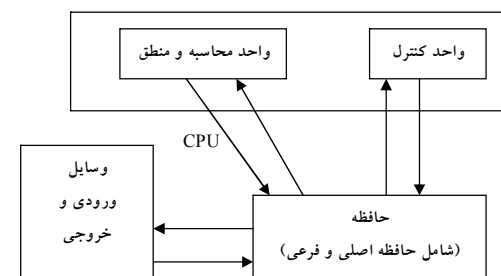


۱-۱ معماری^۱ سیستم‌های کامپیوتری

سیستم‌های کامپیوتری که شامل مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و سخت‌افزارها می‌باشند، بر اساس ترکیبی از دو نوع معماری نرم‌افزاری و سخت‌افزاری شکل می‌گیرند. معماری نرم‌افزار^۲ به‌صورت کلی شامل مجموعه‌ای از دستورات و فرمت استفاده از آنها می‌باشد. معماری سخت‌افزار^۳ سیستم نیز شامل مولفه‌های سخت‌افزاری به شرح ذیل می‌باشد:



شکل ۱-۱: شمای کلی از معماری سخت‌افزاری سیستم کامپیوتری

- پردازنده^۴ که ابزاری است برای تفسیر و اجراء دستورالعمل‌ها
- حافظه^۵ که ابزاری است برای ذخیره‌سازی داده‌ها و برنامه‌ها
- ابزار انتقال اطلاعات بین اجزاء داخلی کامپیوتر و یا مابین کامپیوتر و محیط

بیرونی

^۱ Architecture

^۲ Software Architecture

^۳ Hardware Architecture

^۴ Processor

^۵ Memory

فصل ۱

اعداد مبنا در سیستم‌های دیجیتال

هدف کلی

در این فصل مباحث کلی سیستم‌ها و معماری مدارهای دیجیتال به صورت کلی مطرح شده و در ادامه مباحث مربوط به مبنای اعداد و روش‌های تبدیل اعداد مبنا شرح داده خواهند شد. همچنین متمم‌های اعداد نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفته و انواع اعداد دودویی علامت‌دار توضیح داده خواهند شد. در ادامه انواع کدهای دودویی و دهمی و ... نیز ارائه خواهند شد.

هدف ساختاری

در این فصل عناوین زیر مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند:

- سیستم‌های دیجیتال
- مبنای اعداد
- روش‌های تبدیل اعداد در مبنای مختلف
- متمم‌های اعداد
- اعداد دودویی علامت‌دار
- جمع و تفریق اعداد
- انواع جداول و کدهای دودویی و ...

منطقی را هم اجرا نماید. به علاوه می تواند جهت تصمیم گیری بر اساس شرایط داخلی یا خارجی برنامه ریزی شود.

۱-۲-۱ عناصر گسسته^۱ در سیستم های دیجیتال

یکی از ویژگی های سیستم دیجیتال، توانمندی آنها در دستکاری عناصر گسسته اطلاعاتی است. هر مجموعه ای که به تعداد متناهی از عناصر محدود باشد، اطلاعاتی گسسته را داراست. مثال هایی از عناصر گسسته عبارتند از ۱۰ رقم دهدهی، ۲۶ حرف الفباء، ۶۴ مربع بازی شطرنج. کامپیوترهای دیجیتال اولیه برای محاسبات عددی به کار می رفتند. در این حال، عناصر گسسته به کار رفته، ارقام بودند. نام دیجیتال یا رقمی از این مفهوم حاصل شده است. عناصر گسسته اطلاعاتی در یک سیستم دیجیتال با کمیت های فیزیکی به نام سیگنال^۲ نشان داده می شوند. رایج ترین سیگنال های الکتریکی عبارتند از ولتاژ و جریان. وسایل الکترونیکی به نام ترانزیستور در مداراتی که این سیگنال ها را پیاده سازی می کنند به طور چشمگیری به کار می روند. سیگنال ها در بسیاری از سیستم های دیجیتال الکترونیک امروزی، تنها دو مقدار را دارا هستند و بنابراین آنها را دودویی می نامند. یک رقم دودویی که بیت خوانده می شود دو مقدار دارد: 0 و 1. عناصر گسسته اطلاعاتی با گروهی از بیت ها به نام کدهای دودویی نمایش داده می شوند. مثلاً ارقام دهدهی 0 تا 9 در سیستم اعداد دیجیتال با کد چهار بیتی نشان داده می شوند. با به کارگیری تکنیک های مختلف، گروه هایی از بیت ها برای نمایش سمبل های گسسته تعریف می شوند و سپس در توسعه یک سیستم در قالب دیجیتال مورد استفاده قرار می گیرد. در نتیجه، یک سیستم دیجیتال سیستمی است که با عناصر گسسته اطلاعاتی به شکل دودویی کار می کند.

