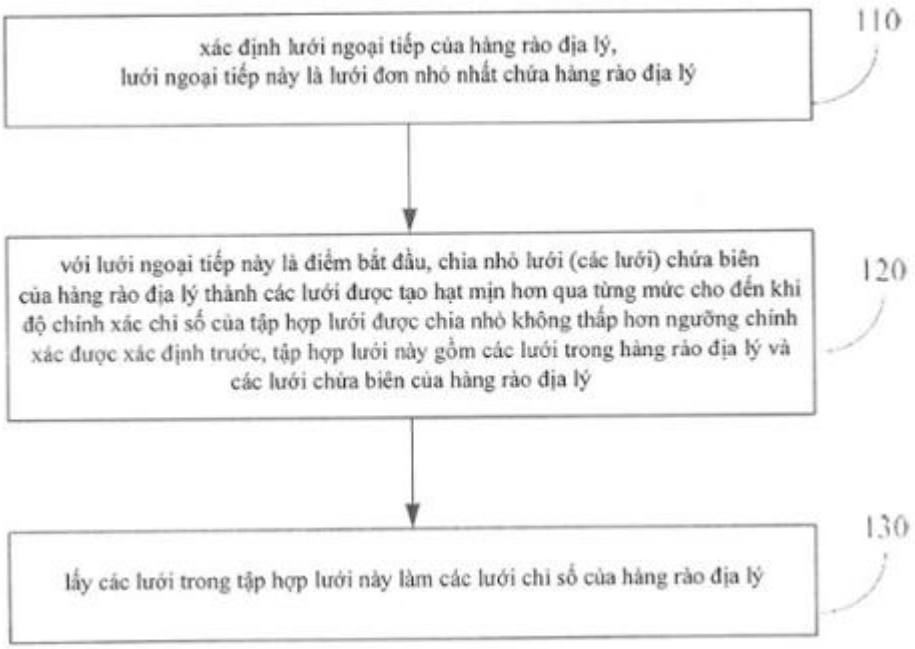
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0037673**
(51)[7] **G06F 17/30**
(13) **B**

(21) 1-2019-04723
(22) 31/05/2018
(86) PCT/CN2018/089148 31/05/2018
(87) WO2018/219307 06/12/2018
(30) 201710407332.5 02/06/2017 CN
(45) 27/11/2023 428
(43) 25/02/2020 383A
(73) ADVANCED NEW TECHNOLOGIES CO., LTD. (KY)
Cayman Corporate Centre, 27 Hospital Road, George Town, Grand Cayman KY1-9008, Cayman Islands
(72) ZHANG, Hui (CN).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC LƯỚI CHỈ SỐ CỦA HÀNG RÀO ĐỊA LÝ, VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý (geo-fence), phương pháp này bao gồm các bước: xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, lưới ngoại tiếp là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý này; với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới; và lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý. Theo giải pháp kỹ thuật của sáng chế, dưới cơ sở là việc chứa hoàn toàn hàng rào địa lý và thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác, số lượng các lưới chỉ số được giảm đáng kể, việc lưu trữ chỉ số ít phức tạp hơn, tốc độ truy vấn chỉ số được tăng lên, và độ ổn định và tốc độ đáp ứng của dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý được cải thiện.


xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý,
lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý
110
với lưới ngoại tiếp này là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý
120
lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý
130

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới lĩnh vực kỹ thuật xử lý dữ liệu, và cụ thể hơn, đề cập tới phương pháp và thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý (geo-fence).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự phổ biến của các dịch vụ Internet di động và các ứng dụng như bản đồ trực tuyến, O2O (Online To Offline, từ trực tuyến đến ngoại tuyến), dữ liệu vị trí người dùng được thu thập và lưu trữ ngày càng nhiều. Các dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý, chẳng hạn như như việc đẩy mạnh tiếp thị và cảnh báo an toàn, là các tìm cách thăm dò và sử dụng trực tiếp nhất, mang tính thời gian thực nhất và hiệu quả nhất đối với dữ liệu vị trí người dùng, và có những triển vọng ứng dụng rộng rãi.

Hàng rào địa lý là một khu vực địa lý được bao bọc bởi hàng rào ảo, và thiết bị có thể nhận các thông báo đẩy hoặc các cảnh báo khi thiết bị này đi vào hoặc đi ra khỏi khu vực này hoặc di chuyển trong khu vực này. Công nghệ đánh chỉ số lưới là nền tảng của các dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý. Việc tạo lưới là cách phân chia không gian địa lý hai chiều, và mỗi lưới bao phủ một khu vực địa lý xác định. Hàng rào địa lý có thể được tính xấp xỉ là tập hợp lưới. Khoảng được bao phủ bởi các lưới trong tập hợp được sử dụng để mô phỏng khu vực được chứa trong hàng rào địa lý, mà nó được sử dụng để truy hồi nhanh và định vị hàng rào địa lý. Các lưới trong tập hợp lưới này là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Trong giải pháp kỹ thuật đã biết, hàng rào địa lý thường được thể hiện bởi nhiều lưới có cùng độ hạt, và các lưới chỉ số này sẽ bao phủ hoàn toàn khu vực được chứa trong hàng rào địa lý. Trong trường hợp các lưới chỉ số có độ hạt thô hơn, khó có thể biểu diễn chính xác hàng rào địa lý, điều này có thể khiến cho các dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý làm phiền thêm những người dùng mà họ đang không ở trong hàng rào địa lý. Để tránh vấn đề này, độ chính xác của các lưới chỉ số thường được yêu cầu vượt quá một ngưỡng nhất định, mà điều này thường có nghĩa là các lưới chỉ số được tạo hạt mịn

hơn và việc tăng nhanh về số lượng chỉ số. Các chỉ số với dung tích dữ liệu lớn thường cần được lưu trữ theo kiểu phân tán trên nhiều thiết bị. Lượng dữ liệu càng lớn, việc quản lý và bảo trì các chỉ số càng phức tạp, và tốc độ truy vấn càng chậm, độ ổn định và tốc độ đáp ứng của dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý càng thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, trong đó lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý này;

với lưới ngoại tiếp này là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này; và

lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Sáng chế còn đề xuất thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, bao gồm:

đơn vị lưới ngoại tiếp được tạo cấu hình để xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, trong đó lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý này;

đơn vị chia nhỏ lưới được tạo cấu hình để, với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ này không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này; và

đơn vị xác định chỉ số được tạo cấu hình để lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Thiết bị máy tính được đề xuất bởi sáng chế bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý, trong đó bộ nhớ lưu trữ chương trình máy tính thực thi được bởi bộ xử lý; và khi bộ xử lý chạy chương trình máy tính này, các bước của phương pháp nêu trên để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý được thực thi.

Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được đề xuất bởi sáng chế lưu trữ chương trình máy tính, và khi chương trình máy tính này được thực thi bởi bộ xử lý, các bước của phương pháp nêu trên để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý được thực thi.

Từ các giải pháp kỹ thuật nêu trên, có thể thấy rằng, theo các phương án của sáng chế, với lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý là điểm bắt đầu, lưới chứa biên của hàng rào địa lý được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi ngưỡng chính xác được xác định trước được thỏa mãn; do các lưới trong hàng rào địa lý không được chia nhỏ, các lưới trong hàng rào địa lý này có thể chấp nhận độ hạt thô hơn. Dưới cơ sở là việc chứa hoàn toàn hàng rào địa lý và thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác, số lượng các lưới chỉ số được làm giảm đáng kể, việc lưu trữ chỉ số ít phức tạp hơn, tốc độ truy vấn chỉ số được tăng lên, và độ ổn định và tốc độ đáp ứng của dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ về phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo một số phương án của sáng chế;

Fig.2 là lưu đồ của một ví dụ về quy trình lặp chia nhỏ lưới theo một số phương án của sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ về phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ giản lược về biên của bản thử nghiệm hàng rào địa lý (Geof-Demo) và lưới ngoại tiếp của biên theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ giản lược thể hiện tất cả các lưới trong tập hợp lưới ở cuối của việc chia nhỏ lưới Geof-Demo theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ giản lược của chế độ hợp nhất lưới Geof-Demo theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ giản lược của cây con của hệ phân cấp cây vật phẩm của Geof-Demo theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ giản lược của các lưới chỉ số của Geof-Demo theo một số ví dụ ứng dụng của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ cấu trúc phần cứng của thiết bị theo các phương án của sáng chế; và

Fig.10 là sơ đồ cấu trúc logic của thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo một số phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các chỉ số lưới của hàng rào địa lý có thể được đo dựa trên ba chỉ dấu: vùng bao phủ chỉ số, độ chính xác chỉ số, và số lượng lưới chỉ số. Giả sử rằng số lượng các phần tử của tập hợp trong tập hợp lưới được dùng để thể hiện hàng rào địa lý là N (N là số tự nhiên), nghĩa là, số lượng các lưới chỉ số của hàng rào địa lý là N, khi đó vùng bảo phủ chỉ số C của tập hợp lưới có thể được biểu diễn bằng phương trình 1, và độ chính xác chỉ số P có thể được biểu diễn bằng phương trình 2:

$$C = \frac{SO}{SF}$$ Phương trình 1

$$P = \frac{SO}{SI}$$ Phương trình 2

Trong các phương trình 1 và 2, *SO* là tổng diện tích của các phần của tất cả các lưới chỉ số mà chúng chồng lặp với hàng rào địa lý, cụ thể là, $SO = \sum_{i=1}^{N} aoo_i$, trong đó aoo_i là diện tích của phần lưới chỉ số thứ i mà nó chồng lặp với hàng rào địa lý, và $i \in [1, N]$; *SF* là diện tích của hàng rào địa lý; *SI* là tổng diện tích của tất cả các lưới chỉ số, cụ thể là, $SI = \sum_{i=1}^{N} aog_i$, trong đó aog_i là diện tích của lưới chỉ số thứ i, và $i \in [1, N]$.

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết theo các phương án của sáng chế có thể được biểu diễn như sau: dưới điều kiện là tập hợp lưới bao phủ hoàn toàn hàng rào địa lý (cụ thể là, C=1), và tỷ lệ độ chính xác chỉ số không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước THR^P (cụ thể là, $P \geq THR^P$), giá trị của N giảm xuống.

