است.

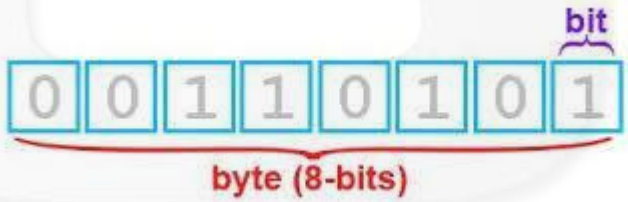
چون فقط شامل ۰ یا ۱ می باشد.

برای اینکه بتوانیم اطلاعات معنی داری را ذخیره کنیم به تعداد بیشتری bit نیاز داریم.

با ترکیب مشخصی از bit ها امکان ذخیره کردن اطلاعات با معنی فراهم می شود.

یک Byte بایت، از کنار هم قرار گرفتن **۸ bit** به وجود می آید.





همان طور که ما در زندگی روزمره برای راحتی، واحدهای اندازه گیری کوچک را کنار هم قرار دادیم و واحد های بزرگتری درست کردیم مثلا به جای اینکه بگوییم ۲۰۰۰ گرم میوه، میگوییم ۲ کیلو (گرم) میوه، پس در دنیای کامپیوتر هم این معیار ها را برای راحتی در اندازه گیری به وجود آمده اند که در ادامه به آن می پردازیم.

www.SaeidSafaei.ir

جدول واحد های اندازه گیری حافظه کامپیوتر

- bit کوچکترین واحد برای نگه داری صفر یا یک.
- Byte به هشت Bitکه کنار هم قرار بگیرند میگیم یک Byte بقیه معیار ها را از کنار هم قرار دادن Byte ها نامگذاری میکنیم.

واحد	معادل بایت	توان ۲
کیلوبایت	۱۰۲۴ بایت	2^{10} بایت
مگابایت	۱۰۲۴ کیلوبایت = ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ بایت	2^{20} بایت
گیگابایت	۱۰۲۴ مگابایت = ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ بایت	2^{30} بایت
ترابایت	۱۰۲۴ گیگابایت = ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ بایت	2^{40} بایت
پتابایت	۱۰۲۴ ترابایت = ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ بایت	2^{50} بایت
اگزابایت	۱۰۲۴ پتابایت = ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ × ۱۰۲۴ بایت	2^{60} بایت

www.SaeidSafaei.ir

رفع ابهام : (صرفا جهت مطالعه)

چرا ۱۰۰۰ بیت؟

کلمه کیلو عملا به معنای ۱۰۰۰ است و به همین دلیل نیز بسیاری از افراد معتقدند که یک کیلوبیت به معنی یک هزار بیت خواهد بود.

