تکنولوژی: پایان راه

مترجم: آذرنوش، علی رضا

بزرگترین و نازکترین کاغذ موجود بردارید و آن را از وسط تا بزنید.دوباره این کار را بکنید.پس از 7 یا 8 بار تا کردن دیگر نمی‏توانید با دست به این کار ادامه‏ بدهید،زیرا به اندازهء یک کتاب ضخیم‏ خواهد شد.اگر می‏توانستید آن را 20 بار تا بزنید ضخامتش از ارتفاع منزلتان نیز بیشتر می‏شد.پس از 40 بار سر به آسمان‏ می‏کشید و با 70 بار تا کردن به نزدیکترین‏ ستاره می‏رسید(در این صورت 8 سال طول‏ می‏کشید تا نور از بالا.تا پایین آن را بپیماید).این کاغذ پس از 100 بار تا خوردن‏ به اندازهء 10 میلیارد سال نوری در جهان‏ شناخته شده حرکت می‏کرد.به این پدیده‏ رشد تصاعدی می‏گویند یعنی:اگر مقادیر کوچکی از هر جسم را به دفعات متعدد دو برابر کنیم با سرعت نجومی بزرگ می‏شود. در واقع آنقدر بزرگ خواهد شد که رشد تصاعدی از قلمرو ریاضیات جدا می‏شود.

در 30 سال گذشته،رشد چیپهای‏ کامپیوتری کاملا به صورت تصاعدی‏ انجام شده است.درست همان‏طور که‏ گودون مور،یکی از بنیانگذاران شرکت‏ اینتل،پیشبینی کرده بود قدرت چیپها هر دو سال یکبار به طور یکنواخت دو برابر می‏شود(پیشبینی اولیهء او 18 ماه بود ولی‏ در سال 1975 در مورد آن تجدیدنظر کرد). در عمل،مهندسان توانسته‏اند کاغذ را 15 بار تا بزنند،و هر بار تعداد قطعات روی یک‏ چیپ را دور برابر می‏کردند.ولی چنین به‏ نظر می‏رسد که قانون مور در برابر اصل‏ قوی‏تر دیگری تسلیم شده باشد.براساس‏ این اصل عمر هر چیز خوب روزی به‏ پایان می‏رسد.

تقویم نجومی مور

بیائید خط آهن آمریکا را در نظر بگیریم. در سال 1830،این صنعت تنها به خاطر داشتن 37 کیلومتر خط آهن به خود می‏بالید.ده سال بعد این مقدار به دو برابر رسید.سپس دو برابر و باز هم دو برابر شد. این افزایش به مدت 60 سال ادامه داشت. اگر قرار بود رشد خطوط راه‏آهن آمریکا با همین نرخ ادامه یابد،می‏بایست تا سال‏ 1995 این کشور دارای میلیونها کیلومتر خط آهن باشد.ولی هم اینک طول خطوط مذبور کمتر از 400000 کیلومتر است.نصب‏ ریل برای متصل کردن شهرهای کوچک‏ بیش از اندازه پرهزینه بود،و از طرفی مردم‏ در هر جا به راه‏آهن نیاز نداشتند.بدین‏ ترتیب رشد تصاعدی جای خود را به یک‏ مورد معمولی‏تر داد-یعنی به خاطر متعادل‏ کردن فشارهای اقتصادی رشد تصاعدی‏ متوقف شد.

ترکیب مشابهی از محدودیتهای‏ اقتصادی و فیزیکی نیز به دورهء رشد افسانه‏ای قدرت چیپها خاتمه خواهد داد. هر بار که مهندسان کاغذ سیلیکون‏ را تا می‏زنند بسیار گرانتر از دفعهء پیش تمام‏ می‏شود.