Khi hàng rào địa lý được thể hiện dưới dạng tập hợp lưới gồm các lưới chỉ số, các lưới chỉ số trong tập hợp này có thể được chia thành hai loại, một loại bao gồm các lưới trong hàng rào địa lý, tức là, các lưới có vùng bao phủ nằm hoàn toàn trong hàng rào địa

lý, hạng mục kia bao gồm các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, tức là, các lưới có vùng bao phủ nằm cả trong hàng rào địa lý và đi vượt ra ngoài hàng rào địa lý. Với các lưới trong hàng rào địa lý, bất kể độ hạt của các lưới này, độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới không bị ảnh hưởng. Độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được xác định bởi độ hạt của mỗi lưới chứa biên của hàng rào địa lý. Độ chính xác chỉ số có thể được cải thiện bằng cách tăng độ hạt của các lưới chứa biên của hàng rào địa lý (tăng độ hạt có nghĩa là sử dụng các lưới dày đặc hơn hoặc các lưới mịn hơn), và giảm số lượng N của các lưới chỉ số bằng cách cho phép các lưới trong hàng rào địa lý sử dụng độ hạt thô hơn.

Do vậy, các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp mới để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý. Theo phương pháp này, lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý được xem như lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý này, và bắt đầu từ lưới ngoại tiếp này, việc lặp lại được thực hiện để chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức và việc lặp lại này dừng lại khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới thỏa mãn ngưỡng chính xác được xác định trước; chỉ bằng cách tăng độ hạt của các lưới chứa biên của hàng rào địa lý mà không chia nhỏ thêm các lưới trong hàng rào địa lý, và việc xác định các lưới có các độ hạt khác nhau làm các lưới chỉ số, số lượng các lưới chỉ số được làm giảm xuống, qua đó giải quyết được các vấn đề trong giải pháp kỹ thuật đã biết.

Các phương án của sáng chế có thể chạy trên thiết bị điện toán hoặc lưu trữ bất kỳ, chẳng hạn như điện thoại di động, máy tính bảng, PC (Personal Computer, máy tính cá nhân), máy tính dạng notebook, và máy chủ; và các chức năng theo các phương án của sáng chế cũng có thể được thi hành bởi các nút logic chạy trên hai hay hơn hai thiết bị.

Theo một số phương án của sáng chế, lưu đồ của phương pháp để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý là như được thể hiện trên Fig.1.

Trong bước 110, lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý được xác định.

Hệ thống lưới là cấu trúc dữ liệu không gian dựa trên việc chia nhỏ hệ phân cấp thông thường của các tập con phẳng. Dựa trên hệ thống độ hạt nhất định, vùng địa lý có thể được chia nhỏ, qua từng mức, thành một số các lưới đa giác liền kề nhau từ thô đến tinh, để tạo điều khiện thuận lợi việc biểu diễn thông tin vị trí và quản lý dữ liệu liên quan đến vị trí, và tiến hành tổ chức, phân tích và ứng dụng dữ liệu với hiệu quả cao.

Hệ thống lưới này thường sử dụng hệ thống độ hạt nhất định để chia các vùng địa lý. Mỗi hệ thống độ hạt bao gồm một loạt các độ hạt được sắp xếp qua từng mức từ thô đến tinh, và các độ hạt được sử dụng trong việc chia nhỏ lưới sẽ xác định các kích thước của các lưới. Với vùng địa lý được phân chia bởi hệ thống độ hạt được xác định, lưới của độ hạt mức T (T là số tự nhiên) bao gồm số lượng các lưới có độ hạt mức T+1 và các lưới có độ hạt mức T+1 này là bằng nhau về diện tích.

Với hàng rào địa lý, lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý là lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý này. Nói cách khác, nếu trong hệ thống độ hạt được chấp nhận, lưới có độ hạt xác định có thể bao phủ toàn bộ diện tích của hàng rào địa lý, và sau khi lưới này được chia nhỏ thành các lưới có độ hạt ở mức thấp hơn, mỗi lưới được tạo hạt mịn hơn này chỉ có thể bao phủ một phần của hàng rào địa lý, mà không phải toàn bộ diện tích của hàng rào địa lý, và khi đó lưới này là lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý.

Cách thức cụ thể để xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý có thể được thi hành bằng cách tham khảo giải pháp kỹ thuật đã biết, và các chi tiết của nó không được mô tả ở đây.

Trong bước 120, với lưới ngoại tiếp này là điểm bắt đầu, lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ này không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này.

Sau khi lưới ngoại tiếp được xác định, việc lặp lại được bắt đầu với lưới ngoại tiếp là lưới chỉ số của hàng rào địa lý, và trong trường hợp này, chỉ một phần tử, cụ thể là, lưới ngoại tiếp này, được chứa trong tập hợp lưới. Độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với hàng rào địa lý được tính toán. Nếu độ chính xác chỉ số được tính toán thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, các lưới chứa biên của hàng rào địa lý trong tập hợp lưới được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn, và các lưới trong hàng rào địa lý trong tập hợp lưới không được xử lý; nếu lưới được tạo hạt mịn thu được sau khi chia nhỏ lưới nằm hoàn toàn bên ngoài hàng rào địa lý, lưới bên ngoài hàng rào địa lý này được xóa khỏi tập hợp lưới. Quy trình nêu trên được lặp lại cho đến khi độ chính

xác chỉ số của tập hợp lưới so với hàng rào địa lý không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước.

Do lưới ngoại tiếp bao phủ toàn bộ diện tích của hàng rào địa lý, và trong quá trình lặp lại, chỉ các lưới nằm hoàn toàn bên ngoài hàng rào địa lý được xóa khỏi tập hợp lưới, tất cả các lưới trong tập hợp lưới luôn có thể bao phủ toàn bộ diện tích của hàng rào địa lý, và vùng bảo phủ chỉ số của tập hợp lưới là 1.

Fig.2 thể hiện một ví dụ về luồng xử lý việc lặp lại của bước này, bao gồm các bước cụ thể sau đây.

Trong bước 201, tập hợp lưới được tạo ra, và các phần tử trong tập hợp lưới này là các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý. Trong trường hợp này, chỉ một phần tử, cụ thể là lưới ngoại tiếp, được chứa trong tập hợp lưới này.

Trong bước 202, với tất cả các lưới trong tập hợp lưới này là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được tính toán theo phương trình 2. Độ chính xác chỉ số được tính toán được so sánh với ngưỡng chính xác được xác định trước; nếu độ chính xác chỉ số được tính toán không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác được xác định trước, và khi đó quy trình chuyển tới bước 210; nếu không, bước 203 được thực hiện.

Trong bước 203, lưới thứ nhất trong tập hợp lưới được xác định là lưới hiện tại.

Trong bước 204, việc xác định xem liệu lưới hiện tại có nằm hoàn toàn trong hàng rào địa lý hay không được thực hiện; nếu kết quả xác định là có, quy trình chuyển tới bước 208; nếu kết quả xác định là không, lưới hiện tại là lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và bước 205 được thực hiện.

Trong bước 205, lưới hiện tại được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn. Số lượng cụ thể các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn mà lưới hiện tại được chia nhỏ thành chúng được xác định bởi hệ thống độ hạt được sử dụng theo kịch bản ứng dụng cụ thể.

Trong bước 206, trong tập hợp lưới, lưới hiện tại được thay thế bằng các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được sau khi chia nhỏ lưới. Tức là, lưới hiện tại được xóa khỏi tập hợp lưới, và số lượng các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được bằng cách chia nhỏ lưới hiện tại được thêm vào tập hợp lưới. Trong các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được sau khi chia nhỏ lưới, có thể có các lưới

chứa biên của hàng rào địa lý, có thể có các lưới trong hàng rào địa lý và có thể có các lưới bên ngoài hàng rào địa lý.

Trong bước 207, nếu, trong số lượng các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được sau khi chia nhỏ lưới, có các lưới bên ngoài hàng rào địa lý, và vì các lưới bên ngoài hàng rào địa lý sẽ không là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý và sẽ không được sử dụng làm phần tử của tập hợp lưới, các lưới ở mức thấp hơn bên ngoài hàng rào địa lý sau khi chia nhỏ lưới này được xóa khỏi tập hợp lưới. Nếu không có các lưới bên ngoài hàng rào địa lý trong số lượng các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được sau khi chia nhỏ lưới thì khi đó hoạt động xóa là không cần thiết.

Trong bước 208, việc xác định xem liệu có lưới kế tiếp trong tập hợp lưới hay không được thực hiện. Nếu kết quả xác định là có, bước 209 được thực hiện để tiếp tục việc lặp lại hiện tại. Nếu không có lưới kế tiếp trong tập hợp lưới, việc lặp lại hiện tại được hoàn tất. Tất cả các lưới chứa biên của hàng rào địa lý trong tập hợp lưới đã là các lưới được tạo hạt mịn hơn, và quy trình chuyển tới bước 202 để tính toán độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới nhằm xác định xem liệu việc lặp lại kế tiếp có cần thiết hay không.

Trong bước 209, lưới kế tiếp trong tập hợp lưới được xác định làm lưới hiện tại, và quy trình chuyển tới bước 204.

Trong bước 210, tập hợp lưới được xuất ra, và quy trình lặp lại được hoàn tất.

Cần chú ý rằng quy trình trên Fig.2 chỉ là một ví dụ về luồng xử lý việc lặp lại, và quy trình lặp lại có thể được thi hành theo các quy trình khác tùy theo tình huống cụ thể của kịch bản ứng dụng thực tế, mà sẽ không bị hạn chế bởi các phương án của sáng chế.

Trở lại Fig.1, trong bước 130, các lưới trong tập hợp lưới được xác định là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Sau bước 120, tất cả các lưới chứa biên của hàng rào địa lý trong tập hợp lưới có cùng độ hạt là độ hạt mịn nhất (dày đặc nhất) (dưới đây được gọi là "độ hạt giới hạn dưới") trong tất cả các độ hạt của lưới trong tập hợp lưới. Các lưới trong hàng rào địa lý trong tập hợp lưới có thể có các độ hạt khác nhau, và khoảng các độ hạt có thể có của chúng là từ độ hạt ở mức thấp hơn của độ hạt của lưới ngoại tiếp tới độ hạt giới hạn dưới.