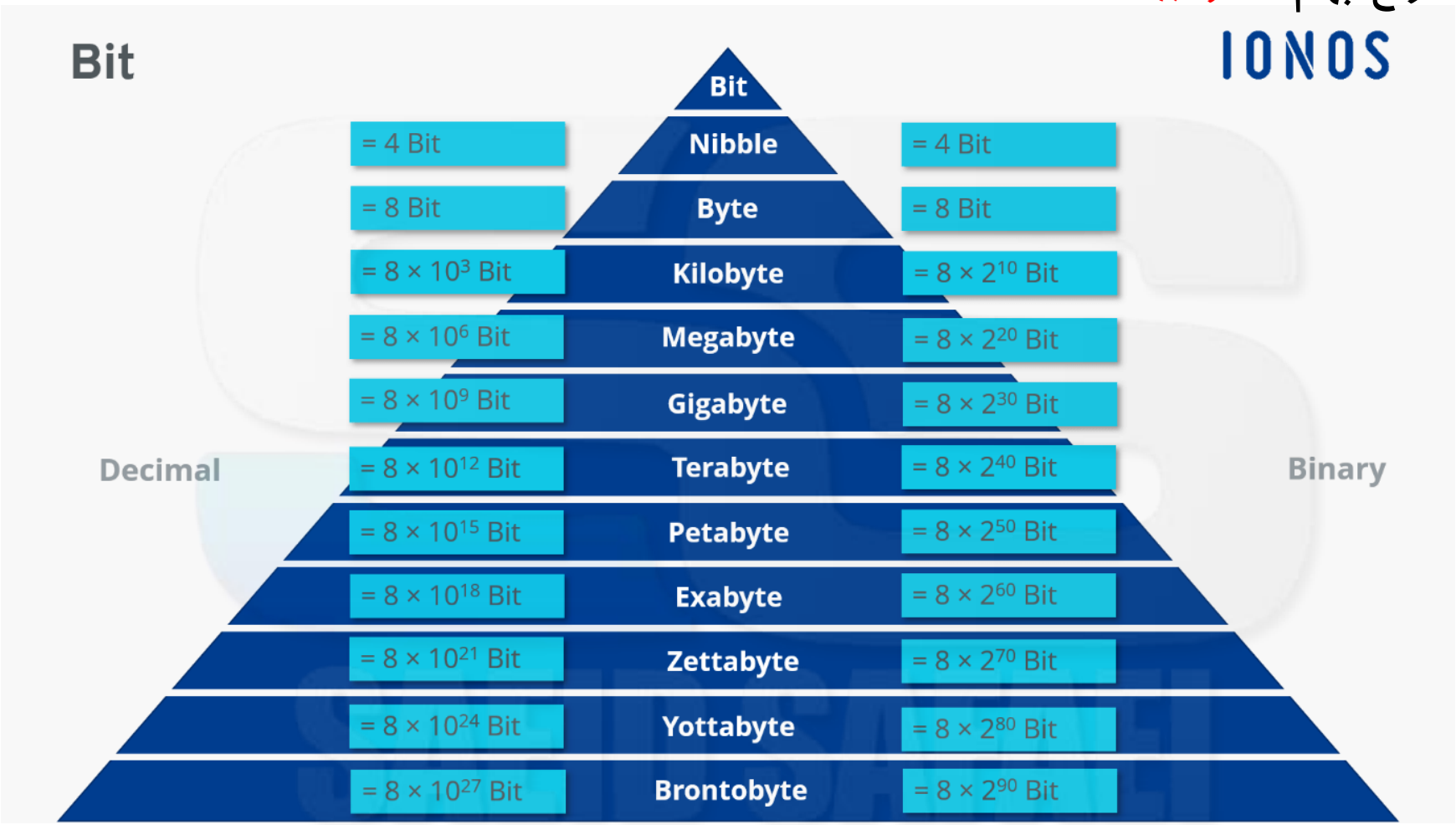
چرا ۱۰۲۴ بیت؟

در دانش کامپیوتر داده‌ها بر اساس تصاعد باینری یا دودویی کار می‌کنند و عملا عددی مانند ۱۰۰۰ در تصاعد باینری جای نخواهد داشت و به همین دلیل نیز نزدیک ترین عدد به این میزان برابر با ۱۰۲۴ است که گروهی آن را به‌عنوان پاسخ درست برای یک کیلوبیت مطرح می‌کنند.

کسانی که پاسخ ۱۰۲۴ بیت را انتخاب کرده‌اند به‌صورت عموما افرادی هستند که از دیرباز با کامپیوتر سروکار داشته و یا اینکه از روی کتب یا آموزش‌های افراد قدیمی‌تر برای یادگیری اطلاعات کامپیوتری اقدام کرده‌اند، زیرا در ابتدای امر میزان یک کیلوبیت به ۱۰۲۴ بیت معادل ۲ به توان ۱۰ گفته می‌شد ولی با توجه به پیشرفت کامپیوترها و از بین رفتن کاربری عمومی میزان کیلوبیت و جایگزین شدن آن با مقادیر بالاتر، عملا کیلوبیت به میزان ۱۰۰۰ یعنی ۱۰ به توان ۳ بیت رند شد.

