

DỰ BÁO THỜI TIẾT BẰNG MÁY TÍNH

TS. Nguyễn Văn Hải

Muốn dự báo thời tiết, các nhà khí tượng phải biết tình hình thời tiết trên một vùng rộng lớn. Để làm việc này họ thu thập số liệu của các trạm khí tượng và điền các số liệu này lên một bản đồ gọi là bản đồ thời tiết hay bản đồ synôp. Nhìn bản đồ này người ta có thể biết khối không khí nóng ở đâu, khối không khí lạnh ở đâu, chỗ nào khí áp cao, chỗ nào khí áp thấp, nơi nào có mưa to.... Trên các bản đồ thời tiết các nhà khí tượng khoanh ra những vùng có khí áp cao và những vùng khí áp thấp cũng như các vùng không khí nóng và các vùng không khí lạnh để biết được sự phân bố của các khối không khí. Sự phân bố của các khối không khí với các đặc trưng khác nhau trên bản đồ thời tiết này được gọi là hình thể thời tiết hay hình thể synôp. Đối chiếu các hình thể này với thời tiết ở từng nơi sẽ giúp ta biết được với hình thể nào thì có mưa, hình thể nào có nắng nóng. Khi cần dự báo thời tiết cho một nơi nào, các nhà khí tượng dùng các bản đồ thời tiết, so sánh hình thể hiện tại với những hình thể tương tự đã từng xảy ra kết hợp với kinh nghiệm về qui luật vận động của các khối không khí để đưa ra dự báo thời tiết cho ngày hôm sau. Đây chính là phương pháp synôp trong dự báo thời tiết đã được sử dụng hàng trăm năm nay.

Mặc dù cơ sở của phương pháp synôp khá hợp lý nhưng phương pháp này cũng có nhiều hạn chế. Trước hết, không thể có 2 hình thể thời tiết hoàn toàn giống nhau. Và nếu có đi chăng nữa cũng chẳng ai nhớ được. Đã có ý tưởng đưa các hình thể này vào máy tính để nhớ nhưng điều này hoàn toàn không thể được, vì máy tính đòi hỏi sự chính xác tuyệt đối còn các hình thể chẳng bao giờ có sự giống nhau tuyệt đối. Các hình thể chỉ có thể giống nhau "đại thể" về một số đặc trưng nào đó như các vùng áp cao hoặc áp thấp nhưng không thể có 2 bản đồ synôp của những ngày khác nhau lại giống nhau

hoàn toàn. Chẳng hạn các nhà khí tượng nước ta thường coi vùng cao áp Thái Bình Dương là một trong các dấu hiệu khi dự báo mưa nhưng bản thân vùng cao áp này cũng chẳng mấy khi giống nhau, chưa nói đến các hình thể khác xung quanh đa phần là chẳng có hình thù rõ rệt để xác định đó là vùng áp cao hoặc áp thấp. Khi đó người ta chỉ có thể tìm được những hình thể tương tự mà thôi. Chính cái "tương tự" này làm cho việc dự báo thời tiết trở nên khó khăn. Với một hình thể thời tiết nhưng hai người dự báo có thể đưa ra hai kết quả khác nhau phụ thuộc vào kinh nghiệm của từng người. Vì vậy, người ta còn gọi phương pháp dự báo synôp là phương pháp chủ quan hoặc phương pháp kinh nghiệm.

Chừng nào việc dự báo thời tiết vẫn phải dựa vào kinh nghiệm thì khí tượng học chưa thể trở thành một khoa học đích thực. Vào đầu thế kỷ 20, một nhà khoa học Anh là Lewis Fry Richardson đã tìm cách thay đổi phương pháp dự báo thời tiết. Là một nhà toán học ông rất say mê nghiên cứu, tìm cách ứng dụng toán học vào các lĩnh vực khác nhau, trong đó dự báo thời tiết là lĩnh vực được ông rất quan tâm. Trong khoảng những năm 1910, khi làm việc tại Cục khí tượng Anh, Richardson đã tìm cách đưa toán học vào ứng dụng trong dự báo thời tiết. Để làm việc này, ông đã vận dụng các thành tựu của nhiệt động học và cơ học chất lỏng lúc bấy giờ, nghiên cứu cách thể hiện các chuyển động khí quyển bằng một hệ phương trình vi phân. Các phương trình này đều là phương trình phi tuyến nên việc giải các phương trình này rất phức tạp. Với các hiểu biết về khí tượng và toán học, Richardson tìm cách giản lược các phương trình tới mức đơn giản nhất và dùng phương pháp sai phân hữu hạn để có thể giải các phương trình này bằng thước tính và bảng số.