Do độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới phụ thuộc vào độ hạt của các lưới chứa biên của hàng rào địa lý trong tập hợp, việc các lưới trong hàng rào địa lý có độ hạt lớn hơn, để giảm số lượng các lưới chỉ số trong khi vẫn thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác là được phép. Cụ thể hơn, trong quy trình lặp lại trong bước 120, tùy theo hình dạng thực tế của hàng rào địa lý, các lưới được tạo hạt thô hơn được sử dụng càng nhiều càng tốt để bao phủ khu vực trong hàng rào địa lý, điều này dẫn tới hiệu quả rất cao trong việc giảm các lưới chỉ số.

Phương pháp xử lý cụ thể trong đó các lưới trong tập hợp lưới được xác định là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý thường bao gồm bước đăng ký thực thể tương ứng với hàng rào địa lý này dưới khoản mục chỉ số của mỗi lưới trong tập hợp lưới này. Có thể có các phương pháp khác được chấp nhận tùy theo các nhu cầu của các kịch bản ứng dụng thực tế, mà điều này sẽ không bị hạn chế ở đây.

Trong hầu hết các trường hợp, với tập hợp lưới thu được bởi bước 120, độ chính xác chỉ số của nó có thể vượt quá ngưỡng chính xác được xác định trước. Khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới thu được bởi bước 120 lớn hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, một phần các lưới trong tập hợp lưới có thể được hợp nhất thành các lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý, trong đó việc hợp nhất được thực hiện dưới điều kiện là độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước; và sau đó trong bước 130, các lưới trong tập hợp lưới sau khi hợp nhất có thể được xác định là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý. Điều này có thể làm giảm hơn nữa số lượng các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Cần chú ý rằng việc hợp nhất lưới chỉ việc thay thế số lượng các lưới được tạo hạt mịn hơn thuộc về cùng lưới được tạo hạt thô hơn bằng lưới được tạo hạt thô hơn này thay vì lấy phép hợp của tập hợp gồm các lưới được tạo hạt mịn hơn này. Các lưới được tạo hạt mịn hơn thuộc về cùng lưới được tạo hạt thô hơn không thể là tất cả các phần tử trong tập hợp lưới. Trong trường hợp này, một hoặc nhiều lưới được tạo hạt mịn trong tập hợp lưới cũng có thể được hợp nhất thành lưới được tạo hạt thô hơn.

Ví dụ, hai hay hơn hai lưới được chia nhỏ từ cùng một lưới và có độ hạt giới hạn dưới có thể được tìm thấy trong tập hợp lưới, các lưới được tìm thấy này được hợp nhất thành lưới được tạo hạt thô hơn, và sau đó độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được hợp nhất được tính toán. Nếu độ chính xác chỉ số được tính toán thấp hơn ngưỡng chính

xác được xác định trước thì việc hợp nhất dừng lại, và tập hợp lưới trong trường hợp này là tập hợp lưới được hợp nhất. Nếu độ chính xác chỉ số được tính toán không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tất cả các lưới trước khi hợp nhất được thay thế bằng lưới được tạo hạt thô hơn được hợp nhất trong tập hợp lưới, và sau đó quy trình nêu trên được lặp lại để tìm tập hợp kế tiếp gồm hai hay hơn hai lưới được chia nhỏ từ cùng một lưới, và việc liệu có hợp nhất hay không được xác định cho đến khi việc hợp nhất dừng lại. Chế độ hợp nhất trong ví dụ này có thể có khả năng làm giảm hơn nữa số lượng các lưới chỉ số, mà thường vẫn không ảnh hưởng đến việc giảm thiểu số lượng các chỉ số lưới.

Theo một cách thi hành, bài toán xếp ba lô (knapsack problem) có thể được sử dụng để giải quyết chế độ hợp nhất làm giảm thiểu số lượng các chỉ số lưới. Bài toán xếp ba lô có thể được mô tả như: cho một nhóm các vật phẩm, mỗi vật phẩm có trọng lượng và giá của riêng nó, và với tổng trọng lượng xác định, làm thế nào chọn để tối đa hóa tổng giá của các vật phẩm này. Theo một số phương án của sáng chế, bài toán xếp ba lô có thể được tạo ra trong trường hợp trong đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như một vật phẩm, việc tăng diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được xem làm lưới chỉ số so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi việc hợp nhất được sử dụng làm trọng lượng của vật phẩm, việc giảm số lượng lưới khi vật phẩm được sử dụng làm lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm, và diện tích bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá về độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước được xem như tổng trọng lượng giới hạn; và giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô này được xem như kết quả của việc hợp nhất lưới. Kết quả của việc hợp nhất lưới được cập nhật vào trong tập hợp lưới để thu được tập hợp lưới được hợp nhất. Ví dụ, các lưới trong kết quả của việc hợp nhất lưới có thể được thêm vào tập hợp lưới, và tất cả các lưới ban đầu đang bao phủ cùng một khu vực địa lý với các lưới trong kết quả của việc hợp nhất lưới này được xóa bỏ.

Sau khi bài toán xếp ba lô được tạo ra, giải pháp tối ưu của nó có thể thu được bằng cách tham khảo các giải pháp khác nhau đối với bài toán xếp ba lô trong giải pháp kỹ thuật đã biết, và các phương án của sáng chế không hạn chế điều này.

Cách thi hành cụ thể để giải bài toán xếp ba lô được cho dưới đây. Cho trước rằng vật phẩm là lưới được hợp nhất; lưới được hợp nhất bởi vật phẩm 1 và các vật phẩm khác cũng có thể được xem như một vật phẩm, được biểu thị dưới dạng vật phẩm 2; khi đó, vật phẩm 2 là các vật phẩm cha của vật phẩm 1, và vật phẩm 1 là vật phẩm con của vật phẩm 2. Do vật phẩm 1 và vật phẩm 2 chứa cùng khu vực địa lý, và khi vật phẩm 1 đóng vai trò như một phần tử của tập hợp lưới, vật phẩm 2 tất nhiên không phải là phần tử của tập hợp lưới, và ngược lại. Nghĩa là, các vật phẩm có mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô, và các vật phẩm có mối quan hệ cha con bao gồm các vật phẩm có các mối quan hệ cha con trực tiếp và gián tiếp. Ví dụ, nếu vật phẩm 3 là các vật phẩm cha của vật phẩm 2, thì vật phẩm 1 và vật phẩm 3 không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô.

Khi giải bài toán xếp ba lô theo cách thi hành này, hệ phân cấp cây của các vật phẩm có thể được xây dựng theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm, và dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm có mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại một trong ba lô, tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô sau đó được liệt kê; mỗi trạng thái ba lô đều cần được giải quyết, và câu trả lời tối ưu trong tất cả các câu trả lời là giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô.

Cụ thể hơn, với độ hạt giới hạn dưới (cụ thể là độ hạt của các lưới dày đặc nhất trong tập hợp lưới trước khi hợp nhất) là điểm bắt đầu của độ hạt hiện tại, các lưới có độ hạt hiện tại trong tập hợp lưới có thể được hợp nhất thành các lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức; và với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, trọng lượng và giá của mỗi vật phẩm được xác định cho đến khi tất cả các lưới được hợp nhất thành lưới ngoại tiếp. Hệ phân cấp cây của các vật phẩm có thể được tạo ra theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm; các nút lá (cụ thể là các nút không có các nút kế tiếp) của hệ phân cấp cây là các lưới được tạo ra bởi các lưới có độ hạt giới hạn dưới, và nút gốc (cụ thể là nút không có nút tiền thân) là lưới ngoại tiếp.

Sau khi hệ phân cấp cây của các vật phẩm được xây dựng, trạng thái ba lô của mỗi vật phẩm mà nó đóng vai trò như một nút lá theo hệ phân cấp cây được xác định. Với các vật phẩm con đóng vai trò như các nút lá làm các điểm bắt đầu, phép giao của tích Đề các của các trạng thái ba lô của tất cả các vật phẩm con của vật phẩm cha với bản thân vật phẩm cha như trạng thái ba lô của vật phẩm cha này, việc lặp lại được thực hiện

cho đến khi trạng thái ba lô của nút gốc theo hệ phân cấp cây tương ứng với lưới ngoại tiếp cuối cùng được thu nhận. Nói cách khác, bắt đầu từ các vật phẩm con đóng vai trò như các nút lá, trạng thái ba lô của các vật phẩm cha của chúng được tính toán lên qua từng mức theo hệ phân cấp cây theo phương trình 3 cho đến khi trạng thái ba lô của nút gốc được tính toán.

$$State^F = Node^F + \prod_{i=1}^{k} State_i^C \qquad \text{Phương trình 3}$$

Trong phương trình 3, $State^F$ là trạng thái ba lô của vật phẩm cha, $Node^F$ là vật phẩm cha, $State_i^C$ là trạng thái ba lô của vật phẩm con thứ i, và k là số lượng các vật phẩm con của vật phẩm cha này.

Sau khi vật phẩm cha đang đóng vai trò như nút gốc (nghĩa là trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp) được thu thông qua việc lặp lại, tất cả các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp là tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô. Mỗi trạng thái ba lô có thể được xem như bài toán xếp ba lô cơ bản. Theo giải pháp với bài toán xếp ba lô cơ bản trong giải pháp kỹ thuật đã biết, mỗi trạng thái ba lô có thể được giải quyết, và giải pháp tối ưu trong số tất cả các giải pháp đối với các trạng thái ba lô là giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô. Bằng cách lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô trong cách thi hành này làm kết quả hợp nhất của các lưới trong tập hợp lưới, số lượng tối thiểu các lưới chỉ số của hàng rào địa lý có thể được thu trong khi ngưỡng chính xác được xác định trước được thỏa mãn.

Có thể thấy rằng, theo một số phương án của sáng chế, lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý được xem như lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, và với lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý là điểm bắt đầu, lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi ngưỡng chính xác được xác định trước được thỏa mãn; chỉ bằng cách tăng độ hạt của các lưới chứa biên của hàng rào địa lý mà không chia nhỏ tiếp các lưới trong hàng rào địa lý và xác định các lưới có các độ hạt khác nhau là các lưới chỉ số, số lượng các lưới chỉ số được giảm đáng kể, việc lưu trữ chỉ số ít phức tạp hơn, và tốc độ truy vấn chỉ số được tăng lên.