www.SaeidSafaei.ir

رفع ابهام : (صرفا جهت مطالعه)



www.SaeidSafaei.ir

سیستم اعداد

کامپیوترها چگونه صحبت می کنند؟

www.SaeidSafaei.ir

Decimal

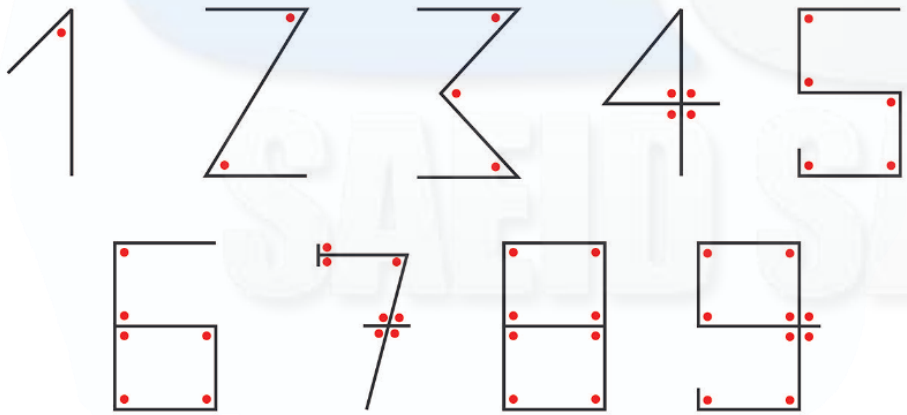
فلسفه وجودی اعداد به نیاز بشر برای شمارش برمی‌گردد.

اعداد در دنیای امروز بخشی جدانشدنی از زندگی روزمره‌ی ما می‌باشند.

بطور کلی سیستم اعدادی که ما از اول ابتدایی تا الان با آن سروکار داشته ایم سیستم اعداد در مبنای ۱۰ یا ده دهی یا همان دسیمال Decimal می باشد.

اعداد در این مبنا دارای ۱۰ رقم معنی دار ۰، ۱، ... ۹ می‌باشند.

دلیل استفاده از علامت‌های ۰، ۱،...۹ برای این نه رقم معنی‌دار به تعداد شکستگی‌ها (زوایا) در نمایش آن‌ها برمی‌گردد.

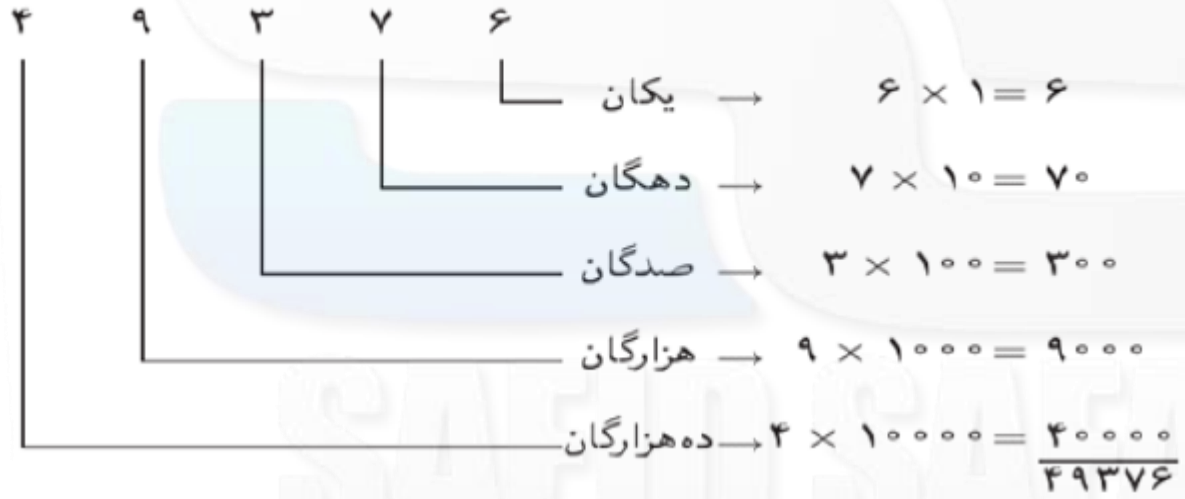


www.SaeidSafaei.ir

Decimal

در نمایش اعداد در مبنای ده، ارقام به ترتیب از سمت راست به چپ یکان، دهگان، صدگان و ... نامیده می‌شوند که ارزش هر رقم را بیان می‌کند.

