

Tính toán hiệu năng cao giúp dự báo thời tiết sớm

✧ MI HOÀNG

Nhờ áp dụng công nghệ máy tính và tính toán hiệu năng cao, các nhà khí tượng Việt Nam đã dự đoán được thời tiết chính xác lên đến 6 tháng và dự báo bão sớm hơn 48 giờ trước khi cơn bão ập đến. Dự kiến, các siêu máy tính còn có thể giúp giải đáp các vấn đề “siêu hóc búa” về giao thông và ngập lụt tại TP.HCM

Cách để giải quyết các bài toán khó

Khoa học tính toán (KHTT) được xem là một trong bốn cột trụ chính trong lĩnh vực khám phá tri thức, góp phần đáng kể trong cách mạng khoa học kỹ thuật. Nhiều bài toán thực tế không thể giải được bằng lý thuyết hay thực nghiệm, thì KHTT, đặc biệt là tính toán hiệu năng cao (HPC) trở thành giải pháp duy nhất khả thi. Nghiên cứu của IDC cho thấy, trong các doanh nghiệp đã sử dụng HPC, có đến 97% đánh giá HPC cần thiết cho công việc và cần tiếp tục sử dụng.

Theo báo cáo Dự báo nhu cầu HPC toàn cầu đến năm 2020 của công ty Reportlinker thì thị trường HPC dự kiến

sẽ tăng từ 4,37 tỉ USD (2015) lên đến 10,83 tỉ USD (2020), với tốc độ tăng trưởng hàng năm khoảng 19,9%. Các công ty lớn trong lĩnh vực này là IBM Corporation, Microsoft Corporation, Google, Dell, Amazon,... Quốc gia hiện đang đứng đầu thế giới về công nghệ HPC là Trung Quốc, với máy tính hiệu năng cao mạnh nhất là Thiên Hà 2 (có 3.120.000 nhân xử lý). Đứng thứ nhì là Mỹ, với Titan trang bị 560.640 nhân xử lý. Quốc gia Đông Nam Á duy nhất lọt vào top 500 quốc gia mạnh về HPC là Malaysia.

Thị trường HPC phát triển mạnh do nhiều yếu tố, chẳng hạn như sự cần thiết phải quản lý các ứng dụng phức tạp, xu hướng dữ liệu lớn (big data), và việc áp dụng các mô hình trả tiền theo

nhu cầu. HPC có thể dùng để giải các bài toán phức tạp trong những lĩnh vực như thời tiết, khoa học nano, năng lượng, khoa học y sinh,... Theo PGS. TS. Huỳnh Kim Lâm (Đại học Quốc tế - ĐHQG TP. HCM), Thành phố có thể ứng dụng HPC để giải quyết các bài toán khó như ngập lụt, triều cường, quy hoạch đô thị, giao thông,...

TP. HCM cũng đã và đang có những bước tiến mới trong việc xây dựng hệ thống HPC. Năm 2012, ĐHQG TP. HCM, Công ty Intel và Ủy ban Nhân dân TP. HCM đã ký kết ghi nhớ và năm 2015 chính thức tiến hành xây dựng hệ thống HPC để giải quyết 2 bài toán lớn là ngập lụt và giao thông. Hiện nay một số hệ thống HPC đã được ứng dụng tại Viện KH&CN Tính toán với 186 chip xử lý, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu với 300 chip xử lý, tại Đại học Bách khoa - ĐHQG TP. HCM với hệ thống cũ có 80 chip xử lý và một hệ thống mới mạnh hơn hệ thống cũ 25 lần.

Khoa học và kỹ thuật tính toán được ứng dụng ngày càng nhiều và không thể thiếu trong rất nhiều lĩnh vực từ khoa học kỹ thuật đến ứng dụng trong đời sống.

HPC đã thay đổi cách dự báo khí tượng tại Việt Nam

Theo TS. Hoàng Đức Cường và ThS. Dư Đức Tiến, Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn (KTTV) Trung ương có thể dự báo các chuyển động trong khí quyển bởi hệ phương trình nguyên thủy Navier-Stokes trong cơ học chất lỏng gồm 7



GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng, Viện trưởng Viện Khoa học và Công nghệ Tính toán

Sự phát triển của công nghệ máy tính và thông tin đã góp phần tăng cường vai trò của KHTT trong nghiên cứu khoa học, đào tạo và triển khai ứng dụng một cách đáng kể trong vài thập niên vừa qua.



PGS. TS. Thọại Nam - Đại học Bách khoa TP. HCM (Đại học Quốc gia TP. HCM)

Khoa học và kỹ thuật tính toán được ứng dụng ngày càng nhiều và không thể thiếu trong rất nhiều lĩnh vực từ khoa học kỹ thuật đến ứng dụng trong đời sống.

phương trình với 7 biến (liên quan đến gió, áp suất, nhiệt độ, độ ẩm và mật độ khí quyển). Kết quả của mô hình trị này có thể dùng để tham khảo trong công tác dự báo thời tiết từ 1-15 ngày sau.