Hơn nữa, với tập hợp lưới mà độ chính xác chỉ số của nó vượt quá ngưỡng chính xác được xác định trước, mô hình bài toán xếp ba lô được sử dụng để hợp nhất một phần các lưới trong tập hợp lưới thành lưới được tạo hạt thô hơn, giải pháp tối ưu thu được

bằng cách xây dựng hệ phân cấp cây của bài toán xếp ba lô, qua đó giảm thiểu số lượng các chỉ số trong khi thỏa mãn yêu cầu độ về độ chính xác chỉ số.

Trong một ví dụ ứng dụng của sáng chế, luồng xử lý được thể hiện trên Fig.3 được dùng để thu được các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, và việc các lưới chỉ số này bao phủ 100% diện tích của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước là bắt buộc. Phần mô tả sau đây tham chiếu đến một ví dụ về hàng rào địa lý gọi là Geof-Demo (thử nghiệm hàng rào địa lý).

Trong bước 301, lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý được xác định. Hàng rào địa lý Geof-Demo và lưới ngoại tiếp được xác định này được thể hiện trên Fig.4.

Trong bước 320, tập hợp lưới được tạo ra bằng cách sử dụng lưới ngoại tiếp như một phần tử, và lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý được chia nhỏ thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ này không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước.

Cho trước rằng hệ thống độ hạt được chấp nhận bởi Geof-Demo là như sau: trong trường hợp chia nhỏ lưới bởi một độ hạt, lưới gốc được chia nhỏ thành bốn lưới bằng nhau. Bắt đầu từ lưới ngoại tiếp của Geof-Demo, sự phân bố các lưới sau việc chia nhỏ làm bốn đầu tiên là như được thể hiện trên Fig.5; cho trước rằng độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới sau khi chia nhỏ làm bốn này vượt quá ngưỡng chính xác được xác định trước, khi đó việc chia nhỏ sẽ dừng. Trong trường hợp này, tất cả các phần tử trong tập hợp lưới này là các lưới có nền xám trên Fig.5, trong đó các lưới chứa biên của Geof-Demo có cùng độ hạt mà nó là độ hạt mịn nhất (nghĩa là độ hạt giới hạn dưới) của tất cả các lưới trong tập hợp lưới, trong khi các lưới trong biên của Geof-Demo có các độ hạt khác nhau. Các lưới có nền trắng trên Fig.5 là các lưới bên ngoài hàng rào địa lý và sẽ được xóa khỏi tập hợp lưới trong quy trình chia nhỏ.

Trong bước 330, việc xác định xem liệu độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới có bằng với ngưỡng chính xác được xác định trước hay không được thực hiện. Nếu kết quả xác định là có, quy trình chuyển tới bước 360. Nếu độ chính xác chỉ số lớn hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, bước 340 được thực hiện.

Trong bước 340, bài toán xếp ba lô được tạo ra trong trường hợp mà ở đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như một vật phẩm, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được xem như lưới chỉ số so với diện

tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất được sử dụng làm trọng lượng của vật phẩm này, việc giảm số lượng các lưới khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm này, và diện tích bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá của độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước được xem như tổng trọng lượng giới hạn.

Trong tập hợp lưới, với các lưới chứa biên của hàng rào địa lý và có độ hạt giới hạn dưới làm các điểm bắt đầu, các lưới được hợp nhất thành các lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức, và với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, các trọng lượng và giá của các vật phẩm được xác định. Mối quan hệ cha con của các vật phẩm được xác định theo hệ phân cấp được hợp nhất, và hệ phân cấp cây của bài toán xếp ba lô được xây dựng.

Lấy các lưới d1, d2, d3, e1, f1, f2 và f3 với độ hạt giới hạn dưới được thể hiện ở góc trên bên phải của Fig.6 làm ví dụ, d1, d2 và d3 có thể được hợp nhất thành lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm d; e1 có thể được hợp nhất thành lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm e; f1, f2, và f3 có thể được hợp nhất thành lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm f. Với vật phẩm d là lưới chỉ số, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý là một lưới có độ hạt giới hạn dưới so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất tập hợp lưới, và việc giảm số lượng các lưới chỉ số là 2, khi đó kết luận được rằng, đối với vật phẩm d, trọng lượng w =1, giá p = 2; theo cách tương tự, kết luận được rằng, đối với vật phẩm e, trọng lượng w = 3, giá p = 0, và đối với vật phẩm f, trọng lượng w = 1, giá p = 2.

Việc hợp nhất lưới còn dẫn tới độ hạt thô hơn, và d có thể được hợp nhất với các lưới khác trong tập hợp lưới thành lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm b (được biểu thị bởi ô nét gạch đứt trên Fig.6), và vật phẩm b là vật phẩm cha của vật phẩm d; e và f có thể được hợp nhất với các lưới khác trong tập hợp lưới thành các lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm c (được biểu thị bởi ô nét gạch đứt trên Fig.6), và vật phẩm c là vật phẩm cha của vật phẩm e và vật phẩm f. Với vật phẩm b là lưới chỉ số, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý là một lưới có độ hạt giới hạn dưới so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất tập hợp lưới, và việc giảm số lượng các lưới chỉ số là 5, khi đó kết luận được rằng, đối với vật phẩm b, trọng lượng w

=1, giá p = 5; theo cách tương tự, kết luận được rằng, đối với vật phẩm c, trọng lượng w = 8, giá p = 4. Vật phẩm b và vật phẩm c cũng có thể được hợp nhất với các lưới khác trong tập hợp lưới thành lưới được tạo hạt thô hơn mà nó là vật phẩm a, kết luận được rằng, đối với vật phẩm a, trọng lượng w=9, giá p=12. Theo cách tương tự, việc hợp nhất sẽ dừng cho đến khi lưới ngoại tiếp của Geof-Demo được thu nhận.

Theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm tại thời điểm hợp nhất lưới, hệ phân cấp cây từ các vật phẩm (chẳng hạn như vật phẩm d) được hợp nhất từ các lưới có độ hạt giới hạn dưới đến lưới ngoại tiếp có thể được thu nhận. Lấy các vật phẩm nêu trên từ a đến f làm ví dụ, hệ phân cấp cây được thể hiện trên Fig.7 có thể được thu theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm tại thời điểm hợp nhất. Cần lưu ý rằng hệ phân cấp cây được thể hiện trên Fig.7 chỉ là cây con của hệ phân cấp cây Geof-Demo.

Trong bước 350, theo hệ phân cấp cây của các vật phẩm, dưới điều kiện ràng buộc là các vật phẩm chứa cùng khu vực địa lý (nghĩa là các vật phẩm có mối quan hệ cha con trực tiếp hoặc gián tiếp) không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô, tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô được liệt kê, mỗi trạng thái ba lô được giải quyết, và giải pháp tối ưu trong số tất cả các giải pháp được xác định làm kết quả của việc hợp nhất lưới.

Bắt đầu với các trạng thái của các nút lá (nghĩa là các vật phẩm được hợp nhất từ các lưới có độ hạt giới hạn dưới) của hệ phân cấp cây, việc lặp lại được thực hiện theo phương trình 3 cho đến khi các trạng thái của lưới ngoại tiếp được thu nhận, nghĩa là, tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô.

Lấy cây con được thể hiện trên Fig.7 làm ví dụ, các trạng thái của các nút lá, nghĩa là vật phẩm d, vật phẩm e, và vật phẩm f, đầu tiên được xác định: trạng thái D của vật phẩm d ={d}, trạng thái E của vật phẩm E ={e}, và trạng thái F của vật phẩm f ={f}. Theo phương trình 3, trạng thái của vật phẩm b được tính toán là $B = b + D = \{\{b\}, \{d\}\}$, và trạng thái của vật phẩm c được tính toán là $C=c+E\Diamond F=\{c,\{e,f\}\}$. Trạng thái của vật phẩm a khi đó được tính toán là $A=a+B\Diamond C=\{a,\{b,c\},\{b,e,f\},\{d,c\},\{d,e,f\}\}$, và theo cách tương tự, các trạng thái của lưới ngoại tiếp có thể được thu nhận.

Trạng thái của mỗi lưới ngoại tiếp là bài toán xếp ba lô cơ bản, mà nó có thể được giải quyết theo giải pháp kỹ thuật đã biết. Giải pháp tối ưu trong số tất cả các giải pháp

với các trạng thái được xem như kết quả của việc hợp nhất lưới. Tập hợp lưới sau đó được cập nhật theo kết quả của việc hợp nhất lưới này.

Trong bước 360, các lưới trong tập hợp lưới được sử dụng làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý. Các lưới trong tập hợp lưới cuối cùng có Geof-Demo được thể hiện trên Fig.8.

Sau khi ứng dụng phương pháp trong ví dụ của sáng chế vào thực tế, các hiệu quả đáng kể đã đạt được so với giải pháp kỹ thuật đã biết sử dụng các lưới chỉ số được tạo hạt đơn. Với khu vực địa lý bao gồm các hàng rào chẳng hạn như các tòa nhà văn phòng, khu vực dân cư, trung tâm mua sắm, sân bay, bệnh viện, v.v. làm đối tượng, các kết quả so sánh được thể hiện trong bảng 1:

Chỉ số	Lưới chỉ số được tạo hạt đơn	Ví dụ của sáng chế
Số lượng lưới chỉ số	5,3 tỷ	0,15 tỷ
Vùng bảo phủ chỉ số	100%	100%
Độ chính xác chỉ số	90,5%	95%

Bảng 1

Có thể thấy rằng trong trường hợp độ chính xác cao hơn, số lượng các chỉ số theo ví dụ ứng dụng hiện tại được giảm hơn 30 lần so với các lưới chỉ số được tạo hạt đơn. Độ chính xác chỉ số cao hơn khiến cho việc định vị của dịch vụ dựa trên hàng rào địa lý chính xác hơn, qua đó cải thiện hiệu suất dịch vụ và làm giảm tỷ lệ gián đoạn; số lượng chỉ số ít hơn khiến dữ liệu chỉ số chiếm ít không gian lưu trữ hơn, do đó cải thiện môi trường mà cấu trúc dịch vụ sẽ phụ thuộc vào đó và cải thiện độ bền và độ linh hoạt của dịch vụ.