¹ Discrete Elements

² Signal

شکل ۱-۱ معماری یک سیستم کامپیوتری را به صورت شماتیک و کلی نشان می دهد که در آن نحوه ارتباط بین عناصر نیز آمده است:

۱-۲ سیستم های دیجیتال

امروزه سیستم های الکترونیکی یا به بیانی دیگر سیستم های دیجیتال که شامل مجموعه ای از مدارات برقی و... می باشند در تقریباً تمامی علوم مانند مخابرات، تجارت، محاسبات ریاضی و علمی، ناوبری هواپیماها و سفینه های فضایی، اعمال جراحی، اینترنت و بسیاری از دیگر زمینه های تجاری، صنعتی و علمی به کار می روند. بهترین مثال از یک سیستم دیجیتال، کامپیوتر دیجیتال همه منظوره است. مهمترین خاصیت یک کامپیوتر دیجیتال، همگانی بودن آن است. کامپیوتر می تواند رشته ای از دستورات به نام برنامه را که روی داده های مفروض عمل می کنند، دنبال نماید. کاربر می تواند برنامه یا داده خود را طبق نیاز انتخاب و اجرا کند. به علت این انعطاف، کامپیوترهای همه منظوره دیجیتال می توانند عملیات پردازش اطلاعات را در محدوده وسیعی از کاربردها انجام دهند. بخشهای اصلی یک کامپیوتر عبارتند از واحد حافظه، واحد پردازش مرکزی و واحدهای ورودی-خروجی، واحد حافظه برنامه ها و داده های وارده، خارج شونده و میانی را ذخیره می کند. واحد پردازش مرکزی اعمال محاسباتی و دیگر عملیات روی داده ها را بر حسب آنچه در برنامه مشخص شده، انجام می دهد. داده ها و برنامه هایی که به وسیله کاربر آماده شده اند توسط وسایل ورودی مانند صفحه کلید به حافظه انتقال می یابند. یک وسیله خروجی مثل چاپگر نتایج حاصل از محاسبات را دریافت کرده و به کاربر ارائه می دهد. یک کامپیوتر دیجیتال می تواند به چندین وسیله ورودی-خروجی وصل شود. یکی از وسایل مفید واحد مخابره است که تبادل داده را از طریق اینترنت با دیگر کاربران برقرار می سازد. یک کامپیوتر دیجیتال دستگاهی توانمند است که نه تنها می تواند محاسبات ریاضی را انجام دهد، بلکه قادر است اعمال

اطلاعات ویدیویی، صوتی و دیگر گونه‌ها بدون از دست رفتن حتی یک قلم داده، ضبط می‌گردد.

۱-۲-۲ زبان توصیف سخت‌افزاری^۱

یک سیستم دیجیتال از به هم پیوستن ماژول‌های دیجیتال^۲ به‌دست می‌آید. برای درک عمل هر ماژول، دانش و آگاهی مدارهای دیجیتال و عمل منطقی آنها لازم است.