- به عنوان مثال عدد ۳۶۸ شامل سه بسته صدتایی، ۶ بسته ده‌تایی و ۸ یکی می‌باشد.
- در مثالی دیگر عدد ۴۹۳۷۶ را در نظر بگیرید:



جالب است بدانید همین کلماتی که در حال خواندن آن‌ها هستید به صورت کدهای صفر و یک (باینری) برروی کامپیوتر شما ثبت می‌شوند. سوال؟ چرا باینری؟

www.SaeidSafaei.ir

چرا کامپیوتر ها از اعداد باینری استفاده می کنند؟

باینری به معنای یکی یا دیگری است.

برای مثال، انتخاب باینری شامل انتخاب یکی از دو گزینه ممکن است.

یک عدد باینری با استفاده از سیستم اعداد پایه ۲ توصیف می شود، که فقط از دو نماد یا اعداد مختلف استفاده می کند: معمولاً ۰ و ۱

دلیل اصلی استفاده از سیستم اعداد باینری در محاسبات ساده بودن آن است.

کامپیوترها زبان یا اعداد را مانند ما نمی فهمند.

تنها چیزی که آنها واقعاً برای کار با آنها در دسترس هستند، سوئیچ ها و سیگنال های الکتریکی است، چه **روشن** و چه **خاموش**.

اگر قرار بر این بود تا کامپیوتر با سیستم ده دهی کار کند، برای نمایش داده ها و اطلاعات، در پیاده سازی سخت افزار کامپیوتر حداقل به ۱۰ سیگنال الکتریکی با سطوح مختلف برای تشخیص ده رقم مختلف در سیستم ده دهی از یکدیگر نیاز داشتیم.

www.SaeidSafaei.ir

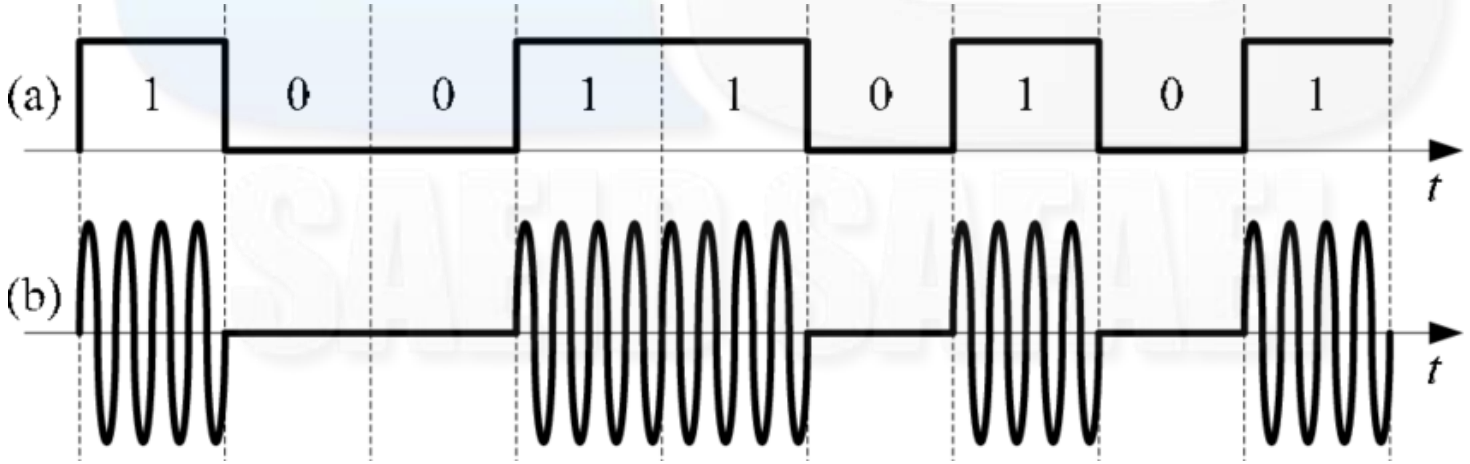
این روش هم هزینه طراحی سخت افزار را افزایش میدهد.