Tương ứng với việc cách hành quy trình nêu trên, các phương án của sáng chế còn đề xuất thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý. Thiết bị này có thể được thi hành bởi phần mềm, hoặc phần cứng, hoặc sự kết hợp của phần cứng và phần mềm. Lấy cách thi hành phần mềm làm một ví dụ, như một thiết bị logic, nó được tạo ra theo cách mà CPU (đơn vị xử lý trung tâm) của thiết bị mà có thiết bị này được đặt trong đó sẽ đọc các lệnh chương trình máy tính tương ứng trong bộ nhớ để hoạt động. Ở cấp độ phần cứng, ngoài CPU, bộ nhớ, và bộ lưu trữ được thể hiện trên Fig.9, thiết bị, mà thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý này được đặt trong đó, thường bao gồm phần cứng khác chẳng hạn như chip để phát và nhận các tín hiệu không dây,

và/hoặc phần cứng khác chẳng hạn như bảng bo mạch để thi hành chức năng truyền thông mạng.

Fig.10 thể hiện thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo một số phương án của sáng chế, bao gồm đơn vị lưới ngoại tiếp, đơn vị chia nhỏ lưới, và đơn vị xác định chỉ số, trong đó đơn vị lưới ngoại tiếp được tạo cấu hình để xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, lưới ngoại tiếp là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý; đơn vị chia nhỏ lưới được tạo cấu hình để, với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, và độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích của hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới; và đơn vị xác định chỉ số được tạo cấu hình để lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Theo một cách thi hành, thiết bị này còn bao gồm đơn vị hợp nhất lưới được tạo cấu hình để hợp nhất một phần các lưới trong tập hợp lưới thành các lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới cao hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, sao cho độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước này; và đơn vị xác định chỉ số được tạo cấu hình cụ thể để lấy các lưới trong tập hợp lưới sau khi hợp nhất làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Theo cách thi hành nêu trên, đơn vị hợp nhất lưới hợp nhất một phần các lưới trong tập hợp lưới thành các lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý sao cho độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, việc này bao gồm việc: tạo ra bài toán xếp ba lô trong trường hợp trong đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như vật phẩm, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được xem như lưới chỉ số so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất được sử dụng như trọng lượng của vật phẩm, việc giảm số lượng các lưới khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm, và khu vực bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá của độ chính xác chỉ số của tập hợp

lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước được xem như tổng trọng lượng giới hạn; và lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô này làm kết quả của việc hợp nhất lưới. Đơn vị xác định chỉ số được tạo cấu hình cụ thể để cập nhật tập hợp lưới theo kết quả của việc hợp nhất lưới và lấy các lưới trong tập hợp lưới được cập nhật làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

Theo một ví dụ, đơn vị hợp nhất lưới xác định giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới, việc này bao gồm việc: xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô, trong đó vật phẩm cha theo hệ phân cấp cây được hợp nhất từ các vật phẩm con của nó; liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô với điều kiện ràng buộc là các vật phẩm có mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô; và đưa ra câu trả lời cho mỗi trạng thái ba lô, và lấy câu trả lời tối ưu trong tất cả các câu trả lời làm giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô.

Theo ví dụ nêu trên, đơn vị hợp nhất lưới xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô, việc này bao gồm việc: với độ hạt giới hạn dưới là điểm bắt đầu của độ hạt hiện tại, hợp nhất các lưới có độ hạt hiện tại trong tập hợp lưới thành các lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức; với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, xác định trọng lượng và giá của mỗi vật phẩm cho đến khi tất cả các lưới được hợp nhất thành lưới ngoại tiếp; và tạo ra hệ phân cấp cây của các vật phẩm theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm, trong đó độ hạt giới hạn dưới là độ hạt của các lưới dày đặc nhất trong tập hợp lưới trước khi hợp nhất.

Theo ví dụ nêu trên, dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm có mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô, đơn vị hợp nhất lưới sẽ liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô, việc này bao gồm việc: xác định trạng thái ba lô của mỗi vật phẩm đang đóng vai trò như nút lá của hệ phân cấp cây; và với các vật phẩm con đang đóng vai trò như các nút lá làm điểm bắt đầu và phép giao của tích Đề các của các trạng thái ba lô của tất cả các vật phẩm con của vật phẩm cha với bản thân vật phẩm cha như trạng thái ba lô của vật phẩm cha, thực hiện việc lặp lại cho đến khi các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp tương ứng với nút gốc theo hệ phân cấp cây được thu nhận, trong đó các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp là tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô.

Các phương án của sáng chế đề xuất thiết bị máy tính bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý. Bộ nhớ ở đây lưu trữ chương trình máy tính thực thi được bởi bộ xử lý; và khi chạy chương trình máy tính được lưu trữ này, bộ xử lý thực thi các bước của phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo các phương án của sáng chế. Để mô tả chi tiết các bước của phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, có thể tham khảo nội dung nêu trên, và nó sẽ không được lặp lại.

Các phương án của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính mà nó lưu trữ các chương trình máy tính, và khi các chương trình máy tính này được chạy bởi bộ xử lý, các bước của phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý theo các phương án của sáng chế được thực thi. Để mô tả chi tiết các bước của phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, có thể tham khảo nội dung nêu trên, và nó sẽ không được lặp lại.

Các phương án được mô tả trên đây chỉ đơn thuần là các phương án ưu tiên của sáng chế và không nhằm giới hạn sáng chế. Các cải biến, thay thế tương đương, cải tiến và dạng tương tự bất kỳ, được thực hiện trong phạm vi và nguyên lý của sáng chế sẽ được bao hàm trong phạm vi của sáng chế.

Theo một cấu hình điển hình, thiết bị điện toán bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý (CPU), giao diện vào/ra, giao diện mạng, và bộ nhớ.

Bộ nhớ này có thể bao gồm bộ phi vĩnh cửu, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), và/hoặc bộ nhớ bất khả biến, chẳng hạn như bộ nhớ chỉ đọc (ROM) hoặc RAM tác động nhanh, trong phương tiện đọc được bằng máy tính. Bộ nhớ là một ví dụ về phương tiện đọc được bằng máy tính.

Phương tiện đọc được bằng máy tính bao gồm phương tiện vĩnh cửu và phi vĩnh cửu, có thể và không thể tháo ra được và có thể lưu trữ thông tin theo phương pháp hoặc công nghệ bất kỳ. Thông tin này có thể là lệnh có thể đọc được bằng máy tính, cấu trúc dữ liệu, môđun của chương trình hoặc dữ liệu khác. Các ví dụ về phương tiện lưu trữ máy tính bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ nhớ thay đổi pha (phase change memory, PRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (static random access memory, SRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (dynamic random access memory, DRAM), các loại bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory, RAM) khác, bộ nhớ chỉ đọc (read only memory, ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện

(electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM), bộ nhớ tác động nhanh (flash) hoặc các công nghệ nhớ khác, bộ nhớ chỉ đọc dạng đĩa quang chỉ đọc (read-only optical disk read-only memory, CD-ROM), đĩa đa năng kỹ thuật số (digital versatile disc, DVD) hoặc các bộ lưu trữ quang học khác, catxet băng từ, bộ lưu trữ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác hoặc phương tiện không truyền dẫn khác bất kỳ để lưu giữ thông tin mà chúng có thể được truy cập bởi các thiết bị điện toán. Như được xác định ở đây, phương tiện đọc được bằng máy tính không bao gồm phương tiện chuyển tiếp, chẳng hạn như các tín hiệu dữ liệu được điều biến và các sóng mang.

Cũng cần hiểu rằng thuật ngữ "bao gồm," "gồm," hoặc các biến thể khác bất kỳ của nó được dự tính để bao hàm sự bao gồm không loại trừ sao cho quy trình, phương pháp, vật phẩm, hoặc thiết bị mà nó bao gồm một loạt phần tử không chỉ bao gồm các phần tử này mà còn bao gồm các phần tử khác mà chúng được liệt kê một cách rõ ràng, hoặc cũng bao gồm các phần tử cố hữu của quy trình, phương pháp, vật phẩm, hoặc thiết bị này. Nếu không có thêm các ràng buộc, phần tử được xác định bởi câu "bao gồm một ..." không loại trừ các phần tử giống hệt khác tồn tại trong quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị mà nó bao gồm phần tử này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các phương án của sáng chế có thể được đề xuất dưới dạng phương pháp, hệ thống, hoặc sản phẩm chương trình máy tính. Do đó, sáng chế có thể có dạng phương án toàn bộ phần cứng, phương án toàn bộ phần mềm, hoặc phương án kết hợp phần mềm và phần cứng. Hơn nữa, sáng chế có thể có dạng sản phẩm chương trình máy tính được thi hành trên một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ máy tính (bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các bộ nhớ dạng đĩa, các CD-ROM và các bộ nhớ quang) chứa các mã chương trình máy tính.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý (geo-fence), phương pháp này bao gồm các bước:

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất trong hệ thống độ hạt định trước mà nó có thể chứa hàng rào địa lý này;

với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ một hoặc nhiều lưới chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này; và

lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý này,

trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

nếu độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới cao hơn ngưỡng chính xác được xác định trước đã nêu, hợp nhất một phần của các lưới trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý sao cho độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó bước hợp nhất này bao gồm các bước: tạo ra bài toán xếp ba lô (knapsack problem) trong đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như vật phẩm, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất được xem như trọng lượng của vật phẩm, việc giảm số lượng các lưới khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm, và diện tích bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá của độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước trước khi hợp nhất được xem như tổng trọng lượng giới hạn, và lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới; và

cập nhật tập hợp lưới theo kết quả của việc hợp nhất lưới và lấy các lưới trong tập hợp lưới được cập nhật làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới bao gồm các bước:

xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô, vật phẩm cha trong hệ phân cấp cây này được hợp nhất từ các vật phẩm con của nó;

liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm với mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô; và

đưa ra câu trả lời cho mỗi trạng thái ba lô, và lấy câu trả lời tối ưu trong tất cả các câu trả lời làm giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô bao gồm bước:

với độ hạt giới hạn dưới là điểm bắt đầu của độ hạt hiện tại, hợp nhất các lưới có độ hạt hiện tại trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức;

với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, xác định trọng lượng và giá của vật phẩm này cho đến khi tất cả các lưới được hợp nhất thành lưới ngoại tiếp; và

tạo ra hệ phân cấp cây của các vật phẩm theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm, trong đó độ hạt giới hạn dưới là độ hạt của các lưới dày đặc nhất trong tập hợp lưới trước khi hợp nhất.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm với mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô bao gồm các bước:

xác định trạng thái ba lô của mỗi vật phẩm đang đóng vai trò là nút lá của hệ phân cấp cây; và

với các vật phẩm con đang đóng vai trò như các nút lá là điểm bắt đầu và phép giao của tích Đề các của các trạng thái ba lô của tất cả các vật phẩm con của vật phẩm cha với bản thân vật phẩm cha như trạng thái ba lô của vật phẩm cha này, thực hiện việc lặp lại cho đến khi các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp tương ứng với nút gốc theo hệ phân cấp cây được thu nhận, trong đó các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp là tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô.