Để áp dụng các phương trình toán học nói trên vào dự báo thời tiết, ông chia mặt đất thành các ô lưới đều nhau. Mỗi ô là đáy của một cột không khí tương ứng. Mỗi cột lại chia thành các lớp. Như vậy toàn bộ khí quyển sẽ bao gồm nhiều khối không khí nằm kề nhau. Mỗi khối khí này được biểu diễn bằng một hệ phương trình. Giải các hệ phương trình theo thời gian sẽ có kết quả là thời tiết trong tương lai.

Richardson đã áp dụng và thử tính toán để dự báo trước 6 tiếng cho một vùng ở châu Âu. Nhưng chỉ tính riêng cho một điểm ông đã phải mất tới 6 tuần và kết quả cũng sai rất nhiều. Một điều thú vị là sau này một nhà khoa học Anh đã nghiên cứu những mô tả của Richardson đã làm cùng với các số liệu để tính thử lại bằng máy tính điện tử và cũng cho ra kết quả gần đúng như kết quả của Richardson đã tính. Mặc dù thất bại, năm 1922 Richardson đã công bố công trình Dự báo thời tiết bằng xử lý số, trong công trình này, Richardson mô tả lại khá kỹ những thử nghiệm đã làm. Đây là công bố chính thức đầu tiên về ứng dụng toán học trong dự báo thời tiết, một phương pháp đi trước rất nhiều so với thời đại bấy giờ.

Có thể thấy là mạng lưới quan trắc thời Richardson còn quá thưa thớt và cơ bản là chưa có máy tính nên ý tưởng dự báo thời tiết bằng tính toán đã bị nhiều người phê phán cho là không thực tế. Một nhà khoa học có tiếng đã nói: "Phải học một trăm năm thì mới nắm vững cách tính toán trước một ngày. Nhưng thực tế phương pháp tính toán này cũng chẳng thể thực hiện được vì phải mất một tháng mới tính xong". Như vậy, khó khăn chủ yếu của việc dự báo thời tiết bằng tính toán lúc bấy giờ là phải tìm cách tính toán kịp trước khi thời tiết xảy ra. Richardson đưa ra đề xuất thành lập một "công xưởng dự báo" để dự báo cho toàn thế giới. Công xưởng này là một tòa nhà khổng lồ cỡ một sân vận động lớn với 64.000 người làm việc. Phía trong tòa nhà vẽ bản đồ thế giới, trên trần là Bắc cực, sàn nhà là Nam cực, xung quanh tường là các châu lục. Hơn 6 vạn người được bố trí thành một dây chuyền tính toán, sau đó bằng điện tín các kết quả dự báo chuyển đi toàn cầu. Mặc dù đề xuất của Richardson không được thực hiện nhưng ý tưởng dự báo thời

tiết bằng các phương trình toán học của ông đã trở thành nền tảng của dự báo thời tiết bằng phương pháp toán học mà hiện nay được gọi là phương pháp số trị.

Sau khi công bố cuốn Dự báo thời tiết bằng xử lý số, Richardson từ bỏ nghề khí tượng và chuyển qua áp dụng toán học để nghiên cứu về tâm lý và chiến tranh. Ông đã thu thập rất nhiều tư liệu về các cuộc chiến tranh đã xảy ra trong khoảng 100 năm, sau đó thiết lập các phương trình vi phân thể hiện các yếu tố của chiến tranh và giải các phương trình này để tìm nguyên nhân của các cuộc chiến tranh và từ đó đề ra các biện pháp ngăn ngừa chiến tranh. Tên tuổi của ông sau này được đặt tên cho một con số được gặp rất nhiều trong khí tượng động lực và thủy động học - "số Richardson" - một đại lượng không thứ nguyên xác định mức ổn định của các dòng khí có tốc độ khác nhau.

Việc không có công cụ tính toán đã kìm hãm ý tưởng tính toán dự báo thời tiết hàng chục năm. Khoảng giữa những năm 1940, một nhà khoa học Liên xô đã bảo vệ luận án về tính toán các trường khí tượng. Một viện sĩ tham dự lúc bấy giờ đã phát biểu là từ nay khí tượng học đã trở thành môn khoa học chính xác. Sau đó, một nhà bác học Liên xô là Kiben đã đưa ra phương pháp tính toán mới để khắc phục những khó khăn về tính toán trong dự báo thời tiết. Nhận thấy việc tính toán với khối lượng lớn các số liệu quan trắc tốn rất nhiều thời gian, Kiben đã tìm cách đơn giản hóa các số liệu đầu vào, đồng thời ông cũng tìm cách giảm lược các phương trình. Sau khi thực hiện hàng loạt những biến đổi và giản lược, Kiben có được những hệ phương trình có thể giải bằng cách đơn giản nhất, chỉ cần đưa số liệu quan trắc vào là có thể tính ngay ra thời tiết của hôm sau. Phương pháp của Kiben có thể coi là nỗ lực cuối cùng của thời kỳ dự báo số trị trước khi sử dụng máy tính điện tử.

