



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0040666

(51)¹⁹ G01C 21/00; G06G 7/70; G06F 19/00; (13) B
G01C 21/34; G01W 1/10

(21) 1-2019-06766

(22) 01/05/2018

(86) PCT/US2018/030378 01/05/2018

(87) WO2018/204316 08/11/2018

(30) 62/492,729 01/05/2017 US; 15/966,633 30/04/2018 US

(45) 26/08/2024 437

(43) 25/05/2020 386

(73) I.M. SYSTEMS GROUP, INC. (US)

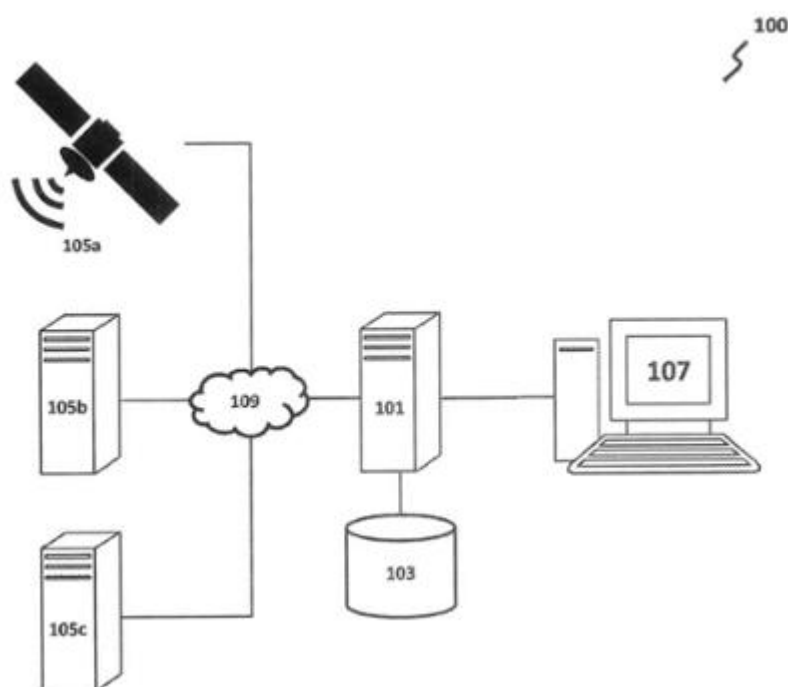
3206 Tower Oaks Boulevard, Suite 300, Rockville, Maryland 20852, United States of America

(72) CHEN, Ruiyue (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI MÁY TÍNH VÀ HỆ THỐNG DỰ BÁO TỨC THỜI THỜI TIẾT ĐỂ MÔ HÌNH HÓA, GHI, VÀ DỰ BÁO THỜI TIẾT ĐỐI LƯU TỰ ĐỘNG

(57) Sáng chế đề cập đến các hệ thống, các phương pháp, và các thiết bị cung cấp các sản phẩm dự báo tức thời thời tiết tích hợp được thiết kế để hỗ trợ quản lý các hoạt động với thực hiện quyết định hoạt động liên quan tới sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định. Sáng chế đề xuất cách để xử lý dữ liệu thời tiết từ các nguồn khác nhau và ở các định dạng dữ liệu đa dạng chứa các độ phân giải theo không gian và các độ phân giải theo thời gian khác nhau, để tạo ra sản phẩm dự báo thời tiết được tích hợp và gắn kết sao cho sản phẩm dự báo thời tiết là liên tục trong cả hai miền không gian và thời gian liên quan tới sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống, các phương pháp, và các thiết bị liên quan tới hệ thống dự báo tức thời thời tiết tích hợp được thiết kế để hỗ trợ việc thực hiện quyết định hoạt động liên quan tới sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thời tiết có thể ảnh hưởng đến độ an toàn, hiệu quả, và năng suất hoạt động của nhiều doanh nghiệp. Trong một số trường hợp, các điều kiện thời tiết có thể yêu cầu ngừng toàn bộ các hoạt động kinh doanh, dẫn đến các ảnh hưởng kinh tế bất lợi cho doanh nghiệp đó, sự không hài lòng của khách hàng, và các hậu quả không mong muốn khác. Các sản phẩm dự báo thời tiết được thiết kế để hỗ trợ việc thực hiện quyết định hoạt động cụ thể có thể hữu ích cho doanh nghiệp mà có các hoạt động có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện thời tiết. Các doanh nghiệp bị ảnh hưởng có thể có lợi ích như nhau từ các công cụ hỗ trợ việc thực hiện quyết định mà bao gồm như đưa vào các sản phẩm dự báo thời tiết gồm có các phạm vi không gian và các phạm vi thời gian rộng, do đó tạo thuận lợi việc quản lý cả hai hoạt động chủ động và phản ứng và giảm thiểu các tác động bất lợi của thời tiết đối với các doanh nghiệp ứng dụng các công cụ như vậy.

Các sản phẩm dự báo thời tiết khác nhau hiện đang tồn tại để mang đến cho các quản lý hoạt động thông tin thời tiết thích hợp cho các giai đoạn chiến lược và chiến thuật của việc thực hiện quyết định hoạt động. Ví dụ, các sản phẩm dự báo thời tiết thường dựa trên mô hình số dựa vào vật lý của các tương tác giữa các quá trình vật lý khác nhau trong khí quyển và giữa mặt đất và khí quyển. Các mô hình dựa vào vật lý như vậy thường giả định các điều kiện ban đầu và biên cho các lớp khí quyển và giải quyết theo vi phân miền thời gian và vi phân chất lỏng các phương trình động lực học thể hiện các quá trình vật lý như vậy. Các mô hình dựa vào vật lý thường tiến hành việc đồng hóa dữ liệu, mà là quá trình số kết hợp trường dự báo mô hình với quan sát

thời tiết khả dụng ở bước thời gian hiện thời; giảm thiểu độ chênh lệch giữa dự báo và quan sát như vậy; và điều chỉnh quỹ đạo dự báo mô hình để nâng cao mô hình dự báo ở các bước thời gian tương lai ở các khoảng thời gian như vậy để đạt được các kết quả tối ưu của các trạng thái khí quyển được dự đoán trong tương lai, nghĩa là, các dự báo thời tiết.

Ngược lại, các sản phẩm dự báo tức thời thời tiết thường dựa vào việc theo dõi và ngoại suy các dấu hiệu thời tiết được quan sát bởi radar (radar) thời tiết và các vệ tinh rằng, trong hầu hết các trường hợp, là không đổi và liên tục trong phạm vi thời gian và không gian ngắn. Nhờ sử dụng các kỹ thuật xử lý và thống kê ảnh hưởng thay cho các phương trình dựa vào vật lý được sử dụng trong việc dự báo thời tiết, dự báo tức thời thời tiết có khả năng tạo ra các dự đoán thời tiết thời gian ngắn, ví dụ, trong hai giờ tới hoặc ít hơn, và cung cấp các cập nhật dự đoán thời tiết ở các tần số rất cao, cứ sau vài phút. Các cập nhật dự đoán thời tiết ở các tốc độ như vậy hiện thời không thể thực hiện được bằng các kỹ thuật dự báo thời tiết bởi vì việc tính toán và xử lý dữ liệu nhờ sử dụng mô hình hóa dựa vào vật lý đang tính thuế và do đó quá tốn thời gian. Tuy nhiên, bởi vì các kỹ thuật dự báo thời tiết là dựa vào vật lý, chúng có thể tạo ra các dự đoán thời tiết xa hơn trong tương lai so với các kỹ thuật dự báo tức thời thời tiết.

Đối với ví dụ minh họa, nhân viên quản lý và điều khiển không lưu (air traffic management and control, viết tắt là ATM/C) yêu cầu thông tin thời tiết với các phạm vi không gian và thời gian thay đổi trong suốt các giai đoạn ATM/C khác nhau chẳng hạn như lập kế hoạch bay, lập trình tự cất cánh, điều khiển tháp trong khi chạy taxi (taxiing) và cất cánh, điều khiển tiếp cận radar đầu cuối trong khi máy bay bay lên và hạ xuống, và điều khiển giao thông khu vực định tuyến trong quá trình bay để đạt được và duy trì độ an toàn, hiệu quả hoạt động, và khả năng không gian trong ATM/C.

Thông thường, ở giai đoạn hoạch định chiến lược, ví dụ, hơn hai giờ trước chuyến bay được lập lịch, thực hiện quyết định ATM/C phụ thuộc vào các dự báo thời tiết để chuẩn bị và điều chỉnh các kế hoạch bay. Trong giai đoạn chiến lược, nhân viên ATM/C với quyền truy cập đến thông tin thời tiết liên quan có năng lực quản lý không lưu chủ động bằng cách tạo ra các kế hoạch định tuyến lại để tránh không gian bị chặn bởi thời tiết, hoặc bằng cách thực hiện các chương trình trì hoãn mặt đất hoặc các

chương trình dùng mặt đất để ngăn ngừa gánh nặng khả năng không gian được giảm. Các chương trình trì hoãn mặt đất và các chương trình dùng mặt đất ATM/C chiến lược cung cấp độ an toàn hàng không hoạt động nâng cao, khả năng và nhu cầu không gian cân bằng, và việc đốt nhiên liệu hàng không được giảm.

Ở giai đoạn chiến thuật, ví dụ, trong vòng hai giờ của chuyến bay được lập lịch, việc thực hiện quyết định ATM/C phụ thuộc vào quan sát thời tiết và “dự báo tức thời” thời gian thực, nghĩa là, các dự đoán thời tiết thời gian rất ngắn. Trong giai đoạn chiến thuật, việc thực hiện quyết định ATM/C có xu hướng phản ứng và có thể liên quan các cơ chế ATM/C chẳng hạn như giữ máy bay trên không đến khi ảnh hưởng thời tiết bất lợi đi qua, hoặc chuyển hướng đến các sân bay hàng không thay thế mà đã gặp thời tiết bất lợi và có các mức nhiên liệu mà giới hạn thời gian trên không của chúng.

Có các sản phẩm dự báo tức thời thời tiết khác nhau khả dụng trên thị trường hiện nay. Các sản phẩm dự báo tức thời này phân tích dữ liệu thời tiết từ các ảnh quan sát thời tiết liên tiếp để đánh giá chuyển động của hệ thống thời tiết và do đó dự báo vị trí của nó trong tương lai gần. Thông thường dữ liệu từ các nền tảng đơn được sử dụng cho việc phân tích chuyển động như vậy và dự báo dễ dàng thất bại nếu có độ không ổn định dữ liệu đáng kể. Trong khi đó, hầu hết sản phẩm dự báo tức thời chỉ dự báo vị trí của hệ thống thời tiết qua các công nghệ ngoại suy thông thường và giả sử cường độ hệ thống giữ không thay đổi trong một vài giờ. Trong thực tế, hệ thống thời tiết chẳng hạn như đối lưu có thể phát triển nhanh chóng trong một vài giờ, tuy nhiên, công nghệ dự báo tức thời thông thường chỉ đơn thuần ngoại suy thông tin từ dữ liệu ảnh quan sát thời tiết và không thể dự báo tăng trưởng và suy giảm của các hệ thống bão một cách định lượng theo thời gian thực hoặc trong thời gian ngắn. Do đó, sản phẩm dự báo tức thời thời tiết mà nó dự báo cả hai vị trí và phát triển cường độ là rất cần thiết đối với các hoạt động bị ảnh hưởng bởi thời tiết chẳng hạn như ATM/C.

Như được nêu trên, có các nhược điểm đáng kể được kết hợp với các sản phẩm dự báo tức thời thời tiết khả dụng hiện thời; hiện thời không có sản phẩm khả dụng nào như vậy trang bị cho các doanh nghiệp quản lý đầy đủ các hoạt động của họ theo cách an toàn và hiệu quả khi đối mặt với các điều kiện thời tiết mà có thể phá hoại việc thực hiện hoạt động.

Điều được cần đến là các hệ thống và các phương pháp mà có thể tạo ra dữ liệu dự báo tức thời một cách định lượng thể hiện tăng trưởng và suy giảm đối với các hệ thống bảo theo thời gian thực. Điều cũng được cần đến là các hệ thống và các phương pháp mà có thể tạo ra dữ liệu dự báo tức thời dự đoán đối với tăng trưởng và suy giảm được dự báo của các hệ thống bảo trong khung thời gian ngắn hạn. Dữ liệu này có thể được cung cấp tới các giao diện người dùng đồ họa (graphical user interface, viết tắt là GUI) hoặc các quy trình phần mềm khác mà có thể giải nghĩa hoặc áp dụng dữ liệu dự báo tức thời được tạo ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Được mô tả dưới đây là các hệ thống và các phương pháp nhằm để giải quyết các thiếu sót trong kỹ thuật được mô tả ở trên, và cũng có thể cung cấp các lợi ích bổ sung hoặc thay thế. Các hệ thống có thể tạo ra dữ liệu dự báo tức thời một cách định lượng dự báo tăng trưởng và suy giảm của các hệ thống bảo, trong thời gian thực và cả trong tương lai gần (ví dụ, từ 0 đến 2 giờ).

Theo một số phương án, phương pháp được thực hiện bởi máy tính để mô hình hóa, ghi, và dự báo thời tiết đối lưu tự động, phương pháp này bao gồm các bước: thu, bởi máy tính, một hoặc nhiều ảnh dữ liệu thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu ảnh đối với một hoặc nhiều khoảng bước thời gian; nhận dạng, bởi máy tính, ở bước thời gian thứ nhất đối tượng đối lưu mới trong ảnh dữ liệu thời tiết dựa vào một hoặc nhiều thông số kết hợp với đối tượng đối lưu; tạo ra, bởi máy tính, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới trong cơ sở dữ liệu phát triển, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới liên quan tới đối tượng đối lưu mới; lưu trữ, bởi máy tính, vào bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới và một hoặc nhiều thông số kết hợp với đối tượng đối lưu mới đối với mỗi bước thời gian tương ứng sau bước thời gian thứ nhất; tạo ra, bởi máy tính, đầu ra dự báo tức thời dựa vào bản ghi dữ liệu đối tượng thời tiết được thu đối với một hoặc nhiều khoảng bước thời gian của đối tượng đối lưu mới và dựa vào một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu đối với một hoặc nhiều đối tượng đối lưu, trong đó đầu ra dự báo tức thời được tạo cấu hình để hiển thị trên giao diện người dùng đồ họa (GUI) bản đồ địa lý chỉ báo ảnh thời tiết dự báo tức thời đối với tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai; và truyền, bởi máy tính, đầu ra dự báo tức thời

đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng được tạo cấu hình để hiển thị đầu ra dự báo tức thời qua GUI.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, đầu ra dự báo tức thời còn dựa vào một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước nhận dạng một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển dựa vào ít nhất một trong số thông số địa lý và các thông số thời gian, trong đó thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý của đối tượng đối lưu của bản ghi dữ liệu, và trong đó thông số thời gian chỉ báo thời gian của đối tượng đối lưu của bản ghi dữ liệu.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bước lưu trữ bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới trong cơ sở dữ liệu phát triển còn bao gồm cập nhật, bởi máy tính, thuật toán dự báo tức thời được tạo cấu hình để tạo ra dự báo tức thời dự đoán cho tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai của đầu ra dự báo tức thời dựa vào bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới và ít nhất một bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó máy tính nhận dạng đối tượng đối lưu mới dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó máy tính lưu trữ dữ liệu quan sát thời tiết vào bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó máy tính tạo ra đầu ra dự báo tức thời còn dựa vào dữ liệu quan sát thời tiết.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó đầu ra dự báo tức thời là ít nhất một trong số tập tin máy tính đọc được bởi máy và luồng dữ liệu đọc được bởi máy.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước lưu trữ, bởi máy tính, vào cơ sở dữ liệu dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước chuyển đổi, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết từ các nguồn dữ liệu thành định dạng tương thích với máy tính.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước lưu trữ, bởi máy tính, vào cơ sở dữ liệu con tập con của dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết dựa vào thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý được kết hợp cơ sở dữ liệu con và tập con.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó máy tính tạo ra đầu ra dự báo tức thời dựa vào một hoặc nhiều thông số trong dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được lựa chọn từ nhóm bao gồm: độ phản xạ lớn nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi độ phản xạ lớn nhất, khu vực đối tượng, tốc độ thay đổi khu vực đối tượng, BT lạnh nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi BT lạnh nhất, và các số liệu thống kê tia chớp.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó máy tính tự động tính toán các trị số thông số cho mỗi bản ghi đối tượng đối lưu trong suốt vòng đời của đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước tìm kiếm, bởi máy tính, cơ sở dữ liệu phát triển để tìm đối tượng đối lưu lịch sử khớp với đối tượng đối lưu mới, trong đó máy tính tạo ra phân dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời, và trong đó dự báo tức thời dự đoán bao gồm ảnh thời tiết dự báo tức thời cho tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai dự báo chuyển động tương lai và cường độ của đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, phương pháp còn bao gồm bước xác định thay đổi cường độ của mỗi điểm ảnh của ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu mới theo tập các thông số đối tượng thời tiết.

Theo một số phương án, hệ thống dự báo tức thời thời tiết để mô hình hóa, ghi, và dự báo thời tiết đối lưu tự động, hệ thống này bao gồm cơ sở dữ liệu phát triển bao

gồm phương tiện đọc được bởi máy không tạm thời được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu; và bộ xử lý được tạo cấu hình để: thu một hoặc nhiều ảnh dữ liệu thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu ảnh đối với một hoặc nhiều khoảng bước thời gian; nhận dạng ở bước thời gian thứ nhất đối tượng đối lưu mới trong ảnh dữ liệu thời tiết dựa vào một hoặc nhiều thông số kết hợp với đối tượng đối lưu; tạo ra bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới trong cơ sở dữ liệu phát triển, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới liên quan tới đối tượng đối lưu mới; lưu trữ vào trong bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới và một hoặc nhiều thông số kết hợp với đối tượng đối lưu mới đối với mỗi bước thời gian tương ứng sau bước thời gian thứ nhất; tạo ra đầu ra dự báo tức thời dựa vào bản ghi dữ liệu đối tượng thời tiết được thu đối với một hoặc nhiều khoảng bước thời gian của đối tượng đối lưu mới và dựa vào một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu đối với một hoặc nhiều đối tượng đối lưu, trong đó đầu ra dự báo tức thời được tạo cấu hình để hiển thị trên giao diện người dùng đồ họa (GUI) bản đồ địa lý chỉ báo ảnh thời tiết dự báo tức thời đối với tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai; và truyền đầu ra dự báo tức thời đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng được tạo cấu hình để hiển thị đầu ra dự báo tức thời qua GUI.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó đầu ra dự báo tức thời còn dựa vào một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhận dạng một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển dựa vào ít nhất một trong số thông số địa lý và các thông số thời gian, trong đó thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý của đối tượng đối lưu của bản ghi dữ liệu, và trong đó thông số thời gian chỉ báo thời gian của đối tượng đối lưu của bản ghi dữ liệu.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó để lưu trữ bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới trong cơ sở dữ liệu phát triển bộ xử lý còn được tạo cấu hình để cập nhật thuật toán dự báo tức thời được tạo cấu hình để tạo ra dự báo tức thời dự đoán cho tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai của đầu ra dự

báo tức thời dựa vào bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới và ít nhất một bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó bộ xử lý nhận dạng đối tượng đối lưu mới dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, và trong đó bộ xử lý lưu trữ dữ liệu quan sát thời tiết vào bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó bộ xử lý tạo ra đầu ra dự báo tức thời còn dựa vào dữ liệu quan sát thời tiết.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó đầu ra dự báo tức thời là ít nhất một trong số tập tin máy tính đọc được bởi máy và luồng dữ liệu đọc được bởi máy.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, hệ thống còn bao gồm cơ sở dữ liệu được tạo cấu hình thành cơ sở dữ liệu dữ liệu quan sát thời tiết, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu vào cơ sở dữ liệu.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chuyển đổi dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết từ các nguồn dữ liệu thành định dạng tương thích với bộ xử lý.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, hệ thống còn bao gồm một hoặc nhiều cơ sở dữ liệu con được tạo cấu hình thành các tập con của các bản ghi dữ liệu của cơ sở dữ liệu, và trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để lưu trữ vào trong cơ sở dữ liệu con tập con của dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết dựa vào thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý được kết hợp cơ sở dữ liệu con và tập con.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý tạo ra đầu ra dự báo tức thời dựa vào một hoặc nhiều thông số trong dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được lựa chọn từ nhóm bao gồm: độ phản xạ lớn nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi độ phản xạ lớn nhất, khu vực đối tượng, tốc độ thay đổi khu vực đối

tượng, BT lạnh nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi BT lạnh nhất, và các số liệu thống kê tia chớp.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý tự động tính toán các trị số thông số cho mỗi bản ghi đối tượng đối lưu trong suốt vòng đời của đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tìm kiếm cơ sở dữ liệu phát triển để tìm đối tượng đối lưu lịch sử khớp với đối tượng đối lưu mới, trong đó bộ xử lý tạo ra phần dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời, và trong đó dự báo tức thời dự đoán bao gồm ảnh thời tiết dự báo tức thời cho tập hợp một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai dự báo chuyển động tương lai và cường độ của đối tượng đối lưu mới.