5. Thiết bị để xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, bao gồm:

bộ xử lý; và

bộ nhớ để lưu trữ các lệnh có thể thực thi được bởi bộ xử lý này;

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất trong hệ thống độ hạt định trước mà nó có thể chứa hàng rào địa lý này;

với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ một hoặc nhiều lưới chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này; và

lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý,

trong đó bộ xử lý này còn được tạo cấu hình để:

nếu độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới cao hơn ngưỡng chính xác được xác định trước đã nêu, hợp nhất một phần của các lưới trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý sao cho độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó việc hợp nhất một phần của các lưới này bao gồm việc: tạo ra bài toán xếp ba lô trong đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như vật phẩm, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất được xem như trọng lượng của vật phẩm, việc giảm số lượng các lưới khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm, và diện tích bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá của độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước trước khi hợp nhất được xem như tổng trọng lượng giới hạn, và lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới; và

cập nhật tập hợp lưới theo kết quả của việc hợp nhất lưới và lấy các lưới trong tập hợp lưới được cập nhật này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô, vật phẩm cha trong hệ phân cấp cây này được hợp nhất từ các vật phẩm con của nó;

liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm với mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô; và

đưa ra câu trả lời cho mỗi trạng thái ba lô, và lấy câu trả lời tối ưu trong tất cả các câu trả lời làm giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô.

7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

với độ hạt giới hạn dưới là điểm bắt đầu của độ hạt hiện tại, hợp nhất các lưới có độ hạt hiện tại trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức;

với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, xác định trọng lượng và giá của vật phẩm này cho đến khi tất cả các lưới được hợp nhất thành lưới ngoại tiếp; và

tạo ra hệ phân cấp cây của các vật phẩm theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm, trong đó độ hạt giới hạn dưới là độ hạt của các lưới dày đặc nhất trong tập hợp lưới trước khi hợp nhất.

8. Thiết bị theo điểm 6, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

xác định trạng thái ba lô của mỗi vật phẩm đang đóng vai trò là nút lá của hệ phân cấp cây; và

với các vật phẩm con đang đóng vai trò như các nút lá là điểm bắt đầu và phép giao của tích Đề các của các trạng thái ba lô của tất cả các vật phẩm con của vật phẩm cha với bản thân vật phẩm cha như trạng thái ba lô của vật phẩm cha này, thực hiện việc lặp lại cho đến khi các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp tương ứng với nút gốc theo hệ phân cấp cây được thu nhận, trong đó các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp là tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô.

9. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, có chương trình máy tính được lưu trữ trên đó, trong đó khi chương trình máy tính này được thực thi bởi bộ xử lý của thiết bị, chương trình máy tính này khiến cho thiết bị này thực hiện phương pháp xác định các lưới chỉ số của hàng rào địa lý, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý, lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất trong hệ thống độ hạt định trước mà nó có thể chứa hàng rào địa lý này;

với lưới ngoại tiếp là điểm bắt đầu, chia nhỏ một hoặc nhiều lưới chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý, độ chính xác chỉ số là tỷ lệ của diện tích hàng rào địa lý so với tổng diện tích của tất cả các lưới trong tập hợp lưới này; và

lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý này,

trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

nếu độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới cao hơn ngưỡng chính xác được xác định trước đã nêu, hợp nhất một phần của các lưới trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn chứa biên của hàng rào địa lý sao cho độ chính xác chỉ số sau khi hợp nhất không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, trong đó bước hợp nhất này bao gồm các bước: tạo ra bài toán xếp ba lô (knapsack problem) trong đó lưới được hợp nhất chứa biên của hàng rào địa lý được xem như vật phẩm, việc tăng về diện tích bên ngoài hàng rào địa lý khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với diện tích bên ngoài hàng rào địa lý trước khi hợp nhất được xem như trọng lượng của vật phẩm, việc giảm số lượng các lưới khi vật phẩm được sử dụng như lưới chỉ số so với số lượng các lưới trước khi hợp nhất được xem như giá của vật phẩm, và diện tích bên ngoài hàng rào địa lý tương ứng với sự vượt quá của độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới so với ngưỡng chính xác được xác định trước trước khi hợp nhất được xem như tổng trọng lượng giới hạn, và lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới; và

cập nhật tập hợp lưới theo kết quả của việc hợp nhất lưới và lấy các lưới trong tập hợp lưới được cập nhật làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý.

10. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 9, trong đó bước lấy giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô làm kết quả của việc hợp nhất lưới bao gồm các bước:

xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô, vật phẩm cha trong hệ phân cấp cây này được hợp nhất từ các vật phẩm con của nó;

liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm với mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô; và

đưa ra câu trả lời cho mỗi trạng thái ba lô, và lấy câu trả lời tối ưu trong tất cả các câu trả lời làm giải pháp tối ưu cho bài toán xếp ba lô.

11. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 10, trong đó bước xây dựng hệ phân cấp cây của các vật phẩm của bài toán xếp ba lô bao gồm bước:

với độ hạt giới hạn dưới là điểm bắt đầu của độ hạt hiện tại, hợp nhất các lưới có độ hạt hiện tại trong tập hợp lưới thành một hoặc nhiều lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức;

với mỗi lưới được hợp nhất như một vật phẩm, xác định trọng lượng và giá của vật phẩm này cho đến khi tất cả các lưới được hợp nhất thành lưới ngoại tiếp; và

tạo ra hệ phân cấp cây của các vật phẩm theo mối quan hệ cha con giữa các vật phẩm, trong đó độ hạt giới hạn dưới là độ hạt của các lưới dày đặc nhất trong tập hợp lưới trước khi hợp nhất.

12. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 10, trong đó bước liệt kê tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô dưới điều kiện ràng buộc rằng các vật phẩm với mối quan hệ cha con không thể cùng lúc tồn tại trong một ba lô bao gồm các bước:

xác định trạng thái ba lô của mỗi vật phẩm đang đóng vai trò là nút lá của hệ phân cấp cây; và

với các vật phẩm con đang đóng vai trò như các nút lá là điểm bắt đầu và phép giao của tích Đề các của các trạng thái ba lô của tất cả các vật phẩm con của vật phẩm cha với bản thân vật phẩm cha như trạng thái ba lô của vật phẩm cha này, thực hiện việc lặp lại cho đến khi các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp tương ứng với nút gốc theo hệ phân cấp cây được thu nhận, trong đó các trạng thái ba lô của lưới ngoại tiếp là tất cả các trạng thái ba lô của bài toán xếp ba lô.

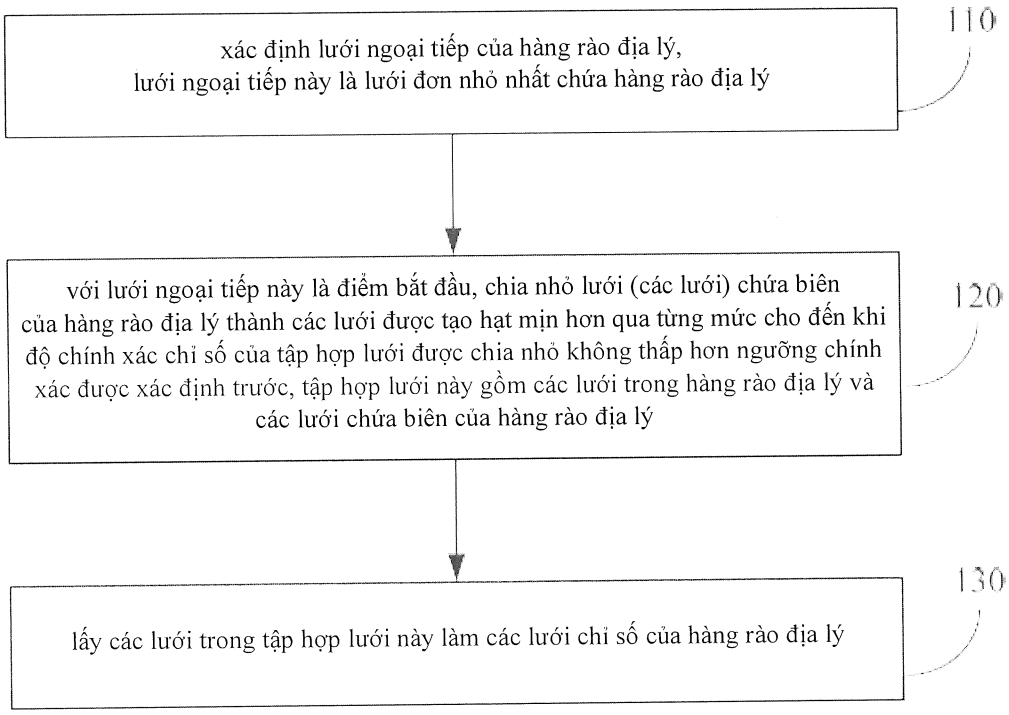

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý,
lưới ngoại tiếp này là lưới đơn nhỏ nhất chứa hàng rào địa lý
110
với lưới ngoại tiếp này là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới được chia nhỏ không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước, tập hợp lưới này gồm các lưới trong hàng rào địa lý và các lưới chứa biên của hàng rào địa lý
120
lấy các lưới trong tập hợp lưới này làm các lưới chỉ số của hàng rào địa lý
130

