فن‌آوری‌های جدید سرمایش جهت خنک‌کردن مراکز پردازش داده‌ها

گرما که یک محصول جنبی ناخوشایند پردازش در رایانه‌ها به‌شمار می‌رود، بدترین دشمن مراکز پردازش داده‌ها است. گرمای بیش از حد موجب سوختن واحد پردازش مرکزی (CPU)، از کار افتادن سرورها، کاهش عملکرد، سنگین کردن بار سامانه‌های خنک کننده و در نهایت مصرف جریان برق می‌شود. مشکل زمانی شدت بیشتری پیدا می‌کند که دمای قفسه‌های متراکم سرورها بالا رود و صنعت را وادار به جلوگیری از خراب شدن آن‌ها نماید. یکی از راه‌حل‌ها استفاده از آب می‌باشد، ولی آیا راه‌حل‌های دیگری نیز وجود دارد؟ فروشندگان فن‌آوری رایانه، از ابتدای پیدایش تا شرکت‌هایی مانند IBM و Packard–Hewlett در حال ابداع محصولاتی بودند که با پاشش مایع بر روی نقاط داغ، مرکز پردازش داده‌ها را خنک کنند.

در بعضی از موارد، از آب‌هایی استفاده می‌شود که با روش مخصوصی فرآوری شده و نه رسانای جریان برق است و نه خاصیت خورندگی دارد. در سایر موارد، روش‌ها پیچیده‌تر است ولی هدف همیشه یکی بوده است، گرما باید با موثرترین روش دفع شود. روال پیشرفت فن‌آوری با نگاهی به گذشته صورت می‌گیرد. بیست سال پیش، پردازنده‌های بزرگ با استفاده از غلاف‌های آبی که مانند رادیاتور خودرو عمل می‌کردند خنک می‌شدند، یعنی حرارت را گرفته و در جای دیگری آن را دفع می‌کردند. ولی استفاده از این روش مقاومت‌هایی را از طرف متخصصان IT به همراه دارد، زیرا آن‌ها دیگر نمی‌خواهند سیالات را به مراکز داده‌ی مدرنی که دما با استفاده از واحدهای تهویه‌ی مطبوع بزرگ کنترل می‌شود، راه دهند. دلیل آن‌ها هم این است که ترجیح می‌دهند سرورهای گران قیمت، مدار های الکترونیکی درهم فشرده و پیچیده و نرم‌افزارها، تا حد امکان خشک باقی بمانند. ولی زمان آن رسیده است که در این مورد به نوع دیگری فکر شود. زیرا با توجه به این که مراکز پردازش داده هر روز شامل قفسه سرورهای درهم فشرده‌تری می‌شوند، حرارت تولید شده بر واحد سطح نیز بیش از سرورهای مجزا از هم می‌شود و استفاده از مایعات تنها راه حل ممکن برای حفظ توان‌مندی‌های آن‌ها خواهد بود.

در این زمینه، «جیم گاراگان» یکی از کارشناسان شرکت IBM می‌پرسد: «در یک روز گرم، شنا کردن در استخر شما را بیشتر خنک می‌کند یا نشستن در زیر یک پنکه؟» (گاراگان یکی از مسوولان فن‌آوری خنک کننده‌ی سامانه‌ی X در شرکت IBM، پیش‌بینی می‌کند که تا سال آینده بیشتر مشاغل مجبور خواهند بود که هزینه‌ای بیش از آنچه که بابت سامانه‌های رایانه‌ای صرف می‌شود را برای توان و سرمایش مراکز پردازش داده‌ی خود تقبل کنند. او مصرف توان و خنک‌کردن مرکز داده را نبرد اصلی IT در دهه‌ی آینده توصیف می‌کند. از میان راه‌کارهای پیشنهاد شده می‌توان به خرید سرورهایی با پردازنده‌های خنک‌تر، تغییر پیکربندی مرکز پردازش داده به گونه‌ای که جریان هوا در آن بهبود یابد و جابه‌جایی سامانه‌های سرمایش به سمت رایانه‌ها، اشاره کرد. بعد از انجام این کارها فن‌آوری‌های سرمایش با استفاده از مایع نمایان خواهند شد.