Theo một số khía cạnh của các phương án như vậy, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định thay đổi cường độ của mỗi điểm ảnh của ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu mới theo tập các thông số đối tượng thời tiết.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.1B là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.1C là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.1D là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.1E là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.1F là hình vẽ thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện cách thực hiện phương pháp tạo ra và cập nhật dữ liệu thời tiết dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Fig.3A và Fig.3B là các hình vẽ thể hiện các GUI hiển thị các quan sát đối lưu đồng thời từ độ phản xạ tổng hợp radar và nhiệt độ độ sáng vệ tinh.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cách thực hiện phương pháp quản lý và cập nhật các bản ghi của dữ liệu thời tiết dự báo tức thời trong cơ sở dữ liệu, theo phương án mẫu.

Các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5D là các hình vẽ thể hiện các GUI ví dụ hiển thị dữ liệu thời tiết dự báo tức thời cho dữ liệu dự báo tức thời ba giờ từ máy chủ dự báo tức thời, theo phương án mẫu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một số khía cạnh minh họa của các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp theo sáng chế được mô tả dưới đây kết nối với phần mô tả dưới đây và các hình vẽ kèm theo. Các khía cạnh này là chỉ định, tuy nhiên, nhưng một vài trong số các cách khác nhau mà trong đó các nguyên lý của các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp có thể được sử dụng, và sáng chế được dự định bao gồm tất cả các khía cạnh như vậy và các sự tương đương của chúng. Các dấu hiệu kỹ thuật mới và các ưu điểm khác của sáng chế có thể trở nên rõ ràng từ phần mô tả chi tiết dưới đây khi được xem xét kết hợp với các hình vẽ.

Trong phần mô tả chi tiết dưới đây, nhiều chi tiết cụ thể được đặt ra để cung cấp sự hiểu biết thấu đáo của sáng chế. Trong các trường hợp khác, các cấu trúc, các giao diện, và các quy trình đã biết không được thể hiện chi tiết để không che khuất một cách không cần thiết các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp theo sáng chế. Tuy nhiên, sẽ là rõ ràng đối với một trong số những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng rằng các chi tiết cụ thể được mô tả dưới đây không cần phải được sử dụng để thực hiện các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp theo sáng chế và không thể hiện giới hạn về phạm vi của chúng, ngoại trừ như được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Điều được dự định là không có phần nào của bản mô tả này được hiểu là có hiệu lực từ chối bất kỳ phần nào của phạm vi bảo hộ đầy đủ của sáng chế. Mặc dù các phương án nhất định của sáng chế được mô tả, các phương án

này tương tự không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ đầy đủ của các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp theo sáng chế.

Như được sử dụng dưới đây, thuật ngữ “dự đoán thời tiết” bao gồm “dự báo thời tiết” và “dự báo tức thời thời tiết.” Tuy nhiên trong đó “dự báo” hoặc “dự báo thời tiết” đề cập đến các dự đoán của các điều kiện thời tiết vượt quá khung thời gian ngắn hạn (ví dụ từ 1 đến 14 ngày), “dự báo tức thời” hoặc “dự báo tức thời thời tiết” đề cập đến dự đoán của các điều kiện thời tiết thường trong thời gian ngắn của thời gian quan tâm cụ thể (ví dụ, từ 0 đến 2 giờ). Mặc dù đã nêu ở trên, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các phạm vi thời gian này chỉ là xấp xỉ và có thể được thay đổi khi thích hợp. Ngoài ra, người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu là công nghệ dự báo nói chung.

Sáng chế đề xuất các hệ thống và các phương pháp để tạo ra dự đoán thời tiết dự báo tức thời để hỗ trợ việc thực hiện quyết định hoạt động liên quan tới sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định, bao gồm đối tượng đối lưu, mà có thể là, ví dụ, một hoặc nhiều ô đối lưu (ví dụ, một hoặc nhiều hệ thống bão). Sáng chế đề xuất cách để xử lý dữ liệu thời tiết từ các nguồn khác nhau và ở các định dạng dữ liệu đa dạng chứa các độ phân giải theo không gian và các độ phân giải theo thời gian khác nhau để tạo ra sản phẩm dự báo thời tiết được tích hợp và gắn kết sao cho sản phẩm dự báo thời tiết là liên tục trong cả hai miền không gian và thời gian, tùy thuộc vào tính khả dụng của dữ liệu, liên quan tới sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định. Ví dụ, trong một số trường hợp, nó có thể được mong muốn áp dụng các sản phẩm dự báo thời tiết để hỗ trợ quản lý và điều khiển không lưu (“ATM/C”). Trong các trường hợp như vậy, phương án của sáng chế có thể tạo ra các sản phẩm dự báo thời tiết được tích hợp mà có thể hỗ trợ nhân viên ATM/C với các quyết định chiến lược, chẳng hạn như các chương trình trì hoãn mặt đất và các chương trình dừng mặt đất, và các quyết định chiến thuật, chẳng hạn như giữ máy bay trên không hoặc chuyển hướng máy bay đến các sân bay thay thế.

Các hệ thống ATM/C, tương tự các hệ thống khác yêu cầu dữ liệu dự báo tức thời gần như ngay lập tức và chính xác cho dự đoán thời gian thực và ngắn hạn, không thể sử dụng mô hình số của công nghệ dự báo bởi vì công nghệ dự báo mất quá nhiều thời gian để tạo ra các kết quả và tạo ra độ phân giải chất lượng thấp hơn. Điều này là do

các kỹ thuật được triển khai trong các công nghệ dự báo, mà nó sử dụng các mô hình liên quan khí động lực học. Độ chính xác thấp hơn và thời gian quay vòng dài hơn để dự báo các kết quả là có thể chấp nhận được trong các ứng dụng dự báo điển hình: tạo ra ý tưởng chung về thời tiết trong một vài ngày tới. Hệ thống dự báo tức thời và các phương pháp được mô tả dưới đây cung cấp dữ liệu ngay lập tức và chính xác hơn. Thông thường, điều này được thực hiện bằng cách xử lý các điểm ảnh của nhiều loại ảnh thời tiết thời gian thực (ví dụ, radar, độ sáng vệ tinh, các ảnh tia chớp) cùng với dữ liệu ảnh lịch sử và/hoặc dữ liệu quan sát liên quan đến thời tiết khác.

Các hệ thống và các phương pháp được mô tả dưới đây có thể tạo ra dữ liệu thời tiết dự báo tức thời thời gian thực và dữ liệu thời tiết dự báo tức thời dự đoán ngắn hạn (ví dụ, từ 0 đến 2 giờ), mà có thể bao gồm dữ liệu dự báo tức thời thời tiết đối lưu cho việc quản lý không lưu, trong số các ứng dụng khác. Việc mô hình hóa số của công nghệ dự báo không thể cung cấp các đầu ra dữ liệu dự báo đủ nhanh, với độ phân giải không gian/thời gian đủ và độ chính xác cần thiết, cho nhiều ứng dụng, như việc quản lý không lưu. Công nghệ dự báo tức thời thông thường của thời tiết đối lưu thường phụ thuộc vào ngoại suy của radar hoặc các quan sát thời tiết đối lưu vệ tinh (ví dụ, xử lý ảnh vệ tinh). Trước đây, nhiều nghiên cứu đã khám phá thành công cách đánh giá bình lưu (ví dụ, tốc độ và hướng) của bão bằng cách so sánh vị trí bão trong ảnh hiện thời với vị trí bão trong ảnh trước. Tuy nhiên, dự đoán thay đổi cường độ đối lưu (ví dụ, độ phản xạ radar) vẫn là thách thức, chủ yếu bởi vì thông tin trong các ảnh quan sát trước và hiện thời là không đủ để dự báo các thay đổi cường độ bão trong vài giờ tới (ví dụ, từ 1 đến 12 giờ). Để có đủ thông tin để tạo ra dự đoán đầy đủ và định lượng của phát triển đối lưu, bao gồm cả hai thay đổi bình lưu và cường độ, hệ thống dự báo tức thời được mô tả dưới đây bao gồm các cơ sở dữ liệu mà nó thu và lưu trữ thông tin toàn diện của thời tiết đối lưu trong suốt vòng đời của số lượng bất kỳ của các hệ thống bão, ở số lượng bất kỳ của các vị trí địa lý. Hệ thống dự báo tức thời có thể mô hình hóa theo cách toán học sự phát triển thời tiết đối lưu của hệ thống bão hiện thời nhờ sử dụng dữ liệu khả dụng hiện thời và dữ liệu thời tiết được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu, và sau đó dự báo sự phát triển của hệ thống bão hiện thời và các hệ thống bão tương lai nhờ sử dụng phương pháp tự học từ cơ sở dữ liệu được cập nhật một cách tự động.

Các thành phần hệ thống mẫu

Fig.1A thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời 100, theo phương án mẫu. Hệ thống mẫu 100 bao gồm máy chủ dự báo tức thời 101, cơ sở dữ liệu 103, các thiết bị nguồn 105, và máy tính người dùng 107. Trong quá trình hoạt động, các thiết bị nguồn 105 có thể thu thập hoặc lưu trữ dữ liệu thời tiết mà các thiết bị nguồn 105 truyền qua một hoặc nhiều mạng 109 đến máy chủ 101. Máy chủ 101 có thể lưu trữ dữ liệu thời tiết trong nước vào cơ sở dữ liệu 103 mà máy chủ 101 có thể sau đó tham chiếu để tạo ra dữ liệu thời tiết dự báo tức thời. Máy chủ 101 có thể cung cấp dữ liệu thời tiết dự báo tức thời tới thiết bị người dùng 107 được tạo cấu hình để thể hiện dữ liệu thời tiết dự báo tức thời trên giao diện người dùng đồ họa (GUI) mà nó cho phép người dùng xem lại, thao tác, và ngoài ra tương tác với dữ liệu thời tiết dự báo tức thời nằm dưới. Ngoài ra, máy chủ 101 có thể cập nhật dữ liệu thời tiết dự báo tức thời hiện có được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu 103 để bao gồm dữ liệu thời tiết dự báo tức thời được tạo ra gần đây được tạo ra bởi máy chủ 101.

Máy chủ dự báo tức thời 101 có thể tạo ra dữ liệu thời tiết dự báo tức thời thời gian thực và ngắn hạn nhờ sử dụng dữ liệu thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu 105 và cơ sở dữ liệu 103, và có thể chuyển dữ liệu tới thiết bị người dùng 107. Máy chủ 101 có thể là thiết bị tính toán bất kỳ bao gồm bộ lưu trữ đọc được bởi máy không tạm thời và bộ xử lý, và có khả năng thực hiện các nhiệm vụ và các quy trình khác nhau được mô tả dưới đây. Máy chủ dự báo tức thời 101 có thể thu dữ liệu thời tiết, chẳng hạn như các ảnh hoặc dữ liệu liên quan đến thời tiết khác, từ số lượng bất kỳ của các nguồn dữ liệu thời gian thực 105, mà có thể được lưu trữ trong các bản ghi của cơ sở dữ liệu 103. Trong một số trường hợp, dữ liệu được thu từ các nguồn dữ liệu 105 có thể là dữ liệu ảnh vệ tinh từ nguồn dữ liệu vệ tinh 105a; và trong một số trường hợp, dữ liệu có thể là dữ liệu ảnh radar từ nguồn dữ liệu radar 105b hoặc dữ liệu ảnh thời tiết bất kỳ khác (ví dụ, phát hiện tia chớp sét, máy đo mưa, các tốc độ gió) từ các nguồn dữ liệu 105 khác. Máy chủ 101 có thể tạo ra dữ liệu thời tiết dự báo tức thời thời gian thực dựa vào dữ liệu được thu từ các nguồn dữ liệu 105, và máy chủ 101 có thể tạo ra dữ liệu thời tiết dự báo tức thời, ngắn hạn, dự đoán,. Máy chủ 101 có thể cung cấp dữ liệu thời tiết dự báo tức thời (nowcasting) tới thiết bị người dùng 107, mà có thể thể hiện dữ liệu cho người dùng qua GUI. Trong quá trình hoạt động, máy chủ

có thể 101 phát hiện sự hình thành và sự tiêu tan của các đối tượng đối lưu (ví dụ, các hệ thống bão) dựa vào dữ liệu đến. Khi phát hiện sự tiêu tán của đối tượng đối lưu, máy chủ 101 có thể tạo ra các bản ghi dữ liệu mới cho vùng mà đối tượng đối lưu đã xuất hiện và cập nhật cơ sở dữ liệu 103 các bản ghi cho vùng cụ thể để bao gồm dữ liệu mới của đối tượng đối lưu được nhận dạng gần đây.

Cơ sở dữ liệu 103 có thể lưu trữ và truy vấn các bản ghi dữ liệu thời tiết theo các bản ghi dữ liệu và các lệnh được thu từ máy chủ 101. Cơ sở dữ liệu 103 có thể được thực hiện trên một hoặc nhiều thiết bị tính toán bao gồm bộ xử lý và bộ lưu trữ đọc được bởi máy không tạm thời, và có khả năng thực hiện các nhiệm vụ và các quy trình khác nhau được mô tả dưới đây. Các bản ghi dữ liệu thời tiết của cơ sở dữ liệu 103 có thể bao gồm số lượng bất kỳ của các trường dữ liệu đối với dữ liệu quan sát thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh. Mỗi bản ghi có thể chứa một hoặc nhiều trường dữ liệu định vị địa lý, chẳng hạn như dữ liệu vĩ độ và kinh độ, hoặc dữ liệu định vị địa lý khác. Máy chủ 101 có thể sử dụng các trường dữ liệu định vị địa lý để nhận dạng các bản ghi dữ liệu lịch sử mà nó khớp dữ liệu định vị địa lý của đối tượng đối lưu được theo dõi hiện thời. Khi cập nhật cơ sở dữ liệu 103, máy chủ 101 có thể kết hợp các bản ghi mới của định vị địa lý cụ thể dựa vào các trường dữ liệu định vị địa lý của đối tượng đối lưu được theo dõi hiện thời.

Các nguồn dữ liệu 105 có thể là thiết bị tính toán bất kỳ có khả năng tạo ra dữ liệu quan sát thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh và cung cấp dữ liệu tới máy chủ 101. Theo truyền thống, công nghệ dự báo tức thời đối lưu phụ thuộc vào hoặc quan sát radar hoặc quan sát vệ tinh. Máy chủ 101 của hệ thống mẫu 100 sử dụng dữ liệu đối lưu từ các nguồn dữ liệu quan sát để tạo ra dữ liệu dự báo tức thời thời gian thực và ngắn hạn. Các ví dụ không giới hạn về các nguồn dữ liệu 105 như vậy có thể bao gồm dữ liệu liên quan đến ảnh vệ tinh 105a, dữ liệu liên quan đến ảnh radar 105b, hoặc thiết bị hoặc hệ thống bất kỳ khác mà nó tạo ra dữ liệu quan sát thời tiết thời gian thực 105c.

Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng dữ liệu được tạo ra từ mỗi nguồn dữ liệu có thể được tạo ra ở định dạng đọc được bởi máy (ví dụ, các tập tin máy tính, luồng dữ liệu) mà có thể được lưu trữ trong phương tiện đọc được bởi máy không tạm thời và được truyền qua một hoặc nhiều mạng 109 đến các thiết bị tính toán khác nhau, chẳng hạn như máy chủ 101. Ví dụ, nguồn dữ liệu ảnh radar 105b

có thể có thiết bị radar mà nó tạo ra dữ liệu liên quan đến thời tiết nhờ sử dụng ảnh radar, mà có thể được số hóa bởi một hoặc nhiều thiết bị tính toán thành dữ liệu ảnh radar đọc được bởi máy nhờ sử dụng số lượng bất kỳ của các kỹ thuật chuyển đổi ảnh đã biết mà nó chuyển đổi ảnh radar thành định dạng được số hóa. Nguồn dữ liệu ảnh radar 105b cũng có thể có một hoặc nhiều thiết bị tính toán mà, ngoài việc chuyển đổi và/hoặc số hóa ảnh radar thành định dạng kỹ thuật số đọc được bởi máy, có thể lưu trữ, và truyền dữ liệu ảnh đến các thiết bị thu tính toán, chẳng hạn như máy chủ 101 của hệ thống dự báo tức thời 100. Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các nguồn dữ liệu 105 thuộc loại bất kỳ có thể có một hoặc nhiều thiết bị tính toán mà nó chuyển đổi mỗi loại ảnh thời tiết (ví dụ, ảnh vệ tinh, ảnh radar) cụ thể hoặc dạng các đầu vào quan sát thời tiết (ví dụ, máy đo mưa, các tốc độ gió, tia chớp sét) khác thành định dạng dữ liệu mà tương thích với máy chủ 101.

Thiết bị người dùng 107 có thể thực hiện các ứng dụng phần mềm mà thể hiện GUI trên màn hình của thiết bị người dùng, mà ở đó GUI có thể hiển thị dữ liệu thời tiết dự báo tức thời và cho phép các người dùng tương tác với dữ liệu thời tiết dự báo tức thời nằm dưới. Trong một số trường hợp, ứng dụng phần mềm có thể được kết hợp với và được phát hành bởi hệ thống dự báo tức thời 100; và, trong một số trường hợp, các ứng dụng phần mềm có thể là các ứng dụng phần mềm của bên thứ ba được tạo cấu hình để trao đổi dữ liệu với máy chủ 101, sao cho ứng dụng phần mềm của bên thứ ba tương thích với hệ thống 100. Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng thiết bị người dùng 107 có thể là thiết bị tính toán bất kỳ bao gồm bộ xử lý và bộ lưu trữ đọc được bởi máy không tạm thời, và có khả năng thực hiện các nhiệm vụ và các quy trình khác nhau được mô tả dưới đây. Trong quá trình hoạt động, GUI của thiết bị người dùng 107 có thể thể hiện cho người dùng, chẳng hạn như bộ điều khiển không lưu, các trực quan hóa khác nhau về dữ liệu thời tiết, cũng như thông tin không lưu được thu từ dữ liệu không lưu của bên thứ ba. Trong một số trường hợp, GUI có thể xếp chồng các trực quan hóa dữ liệu thời tiết khác nhau, chẳng hạn như các trực quan hóa dự báo tức thời được mô tả dưới đây, với các trực quan hóa của không lưu theo thời gian thực. GUI cũng có thể thu các đầu vào khác nhau từ người dùng qua số lượng bất kỳ của các thiết bị đưa vào điều khiển thiết bị đã biết (ví dụ, chuột, bàn phím, màn hình cảm ứng) mà nó cho phép người dùng thao tác hiển thị hình ảnh trên GUI, chẳng hạn như thay đổi thu phóng, chỉnh lại kích thước, độ

phân giải, phần của ảnh trực quan (ví dụ, di chuyển khu vực được trực quan hóa được hiển thị), và dữ liệu nào (ví dụ, xếp chồng không lưu được trực quan hóa; xếp chồng dữ liệu ảnh vệ tinh được trực quan hóa; xếp chồng dữ liệu ảnh radar được trực quan hóa; dữ liệu quan sát dữ liệu thời tiết được trực quan hóa; xếp chồng dự báo tức thời được trực quan hóa) được trực quan hóa trên GUI.

Fig.1B là sơ đồ khối thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời 100 theo phương án mẫu. Nói chung, xử lý dữ liệu để tạo ra dữ liệu dự báo tức thời thời tiết có thể liên quan đến một số hoặc toàn bộ dữ liệu, các thành phần hoạt động, và các quy trình được thực hiện bởi máy tính dưới đây: đầu vào của dữ liệu thời tiết tới máy chủ dự báo tức thời 101 qua một hoặc nhiều mạng 109 từ một hoặc nhiều thiết bị nguồn dữ liệu 105; xử lý trước và quản lý chất lượng của dữ liệu được đưa vào bởi máy chủ 101; ứng dụng của các thuật toán dự báo tức thời thời tiết và/hoặc các mô hình dự báo tức thời bởi máy chủ dự báo tức thời 101 để tạo ra dự đoán thời tiết dự báo tức thời để thích hợp với các đầu vào dữ liệu thời tiết cụ thể được thu từ các nguồn dữ liệu 105; thực hiện các chuỗi hậu xử lý dữ liệu bởi máy chủ 101 mà có thể, ví dụ, chuyển đổi các biến vật lý hoặc các đầu vào dữ liệu quan sát thời tiết được sử dụng cho mô hình dự đoán thời tiết thành các trường dự đoán thời tiết bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thay đổi bất thường và mức đóng băng khí quyển; xác nhận các kết quả bởi máy chủ dự báo tức thời 101 để xác nhận độ chính xác và độ tin cậy của mỗi đầu ra dự đoán thời tiết như vậy đối với dữ liệu quan sát, tuân theo tập hợp các thông số của độ chính xác và độ tin cậy xác định trước được lưu trữ trong máy chủ 101; và tích hợp một hoặc nhiều trường dữ liệu dự đoán thời tiết bởi máy chủ 101 để tạo ra đầu ra sản phẩm dự báo thời tiết dự báo tức thời, mà máy chủ 101 có thể truyền đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng 107 dùng cho việc thể hiện trên các GUI. Theo một số cách thực hiện, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể tạo ra đầu ra dự đoán thời tiết dự báo tức thời dựa vào phạm vi không gian và phạm vi thời gian được lựa chọn bởi người dùng hoặc được định trước liên quan đến sự kiện được chỉ định (ví dụ, nhận dạng đối tượng đối lưu). Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các ví dụ về các biến vật lý hoặc các đầu vào dữ liệu quan sát thời tiết có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, tốc độ gió, nhiệt độ, và độ ẩm, cũng như mỗi tín hiệu radar của đầu ra dự đoán thời tiết dự báo tức thời.