FIG. 1

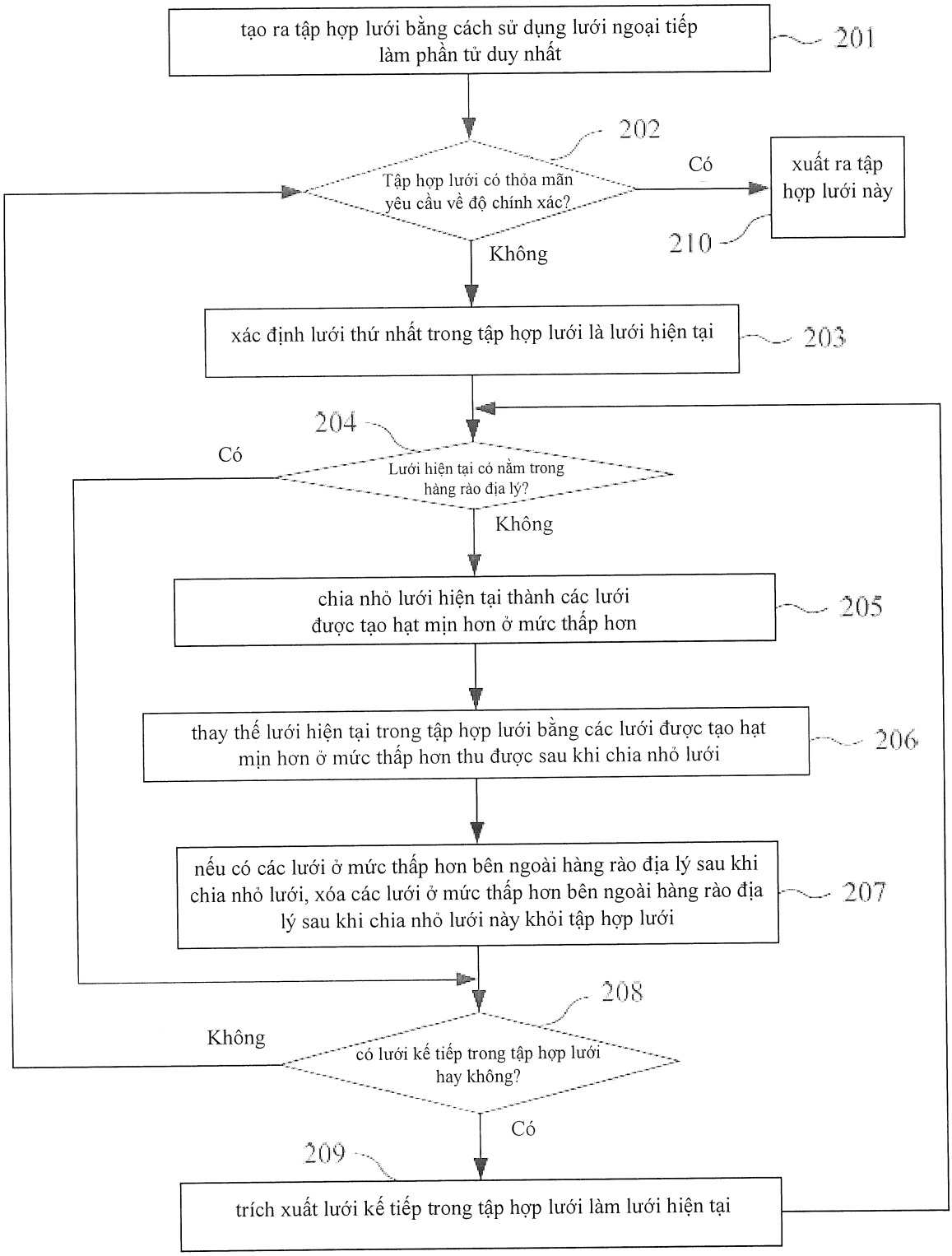

tạo ra tập hợp lưới bằng cách sử dụng lưới ngoại tiếp làm phần tử duy nhất
201
202
Tập hợp lưới có thỏa mãn yêu cầu về độ chính xác?
Có
xuất ra tập hợp lưới này
210
Không
xác định lưới thứ nhất trong tập hợp lưới là lưới hiện tại
203
204
Có
Lưới hiện tại có nằm trong hàng rào địa lý?
Không
chia nhỏ lưới hiện tại thành các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn
205
thay thế lưới hiện tại trong tập hợp lưới bằng các lưới được tạo hạt mịn hơn ở mức thấp hơn thu được sau khi chia nhỏ lưới
206
nếu có các lưới ở mức thấp hơn bên ngoài hàng rào địa lý sau khi chia nhỏ lưới, xóa các lưới ở mức thấp hơn bên ngoài hàng rào địa lý sau khi chia nhỏ lưới này khỏi tập hợp lưới
207
208
Không
có lưới kế tiếp trong tập hợp lưới hay không?
Có
209
trích xuất lưới kế tiếp trong tập hợp lưới làm lưới hiện tại

FIG. 2

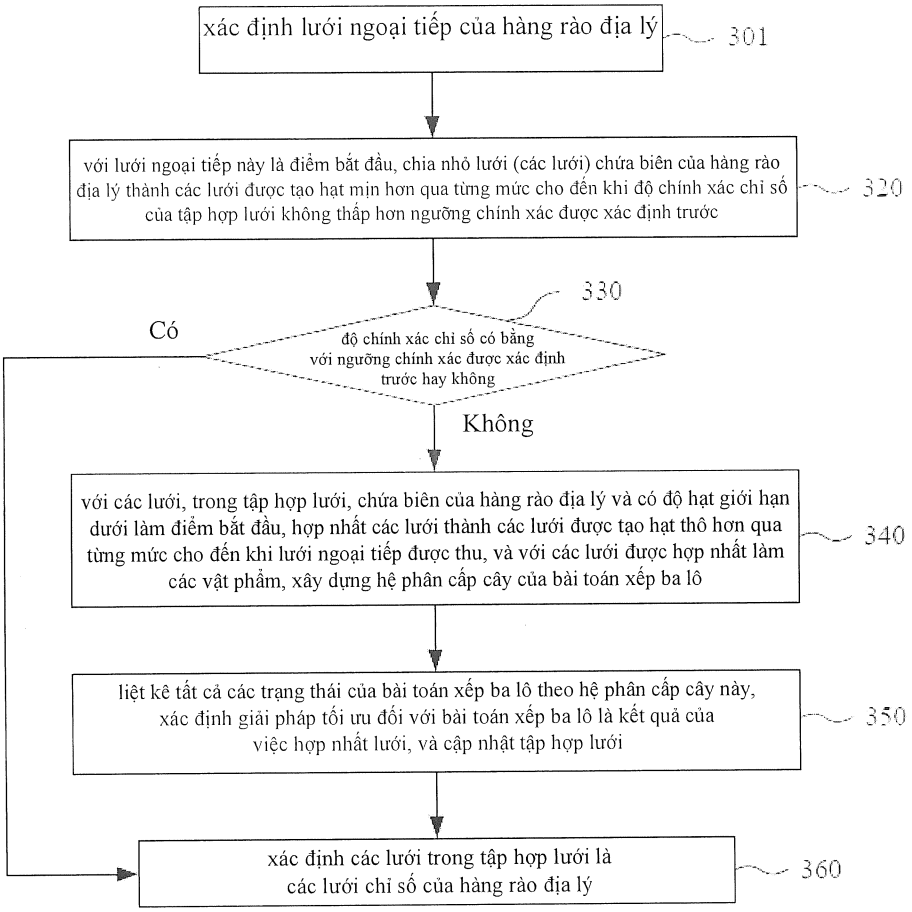

xác định lưới ngoại tiếp của hàng rào địa lý
301
với lưới ngoại tiếp này là điểm bắt đầu, chia nhỏ lưới (các lưới) chứa biên của hàng rào địa lý thành các lưới được tạo hạt mịn hơn qua từng mức cho đến khi độ chính xác chỉ số của tập hợp lưới không thấp hơn ngưỡng chính xác được xác định trước
320
330
Có
độ chính xác chỉ số có bằng với ngưỡng chính xác được xác định trước hay không
Không
với các lưới, trong tập hợp lưới, chứa biên của hàng rào địa lý và có độ hạt giới hạn dưới làm điểm bắt đầu, hợp nhất các lưới thành các lưới được tạo hạt thô hơn qua từng mức cho đến khi lưới ngoại tiếp được thu, và với các lưới được hợp nhất làm các vật phẩm, xây dựng hệ phân cấp cây của bài toán xếp ba lô
340
liệt kê tất cả các trạng thái của bài toán xếp ba lô theo hệ phân cấp cây này, xác định giải pháp tối ưu đối với bài toán xếp ba lô là kết quả của việc hợp nhất lưới, và cập nhật tập hợp lưới
350
xác định các lưới trong tập hợp lưới là các lưới chỉ số của hàng rào địa lý
360