حتی شرکتهای بزرگ نیز در مقابل هزینه‏ این کار عقب‏نشینی می‏کنند،زیرا سیلیکون‏ با محدودیت فضا روبروست.خط آهن‏ را می‏توان با توجه به بزرگتر شدن مساحت‏ گسترش داد،ولی کوچک کردن قطعات‏ یک چیپ نیازمند محل کوچکتری است. به عبارتی،هر بار که قدرت یک چیپ‏ دو برابر می‏شود،اندازهء قطعات آن باید به‏ نصف کاهش یابد.ولی هیچ چیز را نمی‏توان تا ابد به نصف تقسیم کرد.در این‏ مورد وقتی انسان به اتم می‏رسد،واکنش‏ آن به نحو دیگری خواهد بود.آقای مور در مقاله‏ای،که اوایل سال میلادی جاری‏ نوشت،به درستی شکست نهایی قانون‏ خود را پیشبینی کرد.

برای ساخت چیپهای کامپیوتری از شیوه‏ای به نام‏"فوتولیتوگرافی‏"استفاده‏ می‏شود.بدین صورت که با عبور دادن نور از یک ماسک الگوبرداری شده و تابانیدن‏ آن روزی یک ویفرسیلیکونی که از لحاظ شیمیائی در برابر نور حساسیت دارد می‏توان مدارهای مورد نیاز را طراحی‏ و تولید کرد.مشکل زمانی آغاز می‏شود که‏ جزئیات الگوی مدار به اندازهء طول موج نور می‏شود:در این حالت،طراحی و تولید الگو مانند اینست که تلاش کنید با دستگاه‏ اسپری یک تابلوی مینیاتور را رنگ بزنید.

هم اکنون،اندازهء ترانزیستورهای روی‏ یک چیپ کمتر از نیم میلیونیم متر است‏ اگر قرار باشد ابعاد آن به 25/0 میلیونیم‏ متر برسد،تنها نور ظریفی که می‏تواند جزئیات مدار را طراحی و حک کند بوسیلهء هر چیزی از جمله ابزارهای نوری در دستگاه فوتولیتوگرافی جذب می‏شود. براساس گزارش اتحادیهء صنایع بیمه‏ هادیها محدودیت لیتوگرافی اپتیکی‏ 18/0 میلیونیم متر است.در این نقطه‏ مشکلات فنی پدید می‏آید.برخی از آنها عادی هستند مانند قرار گرفتن ماسک‏ در محل صحیح خود،و برخی دیگر مانند متمرکز کردن دقیق نور روی سطح‏ ویفرسیلیکونی از پیچیدگی بیشتری‏ برخوردارند.

حتی اگر بتوان چیپهای کوچکی‏ ساخت،خنک نگهداشتن آنها دشوار خواهد بود.هر قطعهء کوچک در یک مدار از خود حرارت تولید می‏کند،و اگرچه این قطعات‏ بسیار کوچک هستند ولی بقدری در یکدیگر فشرده شده‏اند که حرارت تولید شده در واحد سطح بیش از حرارت یک‏ اجاق برقی است،اگر این حرارت از بین‏ نرود چیپ ذوب خواهد شد،درست مانند مشکلی که برای چیپهای پنتیوم 60 و 66 شرکت اینتل بوجود آمده است و بیش از اندازه گرم می‏شدند.طراحان چیپ‏ می‏توانند با کم کردن ولتاژ حرارت را نیز پایین نگهدارند،ولی انجام این کار حدی‏ دارد زیرا نوسانهای اندک برق می‏تواند در سیگنالهای یک مدار تداخل ایجاد کند.سازندگان ابرکامپیوترها این مشکل‏ را با قرار دادن دستگاههایشان در یک محل‏ خنک حل کرده‏اند،ولی بعید است که‏ صاحبان کامپیوترهای شخصی نیز در این‏ مورد اقدامی بکنند.