Theo một số cách thực hiện, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể thực hiện việc xác nhận các kết quả, mà có thể liên quan đến việc so sánh các thông số biến vật lý của mô hình dự đoán thời tiết dự báo tức thời, mà có thể bao gồm các điểm dữ liệu quan sát thời tiết bao gồm, nhưng không giới hạn ở, gió, nhiệt độ, nhiệt độ điểm sương, và áp suất với các quan sát cảm biến trên mặt đất đo gió bề mặt, nhiệt độ, điểm sương, hoặc áp suất hoặc thăm dò đo gió khí quyển, nhiệt độ, hoặc biên dạng điểm sương từ bề mặt đến đỉnh của tầng đối lưu. Việc xác nhận các kết quả cũng có thể liên quan đến việc so sánh độ phản xạ radar của mô hình dự đoán thời tiết hoặc đỉnh phản xạ với độ phản xạ được quan sát của radar hoặc đỉnh phản xạ. Chuỗi giám sát thời gian chạy hệ thống, mà có thể là chương trình phần mềm máy tính được thực hiện bởi thiết bị bất kỳ của hệ thống 100 (ví dụ, máy chủ dự báo tức thời 101, thiết bị người dùng 107), có thể xếp chồng tất cả các bước xử lý và giám sát quy trình làm việc của hệ thống theo thời gian thực trên nền tảng điện toán. Thiết bị thực hiện chuỗi giám sát thời gian chạy hệ thống, chẳng hạn như máy chủ dự báo tức thời 101, một cách tự động có thể tạo ra các nhật ký và cảnh báo các vấn đề thời gian chạy, mà có thể được lưu trữ vào trong bộ nhớ đọc được bởi máy không tạm thời từ thiết bị, chẳng hạn như máy chủ dự báo tức thời 101, cơ sở dữ liệu 103, thiết bị người dùng 107, hoặc phương tiện đọc được bởi máy không tạm thời bất kỳ khác của hệ thống 100.

Theo một số phương án, máy chủ dự báo tức thời 101, hoặc thiết bị khác của hệ thống 100, có thể được tạo cấu hình để nhận dạng và áp dụng các kỹ thuật quản lý và chuyển đổi dữ liệu thích hợp để xử lý các đầu vào dữ liệu thời tiết cụ thể từ các thiết bị nguồn dữ liệu 105 tách rời để máy chủ 101 nhập dữ liệu và tạo ra các sản phẩm dự đoán thời tiết dự báo tức thời. Ví dụ, phụ thuộc vào định dạng dữ liệu, cũng như phạm vi không gian và phạm vi thời gian của dữ liệu, dữ liệu thời tiết như vậy có thể trải qua kết hợp của các kỹ thuật dự báo thời tiết và dự báo tức thời thời tiết. Ví dụ, phụ thuộc vào định dạng dữ liệu, cũng như phạm vi không gian và phạm vi thời gian của dữ liệu, dữ liệu thời tiết như vậy có thể trải qua sự kết hợp của các quy trình dự báo thời tiết, như được thể hiện trên Fig.1C, và các quy trình dự báo tức thời thời tiết, như được thể hiện trên Fig.1D.

Quay lại Fig.1B, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể, theo một số phương án, thu các đầu vào dữ liệu thời tiết từ các nguồn dữ liệu 105 có các loại dữ liệu quan sát thời

tiết dựa vào chất lượng, độ phân giải không gian, và độ phân giải thời gian, liên quan đến phạm vi không gian và phạm vi thời gian của người dùng đối với sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn ở, các chuyến bay được lập lịch ở sân bay. Ví dụ, trong một số trường hợp, thiết bị người dùng 107 có thể tạo cấu hình máy chủ 101 sao cho các đầu vào dữ liệu thời tiết không chứa dữ liệu thừa. Khi phạm vi không gian và phạm vi thời gian của người dùng đối với sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định tăng hoặc giảm, các đầu vào dữ liệu thời tiết thích hợp về chất lượng, cũng như độ phân giải không gian và thời gian, để tạo ra các sản phẩm dự báo thời tiết cho phạm vi không gian và phạm vi thời gian như vậy cũng có thể thay đổi. Theo đó, máy chủ 101 có thể được tạo cấu hình để điều chỉnh dữ liệu thời tiết, hệ thống 100 có thể thu từ các nguồn dữ liệu 105, sao cho dữ liệu thời tiết vẫn thích hợp cho phạm vi không gian và phạm vi thời gian của người dùng.

Ví dụ, hệ thống 100 có thể được sử dụng theo cách thực hiện ATM/C, mà ở đó các nguồn dữ liệu 105 cung cấp tới máy chủ dự báo tức thời 101 các đầu vào dữ liệu thời tiết mà có thể bao gồm, không giới hạn, toàn bộ hoặc tập con trong số dưới đây: quan sát thăm dò khí quyển, chẳng hạn như các hồ sơ khí quyển dọc của các biến thời tiết (ví dụ, nhiệt độ, điểm sương, áp suất, tốc độ gió); các quan sát hồ sơ gió; các kênh hồng ngoại vệ tinh thời tiết địa tĩnh và quỹ đạo cực (quỹ đạo trái đất thấp) các kênh hồng ngoại và vi sóng vệ tinh thời tiết cho hồ sơ nhiệt độ khí quyển và đánh giá hơi nước; dữ liệu khảm (mosaic) đơn radar hoặc đa radar thời tiết Doppler trên mặt đất và các sản phẩm; các quan sát mặt đất, bao gồm các trạm quan sát thời tiết tự động bề mặt thường xuyên, và các quan sát tại chỗ mặt đất khác của các biến thời tiết, mà có thể là các việc đo trần mây và tầm nhìn; thông tin phạm vi thị giác đường băng; dữ liệu máy đo gió; dữ liệu phát hiện và đo khoảng cách ánh sáng (Light Detection and Ranging, viết tắt là LIDAR); các kết quả dự báo mô hình xử lý thời tiết số miền lớn; các đầu ra mô hình dự đoán thời tiết số khả dụng quốc gia và quốc tế khác; dữ liệu từ các cảm biến chuyên dụng khác đo trần mây, tầm nhìn, và tích tụ tuyết và đóng băng sân bay; các quan sát máy bay; dữ liệu phụ tĩnh hoặc thay đổi theo thời gian mà đặc trưng cho mặt đất và/hoặc các biên dưới và trên khí quyển; và các sản phẩm dữ liệu phân tích kết hợp các đầu ra mô hình với các quan sát mặt đất mà được tạo ra bởi các trung tâm dự báo thời tiết hoạt động.

Theo một số phương án, hệ thống 100 có thể thực hiện chiến lược đưa vào dữ liệu tùy chỉnh, phụ thuộc vào cấu trúc hạ tầng dữ liệu hiện có và đang phát triển khả dụng đối với máy chủ 101 và/hoặc khả dụng đối với thiết bị người dùng 107 của hệ thống 100. Ví dụ, vùng hoặc quốc gia có thể có cấu trúc hạ tầng dữ liệu tinh vi sao cho dữ liệu thời tiết dự tính liên quan đến hệ thống 100 được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu tập trung 103 mà nó quản lý các cập nhật, phân bố, và thu dữ liệu như vậy. Đối với ví dụ khác, như được thể hiện trên Fig.1F và Fig.1E, vùng hoặc quốc gia có thể có số lượng các trung tâm dữ liệu được phân bố có các máy chủ con 111 và các cơ sở dữ liệu con 113, hoặc lai của cơ sở dữ liệu tập trung 103 và số lượng các trung tâm dữ liệu được phân bố có, ví dụ, các cơ sở dữ liệu con 113. Do đó, máy chủ 101 và/hoặc máy chủ con 111 có thể được tạo cấu hình để thu các đầu vào từ cơ sở dữ liệu tập trung 103, các nguồn dữ liệu được phân bố 105, 111, 113, hoặc sự kết hợp của các kho dữ liệu và các tài nguyên tạo ra dữ liệu.

Theo một số cách thực hiện, máy chủ 101 một cách độc lập có thể thích ứng và duy trì dữ liệu đưa vào của riêng nó dựa vào mức độ gần của nó với các nguồn dữ liệu 105, để giảm thiểu độ trễ và tối đa hóa hiệu quả tính toán để tạo ra các sản phẩm dự đoán thời tiết dự báo tức thời mà có thể được cung cấp tới các thiết bị người dùng 107 và hỗ trợ việc thực hiện quyết định hoạt động thời gian quan trọng. Theo các cách thực hiện như vậy, “độ gần” có thể đề cập đến độ gần vật lý, hoặc nó cũng có thể đề cập đến tốc độ (ví dụ, độ trễ chuyển) mà tại đó dữ liệu thời tiết liên quan sẵn sàng để sử dụng bởi máy chủ dự báo tức thời 101.

Quay lại Fig.1A, theo một số phương án, hệ thống 100 có thể tạo ra và phục vụ các sản phẩm dự đoán thời tiết dự báo tức thời qua dịch vụ dựa trên trang mạng (web), mà ở đó các đầu ra dữ liệu được tạo ra bởi máy chủ dự báo tức thời 101 và/hoặc dữ liệu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu 103 có thể được truy cập một cách từ xa bởi các thiết bị người dùng 107 qua phần mềm được cài đặt tự nhiên và/hoặc qua trình duyệt của thiết bị người dùng 107. Khi thiết bị người dùng 107 truy cập các đầu ra dữ liệu hay nói cách khác được lưu trữ bởi hệ thống 100 qua chương trình trình duyệt web, hệ thống 100 có thể bao gồm máy chủ web (không được thể hiện) thực hiện phần mềm máy chủ web mà được tạo cấu hình để lưu trữ trang mạng có các trang web tương tác, mà có thể là các GUI tương tác dựa vào trình duyệt được tạo cấu hình để hiển thị, ví

dữ liệu được tạo ra bởi máy chủ dự báo tức thời 101, chẳng hạn như các trực quan hóa của các dự đoán thời tiết dự báo tức thời cho đối tượng đối lưu đang diễn ra hoặc các dự đoán đối tượng đối lưu tương lai. Trong ví dụ này, các sản phẩm dự báo thời tiết được tạo ra bởi máy chủ dự báo tức thời 101 có thể được chia sẻ trong số các người dùng hệ thống 100, nhờ đó cung cấp nguồn nhận thức tình hình thời tiết chung trong số những người thực hiện quyết định hoạt động. Theo phương án như vậy, một hoặc nhiều máy chủ cấp phép (ví dụ, máy chủ LDAP; máy chủ ACTIVE DIRECTORY®) có thể tạo cấu hình mà các người dùng nào có quyền truy cập vào các phần thông tin được chia sẻ nào trong các cơ sở dữ liệu 103 của hệ thống 100, mà ở đó các quản trị viên của hệ thống 100 có thể tạo cấu hình người dùng đặc quyền truy cập khi cần thiết để tuân thủ giao thức quản lý cụ thể của người dùng và chính sách bảo mật IT áp dụng được.

Như được nêu trên, thiết bị người dùng 107 có thể bao gồm màn hình người dùng mà có thể hiển thị GUI tương tác hiển thị các đầu ra dự đoán thời tiết tích hợp và/hoặc dữ liệu thời tiết liên quan từ máy chủ dự báo tức thời 101. Theo một số cách thực hiện, màn hình đồ họa có thể bao gồm giao diện xem nhanh, mà có thể bao gồm sự kết hợp của các ảnh được lưu trước của các trường dự đoán thời tiết mà có thể được xếp lớp như các đặc tính trực quan dự báo tức thời trên bản đồ của khu vực địa lý quan tâm, mà ở đó trường dự đoán thời tiết có thể là trường hình ảnh chứa các đặc tính của dữ liệu thời tiết trong khu vực địa lý. Trong một số trường hợp, các GUI hiển thị đồ họa có thể tạo ra các ảnh động cho các trường dự đoán thời tiết thường ít được xem, nhờ đó tiết kiệm không gian bộ nhớ thiết bị và giảm thiểu thời gian xử lý trên máy chủ dự báo tức thời 101 và/hoặc cơ sở dữ liệu 103 bằng cách tránh lưu trữ các ảnh đưa ra hoặc các sơ đồ dữ liệu khác nhau cho nhiều trường dự đoán thời tiết ở mỗi bước thời gian dự đoán thời tiết. Phần mềm của thiết bị người dùng 107 được thực hiện để tạo ra giao diện xem nhanh có thể có quyền truy cập đến cả hai các sản phẩm chính và các thông số phụ mà một cách tự động có thể được tạo ra bởi các kỹ thuật hậu xử lý dự đoán thời tiết được áp dụng, hoặc có thể được tạo ra theo nhu cầu bởi hệ thống người dùng qua giao diện người dùng đồ họa dựa vào web. Các đầu ra thời tiết chính có thể bao gồm các trường dự đoán thời tiết mà trực tiếp liên quan đến việc thực hiện quyết định của người dùng cần, bao gồm nhưng không giới hạn ở: độ phản xạ tổng hợp và dữ liệu đỉnh phản xạ từ radar, mà có thể chỉ báo phạm vi và cường độ của đối tượng

bão; tốc độ gió, mà có thể chỉ báo sự có mặt của luồng khí quyển hẹp hoặc gió giật mà có thể ảnh hưởng độ an toàn bay; và mức đóng băng và chỉ số thay đổi bất thường, mà có thể ảnh hưởng độ an toàn bay. Các thông số phụ có thể bao gồm các trường dự đoán thời tiết mà có thể yêu cầu chuyên môn thời tiết để giải thích, bao gồm nhưng không giới hạn ở, độ cao địa thế năng 500hPa, tỷ lệ pha trộn, độ ẩm tương đối, điểm sương, và thế năng sẵn có đối lưu. Giao diện xem nhanh có thể cho phép các người dùng hệ thống thực hiện các xếp chồng cho nhiều phần tử thời tiết ở các mức dọc khác nhau tuy nhiên có thể giới hạn các tùy chọn của người dùng hệ thống để thực hiện các phân tích nâng cao, các truy vấn, hoặc các hoạt động không gian địa lý khác mà có thể tương đối tốn thời gian hoặc yêu cầu lượng lớn của điện năng xử lý hệ thống, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn ở và không cần thiết bao gồm, phóng to hoặc thu nhỏ hoặc xếp chồng trường trần mây mô hình dự báo trên các vị trí đường băng.

Theo một số phương án, thiết bị người dùng 107 có thể thực hiện phần mềm cho mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định. Các đầu ra dự đoán thời tiết khác nhau của một hoặc nhiều mô đun dự đoán thời tiết và mô đun con dự đoán thời tiết có thể được chuyển đổi thành các lớp bản đồ không gian địa lý, mà có thể được tích hợp thành sản phẩm dự báo thời tiết được tích hợp dưới đây. Mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định có thể được tạo cấu hình để thu các lớp bản đồ không gian địa lý hoặc sản phẩm dự báo thời tiết được tích hợp, cũng như các hạn chế hoạt động liên quan đến sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định. Đổi lại, mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định có thể tạo ra các đầu ra được thiết kế để hỗ trợ các người dùng hệ thống trong việc thực hiện quyết định chiến lược và chiến thuật hoạt động đối với sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định, bao gồm nhưng không giới hạn ở các màn hình đồ họa hoặc các dịch vụ bản đồ dựa vào web. Mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định có thể tạo ra các đầu ra như vậy bằng cách thực hiện các tính toán không gian địa lý, bao gồm nhưng không giới hạn ở giao nhau, thiết đặt phụ, và ghép, mà tổng hợp các sản phẩm dự báo thời tiết và các hạn chế hoạt động thu được. Ví dụ, mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định như vậy có thể được sử dụng cho ATM/C, trong đó các sản phẩm dự báo thời tiết được tạo ra bởi các mô đun dự đoán thời tiết và các mô đun con dự đoán thời tiết mẫu bao gồm phương án của hệ thống khi được áp dụng tới ATM/C có thể được chuyển đổi thành các lớp bản đồ không gian địa lý và đưa vào mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định, hoặc như các lớp bản đồ không gian địa lý riêng lẻ hoặc như sản phẩm

dự báo thời tiết được tích hợp bao gồm tập các lớp bản đồ không gian địa lý được tích hợp. Trong ví dụ này, các giới hạn không gian và các hạn chế hoạt động ATM/C liên quan khác cũng có thể được đưa vào mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định. Các hạn chế hoạt động ATM/C như vậy có thể bao gồm các hạn chế tĩnh và động, bao gồm nhưng không giới hạn ở tình trạng chuyển bay được lập lịch hoặc thời gian thực, các mẫu không lưu lịch sử hoặc thời gian thực, các ngưỡng bay/không bay, và các kịch bản quyết định chiến lược và chiến thuật. Mô đun các công cụ hỗ trợ quyết định như vậy có thể được tạo cấu hình để tạo ra các sản phẩm để hỗ trợ nhân viên ATM/C thực hiện quyết định chiến lược và chiến thuật liên quan đến các chuyến bay được lập lịch, bao gồm nhưng không giới hạn ở các màn hình đồ họa hoặc các dịch vụ bản đồ dựa vào web.

Fig.1E thể hiện các thành phần của hệ thống dự báo tức thời 100, theo phương án mẫu. Theo một số phương án, hệ thống dự báo tức thời 100 có thể cho phép các thực thể thuê bao, chẳng hạn như các hệ thống điều khiển không lưu của các sân bay khác nhau, để thuê bao các phần của dữ liệu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu 103 của hệ thống 100. Hệ thống mẫu 100 bao gồm máy chủ dự báo tức thời 101, cơ sở dữ liệu 103, các máy chủ con 111, và các cơ sở dữ liệu con 113. Các máy chủ con 111 và các cơ sở dữ liệu con 113 có thể lưu trữ, hoặc lưu trữ tại chỗ (onsite) theo cách vật lý hoặc qua kết nối ảo hóa đến máy chủ dựa vào đám mây 101 và cơ sở dữ liệu 103, các quy trình dữ liệu và các bản ghi dữ liệu liên quan nhất đến định vị địa lý cụ thể.

Ví dụ, sân bay ở Thượng Hải có thể thuê bao đến dữ liệu cụ thể Thượng Hải, sân bay ở Sydney có thể thuê bao đến dữ liệu cụ thể Sydney, và sân bay ở Paris có thể thuê bao đến dữ liệu cụ thể Paris. Các quản trị viên của hệ thống 100 có thể, trong ví dụ này, cung cấp hay nói cách khác tạo ra máy chủ con Thượng Hải 113a và cơ sở dữ liệu con 113a, mà ở đó máy chủ con 113a có thể thực hiện các thuật toán dự báo tức thời và các quy trình được thiết kế dành cho khu vực được giới hạn định vị địa lý định trước liên quan tới Thượng Hải, chẳng hạn như khoảng cách chu vi từ sân bay Thượng Hải, vùng được xác định về mặt địa lý (ví dụ, lục địa của Thượng Hải, đất nước và các nước lân cận liên quan tới Thượng Hải), và/hoặc khu vực địa lý chịu trách nhiệm của sân bay Thượng Hải và các sân bay gần đó. Các bản ghi dữ liệu của dữ liệu ảnh và các sân bay có thể bao gồm các trường dữ liệu ký hiệu chỉ báo địa lý mà nó chỉ báo đến

máy chủ 101 cơ sở dữ liệu 103 nào dữ liệu cần được cung cấp (ví dụ, được sao chép) tới các cơ sở dữ liệu con 113 tương ứng với ký hiệu chỉ báo địa lý cụ thể của dữ liệu. Cơ sở dữ liệu con Thượng Hải 113a có thể chứa, hoặc tham chiếu khác, các bản ghi dữ liệu có các trường dữ liệu định vị địa lý nằm trong khu vực được định trước liên quan tới Thượng Hải. Như vậy, thay vì tham chiếu tất cả các bản ghi toàn cầu trong cơ sở dữ liệu 103, máy chủ con Thượng Hải 111a có thể nhanh chóng truy cập chỉ các bản ghi dữ liệu trong cơ sở dữ liệu con Thượng Hải 113a, mà ở đó các bản ghi dữ liệu chứa dữ liệu liên quan tới khu vực địa lý liên quan theo trường dữ liệu địa lý mà nó chỉ báo các bản ghi dữ liệu nằm trong khu vực định vị địa lý của Thượng Hải.

Trong quá trình hoạt động, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể được tạo cấu hình để tạo ra các dự báo dự báo tức thời dựa vào tập các bản ghi dữ liệu được định trước theo tập hợp của các thuật toán và các mô hình. Theo một số cách thực hiện, máy chủ con 113, chẳng hạn như máy chủ con Thượng Hải 113a, cũng có thể thực hiện các quy trình, các thuật toán, và các mô hình dữ liệu mà được thiết kế dành cho các hành vi thời tiết riêng biệt của khu vực định vị địa lý được định trước, chẳng hạn như khu vực nằm trong khoảng cách chu vi liên quan tới Thượng Hải. Theo các cách thực hiện như vậy, các thuật toán và các mô hình dữ liệu để tạo ra dữ liệu dự báo tức thời có thể được cung cấp bởi máy chủ 101 tới máy chủ con cụ thể 111; mà ở đó máy chủ con cụ thể 111 có thể cập nhật hay nói cách khác điều chỉnh các thuật toán và/hoặc các mô hình dữ liệu liên quan tới dữ liệu trong cơ sở dữ liệu con 113 tương ứng. Trong một số trường hợp, khi mỗi máy chủ con 111 đào tạo lại hay nói cách khác điều chỉnh các mô hình dữ liệu và/hoặc các thuật toán tương ứng theo thời gian, các thuật toán và/hoặc các mô hình dữ liệu của mỗi máy chủ con 113 có thể lệch xa hơn theo cách mỗi máy chủ con 111 tạo ra dữ liệu dự báo tức thời. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các thuật toán như vậy có thể bao gồm, ví dụ, các thuật toán học máy mà nó cho phép mỗi máy chủ 101 và/hoặc máy chủ con 111 điều chỉnh các mô hình và các thuật toán được sử dụng bởi dự báo tức thời để, ví dụ, tạo ra dữ liệu dự báo tức thời dựa vào các bản ghi từ cơ sở dữ liệu 103 hoặc cơ sở dữ liệu con 113 tương ứng.