FIG. 3

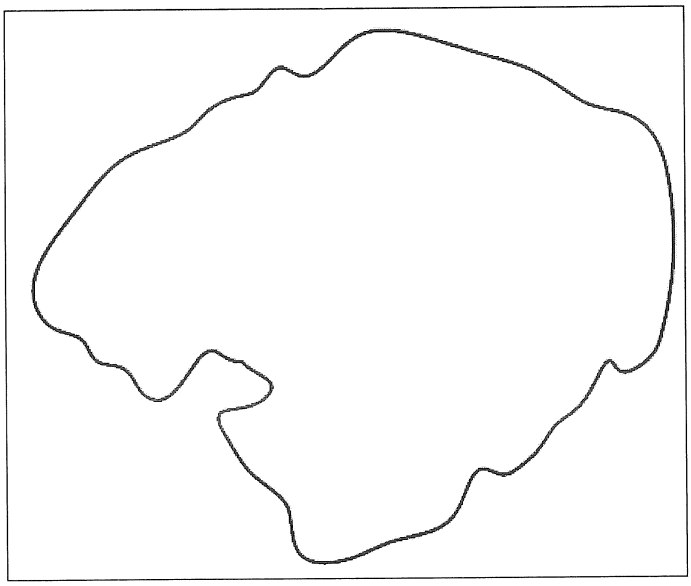


FIG. 4

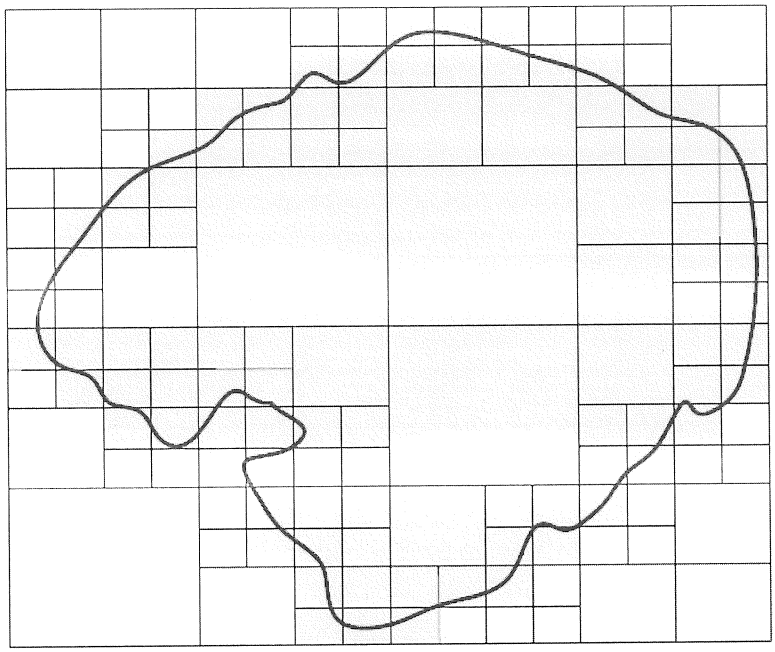


FIG. 5

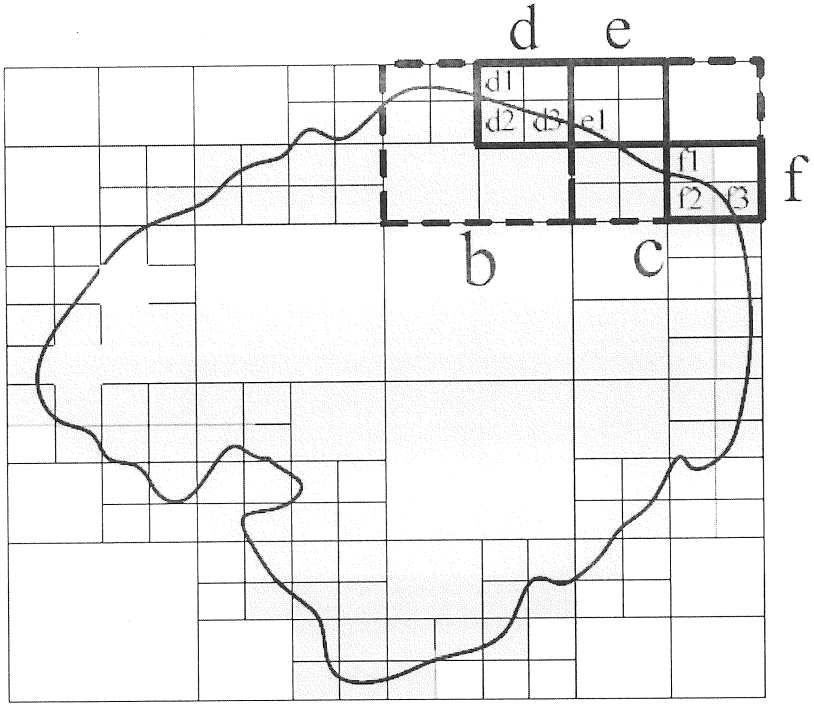


FIG. 6

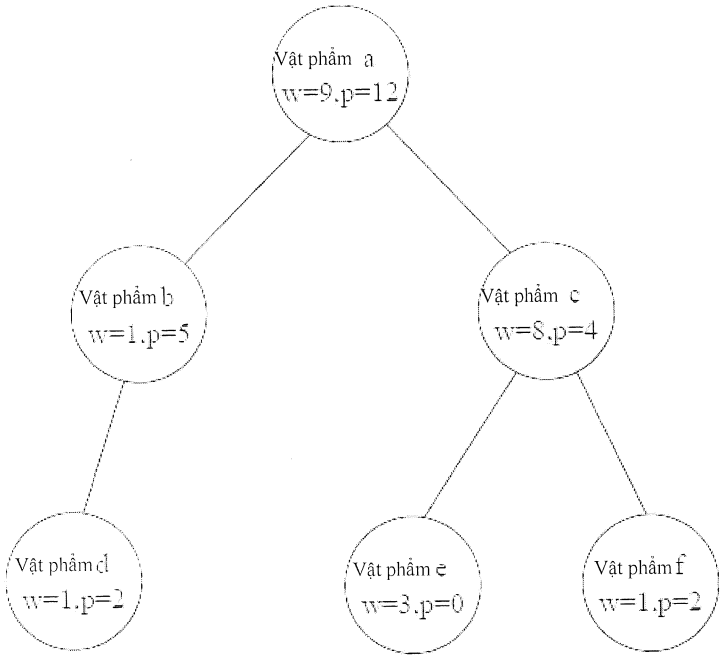

Vật phẩm a
w=9,p=12
Vật phẩm b
w=1,p=5
Vật phẩm c
w=8,p=4
Vật phẩm d
w=1,p=2
Vật phẩm e
w=3,p=0
Vật phẩm f
w=1,p=2

FIG. 7

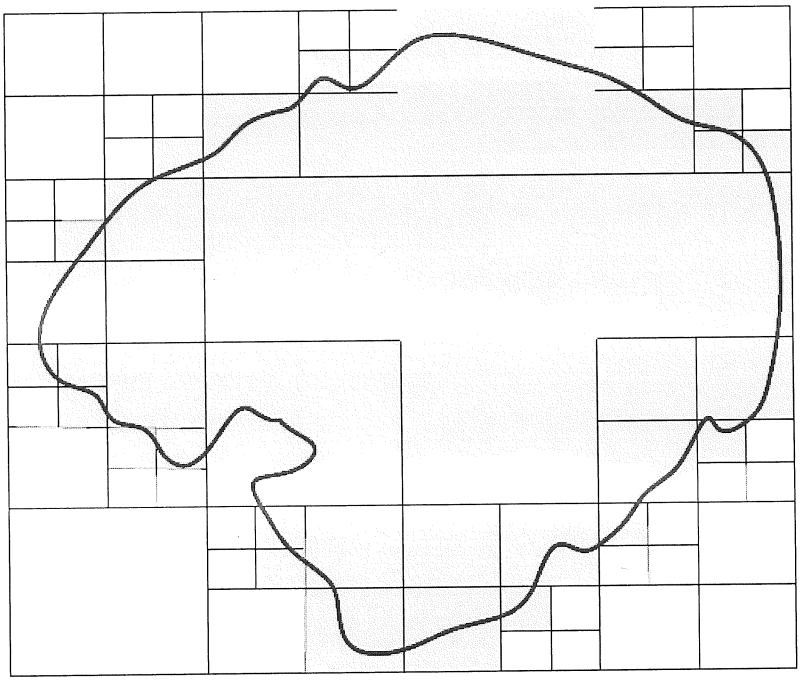


FIG. 8

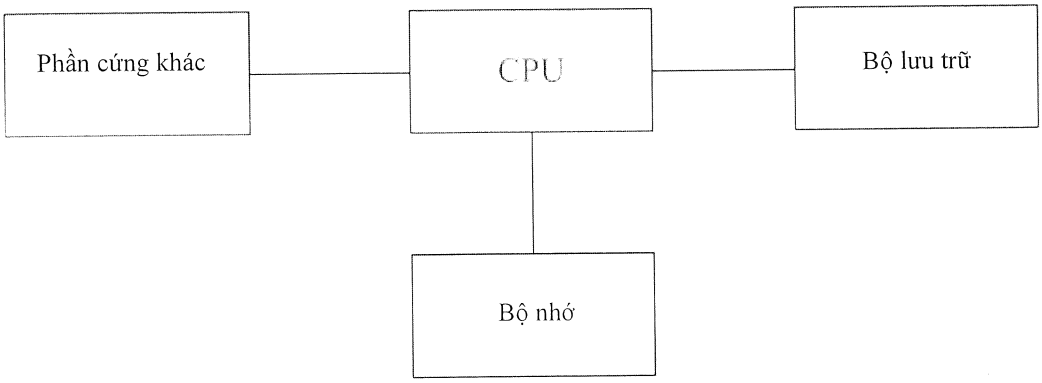

Phần cứng khác
CPU
Bộ lưu trữ
Bộ nhớ

FIG. 9

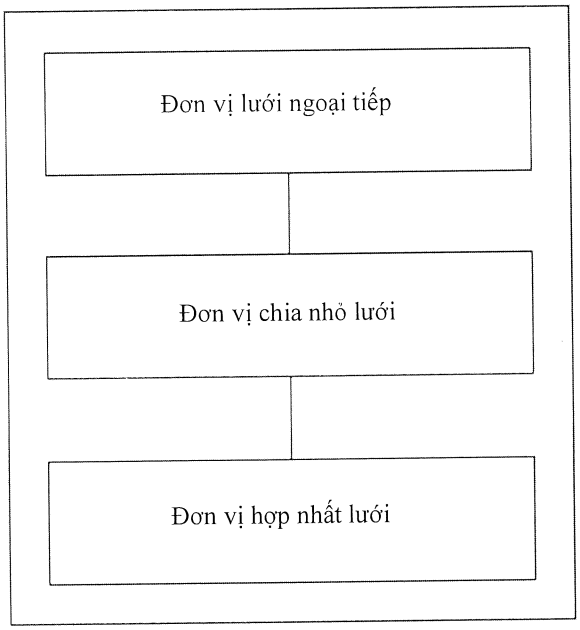

Đơn vị lưới ngoại tiếp
Đơn vị chia nhỏ lưới
Đơn vị hợp nhất lưới

FIG. 10