هم به دلیل عدم قطعیت، احتمال خطارا بالا میبرد.

و در نتیجه پیچیدگی بسیار زیادی را در عمل بوجود می آورد.

پس به همین دلیل باید به دنبال روشی برای عدد نویسی بگردیم که پیاده سازی آن، به کمترین سیگنال نیاز داشته باشد.

با توجه به اینکه وضعیت سیگنال : **۱- وجود داشتن** یا **۲- وجود نداشتن** آنهاست، باید روشی به کار ببریم که فقط دو نماد برای نوشتن اعداد در آن به کار برده شود(**۰و۱**).

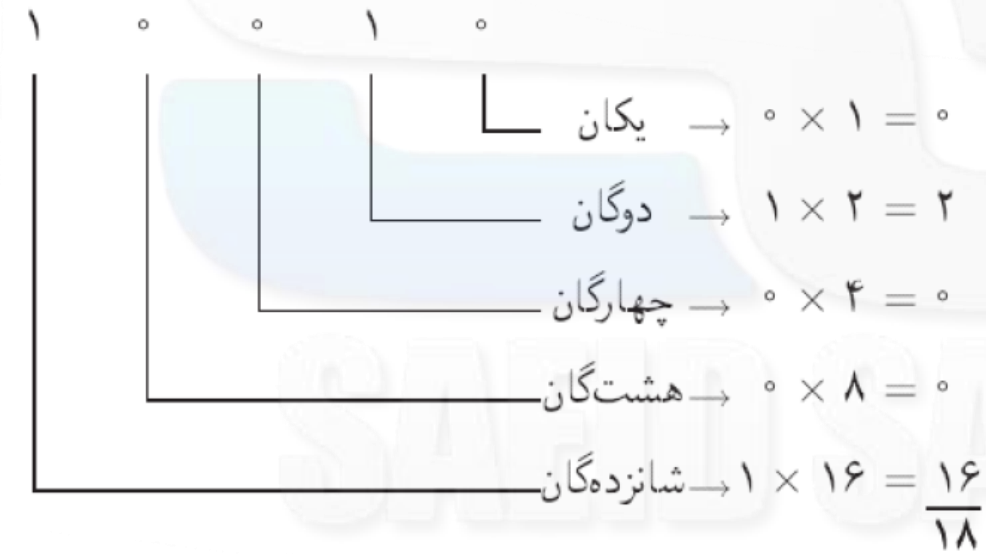


www.SaeidSafaei.ir

سیستم دودویی (Binary)

سیستم اعداد پایه ۲ به همین صورت عمل می کند، اما به جای اینکه ده نماد مختلف قبل از اضافه شدن رقم دیگری در دسترس باشد، فقط دو عدد وجود دارد.

با این حساب مثلا عددی که در این روش به صورت ۱۰۰۱۰ نوشته میشود در روش معمولی عدد نویسی به صورت زیر محاسبه می شود:



www.SaeidSafaei.ir

نحوه نمایش متن در سیستم باینری

اگر یک فایل متنی را تقسیم بندی کنیم و به عبارتی بخواهیم برای یک فایل متنی واحد گذاری انجام دهیم واحدهای ما از بزرگ به کوچک شامل: پاراگراف، جمله، کلمه و حروف الفبا خواهند بود.

در سیستم کامپیوتری برای ساده‌سازی و امکان انجام عملیات توسط ماشین، همیشه از کوچکترین واحد برای تبدیل به بزرگترین واحد استفاده می‌شود.

در سیستم کامپیوتر شما جهت دریافت، ذخیره‌سازی و نمایش اطلاعات متنی از کدگذاری حروف استفاده می‌شود.

در واقع می‌توان گفت که حروف نیز تبدیل به اعداد می‌شوند.