Ngoài ra, dự báo các chuyển động thủy văn như thủy triều, nước dâng do bão, sóng, dòng chảy sông hay biển đều có thể thực hiện dựa trên các mô hình dự báo số trị khác nhau, có xem xét sự phân bố theo không gian và thời gian của các đặc điểm tự nhiên cũng như các yếu tố KTTV trên toàn khu vực. Một số sản phẩm mô hình thủy văn thông số phân bố nhằm dự báo thời tiết đang được sử dụng trong dự báo thủy văn ở Việt Nam như WEB-DHM, IFAS (Nhật), WESPA (Bi), MARINE (Pháp), DIMOSOP (Ý), VIC (Mỹ), BTOPMODEL (Thụy Điển),...

Tuy nhiên, ThS. Dư Đức Tiến cho biết, các bài toán này theo không gian và thời gian 4 chiều nên nếu xử lý tính toán tuần tự theo từng điểm lưới sẽ không đảm bảo được thời gian cần kết thúc trong bài toán nghiệp vụ. Bên cạnh đó, việc phát triển các mô hình hệ thống tổ hợp để cung cấp thêm thông tin xác suất dự báo thì các mô hình này cần chạy song song với nhau.

Việc ứng dụng HPC đã được triển khai từ năm 1999 tại Việt Nam nhằm dự báo KTTV và đã có nhiều cải tiến trước khi có thể đưa ra một dự báo sớm chính xác. Mô hình khu vực HRM (High resolution Regional Model: mô hình dự báo thời tiết khu vực phân giải cao) của Tổng cục Khí tượng Đức đã được triển khai tại khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học (Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội) vào năm 2000. Mô hình này vận hành trên hệ thống máy Sun gồm 4 chip tính toán

song song, trên nền tảng chia sẻ bộ nhớ Open-MP. Từ năm 2000 đến năm 2001, Viện Toán và Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã cải tiến hệ thống mô hình HRM, lập trình lại phần tính toán song song sang dạng chuẩn MPI (Message Passing Interface) để phù hợp với các lớp máy Linux dạng bó. Phiên bản chính thức HRM-MPI được cài trên hệ máy bó PC 8 nhân từ tháng 5/2002. Được biết, sau phiên bản Việt hóa này, Tổng cục Khí tượng Đức cũng đã mã hóa lại HRM và cung cấp cho cộng đồng sử dụng một năm sau đó. Nhờ hệ thống này, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã có thể ứng dụng dự báo mưa lớn và bão trong khoảng 9 – 25 km. Đến năm 2004, nhờ sử dụng hệ thống nền tảng MPI với bộ biên dịch của PGI (Portland Group, Inc.) trên hệ máy tính song song gồm các máy tính với cấu hình khác nhau và đề tài của GS. TS. Trần Tân Tiến tại Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội, Việt Nam đã có thể nghiên cứu mưa lớn. Năm 2013, với mô hình WRF (Weather Research and Forecast), Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương đã có thể dự báo tình hình thời tiết trước 3 ngày, và với mô hình RSM (Regional Simulation Model) có thể dự báo mùa trong khu vực trước 6 tháng. Đến năm 2014, việc sử dụng các phần cứng hỗ trợ dạng infinity-band cho tốc độ trao đổi lên đến 40 Gbps thay vì giao thức thông thường với tốc độ trao đổi là 1 Gbps.

Dự kiến giai đoạn 2015 – 2020, khi được trang bị hệ thống HPC vào khoảng 100 – 200 TFLOPS⁽¹⁾ dựa trên nền tảng máy tính bó cụm, sử dụng công nghệ đặc biệt cho bài toán tính toán song song và



Bản đồ dự báo thời tiết. Nguồn: Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương.

sử dụng các phần mềm chuyên nghiệp cho việc vận hành và quản trị HPC, ngành KTTV Việt Nam sẽ có thể thực hiện mô hình dự báo phi tính phân giải cao (2-5 km) có khả năng mô phỏng và dự báo tốt các hiện tượng thời tiết từ quy mô vừa đến quy mô siêu lớn, đặc biệt là các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như mưa lớn, dông, bão khu vực Biển Đông. Hệ thống này còn có khả năng dự báo tổ hợp ngắn hạn và dài hạn cho khu vực Việt Nam cùng các bài toán biến đổi khí hậu trên cơ sở mô hình khí hậu khu vực, mô hình khí hậu toàn cầu.

ThS. Dư Đức Tiến cho biết “*phương pháp dự báo số trị là một trong những phương pháp chính hiện nay trong bài toán dự báo thời tiết và biến đổi khí hậu. Sự phát triển to lớn trong lĩnh vực tính toán đã mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc ứng dụng vào bài toán dự báo thời tiết, nhờ đó đã hỗ trợ dự báo quỹ đạo bão ảnh hưởng đến Việt Nam từ mô hình WRF với đầu vào từ mô hình GFS (Global Forecasting System) trước 48 giờ thay vì chỉ 24 giờ vào năm 2008*”. □



ThS. Dư Đức Tiến trình bày ứng dụng HPC trong dự báo KTTV. Ảnh: H.M.

(1): Khả năng tính toán của siêu máy tính được đo bằng FLOPS (Floating Point Operations Per Second - phép tính dấu chấm động thực hiện trong mỗi giây). Hệ thống HPC thường có hiệu năng lớn hơn 1 TFLOPS (Tera Floating-Point Operations Per Second) (tức là 10^{12} FLOPS). Một số siêu máy tính làm việc với hiệu năng lớn hơn 1 PFLOPS (Peta Floating - Point Operations Per Second) (tức là 10^{15} FLOPS).