Fig.1F là sơ đồ khối của dòng dữ liệu thời tiết của hệ thống mẫu 100 khi được áp dụng tới ATM/C. Fig.1F thể hiện các ví dụ về các nguồn dữ liệu thời tiết khác nhau

105, dữ liệu mà có thể được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu tập trung 103 và/hoặc trong các trung tâm dữ liệu công cộng và/hoặc cá nhân được phân bố có các cơ sở dữ liệu con 113, ở các cấp quốc gia, khu vực, và sân bay. Các trung tâm dữ liệu được phân bố này có thể có các máy chủ con 111 được tạo cấu hình để hoạt động trong các vị trí liên quan hoạt động khác nhau và có thể có các cơ sở dữ liệu con 113 được tạo cấu hình để thu toàn bộ hoặc tập con liên quan của dữ liệu thời tiết để thực hiện dự báo thời tiết hoặc dự báo tức thời thời tiết. Các đầu ra dự đoán thời tiết của các trung tâm dữ liệu được phân bố, mà có thể được cập nhật ở các khoảng thời gian khác nhau, có thể được chuyển tới hệ thống quản lý thông tin toàn hệ thống, chẳng hạn như cơ sở dữ liệu tập trung 103 và/hoặc máy chủ dự báo tức thời 101, mà một số hoặc toàn bộ các trung tâm dữ liệu và các thiết bị người dùng 107 của hệ thống 100 có thể có quyền truy cập đến.

Theo một số phương án, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể bao gồm các chương trình phần mềm thực hiện được và/hoặc các giao diện lập trình ứng dụng được (application programmable interface, viết tắt là API), mà có thể bao gồm các môđun dự đoán thời tiết, mỗi trong số đó có thể bao gồm các môđun con dự đoán thời tiết, tất cả trong số đó được thiết kế để cung cấp các đầu ra dự đoán thời tiết cho các thông số hoạt động hệ thống được định rõ nhất định, chẳng hạn như phạm vi không gian và phạm vi thời gian liên quan đến sự kiện được chỉ định (ví dụ, đối tượng đối lưu, máy bay cất cánh/hạ cánh). Quản trị viên có thể sử dụng, ví dụ, thiết bị người dùng 107 để đưa vào và tạo cấu hình các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết của máy chủ dự báo tức thời 101, để thu các đầu vào dữ liệu thời tiết tương thích với hay nói cách khác nhằm được sử dụng bởi mỗi môđun dự đoán thời tiết hoặc các thông số hoạt động được định rõ của môđun con dự đoán thời tiết.

Theo một số cách thực hiện, giống như ví dụ được thể hiện trên Fig.1B, máy chủ dự báo tức thời 101 có thể thực hiện các môđun phần mềm mà người dùng có thể tạo cấu hình để áp dụng các kỹ thuật quản lý chất lượng thích hợp với mỗi loại dữ liệu, tương ứng với các hạn chế hoạt động được xác định theo kỹ thuật đã biết và điều chỉnh khi cần thiết dựa vào nhu cầu của người dùng. Các quy trình quản lý chất lượng được áp dụng tới các đầu vào dữ liệu thời tiết có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, loại bỏ nhiễu từ dữ liệu quan sát, ví dụ, vết đội tạp do đất từ các quan sát radar thời tiết; từ chối các quan sát nhất định bởi vì chúng vượt quá các ngưỡng thống kê cho phép

được định trước theo các cấu hình của máy chủ 101; áp dụng nội suy thống kê lưới tới dữ liệu quan sát để làm tinh các trị số cực đoan nằm trong dữ liệu và điều khiển mức độ của lỗi quan sát nền; và ánh xạ các kết quả trên các mô hình dự đoán thời tiết hoặc các lưới khác mà có thể được yêu cầu bởi các thuật toán xử lý khác. Trong một số trường hợp, các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết có thể áp dụng các kỹ thuật xử lý dữ liệu thời tiết khác nhau, chẳng hạn như dự báo thời tiết, như được thể hiện Fig.1C, và dự báo tức thời thời tiết, như được thể hiện trên Fig.1D, như thích hợp đối với các thông số hoạt động được định rõ liên quan đến sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định, để mang lại các đầu ra dự đoán thời tiết hiệu quả và hiệu quả nhất.

Ví dụ, hệ thống 100 theo sáng chế có thể được sử dụng cho ATM/C, trong đó môđun dự đoán thời tiết của máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể bao gồm môđun dự đoán thời tiết vùng được tạo cấu hình để tạo ra các dự đoán thời tiết quốc gia và vùng. Trong ví dụ này, môđun con dự đoán thời tiết của môđun dự đoán thời tiết vùng như vậy có thể là môđun con dự báo quốc gia, tương tự trên Fig.1C, được tạo cấu hình để tạo ra các dự báo thời tiết gồm có không phận quốc gia lên đến, ví dụ, 48 giờ trước sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện hoạt động. Môđun con dự báo quốc gia như vậy có thể cung cấp độ phân giải không gian trung bình, ví dụ, xấp xỉ 9 km, và các dự báo thời tiết được cập nhật xấp xỉ cứ sau 3 đến 6 giờ, qua đó các người dùng, chẳng hạn như nhân viên ATM/C, có thể thực hiện các quyết định hoạt động chiến lược liên quan đến các chuyến bay được lập lịch phản hồi đến hiện tượng thời tiết quy mô lớn.

Trong ví dụ này, môđun con dự đoán thời tiết khác của môđun dự đoán thời tiết vùng như vậy có thể bao gồm môđun con dự báo vùng được tạo cấu hình để tạo ra các dự báo thời tiết gồm có cả hai không phận vùng và quốc gia lên đến 24 giờ trước sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện hoạt động. Môđun con dự báo vùng như vậy có thể cung cấp độ phân giải không gian cao, ví dụ, xấp xỉ 3 km hoặc nhỏ hơn, và các dự báo thời tiết được cập nhật xấp xỉ mỗi giờ, qua đó các người dùng, chẳng hạn như nhân viên ATM/C, có thể thực hiện các quyết định hoạt động chiến lược liên quan đến các chuyến bay được lập lịch phản hồi đến ảnh hưởng thời tiết thời gian ngắn nhưng lớn.

Đối với ví dụ khác, máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể thực hiện môđun con dự đoán thời tiết của môđun dự đoán thời tiết vùng có thể bao gồm môđun con dự báo tức thời vùng, tương tự trên Fig.1D, được tạo cấu hình để tạo ra các dự báo tức thời thời tiết gồm có không phận vùng lên đến 2 giờ trước sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện hoạt động. Môđun con dự báo tức thời vùng như vậy có thể cung cấp độ phân giải không gian cao, ví dụ, xấp xỉ 3 km hoặc nhỏ hơn, và các dự báo tức thời thời tiết vùng được cập nhật, ví dụ, xấp xỉ cứ sau 6 đến 15 phút, qua đó các người dùng, chẳng hạn như nhân viên ATM/C, có thể thực hiện các quyết định hoạt động chiến thuật liên quan đến các chuyến bay được lập lịch, chẳng hạn như tách các máy bay an toàn và tránh không phận bị ảnh hưởng bởi thời tiết, dựa vào các đầu ra khác nhau được tạo ra bởi máy chủ 101 và được truyền đến các thiết bị người dùng 107 dùng cho việc xem lại. Môđun con dự báo tức thời vùng như vậy có thể sử dụng các sản phẩm thời tiết hàng không dựa vào các quan sát vệ tinh, bao gồm các kênh nhìn thấy, hồng ngoại, và hơi nước, để suy ra tốc độ mưa, nhờ đó hưởng lợi từ khả năng của vệ tinh để phát hiện nhiệt độ độ sáng trên đỉnh mây, mà là ký hiệu chỉ báo của cường độ của phát triển đối lưu trong đám mây. Môđun con dự báo tức thời vùng như vậy cũng có thể thực hiện các tín hiệu phản xạ được dẫn ra bởi radar, mà có thể được chuyển đổi thành tốc độ mưa, nhờ đó hưởng lợi từ khả năng của radar để phát hiện cấu trúc đối lưu trong đám mây, cũng như độ phản xạ lớn nhất và đỉnh phản xạ được suy ra của radar, mà có thể chỉ báo cường độ bão. Ngoài ra, môđun con dự báo tức thời vùng như vậy có thể tích hợp các sản phẩm dự báo thời tiết hàng không được dẫn ra bằng quan sát vệ tinh và khả năng thời tiết radar, nếu khả dụng, để đạt được dự báo tức thời thời tiết của chuyển động bão với các lợi ích được kết hợp của việc sử dụng mỗi trong số các loại của các nguồn dữ liệu. Kết hợp của các sản phẩm dữ liệu vệ tinh và radar để suy ra tốc độ mưa cung cấp miêu tả tích hợp của chuyển động bão được quan sát cục bộ bởi radar nằm trong bối cảnh quy mô lớn của các quan sát bán cầu bởi vệ tinh địa tĩnh.

Trong ví dụ này, hệ thống theo sáng chế có thể được sử dụng đối với ATM/C, trong đó máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể thực hiện môđun dự đoán thời tiết mà nó bao gồm môđun dự đoán thời tiết cục bộ được tạo cấu hình để tạo ra các dự báo tức thời thời tiết cục bộ. Trong ví dụ này, môđun con dự đoán thời tiết của môđun dự đoán thời tiết cục bộ như vậy có thể là môđun con dự báo tức thời cục bộ được tạo cấu hình để tạo ra dự báo tức thời thời tiết gồm có, ví dụ, điều khiển tiếp cận radar đầu cuối

lên đến 90 phút trước sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện hoạt động. Môđun con dự báo tức thời cục bộ như vậy có thể cung cấp độ phân giải không gian cao, ví dụ, xấp xỉ 2 km hoặc nhỏ hơn, và các dự báo tức thời thời tiết khắc nghiệt được cập nhật, ví dụ, xấp xỉ cứ sau 5 đến 10 phút, qua đó các người dùng, chẳng hạn như nhân viên ATM/C, có thể thực hiện các quyết định hoạt động chiến thuật liên quan đến và tiếp cận bay lên và hạ cánh của máy bay, dựa vào các đầu ra từ máy chủ 101 và được truyền đến các thiết bị người dùng 107. Theo một số cách thực hiện, môđun con dự báo tức thời cục bộ có thể áp dụng các thuật toán dự báo tức thời và dựa trên nguồn dữ liệu 105 dữ liệu radar Doppler thời tiết sân bay đối với các khu vực nằm trong bán kính 150 km của vị trí liên quan.

Đối với ví dụ khác, máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể thực hiện môđun con dự đoán thời tiết của môđun dự đoán thời tiết cục bộ, mà ở đó môđun hoặc môđun con có thể bao gồm môđun con cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ được tạo cấu trúc để tạo ra các dự báo tức thời thời tiết gồm có, ví dụ, đường băng sân bay và các khu vực đầu cuối lên đến 60 phút trước sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện hoạt động. Môđun con cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ như vậy có thể cung cấp độ phân giải không gian cao (ví dụ, xấp xỉ 1 km hoặc nhỏ hơn), và các cảnh báo thời tiết khắc nghiệt đường băng và đầu cuối có thể được cập nhật, ví dụ, xấp xỉ cứ sau 1 đến 5 phút để hỗ trợ thao tác điều khiển không lưu đối với việc cất cánh và hạ cánh. Môđun con cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ như vậy có thể tập trung vào các mối nguy liên quan đến thời tiết mà nó ảnh hưởng độ an toàn cất cánh và hạ cánh của chuyến bay, bao gồm: trần mây thấp; tầm nhìn thấp tại hoặc gần các đường băng do sương mù hoặc mưa lớn (ví dụ, tuyết, mưa rào); gió giật (ví dụ, gió mạnh trên các đường băng); gió đứt cấp thấp, chẳng hạn như các phép đo gió tương đối gần với hay nói cách khác liên quan tới đối lưu mạnh hoặc các bom mưa (microburst) được nhận dạng gần các đường băng; tích tụ tuyết lớn trên các đường băng; và đóng băng đường băng. Theo một số cách thực hiện, môđun con cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ của máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể tích hợp hay nói cách khác thu dữ liệu từ nhiều nguồn dữ liệu 105 là các mạng cảm biến dày đặc và chuyên dụng xung quanh các đường băng và trong khu vực lân cận của các sân bay. Máy chủ 101 có thể áp dụng các thuật toán dự báo tức thời, và nhanh chóng tạo ra các cảnh báo được cập nhật theo thời gian

thực, hoặc gần thời gian thực, đối với khu vực trên và xung quanh các đường băng sân bay.

Để tránh nghi ngờ, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các khoảng thời gian và khoảng cách được nêu trong các ví dụ nêu trên chỉ là mẫu, và có thể được điều chỉnh để thích hợp với ứng dụng được dự định.

Theo một số phương án, máy chủ 100 hoặc máy chủ con 111 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết cho các vùng địa lý khác nhau, được tạo cấu hình để tạo ra các đầu ra dự đoán thời tiết cho các thông số hoạt động hệ thống thu được tương ứng của chúng (ví dụ, địa lý), và áp dụng dự báo tức thời thời tiết, và các kỹ thuật mà nó tạo ra các đầu ra dữ liệu thời tiết mà tương thích với các môđun phần mềm khác của hệ thống 100, chẳng hạn như các môđun dự báo thời tiết. Các đầu ra dự đoán thời tiết được tạo ra bởi mỗi môđun dự đoán thời tiết hoặc môđun con dự đoán thời tiết cho các thông số hoạt động hệ thống thu được có thể được tích hợp thành một đầu ra dự đoán thời tiết được tích hợp bao gồm toàn bộ, hoặc tập con của, các đầu ra dự đoán thời tiết được tạo ra bởi tập các môđun và các môđun con của hệ thống dự báo tức thời dự đoán thời tiết được tích hợp 100. Các thiết bị của hệ thống 100, chẳng hạn như các máy chủ dự báo tức thời 101 và các máy chủ con 111, có thể thực hiện các chức năng tính toán song song, mà ở đó thiết bị tính toán quản trị (không được thể hiện) có thể thực hiện các chương trình phần mềm mà nó tạo thuận lợi chia sẻ tài nguyên trong số các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết khác nhau, bao gồm nhưng không giới hạn ở việc chia sẻ của các thư viện mã phần mềm; phương pháp tính toán song song; dữ liệu phụ (ví dụ, phân loại bề mặt đất) từ nguồn dữ liệu bên thứ ba 105; các thủ tục quản lý chất lượng dữ liệu chung cho các API quản lý chất lượng dữ liệu; và các lớp bản đồ không gian địa lý được tính toán và được chuyển đổi, nhờ đó tăng cường tính nhất quán và hiệu quả của hiệu suất và các sản phẩm của các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết như vậy.

Các đầu ra dự đoán thời tiết được tạo ra bởi các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết của máy chủ 101 hoặc máy chủ con 111 có thể thay đổi theo các thiết đặt và các cấu hình của các môđun phần mềm. Ví dụ, các môđun phần mềm có thể được tạo cấu hình để tạo ra các đầu ra dự đoán thời tiết có độ phân giải

cao hơn và quy mô nhỏ hơn dựa vào các thông số hoạt động hệ thống thu được (ví dụ, các thiết đặt lệnh) từ thiết bị người dùng 107. Tương tự, các thông số hoạt động từ thiết bị người dùng 107 có thể tạo cấu hình các môđun dự đoán thời tiết hoặc các môđun con dự đoán thời tiết để tạo ra các dự đoán thời tiết có độ phân giải thô hơn và quy mô lớn hơn. Theo một số cách thực hiện, máy chủ 101 có thể nhúng các đầu ra dự đoán thời tiết có độ phân giải cao hơn và quy mô nhỏ hơn trong các đầu ra dự đoán thời tiết có độ phân giải thô hơn và quy mô lớn hơn. Cấu trúc nhúng như vậy của tập tin hoặc luồng dữ liệu của đầu ra dự đoán thời tiết có thể cho phép các người dùng thiết bị người dùng 107 xem các đầu ra dự đoán thời tiết cục bộ trong bối cảnh của tình trạng thời tiết quy mô lớn hơn.

Theo một số cách thực hiện, các môđun và các môđun con khác nhau được nêu dưới đây có thể được tạo cấu hình để trao đổi dữ liệu với nhau, sao cho các máy chủ 101 và các máy chủ con 111 có thể tương tác, hợp tác, hay nói cách khác chia sẻ dữ liệu. Ví dụ, môđun dự đoán thời tiết vùng và môđun dự đoán thời tiết cục bộ mẫu, bao gồm các môđun con mẫu khác nhau dưới đây ví dụ, môđun con dự báo quốc gia; môđun con dự báo vùng; môđun con dự báo tức thời vùng; môđun con dự báo tức thời cục bộ; và môđun con dự báo tức thời cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ có thể giao diện với nhau để tạo lập hệ thống dự báo tức thời dự đoán thời tiết được tích hợp 100 bao gồm tập hợp các thiết bị mà cùng tạo ra đầu ra dự đoán thời tiết được tích hợp mà liên tục nằm trong miền thời gian và miền không gian được bao phủ bởi các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết mẫu, tùy thuộc vào tính khả dụng của dữ liệu. Theo ví dụ, môđun con dự báo quốc gia, môđun con dự báo vùng, môđun con dự báo tức thời vùng có thể được nhúng trong môđun dự đoán thời tiết vùng. Tương tự, môđun con dự báo tức thời cục bộ và môđun con dự báo tức thời cảnh báo thời tiết khắc nghiệt cục bộ có thể được nhúng trong môđun dự đoán thời tiết cục bộ. Ngoài ra, môđun dự đoán thời tiết cục bộ có thể được nhúng trong môđun con dự báo tức thời cục bộ, mà có thể được nhúng trong môđun con dự báo tức thời vùng, mà có thể được nhúng trong môđun con dự báo vùng, mà có thể được nhúng trong môđun con dự báo quốc gia.

Theo một số phương án, các môđun dự đoán thời tiết mẫu, bao gồm một số hoặc toàn bộ các môđun con dự đoán thời tiết dưới đây, có thể được cài đặt trong các vị trí

trung tâm dữ liệu khác nhau mà liên quan đến sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định. Cài đặt phần mềm tại các máy chủ 101 và các máy chủ con 111 khác nhau có thể bao gồm các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết thích hợp cho phạm vi không gian và phạm vi thời gian được định trước của người dùng liên quan đến sự kiện hoặc tập hợp các sự kiện được chỉ định. Thiết bị người dùng 107 có thể tạo cấu hình môđun dự đoán thời tiết hoặc các môđun con dự đoán thời tiết được cài đặt sao cho môđun phần mềm cụ thể có quyền truy cập đầy đủ đến các bản ghi dữ liệu thời tiết được định trước mà môđun phần mềm hoặc môđun con thường có thể xử lý. Theo một số phương án, khối lượng công việc tính toán đối với một hoặc nhiều máy chủ con 111 (ví dụ, các môđun dự đoán thời tiết, các môđun con dự đoán thời tiết) có thể được phân bố trong số một hoặc nhiều máy chủ con 111 (ví dụ, các môđun dự đoán thời tiết, các môđun con dự đoán thời tiết). Trong một số trường hợp, cân bằng tải khối lượng công việc có thể phụ thuộc vào máy chủ con 111 truy cập đến các đầu vào dữ liệu thời tiết khác nhau từ các nguồn khác nhau 105 và/hoặc các bản ghi dữ liệu của cơ sở dữ liệu 103 hoặc cơ sở dữ liệu con 113. Ví dụ, thay vì thực hiện khối lượng công việc tính toán tương đối nặng tại máy chủ con cục bộ 111a, các kết quả đầu ra dự đoán thời tiết mà có thể có khối lượng dữ liệu nhỏ hơn nhiều so với các đầu vào có thể được tập hợp tại máy chủ 101 tương đối mạnh hơn được thiết kế để có đủ dung lượng và dải tần để phục vụ các người dùng hệ thống qua kết nối internet.

Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các máy chủ 101 và các máy chủ con 111 của hệ thống 100, một khi mỗi môđun dự đoán thời tiết cục bộ hoặc môđun con dự đoán thời tiết được cài đặt và được tạo cấu hình, các máy chủ 101 và các máy chủ con 111 có thể được kết nối đến cấu trúc hạ tầng IT của hệ thống 100 để truy cập một hoặc nhiều mạng 109. Các người dùng tại các vị trí khác nhau (ví dụ, các sân bay, trung tâm dữ liệu) có thể có khả năng truy cập dữ liệu toàn hệ thống để xem các đầu ra của các môđun dự đoán thời tiết và các môđun con dự đoán thời tiết khác được cài đặt và được tạo cấu hình tại các vị trí khác, hoặc tập con của chúng, được kết nối đến mạng hệ thống 109. Kết quả là, phương án như vậy của hệ thống 100 có thể cung cấp hình ảnh hoạt động chung cho các người dùng và tăng cường nhận thức tình hình thời tiết thời gian thực của mỗi người dùng. Khi tạo ra các đầu ra dự báo tức thời dự đoán thời tiết được tích hợp, các máy chủ dự báo tức thời 101 và các máy chủ con 111 có thể tạo ra thông tin thời tiết chứa độ liên tục không gian và thời

gian, tùy thuộc vào tính khả dụng của dữ liệu, dưới kiến trúc phần mềm chung mà tối ưu hóa hiệu quả mã phần mềm và duy trì tính nhất quán và tính cố kết trong số mỗi chức năng dịch vụ và các biến thể bất kỳ dưới đây. Tham gia và truy cập đến các đầu ra dự đoán thời tiết được tích hợp như vậy có thể khả dụng đối với tất cả các người dùng theo phương án của sáng chế, hoặc chỉ đối với các người dùng nằm trong tập con cụ thể của các người dùng, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, phụ thuộc vào cấu hình đưa ra từ thiết bị người dùng 107 của người dùng quản trị.

Các phương pháp thực hiện mẫu

Như được mô tả dưới đây, các thành phần phần mềm được thực hiện bởi máy tính có thể cung cấp để dự báo sự phát triển của đối tượng thời tiết đối lưu để bao gồm sự phát triển trong tương lai của nó. Thiết bị của hệ thống, chẳng hạn như máy chủ dự báo tức thời, có thể truy vấn các bản ghi cơ sở dữ liệu của dữ liệu thời tiết hiện thời và/hoặc lịch sử của đối tượng thời tiết đối lưu đích. Hệ thống có thể thực hiện ghi lại quá trình phát triển của các ví dụ đối tượng đối lưu, và thực hiện các thuật toán học máy, mô hình hóa, và dự đoán khác nhau để xác định dữ liệu liên quan và chỉ báo đối tượng đối lưu phát triển hiện tại và trong tương lai.

Thông thường, để đạt được dự đoán đáng tin cậy của phát triển đối lưu trong, ví dụ, 1 đến 3 giờ tiếp theo, hệ thống dự báo tức thời đầu tiên có thể thu thập và trộn dữ liệu quan sát thời tiết đối lưu từ nhiều nền tảng nguồn dữ liệu (ví dụ, radar mặt đất, vệ tinh, cảm biến tia chớp, quan sát tại chỗ, dự đoán mô hình) để tạo ra thông tin toàn diện (ví dụ, độ phản xạ radar, kích thước đối tượng, nhiệt độ đỉnh mây, xu hướng, các số liệu thống kê tia chớp, v.v.) về một hoặc nhiều đối tượng đối lưu thời tiết. Hệ thống dự báo tức thời có thể theo dõi các đối tượng đối lưu nằm trong vòng đời của chúng, từ khi khởi tạo đến khi tiêu tán, bằng cách ghi các thông số dữ liệu đối lưu khác nhau trong suốt vòng đời của đối tượng đối lưu vào một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu của cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu. Hệ thống dự báo tức thời có thể tham chiếu các bản ghi cơ sở dữ liệu chứa thông tin hiện thời và/hoặc lịch sử của đối tượng đối lưu đích đang diễn ra bằng cách thực hiện một hoặc nhiều thuật toán học máy để “học” từ dữ liệu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu. Hệ thống dự báo tức thời có thể sau đó thực hiện thuật toán dự đoán để dự báo các đặc điểm rất có thể phát triển trong tương lai (ví dụ, tốc độ, cường độ, di chuyển) cho đối tượng đối lưu đích đang diễn ra.

Fig.2 thể hiện cách thực hiện phương pháp 200 tạo ra và cập nhật dữ liệu thời tiết dự báo tức thời, theo phương án mẫu. Cần được hiểu rằng mỗi trong số các bước thực hiện được mô tả dưới đây có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều thiết bị tính toán, chẳng hạn như máy chủ hoặc máy chủ con của hệ thống dự báo tức thời. Phương pháp mẫu 200 có thể bao gồm các bước 201, 203, 205, 207, 209, và 211. Tuy nhiên, người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng một số phương án có thể bao gồm các bước bổ sung hoặc thay thế, hoặc có thể bỏ qua hoàn toàn một hoặc nhiều bước và vẫn nằm trong phạm vi của phần mô tả này.

Ở bước thứ nhất 201, máy chủ dự báo tức thời có thể thực hiện tập hợp dữ liệu và tính toán thông số. Dữ liệu quan sát từ các nguồn dữ liệu khác nhau có thể được thu bởi máy chủ dự báo tức thời, mà ở đó dữ liệu quan sát phản chiếu dữ liệu vật lý khác nhau của quá trình đối lưu của trái đất (nghĩa là, dữ liệu thời tiết). Các nền tảng dữ liệu có thể chức năng như các nguồn dữ liệu cho hệ thống dự báo tức thời, và có thể tạo ra, chuyển đổi, và truyền dữ liệu thời tiết ở định dạng được số hóa tương thích với hệ thống dự báo tức thời. Dữ liệu thời tiết sau đó có thể được lưu trữ vào trong trong các bản ghi dữ liệu của cơ sở dữ liệu của hệ thống dự báo tức thời. Ví dụ, các phép đo nhiệt độ độ sáng (brightness temperature, viết tắt là BT) vệ tinh tại các dải hồng ngoại phụ thuộc vào độ cao đỉnh mây và giảm nhanh các phép đo BT vệ tinh và có thể chỉ báo đến máy chủ sự khởi tạo của quá trình đối lưu (nghĩa là, hệ thống bão). Các phép đo độ phản xạ radar chủ yếu phụ thuộc vào kích thước của những giọt mưa và thể hiện cường độ đối lưu trong không gian 3D. Sự có mặt của “tia chớp” trong các ảnh sét thường có nghĩa là xảy ra giông bão mạnh. Các phép đo mưa tại chỗ có thể chỉ báo đến máy chủ lượng mưa mà đạt tới mặt đất. Dữ liệu quan sát thời tiết này có thể được số hóa hay nói cách khác được chuyển đổi thành định dạng tương thích bởi máy chủ nền tảng dữ liệu hoặc bởi máy chủ của dự báo tức thời.

Dữ liệu quan sát thời tiết được thu bởi máy chủ của hệ thống dự báo tức thời từ mỗi nguồn dữ liệu quan sát đối lưu khả dụng có thể cung cấp thông tin toàn diện của các ví dụ đối lưu trong quá khứ (ví dụ, các sự kiện thời tiết trước), cho phép máy chủ tạo ra dữ liệu chỉ báo dự đoán phát triển của các ví dụ đối lưu đang diễn ra. Các nguồn dữ liệu quan sát khác nhau thường tạo ra dữ liệu chỉ báo các vùng bao phủ dữ liệu thời tiết khác nhau, các độ phân giải, và các điểm mạnh hoặc điểm yếu ví dụ đối lưu, vì

vậy sử dụng dữ liệu quan sát toàn diện từ nhiều nguồn dữ liệu có thể tăng độ bao phủ không gian và độ tin cậy của dữ liệu quan sát đối lưu được tạo ra bởi máy chủ. Như được nêu trên, theo một số cách thực hiện, máy chủ của hệ thống dự báo tức thời có thể thu dữ liệu độ phản xạ ba chiều từ các nguồn dữ liệu radar, dữ liệu BT từ các nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh địa tĩnh, và dữ liệu thống kê tia chớp từ các nguồn dữ liệu mạng trạm. Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các loại bổ sung hoặc thay thế của dữ liệu quan sát có thể được bao gồm từ các nguồn dữ liệu bổ sung hoặc thay thế.

Máy chủ có thể tính toán các thông số quan trọng cho các đối tượng đối lưu nhờ sử dụng dữ liệu quan sát thời tiết thu thập được, mà có thể bao gồm độ phản xạ lớn nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi độ phản xạ lớn nhất, khu vực đối tượng, tốc độ thay đổi khu vực đối tượng, BT lạnh nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi BT lạnh nhất, và các số liệu thống kê tia chớp.

Quay lại Fig.3A và Fig.3B là các hình vẽ thể hiện các GUI hiển thị các quan sát đối lưu đồng thời lần lượt từ độ phản xạ tổng hợp radar và nhiệt độ độ sáng vệ tinh, mà ở đó dữ liệu như vậy được thu từ các nền tảng dữ liệu khác nhau (ví dụ, nguồn dữ liệu ảnh radar, nguồn dữ liệu vệ tinh). Cụ thể hơn là, Fig.3A thể hiện GUI radar 300a hiển thị dữ liệu thời tiết được quan sát theo thời gian thực, theo phương án mẫu, mà ở đó GUI radar 300a thể hiện quy trình theo dõi và ghi đối tượng đối lưu dựa vào dữ liệu độ phản xạ radar thu được từ nguồn dữ liệu liên quan. Fig.3B thể hiện GUI vệ tinh 300b hiển thị dữ liệu thời tiết được quan sát theo thời gian thực, theo phương án mẫu, mà ở đó GUI vệ tinh 300b thể hiện quy trình theo dõi và ghi đối tượng đối lưu dựa vào dữ liệu nhiệt độ độ sáng vệ tinh được thu từ nguồn dữ liệu liên quan.

Quay lại Fig.2, ở bước tiếp theo 203, máy chủ dự báo tức thời thực hiện theo dõi đối tượng và ghi dữ liệu. Máy chủ dự báo tức thời có thể sử dụng các thông số của dữ liệu quan sát thời tiết được cung cấp hiện thời để theo dõi đối tượng thời tiết đối lưu. Trong quá trình hoạt động, máy chủ dự báo tức thời có thể nhận dạng các đối tượng đối lưu trong BT vệ tinh và các ảnh độ phản xạ radar, dựa vào các thông số và các ngưỡng được định trước mà nó chỉ báo đến máy chủ, và máy chủ có thể ngoại suy, sự khởi tạo hoặc sự tiêu tán của đối tượng đối lưu. Máy chủ dự báo tức thời có thể tiếp tục thu và/hoặc tạo ra dữ liệu quan sát thời tiết đang diễn ra cho đối tượng đối lưu từ

thời gian khi máy chủ phát hiện sự khởi tạo của đối tượng đối lưu đến thời gian khi máy chủ phát hiện sự tiêu tán của đối tượng đối lưu, nhờ đó cho phép máy chủ “theo dõi” hệ thống bão từ khi khởi tạo đến khi tiêu tán. Theo ví dụ, đối với ảnh BT đám mây, đối tượng đối lưu được xác định bởi máy chủ nhóm các điểm ảnh được kết nối mà có BT lạnh hơn thông số ngưỡng BT. Đối với ví dụ khác, đối với ảnh độ phản xạ radar, đối tượng đối lưu được xác định bởi máy chủ bằng cách nhóm các điểm ảnh được kết nối mà nó chỉ báo độ phản xạ lớn hơn ngưỡng độ phản xạ. Theo một số cách thực hiện, các trị số ngưỡng tạo cấu hình được với các tùy chọn người dùng, nhờ đó cho phép người dùng thiết kế độ nhạy của những gì máy chủ xác định, ví dụ, sự khởi tạo hoặc sự tiêu tán của đối tượng đối lưu. Khi nhận dạng sự khởi tạo của một hoặc nhiều đối tượng đối lưu dựa vào các trị số thông số trong dữ liệu ảnh, máy chủ dự báo tức thời có thể gán đối tượng đối lưu trong ảnh số duy nhất trong bản ghi cơ sở dữ liệu của đối tượng đối lưu đang diễn ra, và dữ liệu thời tiết liên quan từ các nguồn dữ liệu khác nhau có thể được lưu trữ vào trong các bản ghi cơ sở dữ liệu được kết hợp với trị số ký hiệu nhận dạng duy nhất của đối tượng đối lưu.

Như được nêu trên, máy chủ dự báo tức thời có thể lưu trữ vào trong cơ sở dữ liệu dữ liệu thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh cho đối tượng đối lưu được nhận dạng trong một hoặc nhiều ảnh. Theo một số phương án, máy chủ dự báo tức thời có thể tạo ra chuỗi thời gian đối tượng đối lưu từ một hoặc nhiều bản ghi cơ sở dữ liệu được kết hợp với đối tượng đối lưu mà đã được nhận dạng trong mỗi trong số số lượng các ảnh theo thời gian. Chuỗi thời gian được tạo ra bởi máy chủ có thể chứa cùng đối tượng đối lưu tại các bước thời gian khác nhau; mà ở đó máy chủ có thể “đẩy” các đối tượng đối lưu xếp chồng thành định dạng hoặc tập tin đọc được bởi máy chứa chồng ảnh đối tượng. Ví dụ, trong suốt giai đoạn khởi tạo đối lưu, khi, ví dụ, độ phản xạ radar có thể nhỏ hơn nhưng gần đến ngưỡng thông số, các đối tượng đối lưu mà máy chủ có thể có được nhận dạng trong ảnh BT đám mây được đẩy bởi máy chủ thành chồng chuỗi thời gian đầu tiên. Một khi các đối tượng đối lưu thể hiện trên ảnh độ phản xạ radar tiếp theo, các ảnh có thể được đẩy thành chồng bổ sung vào, hoặc thay thế cho, các ảnh hiện có trong chồng chuỗi thời gian đang diễn ra của các ảnh. Nếu máy chủ không thể nhận dạng chuỗi thời gian đối tượng đối lưu theo chồng theo đối tượng liên tiếp của ảnh quan sát thời tiết gần nhất (ví dụ, ảnh độ phản xạ radar), sau đó chuỗi thời gian đối tượng đối lưu kết thúc và máy chủ có thể loại bỏ tập tin nhận dạng hoặc chứa chồng

chuỗi thời gian của các ảnh. Máy chủ có thể sau đó ghi dữ liệu quan sát thời tiết liên quan tới chuỗi thời gian của đối tượng đối lưu của các ảnh hoặc dữ liệu quan sát khác từ các nguồn đầu vào bổ sung khác nhau.

Ở bước tiếp theo 205, máy chủ dự báo tức thời có thể xác định xem đối tượng đối lưu đích đã kết thúc (ví dụ, đối tượng đối lưu đã tiêu tan) theo dữ liệu ảnh, và đầu vào dữ liệu thời tiết bất kỳ khác. Theo ví dụ, khi máy chủ dự báo tức thời theo dõi đối tượng đối lưu đích đang diễn ra (ví dụ, thu dữ liệu quan sát thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh đối với đối tượng đối lưu) mà máy chủ dự báo tức thời đã được nhận dạng như đã khởi tạo, máy chủ dự báo tức thời có thể tại một số bước thời gian xác định rằng đối tượng đối lưu đích đã hoặc đang tiêu tan. Tương tự như phát hiện khởi tạo của đối tượng đối lưu, máy chủ dự báo tức thời có thể xác định rằng dữ liệu ảnh và/hoặc các đầu vào dữ liệu quan sát thời tiết khác có các trị số mà vượt quá hoặc thỏa mãn các ngưỡng gợi ý hoặc chỉ báo đối tượng đối lưu đã tiêu tan hoặc sắp tiêu tan.

Ở bước tiếp theo 207, máy chủ dự báo tức thời có thể lưu trữ các trị số thông số đối lưu mà được nhận dạng từ các ảnh và nguồn dữ liệu bất kỳ khác đưa vào dữ liệu trong khi tạo ra chuỗi thời gian. Các ảnh và các trị số này có thể được lưu trữ vào trong một hoặc nhiều cơ sở dữ liệu, chẳng hạn như cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu, mà ở đó dữ liệu và các ảnh có thể được lưu trữ trong một hoặc nhiều bản ghi cơ sở dữ liệu, và dữ liệu có thể được kết hợp với ký hiệu nhận dạng duy nhất cho đối tượng đối lưu được nhắm đích. Các điểm dữ liệu cho các quy trình phát triển (ví dụ, các điểm dữ liệu từ các ảnh và/hoặc các đầu vào dữ liệu quan sát thời tiết chỉ báo hành vi đối tượng đối lưu) của một hoặc nhiều đối tượng đối lưu có thể được lưu trữ vào trong các bản ghi cơ sở dữ liệu của, ví dụ, cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu.

Ở bước tiếp theo 211, máy chủ dự báo tức thời có thể tham chiếu các điểm dữ liệu quy trình phát triển trong các bản ghi cơ sở dữ liệu của các đối tượng đối lưu lịch sử và/hoặc hiện thời để tạo ra dự đoán phát triển đối lưu khi máy chủ dự báo tức thời nhận dạng và theo dõi các đối tượng đối lưu đích tương lai hoặc đang diễn ra (ví dụ, tạo ra dữ liệu thời gian thực hoặc ngắn hạn).

Nếu, khi xác định xem ví dụ đích của chuỗi thời gian đối tượng đối lưu từ Fig.3 đã kết thúc ở bước 205, máy chủ phát hiện rằng đối tượng đối lưu chưa tiêu tan, và do đó đang diễn ra, ở bước tiếp theo 209, máy chủ có thể tìm kiếm và nhận biết một hoặc

nhieu cơ sở dữ liệu để tạo ra và dự báo phát triển sắp tới của đối tượng đối lưu. Máy chủ dự báo tức thời có thể dự báo phát triển sắp tới, ngắn hạn qua, ví dụ, ba giờ tiếp theo nhờ sử dụng dữ liệu quan sát hiện có trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu. Máy chủ dự báo tức thời đầu tiên có thể sử dụng các thông số của ví dụ đích đang diễn ra để lựa chọn ví dụ cơ sở dữ liệu của chuỗi thời gian đối lưu gần nhất trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu. Sau đó, máy chủ dự báo tức thời sử dụng các ví dụ cơ sở dữ liệu được lựa chọn để dự báo khu vực đối tượng và độ phản xạ lớn nhất của đối tượng đối với ví dụ đích đang diễn ra trong ba giờ tiếp theo. Cuối cùng, các thay đổi độ phản xạ ở các bước thời gian tương lai được dự báo khác nhau được tạo ra bởi máy chủ được tính toán đối với mỗi điểm ảnh trong ví dụ đích nhờ sử dụng các thay đổi được dự báo của khu vực đối tượng và độ phản xạ lớn nhất của đối tượng. Phương pháp 200 có thể tiếp tục bước tiếp theo 211 để tạo ra dự đoán phát triển đối lưu.

Fig.4 thể hiện cách thực hiện phương pháp 400 quản lý và cập nhật các bản ghi của dữ liệu thời tiết dự báo tức thời trong cơ sở dữ liệu, theo phương án mẫu. Cần được hiểu rằng mỗi trong số các bước thực hiện được mô tả dưới đây có thể được thực hiện bởi máy chủ hoặc máy chủ con của hệ thống dự báo tức thời. Phương pháp mẫu 400 có thể bao gồm các bước 401, 403, 405, 407, 409, 411, 413, 415, 417, và 413. Tuy nhiên, người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng một số phương án có thể bao gồm các bước bổ sung hoặc thay thế, hoặc có thể bỏ qua hoàn toàn một hoặc nhiều bước và vẫn nằm trong phạm vi của phần mô tả này.

Máy chủ dự báo tức thời có thể nhận dạng ảnh quan sát đối lưu mới. Theo một số cách thực hiện, mỗi ảnh quan sát đối lưu trong chuỗi thời gian máy chủ tạo ra cho đối tượng đối lưu. Các bản ghi cơ sở dữ liệu cho mỗi ảnh quan sát có thể được kết hợp với ký hiệu nhận dạng duy nhất cho đối tượng đối lưu. Bản ghi cơ sở dữ liệu cũng có thể chứa ký hiệu nhận dạng cho ảnh theo, ví dụ, bước thời gian (n). Các bản ghi cơ sở dữ liệu cho chuỗi thời gian của đối tượng đối lưu có thể chỉ báo tổng số lượng các đối tượng đối lưu (M).

A) Tìm kiếm ví dụ

Máy chủ dự báo tức thời có thể truy vấn một cách trực tiếp các bản ghi dữ liệu của các đối tượng dựa vào trị số ký hiệu nhận dạng duy nhất được kết hợp với đối tượng cụ thể, hoặc máy chủ dự báo tức thời có thể lặp vòng qua mỗi trong số các đối tượng.

Máy chủ dự báo tức thời có thể tính toán khoảng cách giữa ví dụ đích của các ví dụ cơ sở dữ liệu của các đối tượng đối lưu đối với khu vực được đưa ra, mà có thể được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu hoặc cơ sở dữ liệu con và có thể dựa vào dữ liệu vĩ độ và kinh độ của ví dụ đích và các ví dụ cơ sở dữ liệu khác. Dựa vào tính toán này, máy chủ có thể tìm kiếm cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu và tìm các ví dụ cơ sở dữ liệu mà gần với ví dụ đích đang diễn ra. Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng số lượng bất kỳ của các điểm dữ liệu địa lý hoặc vị trí đối với các đối tượng đối lưu có thể được sử dụng để xác định các khoảng cách giữa các đối tượng đối lưu lịch sử hoặc đang diễn ra, và/hoặc xác định các khoảng cách giữa các vị trí của đối tượng đối lưu đích cụ thể cho các bước thời gian liên tiếp trong chuỗi thời gian của dữ liệu đối với ví dụ đối tượng đối lưu đích.