دامنه‌ی این روش‌ها از غلاف‌های آبی که سرورها را احاطه می‌کند، تا روش‌های بنیادی‌تری مانند پاشش مایعات بر روی اجزای الکترونیکی سرورها را شامل می‌شود. یک شرکت تخصصی در زمینه‌ی فن‌آوری مدیریت حرارت با نام ISR، به تازگی یک نمونه‌ی تجاری از فن‌آوری «سرمایش مستقیم تراشه» با عنوان SprayCool سری M را ارایه نموده است. مدول سری M به ریز پردازنده متصل شده و یک افشانه‌ی مایع را بر روی صفحه سرد احاطه کننده‌ی پردازنده می پاشد و بیش از نیمی از حرارت آن را دفع می کند.

سری G این فن‌آوری که سال‌ها است در مراکز داده‌ی دولتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سیال‌هایی نارسانا را به‌طور مستقیم بر سرتاسر برد اصلی سرور می‌افشاند. شرکت‌های Emerson Liebert s و HP در حال تهیه‌ی فن‌آوری‌های سرمایش مستقیم تراشه برای بازارهای تجاری می‌باشند. یک سال پیش، شرکت Liebert یک روش سرمایش ابداع نمود که در آن آب فرآوری شده به صورت شیمیایی، بر روی یک صفحه که بر روی پردازنده قرار گرفته بود، افشانده می‌شد. این صفحه دارای بیش از ۱۰۰ ریز کانال بود که خنک کننده را به‌طور مستقیم به سمت نقاط داغ تراشه هدایت می کرد. به گفته‌ی مبتکر این روش که Cooligy نام دارد این سامانه‌ی سرمایش هم اکنون در بیش از ده‌ها هزار ایستگاه کاری به کار گرفته شده است.

گروهی نیز که «گروه سرما» نامیده می‌شوند، هم اکنون در شرکت HP در حال کار بر روی سامانه های «سرمایش با مایع مجاورت نزدیک»، سرمایش مستقیم تراشه و کنترل پویای حسگر سرورها و سامانه های سرمایش، می باشند. شرکت HP به تازگی اولین طرح آب سرد کنترل شونده‌ی محیطی خود را با عنوان سامانه‌ی سرمایش تنظیمی ارایه کرده است که به قفسه‌ی محل نصب سرور متصل شده و از آب سرد برای توزیع هوای خنک در سرتاسر وجه جلویی آن استفاده می‌کند.

سرمایش موثر موجب می‌شود سرورهای بیشتری درون قفسه‌ها قرار داده شود که اغلب برای پرهیز از انباشت حرارت، بعضی از شکاف‌ها خالی می‌ماند. شرکت HP سال‌ها است که در حال کار بر روی یک روش سرمایش مستقیم تراشه می‌باشد که از هدهای افشانه‌ی جت جوهری که از قسمت چاپگر این شرکت اقتباس شده‌اند، برای توزیع قطرات خنک کننده بر روی ریز پردازنده‌ها استفاده می‌نماید.

یکی از شرکای شرکت HP به نام Chandrakant Patel که رهبری گروه سرمای شرکت را به عهده دارد، پیش‌بینی می‌کند که فن‌آوری‌های جدید و کنونی–استفاده از جریان هوا، اتصال مستقیم و سطح تراشه– در سال‌های آینده همراه با هم به کار گرفته خواهند شد.

راهبردهایی بهتر

مدیران مراکز پردازش داده، وظیفه‌ی خود را در زمینه‌ی رسیدگی به مشکل گرما به خوبی انجام نمی‌دهند. مطالعه ای که توسط یک گروه تحقیقاتی بر روی ۱۹ مرکز رایانه‌ای با بیش از ۲۰۰۰۰۰ فوت مربع زیر بنای ترکیبی انجام شده است، نشان داد که ظرفیت سرمایش مورد نیاز بیش از ۲/۶ برابر می‌باشد، ولی ۶۰ درصد از ظرفیت واقعی سرمایش به دلیل نامناسب بودن آرایش تجهیزات و جریان هوا و سایر نقص‌های موجود هدر می‌رود. در نتیجه، بیش از ۱۰ درصد از قفسه‌ی سرورها بیش از اندازه گرم می‌شوند. همچنین مشخص شد که متوسط مصرف توان بر هر قفسه در مراکز داده‌ی مورد مطالعه در حدود ۲/۱ کیلو وات می باشد. اگر قفسه ها به صورت متراکم‌تری کنار هم قرار گیرند، ممکن است ۲۰ تا ۴۰ کیلووات توان بیشتری مصرف کنند و به همان نسبت حرارت بیشتری تولید می کنند.