A	1	0 0 0 0 1
B	2	0 0 0 1 0
C	3	0 0 0 1 1
D	4	0 0 1 0 0

این یک کدگذاری ساده از حروف است که البته در کامپیوترهای مدرن از کدهای ASCII یا Unicode استفاده می‌شود که ماهیت یکسانی دارند و تنها روش کدگذاری آن‌ها متفاوت است.

www.SaeidSafaei.ir

تبدیل مبنا (دودویی)
Binary

www.SaeidSafaei.ir

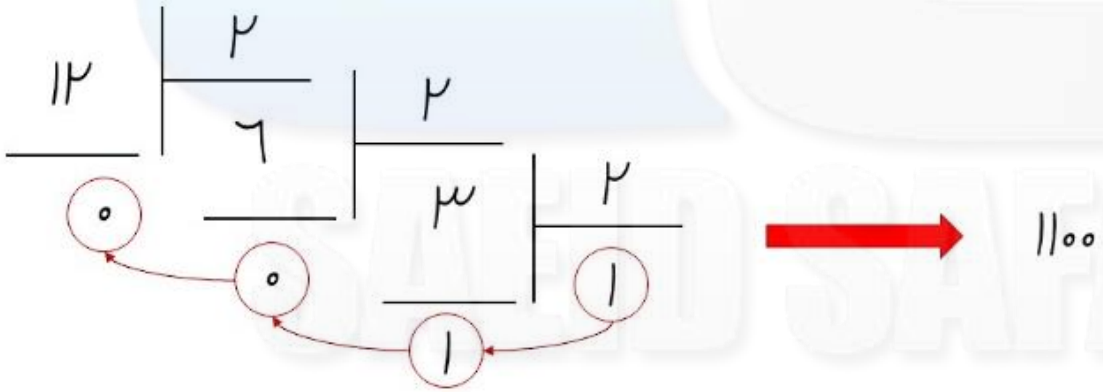
روش تقسیم متوالی برای تبدیل اعداد دسیمال به مبنای دو

تبدیل مبنای ده دهی به دودویی را با ادبیات های دیگری نیز می توان بیان کرد یعنی تبدیل مبنای دسیمال به باینری یا Dec به Bin،

در روش تقسیم متوالی به این صورت عمل می‌شود که هربار عدد را بر ۲ تقسیم می‌کنیم و باقی‌مانده آن، یک بیت از عدد را تشکیل می‌دهد.

تقسیم‌ها تا زمانی انجام می‌شوند که به خارج قسمت ۱ برسیم و در پایان، خارج قسمت را به بیت‌ها اضافه می‌کنیم.

به مثال زیر توجه کنید:



www.SaeidSafaei.ir

روش ترازو برای تبدیل اعداد دسیمال به مبنای دو و بلعکس

هر چند روش تقسیم متوالی یک روش پایه و مرسوم است ولی بخاطر زمانبر بودن این روش می توان گفت روش تقسیمات متوالی چندان کاربردی نیست.

پس کاری که انجام می دهیم این است که ابتدا یک روشی بر اساس ترازو های قدیمی که با وزنه کار می کردند ایجاد می کنیم.

در ترازوهای قدیمی از وزن های عرف استفاده می شد یعنی در اعداد صحیح ما وزنه های ۱ کیلویی ۲، ۵ و ۱۰ کیلویی داشتیم و برای محاسبه وزن ۳ کیلو از مجموع وزنه های ۱ کیلویی و ۲ کیلویی استفاده می کردیم.

www.SaeidSafaei.ir

برای استفاده از روش ترازو ما ابتدا نیاز داریم وزنه های خودمان در سیستم اعداد را بشناسیم.

همانطور که قبلاً هم گفتیم اساس کار ما در تبدیلات بر اساس سیستم دودویی هست پس وزنه های دودویی خودمان را بصورت زیر مشخص می کنیم:

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^{9}	2^{8}	2^{7}	2^{6}	2^{5}	2^{4}	2^{3}	2^{2}	2^{1}	2^{0}
۴۰۹۶	۲۰۴۸	۱۰۲۴	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸	۶۴	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱

پس یک بار این جدول را باهم تمرین می کنیم تا بدانیم ما در سیستم تبدیل مبناها وزنه های ۴۰۹۶،۲۰۴۸،۱۰۲۴،۵۱۲،۲۵۶،۱۲۸،۶۴،۳۲،۱۶،۸،۴،۲،۱،... را داریم.

از اینجا به بعد در آموزش تبدیل مبنا ها کار ما فقط تخصیص وزنه های مناسب برای بدست آوردن عدد مورد نظر هست.

www.SaeidSafaei.ir

در ابتدا مثالی برای بدست آوردن عدد ۱۹ با این روش طبق شکل زیر بدست می آوریم.

$(19)_{10} = (\ ؟\ )_2$

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
۴۰۹۶	۲۰۴۸	۱۰۲۴	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸	۶۴	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱
								۱	۰	۰	۱	۱

$(19)_{10} = (10011)_2$

در مثال بالا برای بدست آوردن عدد ۱۹ احتیاج به وزنه های ۱۶ + ۲ +۱ داریم پس در جدول جای این وزنه های که استفاده شده اند ۱ و بجای وزنه های استفاده نشده ۰ می گذاریم.

به همین راحتی اعداد باینری بدست آمده باینری عدد ۱۹ را به ما خواهد داد.

www.SaeidSafaei.ir

مثال دیگری را امتحان می کنیم عدد ۵۸۳ را می خواهیم به باینری تبدیل کنیم طبق شکل ما وزن های زیر را انتخاب خواهیم کرد:

$(۵۸۳)_{۱۰} = (\ ؟\ )_{۲}$

$۲^{۱۲}$	$۲^{۱۱}$	$۲^{۱۰}$	$۲^{۹}$	$۲^{۸}$	$۲^{۷}$	$۲^{۶}$	$۲^{۵}$	$۲^{۴}$	$۲^{۳}$	$۲^{۲}$	$۲^{۱}$	$۲^{۰}$
۴۰۹۶	۲۰۴۸	۱۰۲۴	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸	۶۴	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱
			۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱

۵۱۲ + ۶۴ + ۴ + ۲ + ۱

۵۸۳

$(۵۸۳)_{۱۰} = (۱\ ۰۰۱\ ۰۰۰\ ۱۱۱)_{۲}$

www.SaeidSafaei.ir

مثالی از تبدیل مبنای دودویی به ده دهی

در آموزش تبدیل مبنا برای تبدیل مبنای دودویی به ده دهی یا باینری به دسیمال برعکس کار بالا را انجام می دهیم.

یعنی عدد باینری خودمان را به ترتیب در خانه ها می گذاریم و جاهایی که ۱ است وزنه ها را باهم جمع می کنیم.

مثلاً برای بدست آوردن مقدار دهدهی عدد (۱۰۰۱۰۱) در مبنای ۲ این عدد را طبق شکل در جدول قرار می دهیم سپس خانه هایی که ۱ هستند وزنشان را باهم جمع می کنیم:

$$(100101)_2 = (\ ?\ )_{10}$$

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
۴۰۹۶	۲۰۴۸	۱۰۲۴	۵۱۲	۲۵۶	۱۲۸	۶۴	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱
							۱	۰	۰	۱	۰	۱

$32 + 4 + 1 = 37$

www.SaeidSafaei.ir

سایر سیستمهای اعداد:

هشتایی octal

در این سیستم مبنای اعداد ۸ می باشد و از ارقام ۰ تا ۷ تشکیل شده اند.

مثلا ۱۵۴۶۷۳ یک عدد در مبنای هشت می باشد اما ۸۴۶۵۲۳ در مبنای هشت نیست چون شامل عدد هشت است.

شانزده تایی hexa decimal

در این سیستم مبنای اعداد ۱۶ می باشد و از ارقام ۰ تا ۹ و حروف A تا F تشکیل شده اند.

در واقع حروف A تا F برای نمایش اعداد ۱۰ تا ۱۵ مورد استفاده قرار می گیرند.

مثلا 598A23 یا C456F اعدادی در مبنای شانزده می باشند.

در ادامه آموزش به تبدیل سایر مبناهای اعداد صحیح و اعشاری خواهیم پرداخت.

2 ⟷ 10

8 ⟷ 2

16 ⟷ 2

www.SaeidSafaei.ir

با تشکر از همراهی شما

محمد سعید صفایی صادق

www.SaeidSafaei.ir