Ở bước quyết định, máy chủ tìm kiếm để xác định xem nó đã nhận dạng chuỗi thời gian đối tượng đối lưu tương ứng hay chưa. Ví dụ đối lưu đích C_t bao gồm chuỗi thời gian đối tượng $\{c_{ti}|_{i=1}^n\}$ và ví dụ cơ sở dữ liệu C_d bao gồm chuỗi thời gian đối tượng $\{c_{di}|_{i=1}^m\}$, mà ở đó m và n là các số bước thời gian: n là số bước hiện tại cho ví dụ đối tượng đối lưu đang diễn ra, và m là số bước cuối cùng trong suốt vòng đời đối với ví dụ cơ sở dữ liệu của đối tượng đối lưu. Nếu độ dài (ví dụ, số lượng các bước thời gian) của ví dụ cơ sở dữ liệu C_d (m) nhỏ hơn độ dài của ví dụ đích đang diễn ra C_t (n), sau đó máy chủ xác định rằng các ví dụ không tương ứng với chuỗi thời gian, như ví dụ đã biết C_d không phải là ví dụ hữu dụng cho việc dự đoán tương lai của ví dụ đích đang diễn ra C_t và khoảng cách được coi là vô cùng lớn. Ngược lại, máy chủ dự báo tức thời tính toán khoảng cách Mahalanobis giữa các ví dụ, theo, ví dụ, phương trình (1).

$$\text{Phương trình 1: } d(\overrightarrow{X_t}, \overrightarrow{X_d}) = \sqrt{(\overrightarrow{X_t} - \overrightarrow{X_d})^T S^{-1} (\overrightarrow{X_t} - \overrightarrow{X_d})}$$

Mà ở đó $\overrightarrow{X_t}$ là vector quan sát đối với C_t và $\overrightarrow{X_d}$ là vector quan sát đối với ví dụ cơ sở dữ liệu đã biết C_d . Người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng có một vài cách và thông số đưa ra mà máy chủ có thể sử dụng để xác định vector quan sát đối với các ví dụ đối lưu. Theo phương pháp mẫu 400, vector quan sát có thể bao gồm, ví dụ, độ phản xạ lớn nhất ở bước thời gian n , khu vực đối tượng ở bước thời gian n , BT lạnh nhất của đối tượng ở bước thời gian n , tốc độ thay đổi khu vực đối

tượng ở bước thời gian n , và tốc độ thay đổi BT lạnh nhất của đối tượng ở bước thời gian n .

Có các cách khác nhau để lựa chọn các ví dụ cơ sở dữ liệu gần nhất cho việc dự đoán tương lai của ví dụ đích. Theo phương pháp mẫu 400, các khoảng cách giữa ví dụ đích C_t và mỗi ví dụ cơ sở dữ liệu được tính toán và tìm khoảng cách gần nhất d_{min} . Sau đó tất cả các ví dụ cơ sở dữ liệu mà nằm trong $2*d_{min}$ được lựa chọn để dự báo độ phản xạ lớn nhất của đối tượng và khu vực đối tượng của ví dụ đích trong 3 giờ tiếp theo.

Khi chuỗi tương ứng được nhận dạng bởi máy chủ dự báo tức thời, máy chủ dự báo tức thời có thể bao gồm chuỗi thời gian đối tượng hiện thời cho bản ghi cơ sở dữ liệu của đối tượng đích. Khi chuỗi tương ứng không được nhận dạng bởi máy chủ dự báo tức thời, máy chủ dự báo tức thời có thể tạo ra bản ghi cơ sở dữ liệu mới đối với chuỗi thời gian mới mà được kết hợp với đối tượng đích.

B) Dự đoán độ phản xạ lớn nhất của đối tượng và khu vực đối tượng

Để dự báo độ phản xạ lớn nhất của đối tượng và khu vực đối tượng tương lai đối với ví dụ đích đang diễn ra, trung bình trọng số khoảng cách nghịch đảo được áp dụng tới M ví dụ cơ sở dữ liệu được lựa chọn và tính toán thay đổi của độ phản xạ lớn nhất của đối tượng và khu vực đối tượng. Phương trình (2) và phương trình (3) thể hiện cách máy chủ tính toán các thay đổi được dự báo của độ phản xạ lớn nhất của đối tượng và khu vực đối tượng một số (i) các bước thời gian sau đối với ví dụ đích đang diễn ra.

$$\text{Phương trình 2: } r_{t_{n+i}} = \frac{\sum_{j=1}^M r_{d_{j,n+i}} \frac{1}{d_j}}{\sum_{j=1}^M \frac{1}{d_j}}$$

Mà ở đó $r_{t_{n+i}}$ là tỷ lệ được dự báo giữa khu vực đối tượng đối lưu ở bước thời gian $n+i$ (i bước sau) và khu vực đối tượng ở bước thời gian hiện thời n (bước thời gian hiện thời) đối với ví dụ đích; d_j là khoảng cách của ví dụ cơ sở dữ liệu thứ j đến ví dụ đích; $r_{d_{j,n+i}}$ là tỷ lệ giữa khu vực đối tượng ở bước thời gian $n+i$ (i bước sau) và khu vực đối tượng ở bước thời gian hiện thời n (bước thời gian hiện thời) đối với ví dụ cơ sở dữ liệu thứ j .

$$\text{Phương trình 3: } \Delta Z_{max_t_{n+i}} = \frac{\sum_{j=1}^M \Delta Z_{max_d_{j,n+i}} * \frac{1}{d_j}}{\sum_{j=1}^M \frac{1}{d_j}}$$

Mà ở đó $\Delta Z_{max_t_{n+i}}$ là độ chênh lệch được dự báo giữa độ phản xạ lớn nhất của đối tượng ở bước thời gian $n+i$ (i bước sau) và độ phản xạ lớn nhất của đối tượng ở bước thời gian n (hiện tại) đối với ví dụ đích; d_j là khoảng cách của ví dụ cơ sở dữ liệu thứ j đến ví dụ đích; $\Delta Z_{max_d_{j,n+i}}$ là độ chênh lệch giữa độ phản xạ lớn nhất của đối tượng ở bước thời gian $n+i$ (i bước sau) và độ phản xạ lớn nhất của đối tượng ở bước thời gian n (hiện tại) đối với ví dụ cơ sở dữ liệu thứ j .

C) Tính toán thay đổi độ phản xạ đối với mỗi điểm ảnh

Mô hình tuyến tính, như được thể hiện trong phương trình (4), được sử dụng bởi máy chủ để đánh giá thay đổi độ phản xạ i bước sau đối với mỗi điểm ảnh trong ví dụ đích và khu vực xung quanh của nó.

Phương trình 4:

$$\Delta Z_{t_{n+i}} = \Delta Z_{max_t_{n+i}} - (\Delta Z_{max_t_{n+i}} - \Delta Z_{min_t_{n+i}}) \frac{Z_{max_t_n} - Z_{t_n}}{Z_{max_t_n} - Z_{min_t_n}}$$

Mà ở đó $\Delta Z_{t_{n+i}}$ là thay đổi độ phản xạ i được dự báo các bước sau của điểm ảnh với trị số phản xạ Z_{t_n} hiện tại; $\Delta Z_{max_t_{n+i}}$ là thay đổi được đánh giá của độ phản xạ lớn nhất của đối tượng $Z_{max_t_n}$ ở i bước sau từ phương trình (3); $\Delta Z_{min_t_{n+i}}$ là thay đổi độ phản xạ được đánh giá i bước sau đối với các điểm ảnh với độ phản xạ giới hạn dưới $Z_{min_t_n}$. Độ phản xạ giới hạn dưới là trị số phản xạ mà cần được thay đổi đến trị số ngưỡng ($Z_{threshold}$) của đối tượng đối lưu dựa vào thay đổi được dự báo của khu vực đối tượng từ phương trình (2). Nói cách khác, $r_{t_{n+i}}$ từ phương trình (2) được chuyển đổi thành trị số phản xạ $Z_{min_t_n}$ mà ở đó $\Delta Z_{min_t_{n+i}} = Z_{min_t_n} - Z_{threshold}$. Để có $Z_{min_t_n}$ từ $r_{t_{n+i}}$, máy chủ có thể, mặc dù không cần thiết, đầu tiên tính toán chức năng phân bố tích lũy (cumulative distribution function, viết tắt là CDF) của các trị số phản xạ cho đối tượng hiện thời của ví dụ đích và khu vực xung quanh của nó,

$$\text{Phương trình 5: } F_Z(x) = P(Z > x)$$

Khu vực đối tượng hiện thời (ở bước thời gian n) của ví dụ đối lưu đích là $A_{t_n} = F_Z(Z_{threshold}) * N_{total} * R$, mà ở đó N_{total} là tổng số lượng điểm ảnh đối

tượng hiện thời và khu vực xung quanh của nó, và R là độ phân giải khu vực. Được đưa ra khu vực đối tượng được dự báo, được xác định bởi máy chủ ở $A_{t_n} * r_{t_{n+i}}$, i bước sau, trị số CDF ở $Z_{threshold}$ vài i bước sau, $F_Z(Z_{threshold})$, sẽ là $\frac{A_{t_n} * r_{t_{n+i}}}{N_{total} * R}$.

Do đó, trị số phản xạ giới hạn dưới cho đối tượng đích hiện tại sẽ là,

$$\text{Phương trình 6: } Z_{min_t_n} = x | \{F_Z(x) = \frac{A_{t_n} * r_{t_{n+i}}}{N_{total} * R}\}$$

Với $Z_{min_t_n}$ từ phương trình (6), $\Delta Z_{min_{t_{n+i}}} = Z_{min_t_n} - Z_{threshold}$, $\Delta Z_{max_{t_{n+i}}}$ từ phương trình (3), và $Z_{max_t_n}$ đã biết, các thay đổi độ phản xạ i bước sau có thể được đánh giá với phương trình (4) đối với mỗi điểm ảnh trong đối tượng hiện thời của ví dụ đích và khu vực xung quanh của nó.

Các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5D thể hiện các GUI ví dụ hiển thị dữ liệu thời tiết dự báo tức thời cho dữ liệu dự báo tức thời ba giờ từ máy chủ dự báo tức thời, theo phương án mẫu. Cụ thể hơn là, Fig.5A thể hiện GUI hiển thị dữ liệu quan sát dự báo tức thời hiện tại. Fig.5B thể hiện hiển thị dự đoán dự báo tức thời một giờ, Fig.5C thể hiện hiển thị dự đoán dự báo tức thời hai giờ, và Fig.5D thể hiện hiển thị dự đoán dự báo tức thời ba giờ. Các GUI thể hiện mỗi điểm ảnh có các thay đổi độ phản xạ của riêng nó trong 0 đến 3 giờ tiếp theo. Máy chủ dự báo tức thời có thể so sánh dữ liệu ảnh quan sát và dữ liệu được lưu trữ từ cơ sở dữ liệu để tạo ra dữ liệu dự đoán để xác định các xu hướng giống nhau của các thay đổi độ phản xạ dựa vào các ví dụ đối lưu lịch sử trong chồng ảnh.

Các phương pháp được mô tả dưới đây bao gồm một hoặc nhiều bước hoặc nhiều thao tác để đạt được phương pháp được mô tả. Các bước và/hoặc các thao tác của phương pháp có thể được thay thế lẫn nhau mà không trệch khỏi phạm vi của sáng chế. Nói cách khác, trừ khi thứ tự cụ thể của các bước hoặc các thao tác được yêu cầu cho hoạt động đúng của phương án, thứ tự và/hoặc việc sử dụng của các bước và/hoặc các thao tác cụ thể có thể được sửa đổi mà không trệch khỏi phạm vi của sáng chế.

Sáng chế cũng hướng tới các sản phẩm chương trình máy tính bao gồm phần mềm được lưu trữ trên phương tiện hữu dụng bởi máy tính bất kỳ. Phần mềm như vậy, khi được thực hiện trong một hoặc nhiều thiết bị xử lý dữ liệu, tạo cho (các) thiết bị xử lý dữ liệu hoạt động như được mô tả dưới đây. Các phương án của sáng chế sử dụng phương tiện hữu dụng hoặc đọc được bởi máy tính bất kỳ, hiện tại đã được biết hoặc

được phát triển trong tương lai. Các ví dụ về các phương tiện hữu dụng bởi máy tính bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các thiết bị lưu trữ sơ cấp (ví dụ, loại bất kỳ của bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên), các thiết bị lưu trữ thứ cấp (ví dụ, các ổ cứng, các SSD, các đĩa mềm, các băng, các thiết bị lưu trữ từ tính, các thiết bị lưu trữ quang học, các hệ thống vi cơ điện tử, thiết bị lưu trữ công nghệ nano, bộ nhớ tia chớp (Flash), v.v.) và các phương tiện truyền thông (ví dụ, các mạng truyền thông có dây và không dây, các mạng khu vực cục bộ, các mạng khu vực rộng, các mạng nội bộ (intranet), v.v.).

Cần được hiểu rằng các phương án khác nhau được mô tả dưới đây không loại trừ lẫn nhau và cách thực hiện cụ thể có thể bao gồm các dấu hiệu kỹ thuật hoặc các năng lực của các phương án được nêu ở đây.

Trong khi sáng chế đề cập đến các gói và/hoặc các trường trong các gói bởi các tên cụ thể, cần được hiểu rằng các tên này không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế theo cách bất kỳ và tên bất kỳ hoặc ký hiệu chỉ định có thể được đưa ra cho các gói và/hoặc các trường được mô tả dưới đây miễn là nó thực hiện chức năng và/hoặc phục vụ mục đích được mô tả ở đây. Cũng cần được hiểu rằng sáng chế không giới hạn ở cấu trúc và/hoặc tổ chức các gói và/hoặc các trường cụ thể bất kỳ ở đây.

Trong khi các phương án và các ứng dụng cụ thể của sáng chế đã được minh họa và được mô tả, cần được hiểu rằng sáng chế không giới hạn ở cấu hình và các thành phần chính xác được mô tả dưới đây. Các thuật ngữ, các phần mô tả và các hình vẽ được sử dụng dưới đây được đặt ra chỉ bằng cách minh họa và không có nghĩa là hạn chế. Các sự sửa đổi, các thay đổi và các sự thay đổi mà sẽ rõ ràng đối với những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể được thực hiện theo cách bố trí, hoạt động và chi tiết của các thiết bị, các phương pháp và các hệ thống của sáng chế được mô tả dưới đây mà không trệch khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế. Bằng cách lấy ví dụ không giới hạn, cần được hiểu rằng các sơ đồ khối được bao gồm dưới đây được dự định thể hiện tập con được lựa chọn của các thành phần của mỗi thiết bị và hệ thống, và mỗi thiết bị và hệ thống được minh họa có thể bao gồm các thành phần khác mà không được thể hiện trên các hình vẽ. Ngoài ra, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ nhận ra rằng các bước và các chức năng nhất định được mô tả dưới đây có thể được bỏ qua hoặc được sắp xếp lại mà không làm mất phạm vi hoặc hiệu suất của các phương án được mô tả dưới đây.

Các khối logic, các môđun, các mạch và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả kết nối với các phương án được mô tả ở đây có thể được thực hiện như phần cứng điện tử, phần mềm máy tính hoặc các sự kết hợp của cả hai. Để minh họa khả năng thay thế lẫn nhau này của phần cứng và phần mềm, các thành phần, các khối, các môđun, các mạch và các bước minh họa khác nhau đã được mô tả ở trên xét chung về chức năng của chúng. Việc chức năng như vậy được thực hiện như phần cứng hoặc phần mềm phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các hạn chế thiết kế được đặt trên toàn bộ hệ thống. Chức năng được mô tả có thể được thực hiện theo các cách khác nhau đối với mỗi ứng dụng cụ thể chẳng hạn như nhờ sử dụng sự kết hợp bất kỳ của các MCU, các MPU, các FPGA, các ASIC và/hoặc hệ thống trên chip (System on a Chip, viết tắt là SoC), tuy nhiên các quyết định cách thực hiện như vậy không được hiểu là khiến cho trệch khỏi phạm vi của sáng chế.

Các bước của phương pháp hoặc thuật toán được mô tả kết nối với các phương án được mô tả ở đây có thể được thực hiện trực tiếp trong phần cứng, trong môđun phần mềm được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc trong sự kết hợp của cả hai. Môđun phần mềm có thể nằm trong RAM, bộ nhớ tia chớp, bộ nhớ chỉ đọc, bộ nhớ EPROM, bộ nhớ EEPROM, các thanh ghi, đĩa cứng, đĩa tháo rời được, CD-ROM hoặc dạng phương tiện lưu trữ bất kỳ khác đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng.

Các phương pháp được mô tả dưới đây bao gồm một hoặc nhiều bước hoặc nhiều thao tác để đạt được phương pháp được mô tả. Các bước và/hoặc các thao tác của phương pháp có thể được thay thế lẫn nhau mà không trệch khỏi phạm vi của sáng chế. Nói cách khác, trừ khi thứ tự cụ thể của các bước hoặc các thao tác được yêu cầu cho hoạt động đúng của phương án, thứ tự và/hoặc việc sử dụng của các bước và/hoặc các thao tác cụ thể có thể được sửa đổi mà không trệch khỏi phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để mô hình hóa, ghi, và dự báo thời tiết đối lưu tự động, phương pháp này bao gồm các bước:

thu, bởi máy tính từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu ảnh, một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết cho tập hợp của các khoảng bước thời gian, một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết bao gồm ít nhất ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất cho khoảng bước thời gian thứ nhất;

nhận dạng, bởi máy tính, đối tượng đối lưu đang diễn ra trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất dựa trên sự có mặt của một hoặc nhiều thông số được định trước mà chỉ báo sự có mặt của đối tượng đối lưu;

tạo ra, bởi máy tính, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu bao gồm một hoặc nhiều thông số được kết hợp với đối tượng đối lưu đang diễn ra ở khoảng bước thời gian thứ nhất và ở một hoặc nhiều khoảng bước thời gian sau khoảng bước thời gian thứ nhất;

lưu trữ, bởi máy tính, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu;

tạo ra, bởi máy tính, đầu ra dự báo tức thời cho đối tượng đối lưu đang diễn ra dựa trên (i) bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra và (ii) một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ, trong đó đầu ra dự báo tức thời được tạo ra ít nhất là một phần sử dụng thuật toán dự báo tức thời học máy được tạo cấu hình để tạo ra sự dự báo tức thời dự đoán của đối tượng đối lưu đang diễn ra dựa trên các bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra và một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ; và

truyền, bởi máy tính, đầu ra dự báo tức thời đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng được tạo cấu hình để hiển thị đầu ra dự báo tức thời, trong đó khi được hiển thị trên một hoặc nhiều thiết bị người dùng qua giao diện người dùng đồ họa, đầu ra dự báo tức thời bao gồm bản đồ địa lý chỉ báo ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra ở tập hợp của các khoảng bước thời gian tương lai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ bao gồm một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu.

3. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm bước lựa chọn một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ từ cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu dựa trên ít nhất thông số địa lý hoặc thông số thời gian của đối tượng đối lưu đang diễn ra, trong đó thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý của đối tượng đối lưu đang diễn ra và thông số thời gian chỉ báo thời gian của đối tượng đối lưu đang diễn ra.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lưu trữ bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu còn bao gồm:

cập nhật, bởi máy tính, thuật toán dự báo tức thời học máy dựa trên bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu và ít nhất một bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu.

5. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó đối tượng đối lưu đang diễn ra được nhận dạng dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

6. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết liên quan đến đối tượng đối lưu đang diễn ra từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu; và

lưu trữ, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết trong bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu.

7. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước thu, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó đầu ra dự báo tức thời còn được tạo ra dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đầu ra dự báo tức thời là ít nhất một trong số tập tin máy tính đọc được bởi máy và luồng dữ liệu đọc được bởi máy.

9. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu, bởi máy tính từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết; và

lưu trữ, bởi máy tính trong cơ sở dữ liệu, dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu.

10. Phương pháp theo điểm 9, phương pháp này còn bao gồm bước chuyển đổi, bởi máy tính, dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu thành định dạng tương thích với máy tính.

11. Phương pháp theo điểm 9, phương pháp này còn bao gồm bước lưu trữ, bởi máy tính, tập hợp con của dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết trong cơ sở dữ liệu con dựa trên thông số địa lý của tập hợp con chỉ báo vị trí địa lý được kết hợp với cơ sở dữ liệu con và tập hợp con.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đầu ra dự báo tức thời được tạo ra dựa trên một hoặc nhiều thông số trong dữ liệu quan sát thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, một hoặc nhiều thông số được lựa chọn từ nhóm bao gồm:

độ phản xạ lớn nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi độ phản xạ lớn nhất, khu vực đối tượng, tốc độ thay đổi khu vực đối tượng, nhiệt độ độ sáng lạnh nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi nhiệt độ độ sáng lạnh nhất, và số liệu thống kê tia chớp.

13. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước tự động tính toán, bởi máy tính, các trị số thông số cho mỗi bản ghi đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu trong suốt vòng đời của đối tượng đối lưu tương ứng.

14. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước tìm kiếm, bởi máy tính, cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu để tìm một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ với một hoặc nhiều thông số mà khớp với đối tượng đối lưu đang diễn ra, trong đó máy tính tạo ra phần dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời, và trong đó phần dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời bao gồm ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra ở tập hợp của một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai dự đoán chuyển động tương lai và cường độ của đối tượng đối lưu đang diễn ra.

15. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước xác định các thay đổi cường độ được kết hợp với mỗi điểm ảnh của ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra theo tập hợp của các thông số đối tượng thời tiết.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết bao gồm các ảnh vệ tinh và/hoặc các ảnh độ phản xạ radar.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước nhận dạng đối tượng đối lưu đang diễn ra trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất bao gồm nhóm, bởi máy tính, các điểm ảnh được kết nối trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất bao gồm ảnh vệ tinh, và trong đó bước nhóm các điểm ảnh được kết nối biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra bao gồm nhóm các điểm ảnh được kết nối có nhiệt độ độ sáng lạnh hơn thông số ngưỡng được định trước.

19. Phương pháp theo điểm 17, trong đó ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất bao gồm ảnh độ phản xạ radar, và trong đó bước nhóm các điểm ảnh được kết nối biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra bao gồm nhóm các điểm ảnh được kết nối chỉ báo độ phản xạ lớn hơn ngưỡng độ phản xạ được định trước.

20. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết để mô hình hóa, ghi, và dự báo thời tiết đối lưu tự động, hệ thống này bao gồm:

 cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu bao gồm phương tiện đọc được bởi máy không tạm thời được tạo cấu hình để lưu trữ một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu; và

 bộ xử lý được tạo cấu hình để:

 thu, từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu ảnh, một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết cho tập hợp của các khoảng bước thời gian, một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết bao gồm ít nhất ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất cho khoảng bước thời gian thứ nhất;

 nhận dạng đối tượng đối lưu đang diễn ra trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất dựa trên sự có mặt của một hoặc nhiều thông số được định trước mà chỉ báo sự có mặt của đối tượng đối lưu;

tạo ra bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra, bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu bao gồm một hoặc nhiều thông số được kết hợp với đối tượng đối lưu đang diễn ra ở khoảng bước thời gian thứ nhất và ở một hoặc nhiều khoảng bước thời gian sau khoảng bước thời gian thứ nhất;

lưu trữ bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu;

tạo ra đầu ra dự báo tức thời cho đối tượng đối lưu đang diễn ra dựa trên (i) bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra và (ii) một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ, trong đó đầu ra dự báo tức thời được tạo ra ít nhất là một phần sử dụng thuật toán dự báo tức thời học máy được tạo cấu hình để tạo ra sự dự báo tức thời dự đoán của đối tượng đối lưu đang diễn ra dựa trên các bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho đối tượng đối lưu đang diễn ra và một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ; và

truyền đầu ra dự báo tức thời đến một hoặc nhiều thiết bị người dùng được tạo cấu hình để hiển thị đầu ra dự báo tức thời, trong đó khi được hiển thị trên một hoặc nhiều thiết bị người dùng qua giao diện người dùng đồ họa, đầu ra dự báo tức thời bao gồm bản đồ địa lý chỉ báo ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra ở tập hợp của các khoảng bước thời gian tương lai.

21. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu cho một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ bao gồm một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu.

22. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 21, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhận dạng một hoặc nhiều bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu dựa trên ít nhất thông số địa lý hoặc thông số thời gian, trong đó thông số địa lý chỉ báo vị trí địa lý của đối tượng đối lưu, và trong đó thông số thời gian chỉ báo thời gian của đối tượng đối lưu.

23. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó để lưu trữ bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

cập nhật thuật toán dự báo tức thời học máy dựa trên bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu và ít nhất một bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu.

24. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận dạng đối tượng đối lưu đang diễn ra dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

25. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thu dữ liệu quan sát thời tiết liên quan đến đối tượng đối lưu đang diễn ra từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu; và

lưu trữ dữ liệu quan sát thời tiết trong bản ghi dữ liệu đối tượng đối lưu.

26. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu dữ liệu quan sát thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra đầu ra dự báo tức thời dựa thêm vào dữ liệu quan sát thời tiết.

27. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó đầu ra dự báo tức thời là ít nhất một trong số tập tin máy tính đọc được bởi máy và luồng dữ liệu đọc được bởi máy.

28. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, hệ thống này còn bao gồm cơ sở dữ liệu được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

thu dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu; và

lưu trữ, trong cơ sở dữ liệu, dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu.

29. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 28, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chuyển đổi dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu thành định dạng tương thích với bộ xử lý.

30. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 28, hệ thống này còn bao gồm một hoặc nhiều cơ sở dữ liệu con được tạo cấu hình để lưu trữ các tập hợp con của các bản ghi dữ liệu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để lưu trữ tập hợp con của dữ liệu quan sát thời tiết và dữ liệu ảnh thời tiết trong ít nhất một trong số một hoặc nhiều cơ sở dữ liệu con dựa trên thông số địa lý của tập hợp con chỉ báo vị trí địa lý được kết hợp với ít nhất một cơ sở dữ liệu con và tập hợp con.

31. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra đầu ra dự báo tức thời dựa trên một hoặc nhiều thông số trong dữ liệu quan sát thời tiết và/hoặc dữ liệu ảnh thời tiết được thu từ một hoặc nhiều nguồn dữ liệu, một hoặc nhiều thông số được lựa chọn từ nhóm bao gồm: độ phản xạ lớn nhất của đối tượng, tốc độ thay đổi độ phản xạ lớn nhất, khu vực đối tượng, tốc độ thay đổi khu vực đối tượng, nhiệt độ độ sáng lạnh nhất của đối tượng tốc độ thay đổi nhiệt độ độ sáng lạnh nhất, và số liệu thống kê tia chớp.

32. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 31, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tự động tính toán các trị số thông số cho mỗi bản ghi đối tượng đối lưu được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu trong suốt vòng đời của đối tượng đối lưu tương ứng.

33. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tìm kiếm cơ sở dữ liệu phát triển đối lưu để tìm một hoặc nhiều đối tượng đối lưu trong quá khứ với một hoặc nhiều thông số mà khớp với đối tượng đối lưu đang diễn ra, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra phần dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời, và trong đó phần dự báo tức thời dự đoán của đầu ra dự báo tức thời bao gồm ảnh thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra ở tập hợp của một hoặc nhiều khoảng bước thời gian tương lai dự đoán chuyển động tương lai và cường độ của đối tượng đối lưu đang diễn ra.

34. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định các thay đổi cường độ được kết hợp với mỗi điểm ảnh của ảnh

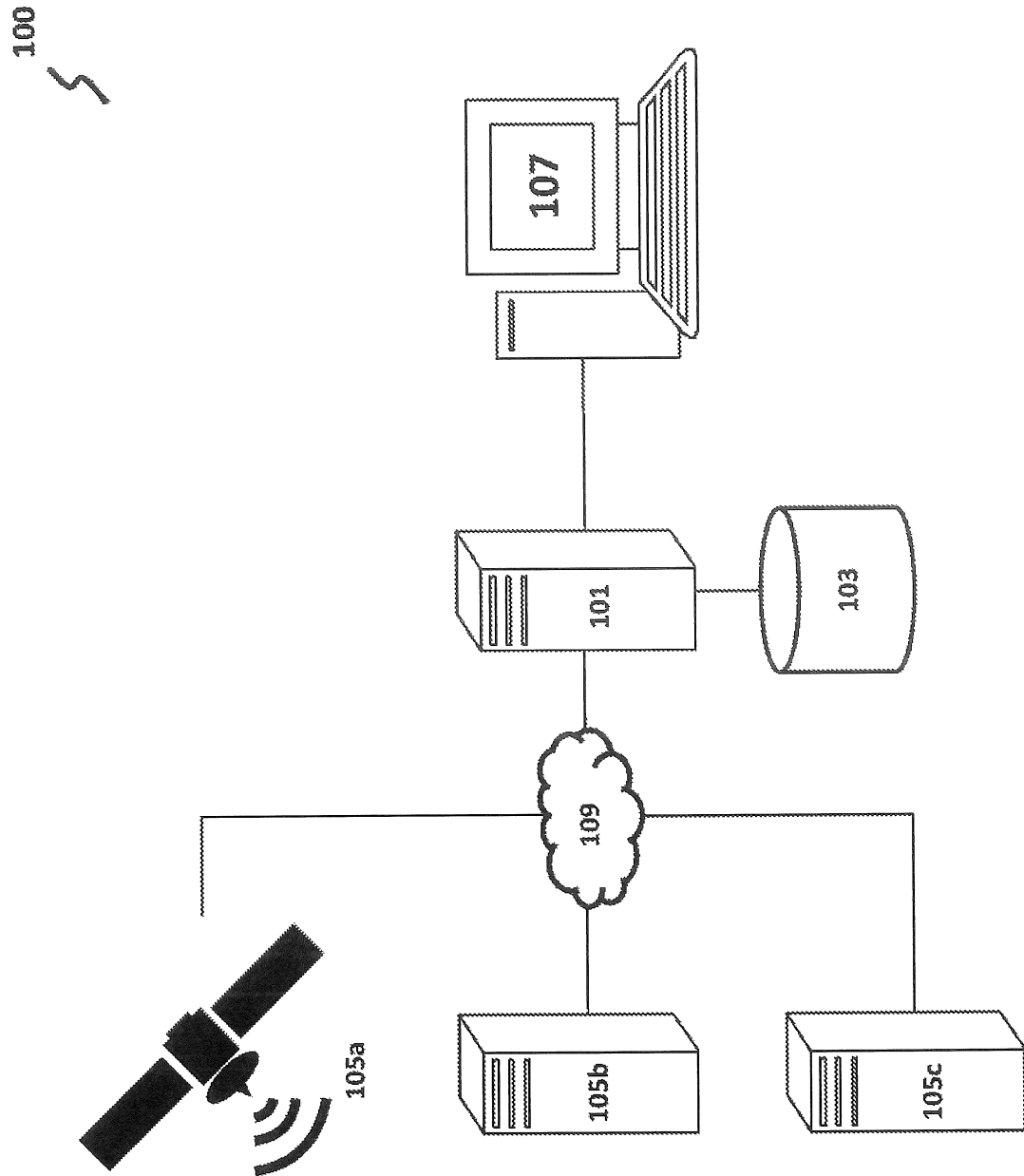
thời tiết dự báo tức thời của đối tượng đối lưu đang diễn ra theo tập hợp của các thông số đối tượng thời tiết.

35. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó một hoặc nhiều ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết bao gồm các ảnh vệ tinh và/hoặc các ảnh độ phản xạ radar.

36. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 20, trong đó để nhận dạng đối tượng đối lưu đang diễn ra trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhóm các điểm ảnh được kết nối trong ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra.

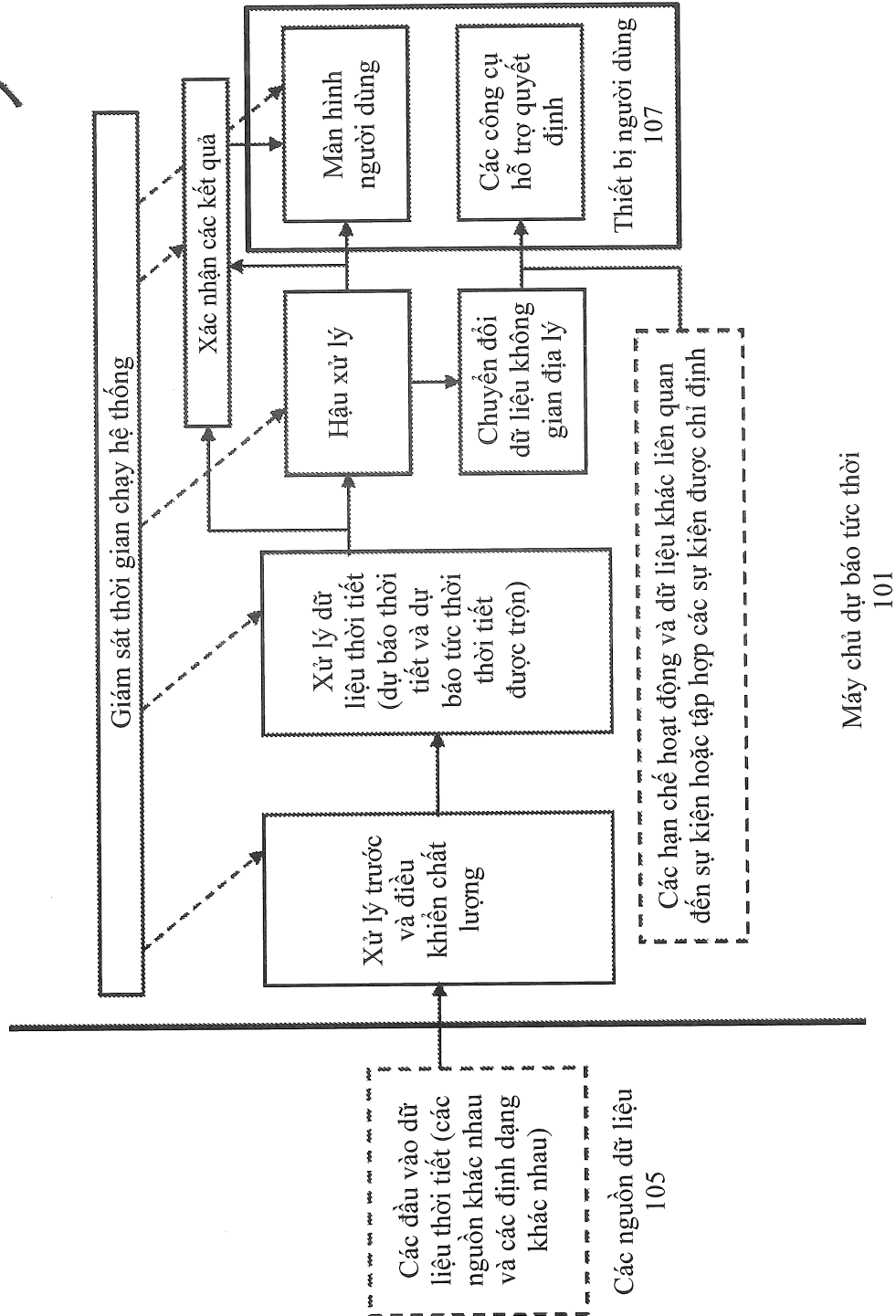
37. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 36, trong đó ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất bao gồm ảnh vệ tinh, và trong đó để nhóm các điểm ảnh được kết nối biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhóm các điểm ảnh được kết nối có nhiệt độ độ sáng lạnh hơn thông số ngưỡng được định trước.

38. Hệ thống dự báo tức thời thời tiết theo điểm 36, trong đó ảnh điểm ảnh số dữ liệu thời tiết thứ nhất bao gồm ảnh độ phản xạ radar, và trong đó để nhóm các điểm ảnh được kết nối biểu diễn đối tượng đối lưu đang diễn ra, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để nhóm các điểm ảnh được kết nối chỉ báo độ phản xạ lớn hơn ngưỡng độ phản xạ được định trước.