انستیتو فن‌آوری جورجیا در حال استفاده از یک فن آوری جدید است که سامانه‌های سرمایش را به منبع حرارت نزدیک‌تر کرده و سالانه بیش از ۱۶۰۰۰۰ دلار در هزینه‌های برق صرفه‌جویی می‌کند. «جفری اسکولنیک» یکی از مدیران مرکز مطالعه‌ی بیولوژی سیستم‌ها در این دانشگاه، در حال سرپرستی نصب یک ابر رایانه‌ی ۸/۵ میلیون دلاری است که توان و فضای مورد نیاز برای نصب آن بسیار قابل ملاحظه می‌باشد. این ابر رایانه دارای یک دسته ۱۰۰۰ گرهی از سرورها در ۱۲ قفسه می‌باشد و با استفاده از یک سامانه‌ی BladeCenter شرکت IBM و همچنین یک «مبدل حرارتی درب پشتی» IBM که آب سرد را به طور مستقیم به پشت سرورها می‌رساند، عمل خنک کردن را انجام می‌دهد.

مبدل حرارتی IBM که سال گذشته ارایه شده است، مشکلات مختلفی را در مرکز ۱۳۰۰ فوت مربعی حل می‌کند.

این مرکز هم اکنون به نیمی از تهویه‌ی مطبوع پیش بینی شده – ۸۰ تن به جای ۱۶۰ تن– احتیاج دارد و کاهش جریان هوا، سروصدا را نیز کمتر کرده است. اسکولنیک با در نظر گرفتن چهار قفسه‌ای که در آینده به ابر رایانه اضافه خواهد شد، برای کاهش بیشتر مصرف توان به دنبال استفاده از روش سرمایش در سطح تراشه می‌باشد. او می‌گوید که در مقطع زمانی کنونی، این مبدل حرارتی با ارزش‌ترین فن‌آوری است، ولی هرگاه شما سامانه‌ی خود را ارتقا می‌دهید، قاعده‌ها تغییر کرده و باید به دنبال راه‌های بهتری باشید.

ایده‌ی استفاده از آب یا سایر مایعات برای خنک‌کردن مرکز پردازش داده، بعضی از مدیران IT را ترسانده است، زیرا به اعتقاد آن‌ها آب می‌تواند اجزای رایانه را خراب کرده و موجب اتصال کوتاه مدارها شود. تصور کنید که یکی از لوله‌های آب ترکیده یا یک از افشانه‌ها کج شده باشد. ولی به اعتقاد «لئونارد راف» که یکی از معاونان اصلی شرکت Callison (در زمینه‌ی طراحی مراکز داده) می‌باشد، راه حل بهتری وجود ندارد. او که در حال آزمایش SprayCool سری M می‌باشد اعتقاد دارد که «سرمایش مستقیم تراشه آن چنان موثر است که مشاغل می‌توانند مقدار مصرف جریان الکتریسیته‌ی لازم برای رایانه‌ها را افزایش داده و تعداد سرورها در یک قفسه، بدون بیش از حد گرم شدن مرکز داده افزایش دهند، در نتیجه قابلیت پردازش را تا ۲۸۵ درصد بهبود می‌بخشند.» کالیسون هم اکنون این سامانه را به مشتری‌های خود ارایه می‌کند.

«کارل کلانچ» تحلیل‌گر «گارتنر» پیش‌بینی می‌کند که حتا با وجود این که مدیران مراکز پردازش داده‌ها به‌طور غیرمعقولی در برابر به‌کارگیری آب در مراکز خود مقاومت می‌کنند، به زودی تعداد شرکت‌هایی که فن‌آوری آب خنک را خواهند پذیرفت، افزایش می‌یابد.

او به مشاغل توصیه می‌کند که هنگام احداث ساختمان‌های جدید برای مراکز پردازش داده، زیرساخت‌های لازم را برای سامانه‌ی سرمایش آب تدارک ببینند، حتا اگر برنامه‌ای فوری برای به‌کارگیری چنین تجهیزاتی نداشته باشند. به نظر او، در نهایت همه نیاز به لوله‌کشی آب خواهند داشت، زیرا تاثیر آن بسیار قابل ملاحظه است.