شاید مأیوس کننده‏ترین مشکل موضوع‏ تأمین مالی باشد.سرعت افزایش هزینهء ساخت ابزار جدید و احداث واحدهای‏ تولید کننده چیپ به اندازهء سرعت افزایش‏ قدرت خود چیپها بوده است.آقای مور در این مورد می‏گوید:آنچه اخیرا مرا نگران‏ کرده افزایش هزینه‏ها به صورت‏ تصاعدی است.تا سال 1998،کار احداث‏ نخستین واحد 3 میلیارد دلاری تولید چیپ آغاز خواهد شد.اگرچه بازدهء سرمایه‏گذاری در این زمینه به طور بالقوه‏ زیاد است،ولی شرکتها به دشواری خواهند توانست پول مورد نیاز را برای واحدهای‏ جدید فراهم کنند.به همین خاطر ابتدا شرکتهای کوچک از رده خارج خواهند شد، و احتمالا تعداد تولیدکنندگان چپپ- و در نتیجه طرحهای نوآورانه-کاهش‏ می‏یابد.

آمریکائیها احداث راه‏آهن را متوقف‏ کردند،ولی این کار باعث نشد تا آنها از حرکت باز بایستند.با کم شدن پیچهای‏ S شکل خط آهن،آمریکائیها به سوی‏ رانندگی با اتومبیل و احداث جاده رو آوردند. این چشم‏انداز ممکن است برای کوچک‏ کردن قطعات روی چیپهای سیلیکونی‏ نگران کننده باشد،ولی چندین تکنولوژی‏ جدید می‏تواند کامپیوترها را با سایر شیوه‏ها قدرتمندتر کند.

نخستین احتمال،کنار گذاشتن سیلیکون‏ است.تراشه‏هایی که در ابرکامپیوتر"کری 3" استفاده می‏شود از جنس گالیوم آرسنید ساخته شده‏اند که بسیار سریعتر را سیلکیون کار می‏کنند ولی هزینهء آن بسیار بیشتر است.با همه اینها،حتی اگر تولیدکنندگان کامپیوتر به سوی این مادهء جدید رو آورند مشکلاتی که تراشه‏های‏ سیلیکونی را در برخواهد گرفت با کوچک‏ شدن مدارهای جدید پدیدار خواهد شد، زیرا گالیوم آرسنید هنوز از اتم ساخته‏ می‏شود.

کامپیوتر اپتیکی یکی دیگر از نوآوریهای‏ امیدوارکننده است.برخی از مواد دارای‏ ویژگیهای اپتیکی عجیبی هستند مانند تغییر شفافیت نسبت به شدت نوری که‏ از آنها عبور می‏کند(در این مورد می‏توان از شیشهء عینکهایی نام برد که در برابر نور شدید خورشید به رنگ تیره درمی‏آیند) مهندسان با عبور دادن نور از این مواد توسط لیزرهای بسیار کوچک و متراکم کردن آنها روی یک چیپ می‏توانند سوئیچهای‏ اپتیکی بسازند.با مرتبط کردن این‏ سوئیچها به هم،کامپیوترها می‏توانند علائم را با سرعت نور منتقل کنند-که‏ بسیار سریعتر از پالسهای الکتریکی در کامپیوترهای مرسوم است.در عین حال، علائم نوری در یکدیگر تداخل نمی‏کنند و برای مثال،مسئله‏"تداخل صدا"یا"خط روی خط افتادن‏"که در نتیجه مجاور بودن‏ سیمها پدیدار می‏شود،وجود ندارد.

با این حال،کامپیوترهای اپتیکی‏ مشکلات مهندسی مربوط به خود را دارند. چیپهای لیزری به مقدار زیادی انرژی نیاز دارند،که همین امر موجب بروز مشکلات‏ حرارتی می‏شود.ایجاد تکنولوژی مدار اپتیکی بسیار پرهزینه خواهد بود،به‏ همین خاطر شرکتها تمایلی ندارند تا در زمینهء پروژه‏های لیزری سرمایه‏گذاری‏ کنند مگر آنکه روشن شود راه سیلیکون به‏ پایان رسیده است.

قانون مور چه مدتی دوام خواهد داشت؟ احتمالا 2 تا 3 نسل دیگر از تراشه‏ها در 5 یا 6 سال آینده به بازار روانه خواهند شد. پس از آن طراحان چیپ با پرسش دشواری‏ روبرو می‏شوند:کدام تکنولوژی جدید آنها را از فلات سیلیکون به بیرون هدایت‏ خواهد کرد؟