**FIG. 1A**

Mô đun dữ liệu hệ thống và luồng dữ liệu chung

100



Máy chủ dự báo tức thời
101

FIG. 1B

Môđun dữ liệu hệ thống và luồng dữ liệu trong dự báo

100

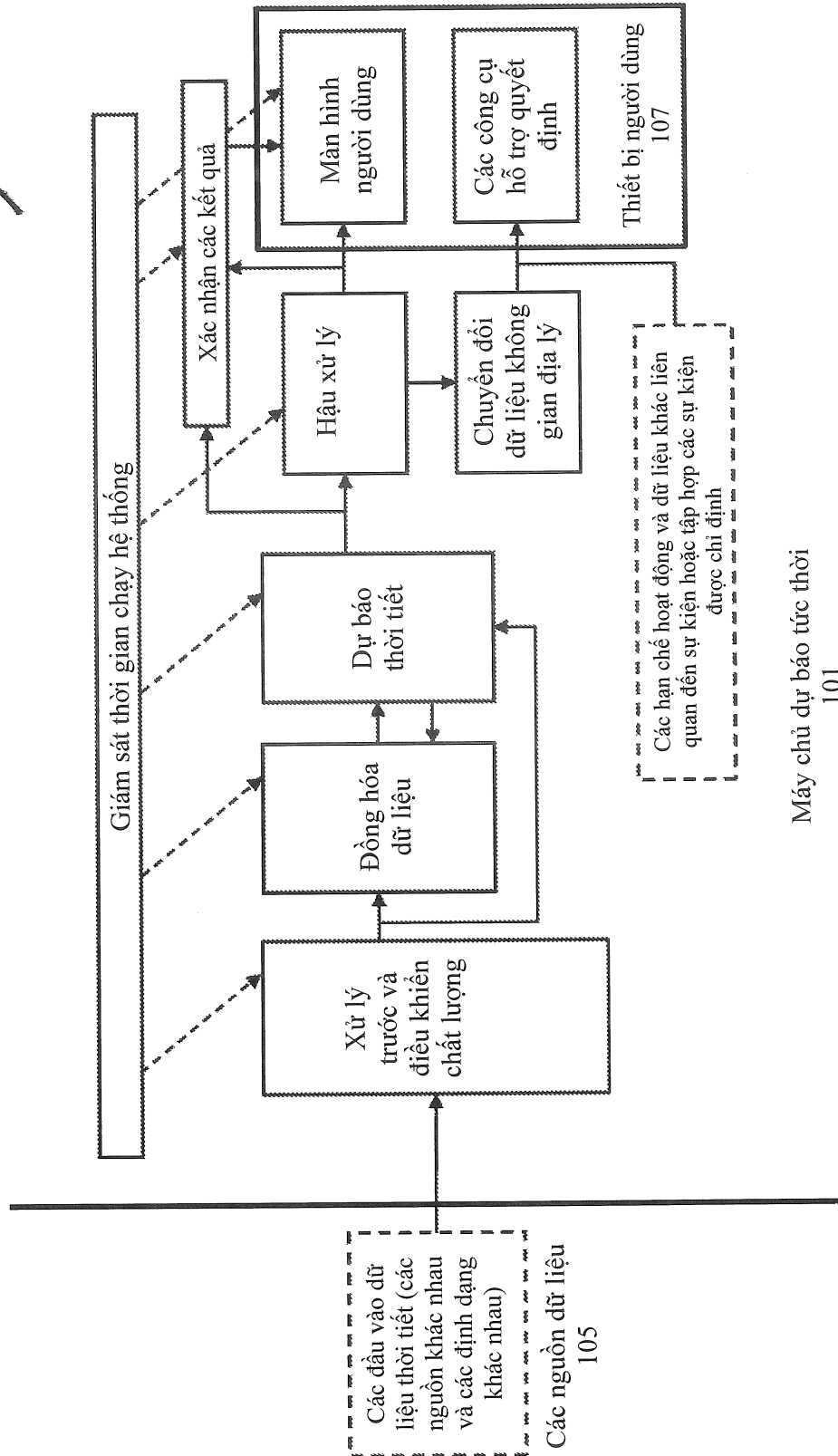


FIG. 1C

Môđun dữ liệu hệ thống và luồng dữ liệu trong dự báo tức thời

100

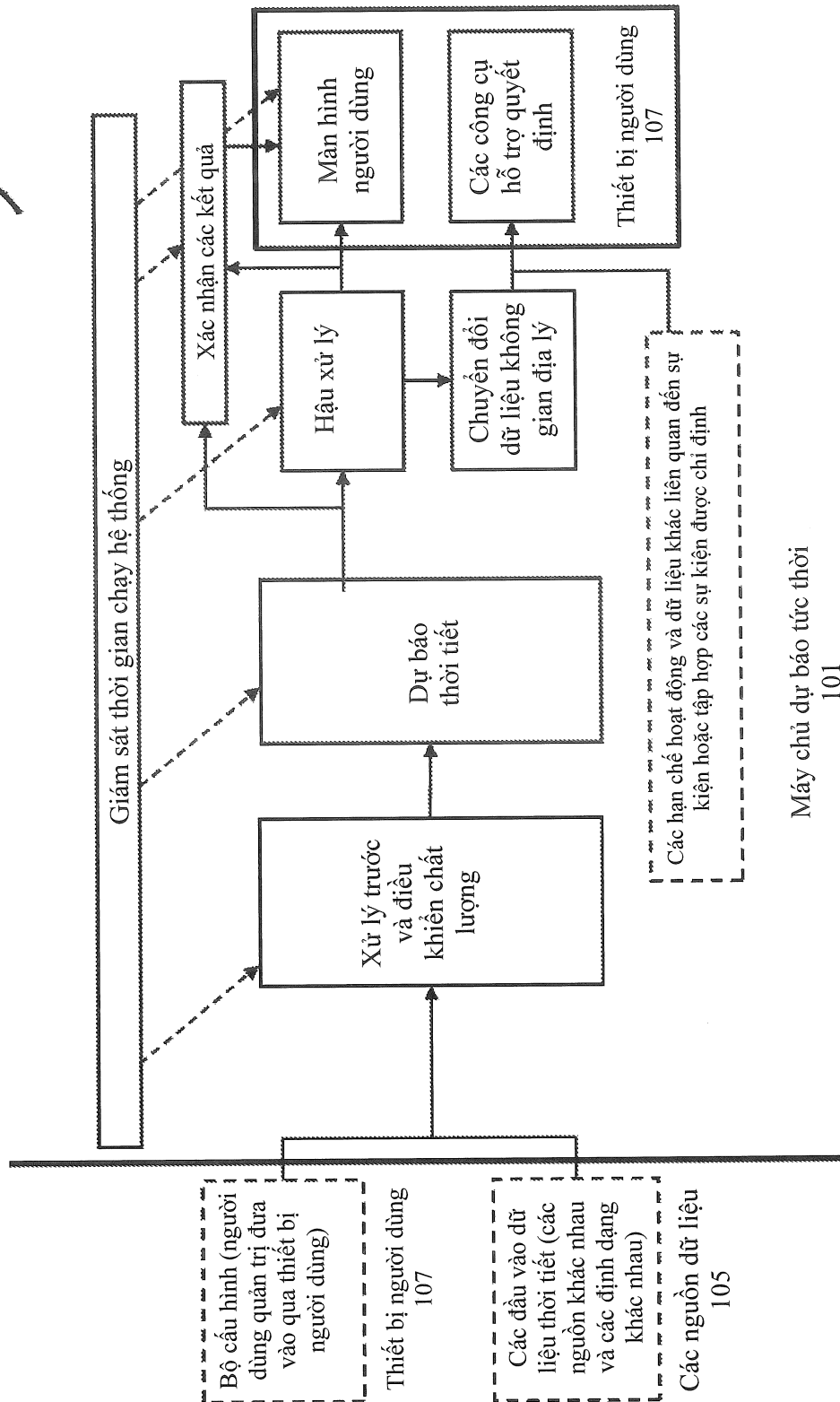
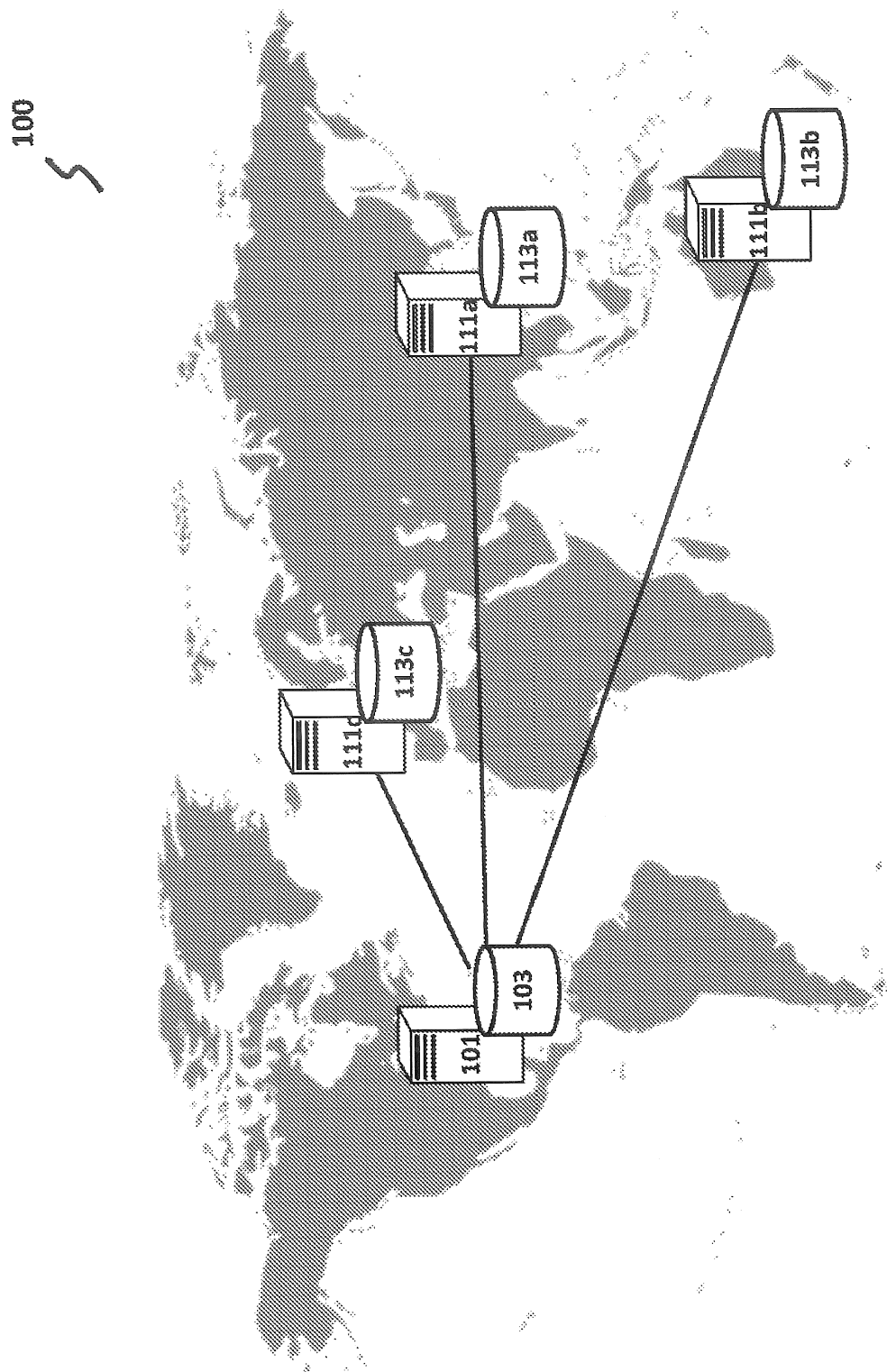


FIG. 1D

**FIG. 1E**

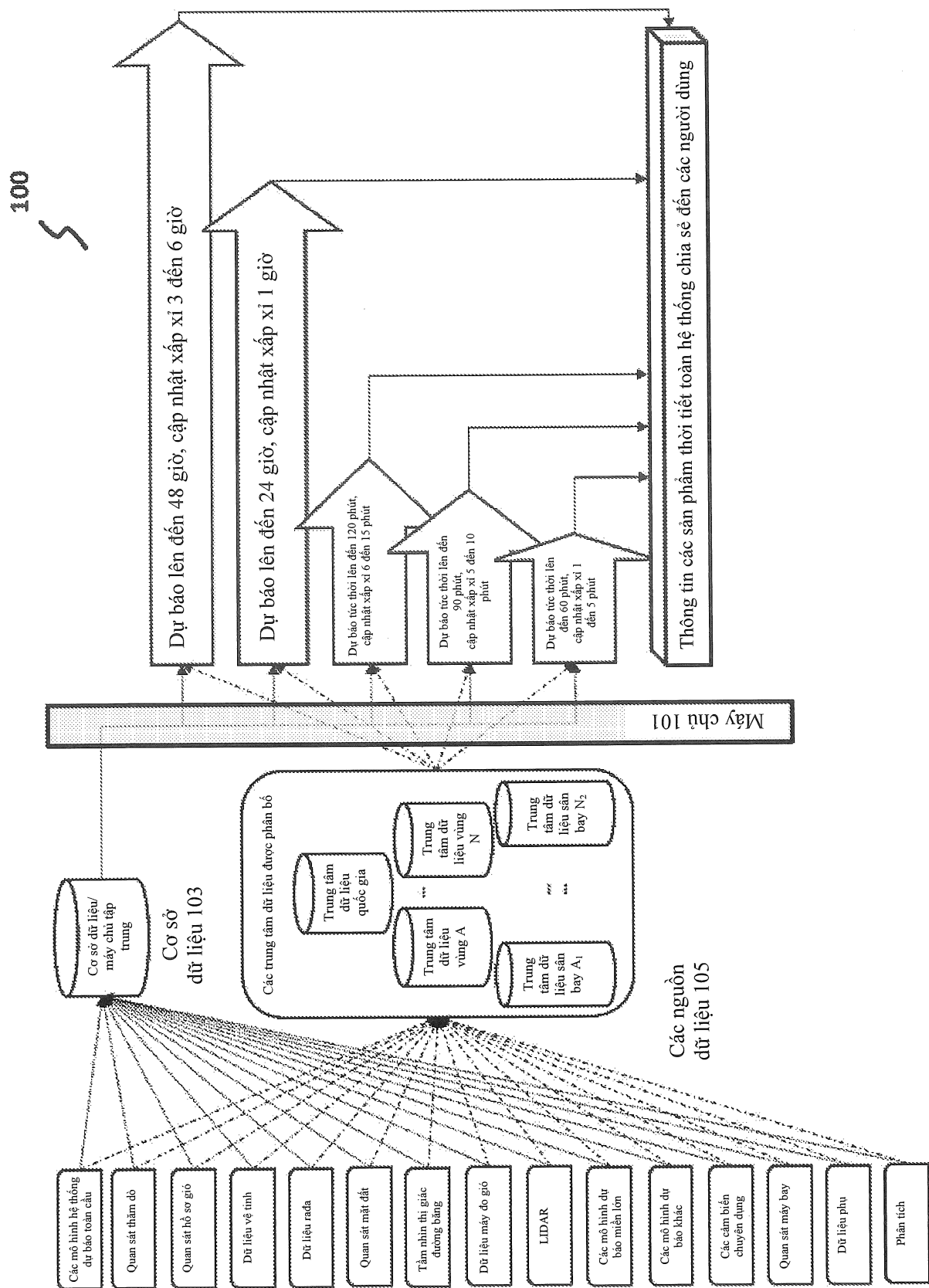


FIG. 1F

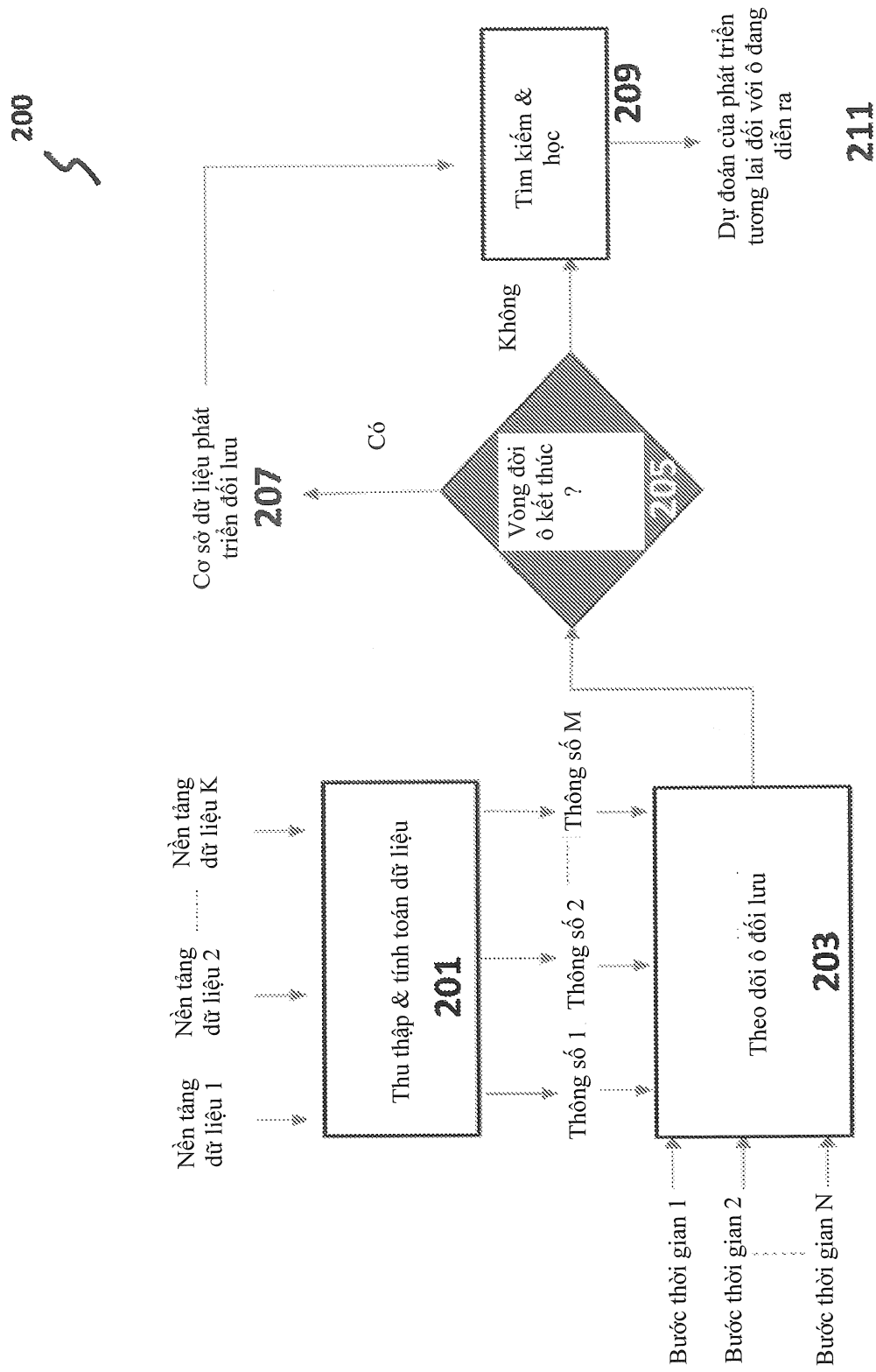


FIG. 2

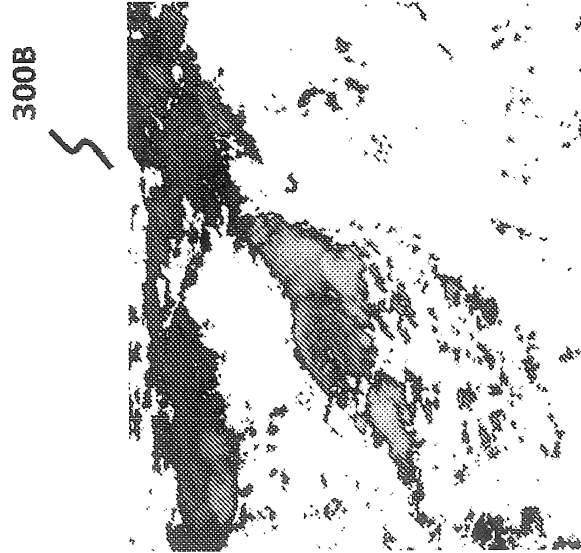


FIG. 3B



FIG. 3A

400

S

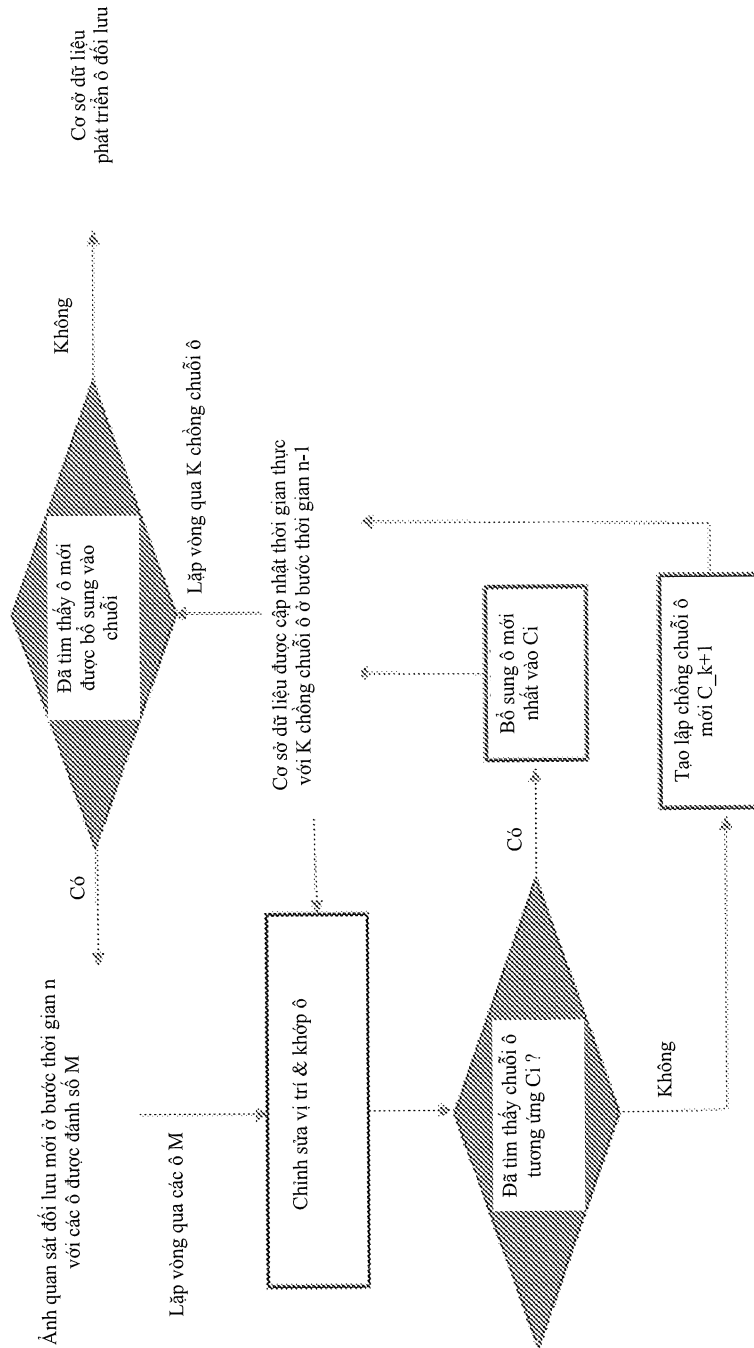
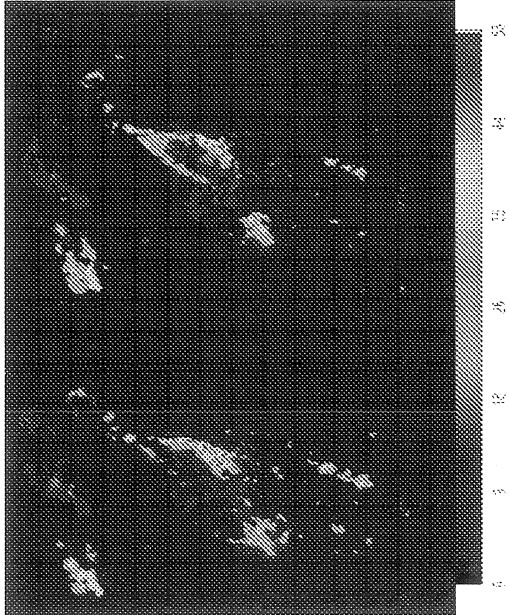
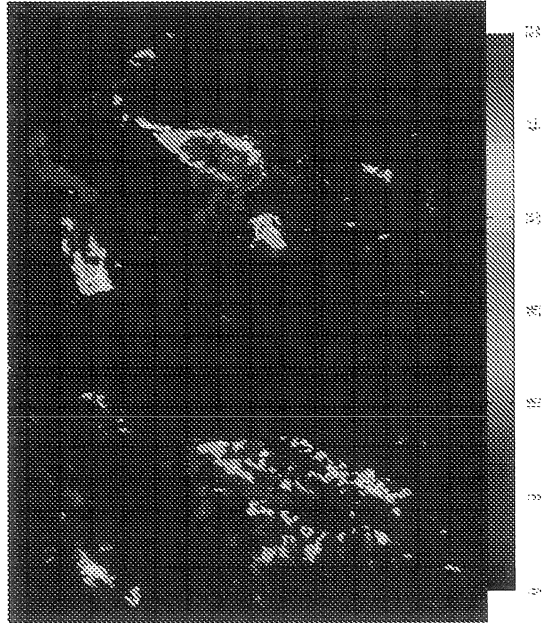
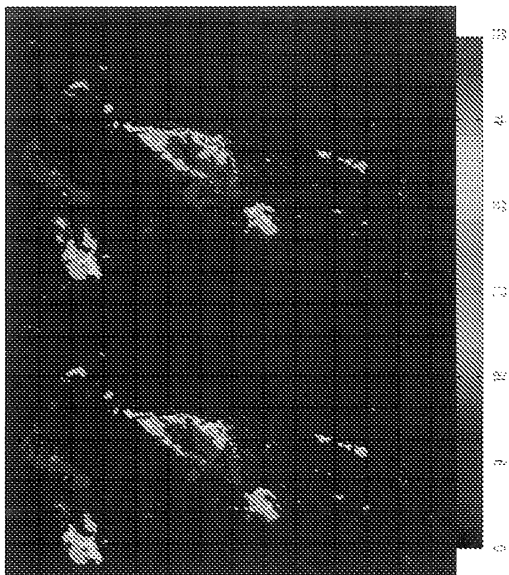
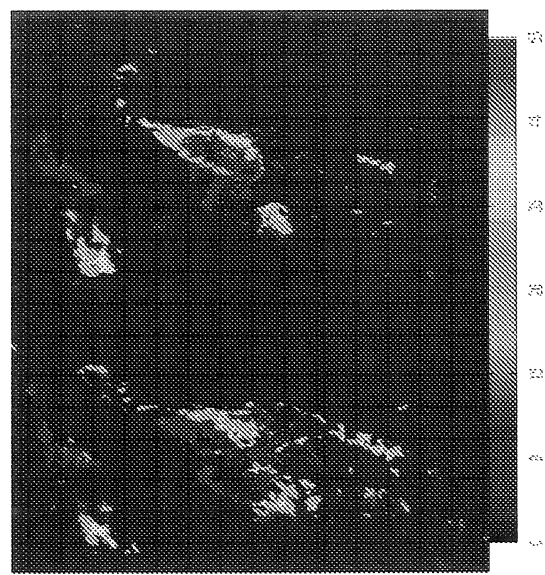


FIG. 4

**FIG. 5B****FIG. 5D****FIG. 5A****FIG. 5C**