سایر روش‌های خنک‌کردن

طی دو سال گذشته، فروشندگان تجهیزات مدیریت توان و سرمایش، مانند Liebert، American Power Conversion، HP و IBM، محصولاتی برای سرمایش مراکز پردازش داده ارایه کرده‌اند که شامل سامانه‌های تهویه‌ی مطبوع و سامانه‌های بر پایه‌ی مایع – و مبرد – گردیده و به قفسه‌ی سرورها متصل می‌گردند.

به زودی شرکت IBM دستاوردهای جدیدی را با نام‌های PowerExecutive و Thermal Diagnostics معرفی خواهد کرد که مورد اول ابزاری برای خودکارسازی مدیریت مصرف توان و جابه‌جایی منابع انرژی از سامانه‌هایی که در معرض بیش از حد گرم شدن قرار دارند به سامانه‌هایی است که توان بیشتری نیاز دارند و مورد دوم برای پایش احتمال وقوع مشکلات مربوط به گرما در درون مرکز داده و دستور دادن به PowerExecutive برای عمل کردن می‌باشد.

الزامی نیست که همه‌ی مراکز پردازش داده با استفاده از مایع خنک شوند و راه‌های دیگری نیز وجود دارد. یکی از مراکز داده که به تازگی افتتاح شده است و دارای زیر بنایی به اندازه‌ی ۱۵۰۰ فوت مربع می‌باشد، برای سرمایش از یک کف کاذب (سرمایش زیر کفی)، عایق بخار برای کاهش نفوذ رطوبت از دیوارها، تعداد فن‌های بیشتر در جلو و عقب قفسه‌ی سرورها برای افزایش جریان هوا و سامانه‌های تهویه‌ی مطبوع معمولی یدکی استفاده کرده است.

مدیر این مرکز داده می‌گوید که قادر هستند تنها با توسعه‌ی زیربنای خود از رویارویی با مشکلاتی که سایر مراکز داده با آن مواجه هستند، دوری کنند. به عبارت دیگر اگر به ظرفیت بیشتری نیاز داشته باشد، یک مرکز داده‌ی دیگر راه‌اندازی خواهند کرد. همچنین اگر مجبور شوند تجهیزات بیشتری را در مرکز داده‌ی خود بگنجانند –چالشی که بیشتر شرکت‌ها با آن مواجه هستند – آن گاه به دنبال فنون سرمایش جدید خواهند رفت. به عقیده‌ی او اگر ناچار به افزایش تراکم سرورها در یک زیر بنای کوچک باشید، مدول‌های سرمایش به طور فوق‌العاده‌ای مفید خواهد بود.

انستیتو پلی تکنیک Rensselaer در حال ساخت یک مرکز تحقیقاتی است که از یک ابررایانه 70-teraflop در یک مرکز پردازش داده با مساحت ۵۰۰۰ فوت مربع تشکیل شده است. مدیر معماری این مرکز می‌گوید که برای تسهیل سرمایش با هوا و دور نگاه داشتن آب و سایر مایعات از این مرکز داده، ملاحظات خاصی در طراحی باید در نظر گرفته شود.

این مدرسه در حال ساخت یک کف کاذب به اندازه‌ی ۴ فوت در مرکز داده‌ی خود می‌باشد تا امکان برقراری حداکثر جریان هوا را ایجاد کرده و تصمیم دارد ۲۵ درصد از فضای قفسه‌ها را خالی بگذارد. مدیر مدرسه اعتقاد دارد که حتا هزینه‌ی اضافی برای ساخت کف کاذب و هدررفتن فضای قفسه‌ها باز هم ارزان‌تر از به‌کارگیری روش‌های غیرعادی‌تر سرمایش با مایع تمام خواهد شد. شاید حق با مدیر این مدرسه باشد. ولی مرکز داده‌ی Rensselaer در حدود ۲/۵ مگاوات برق مصرف خواهد کرد که معادل مصرف برق در هزاران خانه می‌باشد. از این مقدار یک مگاوات برای راه‌اندازی سرورها مورد نیاز می‌باشد و بقیه‌ی آن یعنی در حدود ۱/۵ مگاوات به سرمایش اختصاص خواهد یافت.