یک گرایش مهم در طراحی دیجیتال، استفاده از زبان توصیف سخت‌افزاری است. HDL نوعی زبان برنامه‌ریزی است که برای توصیف مدارهای دیجیتال به صورت متن به کار می‌رود. این زبان برای شبیه‌سازی یک سیستم دیجیتال و اطمینان از صحت عمل آن قبل از ساخت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۳-۳ نمایش اطلاعات در کامپیوتر

همانطور که قبلاً گفته شد سیستم‌های دیجیتال کمیت‌های گسسته اطلاعات، که به فرم دودویی نمایش داده شده‌اند را دستکاری می‌نماید. عملوندهای به کار رفته در محاسبات را می‌توان در سیستم دودویی بیان کرد. دیگر عناصر گسسته از جمله ارقام دهدهی به صورت کدهای دودویی نشان داده می‌شوند. پردازش داده به وسیله عناصر منطقی دودویی و با استفاده از سیگنال‌های دودویی انجام می‌گیرد. کمیت‌ها نیز در عناصر دودویی ذخیره می‌شوند. شکل ۱-۲ ساختار درختواره‌ای نمایش انواع اطلاعات را در یک سیستم کامپیوتری نشان می‌دهد. هدف این فصل معرفی مفاهیم دودویی متعدد به صورت یک مرجع برای مطالعات بعدی در فصل‌های آینده است.

کمیت‌های اطلاعاتی یا ذاتاً گسسته‌اند و یا از نمونه‌برداری فرآیندهای پیوسته حاصل می‌شوند. به عنوان مثال یک لیست حقوق ذاتاً یک فرآیند یا رویداد گسسته بوده و حاوی: نام کارمند، شماره تامین اجتماعی، حقوق هفتگی، مالیات بر درآمد و غیره است. پرداختی به یک کارمند با استفاده از مقادیر داده گسسته مانند حروف الفبایی (نام‌ها)، ارقام (حقوق)، و نمادها یا سمبل‌های خاص (مانند \$) پردازش می‌گردد. از طرف دیگر یک محقق ممکن است یک پدیده را به صورت پیوسته مشاهده کند، ولی فقط مقادیر خاصی را به صورت جدول ثبت نماید. بنابراین فرد محقق داده پیوسته را نمونه‌برداری می‌نماید ولی هر کمیت در جدول را از عناصر گسسته می‌سازد. در بسیاری از حالات نمونه‌برداری از یک فرآیند به‌طور خودکار به‌وسیله دستگاهی به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال انجام می‌شود.

برای استفاده از مدارهای دیجیتال در تولیدات تجاری دلایل اساسی وجود دارد. همچون کامپیوترهای دیجیتال، دستگاههای دیجیتال نیز قابل برنامه‌ریزی‌اند. با تعویض برنامه در یک وسیله برنامه‌پذیر، همان سخت‌افزار یگانه، قابلیت استفاده در کاربردهای متفاوت را خواهدداشت. کاهش قیمت شدید در وسایل دیجیتال به دلیل پیشرفت در تکنولوژی مدارهای مجتمع دیجیتال مرتباً روی می‌دهد. با افزایش تعداد ترانزیستورها در یک قطعه سیلیکان، توابع پیچیده‌تری پیاده‌سازی شده، قیمت هر واحد کاهش یافته و قیمت دستگاههای دیجیتال روز بروز کاهش می‌یابد. دستگاههای ساخته شده با مدارهای مجتمع می‌توانند با سرعتی تا صد میلیون عمل در ثانیه را انجام دهند. می‌توان با استفاده از کدهای اصلاح خطا عملکرد سیستم‌های دیجیتال را به شدت اطمینان بخش نمود. مثالی از این نوع، دیسک چند کاره دیجیتال (DVD) است که در آن

^۱ Hardware Description Language (HDL)

^۲ Digital Modules

$$6 * 10^3 + 5 * 10^{-2} + 4 * 10^{-1} + 8 * 10^0$$

با این وجود معمول این است که فقط ضرایب را بنویسیم و توان‌های لازم 10 را از مکان آنها استنتاج کنیم.