Máy tính điện tử sự ra đời vào những năm 1940, sau đó người ta bắt đầu tìm cách sử dụng máy tính trong dự báo thời tiết. Máy tính đầu tiên được sử dụng để dự báo thời tiết là IBM 701 có tốc độ tính là 10.000 phép tính một giây (chậm hơn PC đời đầu). Từ cuối những năm 1950, những bản đồ thời tiết do

máy tính tạo ra bắt đầu được sử dụng trong dự báo thời tiết ở Mỹ và một số nước châu Âu. Tháng 3 năm 2000 tại thành phố Postdam ở Đức đã tổ chức một diễn đàn kỷ niệm 50 năm của dự báo số trị.

Việc dự báo thời tiết bằng phương pháp số trị phụ thuộc 3 điều kiện: các mô hình toán học hoàn hảo, mạng lưới quan trắc đủ dày và phương tiện tính toán mạnh. Về nguyên tắc các mô hình toán học phải thể hiện được đầy đủ mọi quá trình có liên quan đến việc tạo ra thời tiết trên trái đất. Tuy nhiên việc đưa tất cả các nhân tố vào mô hình về mặt kỹ thuật lại là không thể được. Vì vậy nên người ta phải giản lược đi rất nhiều, chỉ giữ lại các nhân tố chính. Việc xây dựng các mô hình và phương pháp giải là cực kỳ phức tạp. Vì vậy, không chỉ có các nhà khí tượng mà nhiều nhà toán học có tiếng như viện sĩ Marchuk, Chủ tịch Viện Hàn lâm khoa học Liên xô trước kia cũng tham gia nghiên cứu giải bài toán dự báo thời tiết.

Nhiều chương trình nghiên cứu mang tính toàn cầu đã được Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) và các nước phối hợp thực hiện nhằm giúp các nhà khoa học hiểu rõ hơn nguyên nhân tạo ra khí hậu và thời tiết như: Chương trình thực nghiệm toàn cầu, Chương trình Nghiên cứu khí quyển toàn cầu v.v. Những kết quả nghiên cứu cho thấy, không chỉ có khí quyển mà cả đại dương, đất liền, băng quyển và sinh quyển trên trái đất đều góp phần tạo nên khí hậu và thời tiết, trong đó khí quyển và đại dương là hai thành phần quan trọng nhất.



Hình 1. Sơ đồ ô lưới của mô hình số trị

Để dự báo thời tiết hạn ngắn và hạn vừa hiện nay người ta thường chỉ dùng mô hình khí quyển.

Trong một mô hình số trị hiện nay, người ta cũng chia toàn bộ khí quyển thành nhiều cột, mỗi cột lại chia thành nhiều tầng tạo thành mạng 3 chiều các khối hộp khí quyển, hay thường gọi là lưới 3 chiều. Kích thước của các ô lưới được gọi là độ phân giải của mô hình. Độ phân giải của mô hình càng cao (ô lưới càng nhỏ) mô hình càng dễ "bắt" được các hiện tượng qui mô nhỏ, nhưng điều này lại phụ thuộc khả năng tính toán và số liệu đưa vào mô hình. Các mô hình hiện nay thường có độ phân giải ngang 70-80 kilômét, và chiều cao thường chia thành 20-30 tầng, tức là có độ phân giải theo chiều cao khoảng dưới 1 kilômét.

Điều kiện thứ hai của dự báo số trị là số liệu. Số liệu và mô hình cần tương ứng với nhau. Một mô hình phân giải cao cũng cần có số liệu đủ dày, nếu không độ phân giải của mô hình sẽ trở nên vô nghĩa. Chỉ ở những nước phát triển mới có mạng lưới tương đối dày phù hợp với các mô hình, còn lại mạng lưới quan trắc còn thưa, nhất là trên biển. Hiện nay người ta đã cố gắng làm dày thêm mạng lưới bằng cách thả thêm các trạm phao để đo đạc trên các vùng biển, nhất là những vùng "nhạy cảm" với thời tiết như vùng xích đạo Thái Bình Dương, nơi thường xảy ra ElNinhô. Các phương tiện quan trắc hiện đại khác là vệ tinh và radar thời tiết cũng được phát triển. Các số liệu vệ tinh và radar thời tiết cũng được xử lý để đưa vào các mô hình máy tính.

Điều kiện cuối cùng là các công cụ tính toán. Các công cụ ở đây chủ yếu là máy tính điện tử. Công việc chủ yếu của dự báo số trị khi tính toán là phải giải hệ phương trình vi phân cho từng nút lưới. Nếu so sánh khoảng cách giữa các nút lưới (độ phân giải) với kích thước của khí quyển trái đất ta cũng thấy đây là một khối lượng công việc khổng lồ. Ngoài việc tính toán, các máy tính còn phải đảm nhiệm công việc thu thập, xử lý các số liệu cho "chuẩn" trước khi tính toán. Rất may là công nghệ máy tính hiện nay đã có những bước tiến vượt bậc, có thể đáp ứng được các yêu cầu của dự báo số trị. Các mô hình dự báo số trị trước kia phải dùng đến các siêu máy tính rất phức tạp trong sử dụng, nay đã có thể thay thế bằng các máy tính với các bộ xử lý song song hoặc các máy vi tính thông thường.

Sau khi đã có mô hình, số liệu và máy tính, việc dự báo cũng còn phải qua những công đoạn phức tạp. Như đã nói ở trên, để tính toán được thời tiết người ta phải chia khí quyển thành các khối nhỏ. Ý tưởng cơ bản của dự báo số trị ở đây là nếu biết được giá trị của một yếu tố ở trung tâm của mỗi khối này, ta có thể sử dụng các phương trình vật lý để tính ra được giá trị yếu tố này sau một thời đoạn ngắn nào đó, chẳng hạn sau 30 phút. Sau đó lại dùng kết quả tính này làm số liệu mới cho lần tính tiếp theo, cứ thế cho đến thời hạn đã định. Như vậy, công việc đầu tiên là cần đưa số liệu vào máy tính để các lưới 3 chiều có đủ số liệu. Mạng lưới này được phân chia rất đều đặn trong mô hình nhưng trong thực tế các trạm quan trắc lại phân bố không có trật tự. Mặt khác không phải mọi số liệu quan trắc đều đúng. Vì vậy toàn bộ số liệu quan trắc đưa vào máy tính phải được kiểm tra sắp xếp theo trật tự các nút lưới của mô hình. Công đoạn này trong dự báo số trị được gọi là quá trình phân tích khách quan. Việc phân tích khách quan do máy tính thực hiện trước khi tính toán dự báo.

Qua đó ta thấy, trong quá trình dự báo số trị con người hoàn toàn không cần can thiệp vào quá trình tính toán, và cũng không thể can thiệp được. Công việc của người dự báo số trị chỉ còn là những thao tác để máy tính vận hành sau đó là ngồi chờ bản đồ thời tiết của ngày hôm sau do máy tính vẽ ra. Có lẽ chính vì vậy người ta còn gọi phương pháp dự báo số trị là phương pháp dự báo khách quan.

Cũng qua đây ta thấy, khác với phương pháp synôp, dự báo số trị có thể thực hiện rất nhiều loại dự báo khác nhau: dự báo trước 3 giờ, 6 giờ, 1 ngày, 2 ngày Chỉ cần đặt quá trình tính đến thời điểm nào là ta có kết quả ở thời điểm đó. Mặt khác, ta cũng có thể dự báo cho bất kỳ điểm nào, thậm chí có thể dự báo đến quận, huyện vì kết quả tính không phải cho từng điểm mà là cho toàn bộ ô lưới trên bản đồ. Tuy nhiên, đây là nói về khả năng lý thuyết. Trong thực tế các kết quả dự báo số trị phụ thuộc rất nhiều yếu tố nên các khả năng nói trên cũng có giới hạn nhất định. Chẳng hạn các mô hình dự báo số trị chỉ có thể dự báo thời tiết không quá 2 tuần.

Ngày nay dự báo số trị đã trở thành công cụ chủ yếu trong dự báo thời tiết ở nhiều Trung tâm dự báo khí tượng trên toàn cầu. Với việc đưa vào sử dụng các vệ tinh khí tượng và các radar thời tiết hiện đại, mô hình số trị có thể dự báo được các hiện tượng nguy hiểm qui mô vừa. Các mô hình số trị cũng ngày càng phổ biến đến mức có những mô hình được cung cấp miễn phí để bất kỳ ai quan tâm cũng có thể tải về để chạy trên máy vi tính. Có thể bạn chỉ cần hiểu một số khái niệm của mô hình, sau đó ngồi nhà tự chạy mô hình làm ra cho riêng mình và tung lên mạng. Tuy nhiên, trước khi làm điều này bạn cũng nên tự hỏi: "Tại sao việc dự báo thời tiết đơn giản như vậy mà vẫn cần cả một cơ quan khí tượng thủy văn với hàng ngàn người?". Còn câu trả lời lại là một câu chuyện dài dòng khác.