سیستم اعداد دهدهی را در مبنای 10 گویند. زیرا از 10 رقم استفاده می‌کند و ضرایب در توانی از 10 ضرب می‌گردند. سیستم دودویی، یک سیستم اعداد متفاوت است. ضرایب سیستم اعداد دودویی فقط دو مقدار ممکن را دارند: 0 و 1 هر ضریب a_x در 2^x ضرب می‌گردد. مثلاً معادل دهدهی عدد دودویی 11010.11 برابر 26.75 می‌باشد، که از ضرب ضرایب در توان‌هایی از 2 به دست می‌آید:

$$1 * 2^{-4} + 1 * 2^{-3} + 0 * 2^{-2} + 1 * 2^{-1} + 0 * 2^0 + 1 * 2^1 + 1 * 2^2 + 1 * 2^3 = 26.75$$

به طور کلی، یک عدد در مبنای r به صورت حاصلضرب توانهای r در ضرایب مربوطه‌اش بیان می‌گردد:

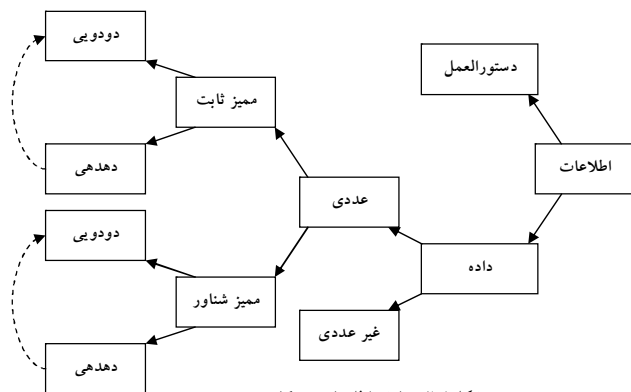
$$a_n * r_n + a_{n-1} * r_{n-1} + \dots + a_2 * r_2 + a_1 * r_1 + a_0 + a_{-1} * r_{-1} + a_{-2} * r_{-2} + \dots + r_{-m} a_{-m}$$

که ضرایب a_x بین 0 تا $r-1$ می‌باشند. برای تفکیک اعداد در مبناهای مختلف، ضرایب را در داخل پرانتزها نوشته و اندیس مبنا را در زیر آن می‌گذاریم (به جز در اعداد دهدهی که محتوا بیانگر دهدهی بودن است).

همانطور که قبلاً اشاره شد، ارقام در یک عدد دودویی بیت خوانده می‌شوند. وقتی که یک بیت برابر 0 است در عمل جمع تبدیل مبنا نقشی ندارد. بنابر این تبدیل دودویی به دهدهی با جمع توانهایی از 2 که ضرایب آن 1 است صورت می‌گیرد. مثلاً عدد زیر را در نظر بگیرید:

$$(101101)_2 = 32 + 8 + 4 + 1 = (45)_{10}$$

در عدد فوق چهار عدد 1 دیده می‌شود. دهدهی مربوطه جمع چهار توان از 2 می‌باشد. 24 اعداد اول (مجموعاً معادل 3 بایت) حاصل از 2 به توان n در جدول



شکل ۱-۲: نمایش اطلاعات در کامپیوتر

۱-۳-۱ اعداد دودویی

به طور کلی یک عدد با نقطه اعشاری با یکسری ضرایب به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} a_{-3}$$

که ضرایب a_x هر یک از ده رقم (0 و 1 و 2 و ... و 9) بوده و x مکان عدد را نشان می‌دهد، و از این رو توان 10 که ضریب در آن ضرب می‌گردد مشخص خواهد شد. این مطلب به صورت زیر بیان می‌شود:

$$10^5 a_5 + 10^4 a_4 + 10^3 a_3 + 10^2 a_2 + 10^1 a_1 + 10^0 a_0 + 10^{-1} a_{-1} + 10^{-2} a_{-2} + 10^{-3} a_{-3}$$

یک عدد دهدهی مانند 6548 کمیتی معادل با 6 هزارتایی، به علاوه 5 صدتایی، به علاوه 4 ده‌تایی به علاوه 8 واحد را نشان می‌دهد. هزارها، صدها و ... توانی از 10 هستند که با توجه به مکان ضرایب معین می‌گردند. به بیان دقیق‌تر، 6548 را می‌توان به صورت زیر نوشت: