



(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)



1-0030638

(51)⁸ G06K 9/62; G06K 9/00

(13) B

(21) 1-2017-02976

(22) 19/01/2016

(86) PCT/JP2016/051457 19/01/2016

(87) WO 2016/117564 28/07/2016

(30) 2015-009207 21/01/2015 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 27/11/2017 356A

(73) NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKYO UNIVERSITY OF
AGRICULTURE AND TECHNOLOGY (JP)

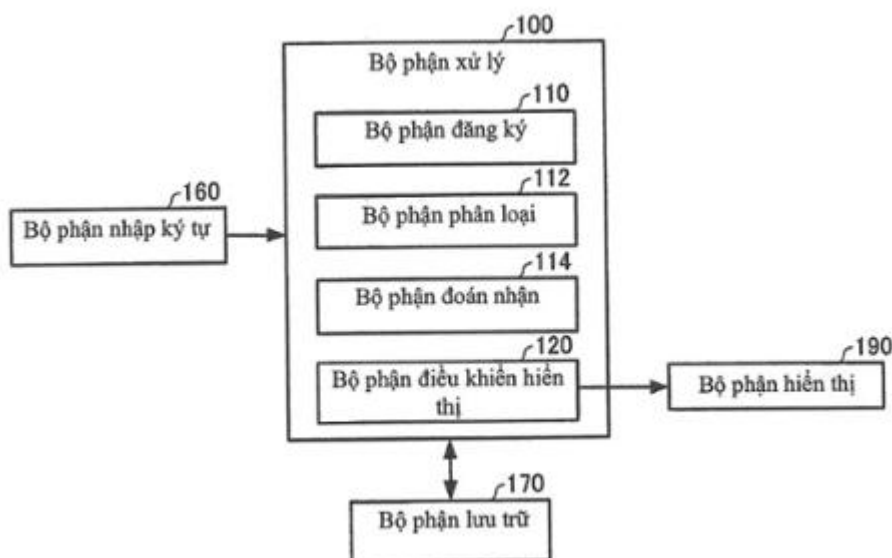
3-8-1, Harumi-cho, Fuchu-shi, Tokyo 183-8538, Japan

(72) NAKAGAWA, Masaki (JP); PHAN, Minh Khanh (VN); LE, Duc Anh (VN).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ ĐOÁN NHẬN VÀ VẬT GHI LƯU TRỮ THÔNG TIN

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị đoán nhận và tương tự để có thể đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự. Thiết bị đoán nhận bao gồm: bộ phận đăng ký để xác định liệu nét nhập hoặc chuỗi nét có tương ứng với biểu đạt cụ thể được sử dụng để phân loại thành chuỗi ký tự và công thức toán học hay không, và đăng ký thông tin về vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể khi đã xác định được rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể; bộ phận phân loại để thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với công thức toán học; và bộ phận đoán nhận để đoán nhận chuỗi ký tự từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin, và thiết bị đoán nhận.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương pháp sử dụng ngôn ngữ chuyên dụng (ví dụ, LaTeX), phương pháp sử dụng bộ soạn thảo công thức toán học, và loại tương tự đã được sử dụng làm phương pháp để nhập công thức toán học. Tuy nhiên, phương pháp sử dụng ngôn ngữ chuyên dụng có vấn đề ở chỗ cần phải học các thuật ngữ kỹ thuật, và phương pháp sử dụng bộ soạn thảo công thức toán học có vấn đề ở chỗ cần phải thực hiện lặp lại thao tác chọn thực đơn và thao tác chọn ký hiệu. Do đó, các phương pháp này bất tiện đối với người bình thường. Phương pháp khiến cho máy tính đoán nhận công thức toán học là chữ viết tay trên máy tính bảng hoặc loại tương tự đã được nghiên cứu từ lâu. Sự cải tiến về tỷ lệ đoán nhận đã đạt được nhờ nghiên cứu trong một thời dài, và có thể là phương pháp này được công chúng sử dụng rộng rãi do tính phổ biến của máy tính bảng cá nhân tăng nhanh trong những năm gần đây.

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP-A-2009-80615

Vấn đề kỹ thuật

Công thức toán học được thể hiện bằng cách sử dụng mối quan hệ về vị trí và kích thước đối với các ký hiệu (ví dụ, toán tử số học, dấu ngoặc đơn, dấu chia, dấu căn, dấu tích phân, và lũy thừa). Hệ thống đoán nhận công thức toán học viết tay thường được thiết kế với giả định là các ký tự chữ số được sử dụng làm các ký hiệu. Tuy nhiên, các chuỗi ký tự không phải là chuỗi ký tự chữ số cũng được sử dụng rộng rãi làm các ký hiệu. Trong trường hợp như vậy, hệ thống đoán nhận công thức toán học viết tay đã biết không thể đoán nhận chuỗi ký tự có trong công thức toán học. Công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự như vậy thường xuất hiện trong sách giáo khoa, và thường được viết trên bảng đen.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo ra nhằm khắc phục vấn đề nêu trên. Mục đích của sáng chế là đề xuất chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin, và thiết bị đoán nhận có thể đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự.

Cách thức giải quyết vấn đề

(1) Theo một phương án, sáng chế đề xuất chương trình để đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự từ chuỗi nét nhập viết tay, chương trình làm cho máy tính thực hiện chức năng làm:

bộ phận đăng ký để xác định liệu nét nhập hoặc chuỗi nét có tương ứng với biểu đạt cụ thể được sử dụng để phân loại chuỗi nét nhập viết tay thành chuỗi ký tự và công thức toán học hay không, và đăng ký thông tin về vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể khi đã xác định được rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể;

bộ phận phân loại để thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một loại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với loại còn lại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học; và

bộ phận đoán nhận để đoán nhận chuỗi ký tự từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học. Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất vật ghi lưu trữ thông tin đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình khiến cho máy tính thực hiện chức năng làm các bộ phận trên đây. Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị đoán nhận bao gồm các bộ phận trên đây.

Theo các phương án trên đây của sáng chế, có thể đoán nhận chuỗi ký tự có trong công thức toán học, và công thức toán học, trong khi vẫn phân biệt một cách rõ ràng chuỗi ký tự và công thức toán học, bằng cách xác định liệu nét nhập có tương ứng với biểu đạt cụ thể hay không, thiết lập nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một loại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học, thiết

lập nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với loại còn lại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học, đoán nhận chuỗi ký tự từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học. Chuỗi nét có thể được tách (được phân loại) một cách tự động thành công thức toán học và chuỗi ký tự mà không sử dụng biểu đạt cụ thể. Tuy nhiên, khó có thể phân loại một cách tự động chuỗi nét thành công thức toán học và chuỗi ký tự (tức là, chuỗi nét có thể bị phân loại nhầm thành công thức toán học và chuỗi ký tự). Do đó, các phương án của sáng chế sử dụng biểu đạt cụ thể để phân loại chuỗi nét thành chuỗi ký tự và công thức toán học.

(2) Trong mỗi đối tượng trong số chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin và thiết bị đoán nhận, khi đã xác định được rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể, bộ phận phân loại có thể thiết lập nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một loại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học, và

khi đã xác định được rằng nét nhập không tương ứng với biểu đạt cụ thể, bộ phận phân loại có thể xác định liệu nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể hay không, và thiết lập nét nhập làm nét tương ứng với một loại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học khi đã xác định được rằng nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể.

Điều này giúp cho có thể phân loại chuỗi nét thành chuỗi ký tự và công thức toán học ngay cả khi người sử dụng viết biểu đạt cụ thể sau khi viết chuỗi ký tự (hoặc công thức toán học), hoặc người sử dụng viết chuỗi ký tự (hoặc công thức toán học) sau khi viết biểu đạt cụ thể. Do đó, có thể nâng cao tính thuận tiện cho người sử dụng.

(3) Trong mỗi đối tượng trong số chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin và thiết bị đoán nhận, bộ phận phân loại có thể thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với công thức toán học, và

bộ phận đoán nhận có thể đoán nhận công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học trong khi xử lý nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể dưới dạng một ký hiệu.

Có khả năng đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự nhờ sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học mà không thể đoán nhận chuỗi ký tự, bằng cách đoán nhận công thức toán học nhờ sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học trong khi xử lý nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (tức là, nét đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự) dưới dạng một ký hiệu.

(4) Mỗi đối tượng trong số chương trình và vật ghi lưu trữ thông tin có thể khiến cho máy tính thực hiện thêm chức năng làm bộ phận điều khiển hiển thị để thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị chuỗi nét nhập trên bộ phận hiển thị, trong đó bộ phận điều khiển hiển thị có thể thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị nét hoặc chuỗi nét đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể làm ảnh thể hiện hình dạng tương ứng với biểu đạt cụ thể.

Thiết bị đoán nhận có thể còn bao gồm bộ phận điều khiển hiển thị để thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị chuỗi nét nhập trên bộ phận hiển thị, trong đó bộ phận điều khiển hiển thị có thể thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị nét hoặc chuỗi nét đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể làm ảnh thể hiện hình dạng tương ứng với biểu đạt cụ thể.

Có khả năng thông báo cho người sử dụng rằng biểu đạt cụ thể đã được đoán nhận (xác định) một cách chính xác, bằng cách hiển thị nét mà đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể làm ảnh thể hiện hình dạng tương ứng với biểu đạt cụ thể. Do đó, có thể nâng cao tính thuận tiện cho người sử dụng.

(5) Trong mỗi đối tượng trong số chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin, và thiết bị đoán nhận, bộ phận điều khiển hiển thị có thể thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể với màu khác với màu của nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể.

Có thể thông báo cho người sử dụng rằng chuỗi nét đã được phân loại chính xác thành chuỗi ký tự và công thức toán học do biểu đạt cụ thể, bằng cách hiển thị nét mà có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể với màu khác với màu của nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể. Do đó, có thể nâng cao tính thuận tiện cho người sử dụng.

(6) Trong mỗi đối tượng trong số chương trình, vật ghi lưu trữ thông tin và thiết bị đoán nhận, bộ phận đăng ký có thể xác định rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể khi chuỗi nét hoặc nét nhập có hình dạng gần như chữ nhật.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối chức năng minh họa một ví dụ về thiết bị đoán nhận theo một phương án của sáng chế.

Fig.2A minh họa một ví dụ về chuỗi viết tay bao gồm công thức toán học, chuỗi ký tự, và biểu đạt cụ thể.

Fig.2B minh họa một ví dụ về bảng biểu đạt cụ thể.

Fig.3A minh họa thời gian (thứ tự) mà theo đó biểu đạt cụ thể được viết.

Fig.3B minh họa thời gian (thứ tự) mà theo đó biểu đạt cụ thể được viết.

Fig.3C minh họa thời gian (thứ tự) mà theo đó biểu đạt cụ thể được viết.

Fig.3D minh họa thời gian (thứ tự) mà theo đó biểu đạt cụ thể được viết.

Fig.4A minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết biểu đạt cụ thể hình chữ nhật.

Fig.4B minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết biểu đạt cụ thể hình chữ nhật.

Fig.5 là lưu đồ minh họa một ví dụ về quy trình tuần tự.

Fig.6A minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.6B minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.6C minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.6D minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.6E minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.6F minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng.

Fig.7 là lưu đồ minh họa một ví dụ về quy trình theo đợt.

Fig.8A minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp theo đợt được sử dụng.

Fig.8B minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp theo đợt được sử dụng.

Fig.8C minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp theo đợt được sử dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án ví dụ của sáng chế được mô tả dưới đây. Cần lưu ý rằng các phương án làm ví dụ sau đây không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế như được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Cũng lưu ý rằng tất cả các thành phần được mô tả dưới đây kết hợp với các phương án làm ví dụ sẽ không nhất thiết được lấy làm các thành phần cơ bản của sáng chế.

1. Cấu hình

Fig.1 minh họa một ví dụ về sơ đồ khối chức năng của thiết bị đoán nhận theo một phương án của sáng chế. Cần lưu ý rằng thiết bị đoán nhận có thể có cấu hình trong đó một số thành phần (bộ phận) được minh họa trên Fig.1 được bỏ qua.

Bộ phận nhập ký tự 160 cho phép người dùng nhập ký tự viết tay nhờ sử dụng phương tiện viết (ví dụ, bút hoặc đầu ngón tay). Chức năng của bộ phận nhập ký tự 160 có thể được thực hiện bởi bề mặt viết (ví dụ, máy tính bảng hoặc panen chạm), hoặc loại tương tự. Bộ phận nhập ký tự 160 phát hiện dữ liệu tọa độ theo những khoảng thời gian đều đặn, và kết xuất chuỗi dữ liệu tọa độ được phát hiện (loạt điểm tọa độ) đến bộ phận xử lý 100 làm dữ liệu nét, dữ liệu tọa độ thể hiện vị trí của phương tiện viết trong suốt chu kỳ cho đến khi phương tiện viết mà đã tiếp xúc với bề mặt viết rời khỏi bề mặt viết. Cần lưu ý rằng vectơ từ điểm cuối của nét hiện thời đến điểm đầu của nét tiếp theo được gọi là “phần ngắt nét” (vectơ nét), và dãy (chuỗi) mà bao gồm nét và phần ngắt nét được gọi là “chuỗi nét”.

Bộ phận lưu trữ 170 lưu trữ chương trình để khiến cho máy tính thực hiện chức năng làm từng bộ phận của bộ phận xử lý 100, và các loại dữ liệu khác nhau, và đóng vai trò là khu vực làm việc đối với bộ phận xử lý 100. Chức năng của bộ phận lưu trữ 170 có thể được thực hiện bởi đĩa cứng, RAM, hoặc loại tương tự.

Bộ phận hiển thị 190 kết xuất ảnh được tạo ra bởi bộ phận xử lý 100. Chức năng của bộ phận hiển thị 190 có thể được thực hiện bởi bộ hiển thị như panen chạm mà cũng thực hiện chức năng làm bộ phận nhập ký tự 160, LCD, hoặc CRT.

Bộ phận xử lý 100 (bộ xử lý) thực hiện quy trình đoán nhận, quy trình điều khiển hiển thị, và loại tương tự dựa trên dữ liệu tọa độ được kết xuất từ bộ phận nhập ký tự 160, chương trình, và loại tương tự. Bộ phận xử lý 100 thực hiện các việc xử lý khác nhau nhờ sử dụng bộ phận lưu trữ chính có trong bộ phận lưu trữ 170 làm khu vực làm việc. Chức năng của bộ phận xử lý 100 có thể được thực hiện bởi phần cứng như bộ xử lý (ví dụ, CPU hoặc DSP) hoặc ASIC (ví dụ, mảng cổng (gate array)), hoặc chương trình. Bộ phận xử lý 100 bao gồm bộ phận đăng ký 110, bộ phận phân loại 112, bộ phận đoán nhận 114, và bộ phận điều khiển hiển thị 120.

Bộ phận đăng ký 110 xác định liệu nét nhập hoặc chuỗi nét có tương ứng với biểu đạt cụ thể được sử dụng để phân loại chuỗi nét viết tay thành chuỗi ký tự và công thức toán học hay không, và đăng ký thông tin về vùng (khu vực) được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể khi đã xác định được rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể. Thông tin đăng ký được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ 170. Bộ phận đăng ký có thể xác định rằng chuỗi nét hoặc nét nhập tương ứng với biểu đạt cụ thể khi chuỗi nét hoặc nét nhập có hình dạng gần như chữ nhật.

Bộ phận phân loại 112 thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một loại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với loại còn lại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học. Bộ phận phân loại 112 có thể thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với công thức toán học. Theo cách khác, bộ phận phân loại 112 có thể thiết lập nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét

tương ứng với công thức toán học, và thiết lập nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự.

Bộ phận đoán nhận 114 đoán nhận chuỗi ký tự từ nét đã được thiết lập bởi bộ phận phân loại 112 làm nét tương ứng với chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét đã được thiết lập bởi bộ phận phân loại 112 làm nét tương ứng với công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học. Khi bộ phận phân loại 112 thiết lập nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự, thì bộ phận đoán nhận 114 có thể đoán nhận công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học trong khi xử lý biểu đạt cụ thể và nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể dưới dạng một ký hiệu. Theo ví dụ được minh họa trên Fig.2A, các chuỗi ký tự “area” (“diện tích”), “height” (“độ cao”), và “width” (“độ rộng”) được xử lý tương ứng dưới dạng một ký hiệu (ví dụ, “x”, “y”, và “z”), và công thức toán học được đoán nhận bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học.

Bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị chuỗi nét nhập trên bộ phận hiển thị 190. Bộ phận điều khiển hiển thị 120 có thể thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị nét hoặc chuỗi nét mà đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể làm ảnh thể hiện hình dạng mà tương ứng với biểu đạt cụ thể (ví dụ, ảnh thể hiện hình chữ nhật). Bộ phận điều khiển hiển thị 120 có thể thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể với màu khác với màu của nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể. Bộ phận điều khiển hiển thị 120 thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị công thức toán học (kết quả đoán nhận) mà đã được đoán nhận bởi bộ phận đoán nhận 114 và bao gồm chuỗi ký tự, trên bộ phận hiển thị 190.

2. Phương pháp

Phương pháp theo một phương án của sáng chế được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ.

Lý tưởng là máy tính đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự viết tay bằng cách tách (phân loại) tự động chuỗi nét nhập (mẫu hình viết tay) thành công thức toán học và chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học và chuỗi ký tự. Tuy

nhiên, khó có thể phân loại một cách tự động chuỗi nét nhập thành công thức toán học và chuỗi ký tự, và tỷ lệ đoán nhận có thể giảm đi đáng kể nếu công thức toán học và chuỗi ký tự được đoán nhận ở trạng thái trong đó chuỗi nét nhập đã được phân loại không hoàn toàn.

Phương pháp theo phương án này sử dụng biểu đạt để phân loại chuỗi nét nhập thành chuỗi ký tự và công thức toán học. Biểu đạt này được gọi là “biểu đạt cụ thể”. Cụ thể hơn, khi người sử dụng đã viết ký tự hoặc ký hiệu (khác công thức toán học) mà sẽ được đoán nhận, nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể được xác định, và quy trình tương ứng với nó được thực hiện.

Phương pháp theo phương án này sử dụng hình chữ nhật mà bao quanh chuỗi ký tự như là biểu đạt cụ thể. Cụ thể, khi nét nhập viết tay (hoặc chuỗi nét) tạo ra gần giống hình chữ nhật, thì xác định được là nét tương ứng với biểu đạt cụ thể, chuỗi ký tự được đoán nhận từ nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể, và công thức toán học được đoán nhận từ nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể. Hình chữ nhật được sử dụng làm hình dạng của biểu đạt cụ thể do hình chữ nhật không xuất hiện trong công thức toán học thông thường, và mọi người thường viết hình chữ nhật một cách tự nhiên để chỉ định một vùng. Hình vuông hoặc hình chữ nhật có thể được sử dụng làm ký hiệu trong lĩnh vực toán học nhất định. Trong trường hợp như vậy, ký hiệu có hình dạng khác với hình chữ nhật có thể được sử dụng làm biểu đạt cụ thể. Cụ thể, biểu đạt cụ thể có thể là biểu đạt bất kỳ có hình dạng duy nhất (mà có thể được phân biệt một cách dễ dàng với các ký hiệu và dấu hiệu khác), và có thể chỉ định vùng trống. Ví dụ, biểu đạt cụ thể có thể được nhập bằng cách viết một hoặc hai đường chéo của hình chữ nhật từ phải sang trái (do có thể xác định được rằng chữ “X” đã được viết nếu các đường chéo được viết từ trái sang phải), hoặc có thể được nhập bằng cách viết liên tục các đường chéo của hình chữ nhật (tức là, hình “alpha” ngược). Mặc dù một ví dụ trong đó biểu đạt cụ thể được sử dụng để xác định chuỗi ký tự có trong công thức toán học được mô tả ở đây, nhưng biểu đạt cụ thể (ví dụ, hình chữ nhật mà chứa công thức toán học) có thể được sử dụng để xác định công thức toán học có trong chuỗi ký tự.

Fig.2A minh họa một ví dụ về chuỗi viết tay bao gồm công thức toán học, chuỗi ký tự, và biểu đạt cụ thể. Bộ phận đăng ký 110 xác định (giám sát) liệu nét nhập có phải là biểu đạt cụ thể hay không mỗi khi nét được nhập. Khi bộ phận đăng ký 110 xác

định rằng nét nhập là biểu đạt cụ thể, bộ phận đăng ký 110 đăng ký thứ tự nét (tức là, thứ tự của nét tương ứng với biểu đạt cụ thể) và các tọa độ (tức là, các tọa độ của bốn góc của hình chữ nhật, hoặc các tọa độ của hai góc đối diện của hình chữ nhật) của biểu đạt cụ thể trong bảng biểu đạt cụ thể. Fig.2B minh họa bảng biểu đạt cụ thể tương ứng với ví dụ viết được minh họa trên Fig.2A. Ví dụ, thực tế là biểu đạt cụ thể BG₁ được viết bởi nét thứ năm sau khi chuỗi ký tự bốn nét “area” (“diện tích”) đã được viết, các tọa độ của góc trái trên và góc phải dưới của biểu đạt cụ thể BG₁ (tức là, thông tin về vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể), biểu đạt cụ thể BG₂ được viết bởi nét thứ mười ba sau khi ký hiệu “×” thứ nhất đã được viết, các tọa độ của góc trái trên và góc phải dưới của biểu đạt cụ thể BG₂, thực tế là biểu đạt cụ thể BG₃ được viết bởi nét thứ mười tám sau khi ký hiệu “×” thứ hai đã được viết, và các tọa độ của góc trái trên và góc phải dưới của biểu đạt cụ thể BG₃, được đăng ký trong bảng biểu đạt cụ thể được minh họa trên Fig.2B. Bộ phận phân loại 112 tham chiếu đến bảng biểu đạt cụ thể như được minh họa trên Fig.2B, phân loại các nét được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể dưới dạng một phần của chuỗi ký tự (tức là, các nét tương ứng với chuỗi ký tự), và phân loại các nét khác dưới dạng một phần của công thức toán học (tức là, các nét tương ứng với công thức toán học).

Mặc dù Fig.2A minh họa một ví dụ trong đó biểu đạt cụ thể được viết theo một nét, biểu đạt cụ thể có thể được viết theo nhiều nét. Trong trường hợp như vậy, số lượng nét tối đa (ví dụ, 4) mà được sử dụng để viết biểu đạt cụ thể được xác định, và người sử dụng không được phép viết nét tương ứng với công thức toán học hoặc ký tự trong suốt khoảng thời gian trong đó người sử dụng đang viết biểu đạt cụ thể. Điều được xem xét là các điều kiện này không bắt người sử dụng phải chịu những hạn chế đáng kể. Khi biểu đạt cụ thể được viết theo nhiều nét, thứ tự nét của nét thứ nhất và thứ tự nét của nét cuối cùng được sử dụng để viết biểu đạt cụ thể được đăng ký trong bảng biểu đạt cụ thể. Cần lưu ý rằng các chi tiết của mục “thứ tự nét sau khi điều chỉnh” có trong bảng biểu đạt cụ thể được minh họa trên Fig.2B được mô tả sau đây.

Phương pháp theo phương án này thực hiện quy trình để phân loại chuỗi nét nhập thành chuỗi ký tự và công thức toán học không kể thời điểm mà tại đó biểu đạt cụ thể được viết. Nếu người sử dụng phải viết biểu đạt cụ thể vào thời điểm chỉ định, các hạn chế đáng kể tác động lên người sử dụng, và sự thuận tiện cho người sử dụng bị giảm bớt. Biểu đạt cụ thể có thể được viết vào các thời điểm được minh họa trên các

hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3D. Fig.3A minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết biểu đạt cụ thể BG, và sau đó viết chuỗi ký tự trong biểu đạt cụ thể BG, Fig.3B minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết chuỗi ký tự, và sau đó viết biểu đạt cụ thể BG để bao quanh chuỗi ký tự, Fig.3C minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết chuỗi ký tự, viết các nét bổ sung, và sau đó viết biểu đạt cụ thể BG để bao quanh chuỗi ký tự, Fig.3D minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết chuỗi ký tự bổ sung trong biểu đạt cụ thể BG bao quanh chuỗi ký tự mà đã được viết.

Fig.4A và Fig.4B minh họa một ví dụ trong đó người sử dụng viết biểu đạt cụ thể hình chữ nhật. Khi người sử dụng viết biểu đạt cụ thể BG, người sử dụng viết hình chữ nhật theo chiều kim đồng hồ (xem Fig.4A) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (xem Fig.4B) từ góc trái trên. Bộ phận phân loại 112 xác định rằng nét nhập được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể (tức là, nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể) khi ít nhất một số (ví dụ, 1/3) trong số các điểm mà từ nét nhập có trong biểu đạt cụ thể. Điều này là do biểu đạt cụ thể được viết bởi người sử dụng có thể giao cắt với một nét khác (xem các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3D).

Phương pháp theo phương án này đoán nhận biểu đạt cụ thể bằng cách sử dụng phương pháp đoán nhận trực tuyến để sử dụng thông tin nét chuỗi thời gian, và phương pháp đoán nhận ngoại tuyến để sử dụng dấu hiệu nét (ảnh) để đoán nhận biểu đạt cụ thể với độ chính xác cao. Mục tiêu đoán nhận khi biểu đạt cụ thể được đoán nhận bao gồm công thức toán học (tức là, ký hiệu như ký tự chữ, toán tử như toán tử số học, dấu chia, dấu căn, và dấu tích phân, và dấu ngoặc đơn), và biểu đạt cụ thể (hình chữ nhật).

Phương pháp đoán nhận trực tuyến sử dụng mô hình trường ngẫu nhiên Markov (MRF). Cụ thể, mẫu hình nhập được tiêu chuẩn hóa về kích thước thông thường, và các điểm dấu hiệu (ví dụ, điểm cuối và góc) được trích xuất bằng cách sử dụng phương pháp Ramer-Douglas-Peucker. Các điểm dấu hiệu được trích xuất được đưa vào so khớp đàn hồi đối với các điểm dấu hiệu của mô hình MRF. Điểm số được đánh giá bằng cách sử dụng giá trị ngưỡng. Mẫu hình nhập được loại bỏ khi điểm số là nhỏ hơn giá trị ngưỡng.

Phương pháp đoán nhận ngoại tuyến sử dụng hàm biệt số toàn phương biến đổi (modified quadratic discriminant function - MQDF). Nét có thể được chuyển đổi một

cách dễ dàng thành ảnh bằng cách nối các điểm nét theo chuỗi thời gian. Thông tin chuỗi thời gian bị mất khi đã biến đổi nét thành ảnh. Tuy nhiên, có thể loại trừ các tác động của sự chênh lệch về thứ tự nét, ghi đè, và loại tương tự bằng cách chuyển đổi nét thành ảnh. Các dấu hiệu gradient được trích xuất từ ảnh bằng cách sử dụng bộ lọc Sobel, và được chiếu theo tám hướng. Khi ảnh gốc bao gồm 64×64 điểm ảnh, ảnh gốc được chia thành các khu vực 8×8 có kích thước giống hệt nhau. Bộ lọc Gaussian 18×18 điểm ảnh được áp dụng vào đó để làm mờ ảnh. Kết quả là, sự đóng góp của dấu hiệu hướng được bố trí gần tâm tăng lên, và sự đóng góp của khu vực chu vi giảm xuống. Một số sự đóng góp được áp dụng từ các khu vực lân cận, và độ chắc chắn đối với sự dịch chuyển tăng lên. Do đó, các dấu hiệu theo tám hướng được trích xuất đối với mỗi trong số các khu vực 8×8 để thu được các dấu hiệu chiều 512. Các chiều được nén bởi phép phân tích biệt số của Fisher (Fisher's discriminant analysis) để thu được các dấu hiệu chiều 256. MQDF được sử dụng để phân biệt. Giá trị ngưỡng được thiết lập, và mẫu hình nhập được loại bỏ khi điểm số là lớn hơn giá trị ngưỡng ngay cả khi khoảng cách đến hình chữ nhật là nhỏ nhất.

Các kết quả của phương pháp đoán nhận trực tuyến và các kết quả của phương pháp đoán nhận ngoại tuyến được kết hợp. Do phương pháp đoán nhận trực tuyến kết xuất giá trị lôgarit (giá trị âm mà tốt nhất là lớn) đối với giá trị xác suất, và phương pháp đoán nhận ngoại tuyến kết xuất khoảng cách (mà tốt nhất là ngắn), nên cần phải điều chỉnh biện pháp. Do đó, điểm số đoán nhận trực tuyến được nhân với -1 để thu được giá trị dương (mà tốt hơn là nhỏ), và tổng có trọng số được tính toán để tính toán điểm số kết hợp. Điểm số kết hợp $score_{combination}$ được tính toán bằng cách sử dụng biểu thức sau đây.

$$score_{combination} = (-1) \times w_1 \times score_{online} + w_2 \times score_{offline} \quad (1)$$

Cần lưu ý rằng $score_{online}$ là điểm số thu được bằng cách sử dụng phương pháp đoán nhận trực tuyến, và $score_{offline}$ là điểm số thu được bằng cách sử dụng phương pháp đoán nhận ngoại tuyến. w_1 và w_2 là các trọng số kết hợp, và được tối ưu hóa bằng cách sử dụng mẫu hình huấn luyện. Cụ thể hơn, điểm số $score_{online}$ thường là giá trị nằm trong khoảng từ khoảng -10 đến 0 , và điểm số $score_{offline}$ thường là giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến nhỏ hơn 1024 . Cụ thể, do giá trị “ $-score_{online}$ ” vào khoảng $1/100$ của giá trị “ $score_{offline}$ ”, giá trị tối ưu thu được khi $0 < w_1 < 0,1$ và $w_2 = 1 - w_1$ được thỏa

mãn. Bộ phận đăng ký 110 xác định mục tiêu đoán nhận mà điểm số kết hợp $score_{combination}$ là tối thiểu sẽ là biểu đạt cụ thể.

3. Quy trình

Mạch xử lý của quy trình được thực hiện bởi thiết bị đoán nhận theo một phương án của sáng chế được mô tả dưới đây. Thiết bị đoán nhận được phân loại thành thiết bị tương tác (ví dụ, máy tính bảng) được tạo cấu hình sao cho các điểm nét theo chuỗi thời gian được hiển thị theo thời gian thực để thực hiện phản hồi đoán nhận trên cơ sở nét, và thiết bị phi tương tác được tạo cấu hình sao cho các điểm nét theo chuỗi thời gian được ghi bằng cách sử dụng máy tính bảng hoặc bút điện tử có bộ nhớ, và dữ liệu được đọc và xử lý bởi PC hoặc loại tương tự.

3-1. Quy trình tuần tự

Theo phương pháp tuần tự được sử dụng cho thiết bị tương tác, người sử dụng chỉ định ngôn ngữ (ví dụ, tiếng Anh hoặc tiếng Nhật) mà được sử dụng để đoán nhận chuỗi ký tự, khởi động hệ thống (chương trình), và viết công thức toán học và chuỗi ký tự trên bộ phận nhập (ví dụ, panen chạm). Hệ thống thực hiện quy trình đoán nhận biểu đạt cụ thể và quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học mỗi khi người sử dụng đã viết nét, và thực hiện quy trình đoán nhận chuỗi ký tự/công thức toán học và quy trình hiển thị kết quả đoán nhận sau khi hoàn thành việc viết. Fig.5 là lưu đồ minh họa một ví dụ về quy trình tuần tự.

Bộ phận xử lý 100 thu nhận nét đã được nhập vào bộ phận nhập ký tự 160 (bước S10). Bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị nét thu nhận được trên bộ phận hiển thị 190. Bộ phận đăng ký 110 xác định nét cuối cùng (phụ thuộc vào số lượng nét tối đa (ví dụ, 4) đối với biểu đạt cụ thể) (mà trước nét thu nhận được) tương ứng với biểu đạt cụ thể (tạo thành biểu đạt cụ thể) (bước S12). Ví dụ, bộ phận đăng ký 110 tính toán điểm số kết hợp $score_{combination}$ đối với một nét cuối cùng, hai nét cuối cùng, ba nét cuối cùng, và bốn nét cuối cùng (số lượng nét tối đa), và xác định mục tiêu đoán nhận mà điểm số kết hợp $score_{combination}$ là tối thiểu sẽ là biểu đạt cụ thể. Cần lưu ý rằng bộ phận đăng ký 110 không tính toán điểm số kết hợp $score_{combination}$ đối với nét mà đã được loại bỏ bằng cách sử dụng phương pháp đoán nhận trực tuyến hoặc phương pháp đoán nhận ngoại tuyến, và xác định rằng nét cuối cùng không tương ứng với biểu đạt cụ thể khi mỗi nét đã được loại bỏ.

Khi nét cuối cùng tương ứng với biểu đạt cụ thể (Y ở bước S12), bộ phận đăng ký 110 trích xuất thông tin (tức là, thứ tự nét, và các tọa độ của hai góc đối diện) về biểu đạt cụ thể từ thông tin về nét đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể, và đăng ký thông tin được trích xuất trong bảng biểu đạt cụ thể (bước S14). Khi nét mà đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học, bộ phận đăng ký 110 hủy bỏ việc thiết lập đó. Bộ phận điều khiển hiển thị hiển thị nét đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể làm ảnh mà thể hiện hình chữ nhật (tức là, hình dạng mà tương ứng với biểu đạt cụ thể) theo màu (ví dụ, đỏ) khác với màu của các nét khác. Điều này giúp cho có thể thông báo cho người sử dụng rằng biểu đạt cụ thể đã được đoán nhận chính xác.

Bộ phận phân loại 112 tham chiếu đến bảng biểu đạt cụ thể, và thiết lập nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể được đăng ký làm nét tương ứng với chuỗi ký tự (bước S16). Trong trường hợp này, bộ phận điều khiển hiển thị 120 thay đổi màu của nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (ví dụ, từ đen sang xanh dương). Điều này giúp cho có thể thông báo cho người sử dụng rằng chuỗi ký tự đã được xác định chính xác do biểu đạt cụ thể. Cần lưu ý rằng bước S16 được bỏ qua khi không nét nào có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể.

Khi nét cuối cùng không tương ứng với biểu đạt cụ thể (KHÔNG ở bước S12), bộ phận phân loại 112 tham chiếu đến bảng biểu đạt cụ thể, và xác định liệu nét thu nhận được có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể hay không (bước S18). Khi nét thu nhận được có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (CÓ ở bước S18), bộ phận phân loại 112 thiết lập nét thu nhận được làm nét tương ứng với chuỗi ký tự (bước S20), và bộ phận điều khiển hiển thị 120 thay đổi màu của nét thu nhận được (ví dụ, từ đen sang xanh dương). Khi nét thu nhận được không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (KHÔNG ở bước S18), bộ phận phân loại 112 thiết lập nét thu nhận được làm nét tương ứng với công thức toán học (bước S22).

Bộ phận xử lý 100 xác định liệu nét đã được nhập hay chưa (bước S24). Khi đã xác định được rằng nét đã được nhập (CÓ ở bước S24), bộ phận xử lý 100 thực hiện bước S10, và thực hiện các bước tiếp theo cho đến khi người sử dụng kết thúc viết.

Khi đã xác định được rằng nét chưa được nhập (KHÔNG ở bước S24), bộ phận đoán nhận 114 đoán nhận chuỗi ký tự từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng

với chuỗi ký tự (bước S16 hoặc S20) bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học (bước S22) bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học (bước S26). Bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị kết quả đoán nhận (tức là, công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự) trên bộ phận hiển thị 190.

Phương tiện đoán nhận công thức toán học không đoán nhận nét tương ứng với biểu đạt cụ thể, và nét tương ứng với chuỗi ký tự. Tuy nhiên, phương tiện đoán nhận công thức toán học không thể phân tích cấu trúc của công thức toán học mà không sử dụng thông tin về chuỗi ký tự được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể (tức là, không thể phân tích cấu trúc của công thức toán học chỉ từ thông tin về nét tương ứng với công thức toán học). Do đó, phương pháp theo phương án này xử lý một biểu đạt cụ thể và chuỗi ký tự được bao quanh bởi một biểu đạt cụ thể dưới dạng một ký hiệu (mà có trong công thức toán học), và đoán nhận công thức toán học từ thông tin tọa độ về biểu đạt cụ thể mà được xử lý dưới dạng ký hiệu, và thông tin về nét tương ứng với công thức toán học. Để thực hiện quy trình trên đây, thứ tự nét đối với biểu đạt cụ thể được điều chỉnh. Cụ thể hơn, thứ tự nét của nét thứ nhất mà tạo thành biểu đạt cụ thể, hoặc thứ tự nét của nét thứ nhất tương ứng với chuỗi ký tự được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể, thứ tự nét nào nhỏ hơn, được đăng ký trong bảng biểu đạt cụ thể làm thứ tự nét sau khi điều chỉnh đối với biểu đạt cụ thể. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.2B, “1”, “9”, và “12” lần lượt được đăng ký làm thứ tự nét sau khi điều chỉnh đối với các biểu đạt cụ thể BG₁, BG₂, và BG₃. Trong trường hợp này, bộ phận đoán nhận 114 (phương tiện đoán nhận công thức toán học) tham chiếu đến bảng biểu đạt cụ thể, xử lý biểu đạt cụ thể BG₁ và chuỗi ký tự “area” (“diện tích”) có trong khu vực được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể BG₁ dưới dạng một ký hiệu mà được viết theo nét thứ nhất, xử lý biểu đạt cụ thể BG₂ và chuỗi ký tự “height” (“độ cao”) có trong khu vực được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể BG₂ dưới dạng một ký hiệu mà được viết theo nét thứ chín, xử lý biểu đạt cụ thể BG₃ và chuỗi ký tự “width” (“độ rộng”) có trong khu vực được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể BG₃ dưới dạng một ký hiệu mà được viết theo nét thứ mười hai, và phân tích cấu trúc của công thức toán học từ mối quan hệ về vị trí và kích thước đối với các ký hiệu này và nét tương ứng với công thức toán học.

Khi sử dụng phương pháp tuần tự, điều mong muốn là cung cấp chức năng hoàn tác (Undo) do người sử dụng có thể viết nhầm. Trong trường hợp này, khi người

sử dụng đã nhập lệnh hoàn tác, và nét cuối cùng mà lệnh hoàn tác đã được áp dụng là biểu đạt cụ thể, biểu đạt cụ thể và thông tin đăng ký về biểu đạt cụ thể được xóa bỏ, và nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (tức là, nét đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự) được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học. Khi nét cuối cùng mà lệnh hoàn tác đã được áp dụng là nét tương ứng với chuỗi ký tự hoặc công thức toán học, thì chỉ nét cuối cùng được xóa bỏ.

Các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6F minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp tuần tự được sử dụng. Trong ví dụ được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6F, người sử dụng viết chuỗi ký tự “value” (“giá trị”) và công thức toán học, và viết biểu đạt cụ thể BG₁ bao quanh chuỗi ký tự “value” (“giá trị”) (Fig.6A). Bộ phận đăng ký 110 đoán nhận biểu đạt cụ thể BG₁, và bộ phận điều khiển hiển thị 120 thay thế biểu đạt cụ thể BG₁ bằng ảnh BI₁ (ảnh biểu đạt cụ thể) mà thể hiện hình chữ nhật được hiển thị với màu đỏ và có kích thước gần như bằng kích thước của biểu đạt cụ thể BG₁, và thay đổi màu của chuỗi ký tự “value” (“giá trị”) được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể BG₁ thành màu xanh dương (Fig.6B). Người sử dụng viết biểu đạt cụ thể mới BG₂ (Fig.6C). Bộ phận đăng ký 110 đoán nhận biểu đạt cụ thể BG₂, và bộ phận điều khiển hiển thị 120 thay thế biểu đạt cụ thể BG₂ bằng ảnh biểu đạt cụ thể BI₂ (Fig.6D). Khi người sử dụng đã viết chuỗi ký tự “result” (“kết quả”) trong ảnh biểu đạt cụ thể BI₂, bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị chuỗi ký tự “result” (“kết quả”) với màu xanh dương mỗi khi nét đã được thu nhận (Fig.6E). Khi người sử dụng đã thực hiện hoạt động ra lệnh quy trình đoán nhận, bộ phận đoán nhận 114 đoán nhận chuỗi ký tự và công thức toán học, và bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị kết quả đoán nhận (Fig.6F). Trong ví dụ được minh họa trên Fig.6F, kết quả đoán nhận được hiển thị ở trạng thái trong đó các ảnh biểu đạt cụ thể BI₁ và BI₂ được xóa bỏ.

3-2. Quy trình theo đợt

Theo phương pháp theo đợt được sử dụng cho thiết bị phi tương tác, người sử dụng khởi động hệ thống, và viết công thức toán học và chuỗi ký tự trên giao diện (ví dụ, máy tính bảng). Dữ liệu chuỗi nét được đọc bởi PC (thiết bị đoán nhận) hoặc loại tương tự, và người sử dụng chỉ định ngôn ngữ mà được sử dụng để đoán nhận chuỗi ký tự. Theo phương pháp theo đợt, quy trình đoán nhận biểu đạt cụ thể, quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học, quy trình đoán nhận chuỗi ký tự/công thức toán

học, và quy trình hiển thị kết quả đoán nhận được thực hiện sau khi dữ liệu chuỗi nét đã được truyền hoàn toàn đến PC hoặc loại tương tự. Trong trường hợp này, nét nhập có thể được xử lý tuần tự theo cách tương tự như được mô tả trên đây đối với phương pháp tuần tự. Theo phương pháp theo đợt, do quy trình đoán nhận biểu đạt cụ thể và quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học không nhất thiết phải được thực hiện theo thời gian thực, quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học có thể được thực hiện sau khi tất cả các biểu đạt cụ thể đã được đoán nhận, và quy trình đoán nhận chuỗi ký tự/công thức toán học có thể được thực hiện sau đó. Fig.7 là lưu đồ minh họa một ví dụ về quy trình khi phương pháp theo đợt được sử dụng.

Bộ phận xử lý 100 thu nhận chuỗi nét mà đã được nhập vào bộ phận nhập ký tự 160 (bước S30). Bộ phận xử lý 100 thiết lập biến số i ở “1” (bước S32). Bộ phận đăng ký 110 xác định nét cuối cùng (dựa vào số lượng nét tối đa (ví dụ, 4) đối với biểu đạt cụ thể) (trước nét thứ i) tương ứng với biểu đạt cụ thể (bước S34).

Khi nét cuối cùng tương ứng với biểu đạt cụ thể (CÓ ở bước S34), bộ phận đăng ký 110 trích xuất thông tin (tức là, thứ tự nét, và các tọa độ của hai góc đối diện) về biểu đạt cụ thể từ thông tin về nét mà đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể, và đăng ký thông tin được trích xuất trong bảng biểu đạt cụ thể (bước S36). Khi nét cuối cùng không tương ứng với biểu đạt cụ thể (KHÔNG ở bước S34), bộ phận phân loại 112 thiết lập nét thứ i là nét phi biểu đạt (tức là, nét không tương ứng với biểu đạt cụ thể) (bước S38).

Bộ phận xử lý 100 tăng biến số i thêm “1” (bước S40), và xác định liệu biến số i có bằng hoặc nhỏ hơn n hay không (trong đó n là tổng số nét có trong chuỗi nét thu nhận được) (bước S42). Khi biến số i bằng hoặc nhỏ hơn n (CÓ ở bước S42), bộ phận xử lý 100 thực hiện bước S34, và lặp lại các bước tiếp theo cho đến khi biến số i lớn hơn n .

Khi biến số i đã lớn hơn n (KHÔNG ở bước S42), bộ phận xử lý 100 thiết lập biến số i ở “1” (bước S44). Bộ phận phân loại 112 tham chiếu đến bảng biểu đạt cụ thể, và xác định liệu nét phi biểu đạt thứ i đã được thiết lập ở bước S38 có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể hay không (bước S46). Khi nét phi biểu đạt thứ i có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (CÓ ở bước S46), bộ phận phân loại 112 thiết lập nét phi biểu đạt thứ i làm nét tương ứng với chuỗi ký tự (bước S48). Khi nét

phi biểu đạt thứ i không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể (KHÔNG ở bước S46), bộ phận phân loại 112 thiết lập nét phi biểu đạt thứ i làm nét tương ứng với công thức toán học (bước S50).

Bộ phận xử lý 100 tăng biến số i thêm “1” (bước S52), và xác định liệu biến số i có bằng hoặc nhỏ hơn m hay không (trong đó m là tổng số nét phi biểu đạt) (bước S54). Khi biến số i bằng hoặc nhỏ hơn m (CÓ ở bước S54), bộ phận xử lý 100 thực hiện bước S46, và lặp lại các bước tiếp theo cho đến khi biến số i lớn hơn m .

Khi biến số i đã lớn hơn m (KHÔNG ở bước S54), bộ phận đoán nhận 114 đoán nhận chuỗi ký tự từ nét mà đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự (bước S48) bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ bảng biểu đạt cụ thể (thông tin tọa độ về biểu đạt cụ thể được xử lý dưới dạng ký hiệu) và nét đã được thiết lập làm nét tương ứng với công thức toán học (bước S502) bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học (bước S56). Bộ phận điều khiển hiển thị 120 hiển thị kết quả đoán nhận (tức là, công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự) trên bộ phận hiển thị 190.

Các hình vẽ từ Fig.8A đến Fig.8C minh họa một ví dụ hiển thị cụ thể khi phương pháp theo đợt được sử dụng. Khi phương pháp theo đợt được sử dụng, tất cả các nét mà đã được viết bởi người sử dụng và chụp bởi thiết bị đoán nhận được hiển thị (Fig.8A). Khi người sử dụng đã thực hiện hoạt động chỉ dẫn đoán nhận, quy trình đoán nhận biểu đạt cụ thể, quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học, và quy trình đoán nhận chuỗi ký tự/công thức toán học được thực hiện, và kết quả đoán nhận được hiển thị (Fig.8C). Cần lưu ý rằng kết quả đoán nhận biểu đạt cụ thể và kết quả phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học có thể được hiển thị (xem Fig.8B) sau khi quy trình đoán nhận biểu đạt cụ thể và quy trình phân loại chuỗi ký tự/công thức toán học đã được thực hiện, nhưng trước khi quy trình đoán nhận chuỗi ký tự/công thức toán học được thực hiện. Trong ví dụ được minh họa trên Fig.8B, các biểu đạt cụ thể BG₁, BG₂, và BG₃ đã được thay thế tương ứng bởi các ảnh biểu đạt cụ thể BI₁, BI₂, và BI₃, và màu của các chuỗi ký tự “area” (“diện tích”), “height” (“độ cao”), và “width” (“độ rộng”) được bao quanh bởi các biểu đạt cụ thể BG₁, BG₂, và BG₃ đã được thay đổi thành màu xanh dương.

Có thể đoán nhận chuỗi ký tự có trong công thức toán học, và công thức toán học, trong khi vẫn phân biệt một cách rõ ràng chuỗi ký tự và công thức toán học, bằng cách sử dụng biểu đạt cụ thể để phân loại chuỗi nét thành chuỗi ký tự và công thức toán học, phân loại nét được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể là chuỗi ký tự, phân loại nét mà không được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể là công thức toán học, và đoán nhận chuỗi ký tự và công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự và phương tiện đoán nhận công thức toán học. Có thể phân tích cấu trúc của công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học bằng cách xử lý biểu đạt cụ thể và nét được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể dưới dạng một ký hiệu khi đoán nhận công thức toán học.

Khi phương pháp tuần tự được sử dụng, thì có thể phân loại chuỗi nét thành chuỗi ký tự và công thức toán học không kể thời điểm mà tại đó biểu đạt cụ thể được viết, bằng cách phân loại nét được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể khi biểu đạt cụ thể đã được viết, là chuỗi ký tự (bước S16 trên Fig.5), và phân loại nét mà đã được viết và được bao quanh bởi biểu đạt cụ thể là chuỗi ký tự (bước S20 trên Fig.5). Do đó, có thể nâng cao tính thuận tiện cho người sử dụng. Cụ thể, có thể phân loại chuỗi nét thành chuỗi ký tự và công thức toán học ngay cả khi người sử dụng viết chuỗi ký tự sau khi viết biểu đạt cụ thể (Fig.3A), hoặc người sử dụng viết biểu đạt cụ thể sau khi viết chuỗi ký tự (Fig.3B và Fig.3C), hoặc người sử dụng viết chuỗi ký tự bổ sung trong biểu đạt cụ thể (Fig.3D) người sử dụng viết chuỗi ký tự (hoặc công thức toán học) sau khi viết biểu đạt cụ thể.

Sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được mô tả trên đây. Các sự cải biến và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện đối với các phương án được mô tả trên đây. Sáng chế bao gồm các cấu hình mà về cơ bản là giống với các cấu hình được mô tả trên đây liên quan đến các phương án này (ví dụ, về chức năng, phương pháp và hiệu quả, hoặc mục đích và hiệu quả). Sáng chế cũng bao gồm cấu hình trong đó thành phần không cơ bản được mô tả trên đây liên quan đến các phương án này được thay thế bằng một thành phần khác. Sáng chế còn bao gồm cấu hình có các hiệu quả giống như các cấu hình được mô tả trên đây liên quan đến các phương án này, hoặc cấu hình có khả năng đạt được cùng mục đích với các cấu hình được mô tả trên đây liên quan đến các phương án này. Sáng chế còn bao gồm cấu hình thu được bằng cách bổ sung

kỹ thuật đã biết vào các cấu hình được mô tả trên đây liên quan đến các phương án này.

Danh sách các số chỉ dẫn

100: bộ phận xử lý, 110: bộ phận đăng ký, 112: bộ phận phân loại, 114: bộ phận đoán nhận, 120: bộ phận điều khiển hiển thị, 160: bộ phận nhập ký tự, 170: bộ phận lưu trữ, 190: bộ phận hiển thị

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị đoán nhận để đoán nhận công thức toán học bao gồm chuỗi ký tự từ chuỗi nét nhập viết tay bao gồm:

bộ phận đăng ký để xác định liệu nét cuối cùng (lên tới số lượng nét tối đa đối với biểu đạt cụ thể được sử dụng để phân loại chuỗi nét nhập viết tay thành chuỗi ký tự và công thức toán học) (mà trước nét nhập viết tay) có tương ứng với biểu đạt cụ thể hay không bằng cách sử dụng phương pháp tuần tự, và đăng ký thông tin về vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể khi xác định được rằng nét cuối cùng tương ứng với biểu đạt cụ thể;

bộ phận phân loại để thiết đặt nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một trong chuỗi ký tự và công thức toán học, và thiết đặt nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với loại còn lại trong số chuỗi ký tự và công thức toán học; và

bộ phận đoán nhận để đoán nhận chuỗi ký tự từ nét đã được thiết lập làm nét tương ứng với chuỗi ký tự bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận chuỗi ký tự, và đoán nhận công thức toán học từ nét đã được thiết đặt làm nét tương ứng với công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học.

2. Thiết bị đoán nhận theo điểm 1, trong đó:

khi xác định được rằng nét nhập hoặc chuỗi nét tương ứng với biểu đạt cụ thể, bộ phận phân loại thiết đặt nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với một trong chuỗi ký tự và công thức toán học; và

khi xác định được rằng nét nhập không tương ứng với biểu đạt cụ thể, thì bộ phận phân loại xác định xem liệu nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể hay không, và thiết đặt nét nhập làm nét tương ứng với một trong chuỗi ký tự và công thức toán học khi xác định được rằng nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể.

3. Thiết bị đoán nhận theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

bộ phận phân loại thiết đặt nét nhập có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với chuỗi ký tự, và thiết đặt nét nhập không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể làm nét tương ứng với công thức toán học; và

bộ phận đoán nhận thực hiện đoán nhận công thức toán học bằng cách sử dụng phương tiện đoán nhận công thức toán học trong khi xử lý nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể dưới dạng một ký hiệu.

4. Thiết bị đoán nhận theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ phận điều khiển hiển thị để thực hiện việc xử lý điều khiển để hiển thị chuỗi nét nhập trên bộ phận hiển thị,

trong đó bộ phận điều khiển hiển thị thực hiện xử lý điều khiển để hiển thị nét hoặc chuỗi nét mà đã được xác định tương ứng với biểu đạt cụ thể dưới dạng hình ảnh thể hiện hình dạng tương ứng với biểu đạt cụ thể.

5. Thiết bị đoán nhận theo điểm 4, trong đó bộ phận điều khiển hiển thị thực hiện xử lý điều khiển để hiển thị nét có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể với màu khác với màu của nét không có trong vùng được chỉ ra bởi biểu đạt cụ thể.

6. Thiết bị đoán nhận theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bộ phận đăng ký xác định rằng nét nhập hoặc chuỗi nét tương ứng với biểu đạt cụ thể khi nét nhập hoặc chuỗi nét có hình dạng gần như chữ nhật.

7. Vật ghi lưu trữ thông tin đọc được bằng máy tính lưu trữ chương trình làm cho máy tính thực hiện chức năng làm từng bộ phận trong số các bộ phận của thiết bị đoán nhận theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

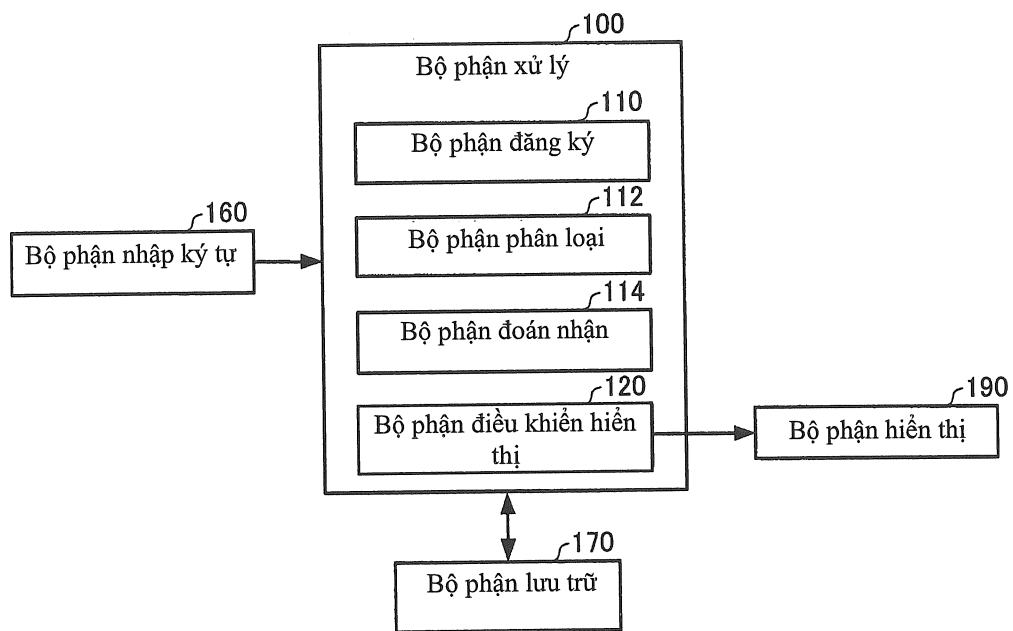


FIG.1

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{Height} \times \text{Width}$$

FIG.2A

Biểu đạt cụ thể	Thứ tự nét	Thứ tự nét sau khi điều chỉnh	Góc trái trên (x,y)	Góc phải dưới (x,y)
BG ₁	5	1	(185,250)	(431,357)
BG ₂	13	9	(663,258)	(886,387)
BG ₃	18	12	(932,245)	(1116,371)

FIG.2B

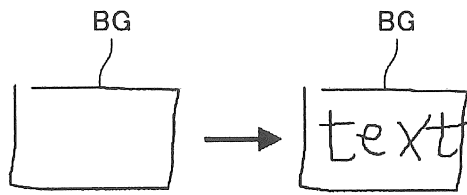


FIG.3A

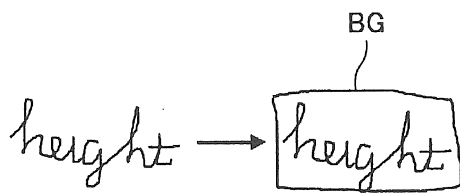


FIG.3B

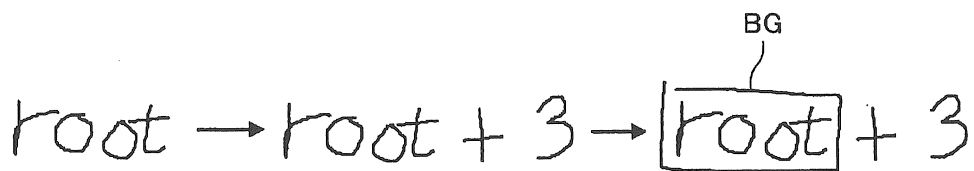


FIG.3C

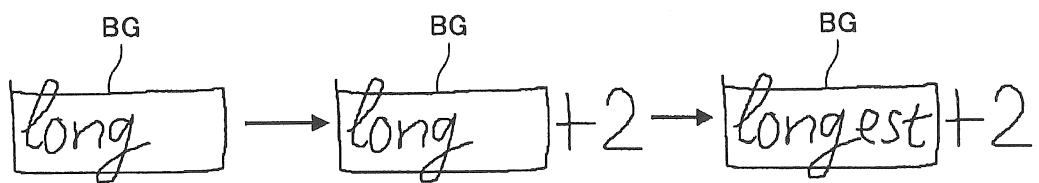


FIG.3D

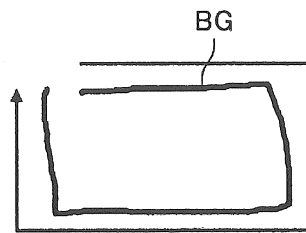


FIG. 4A

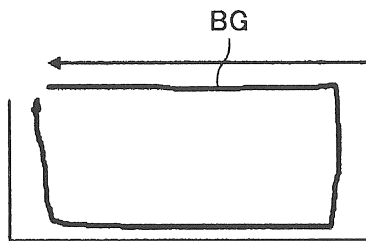


FIG. 4B

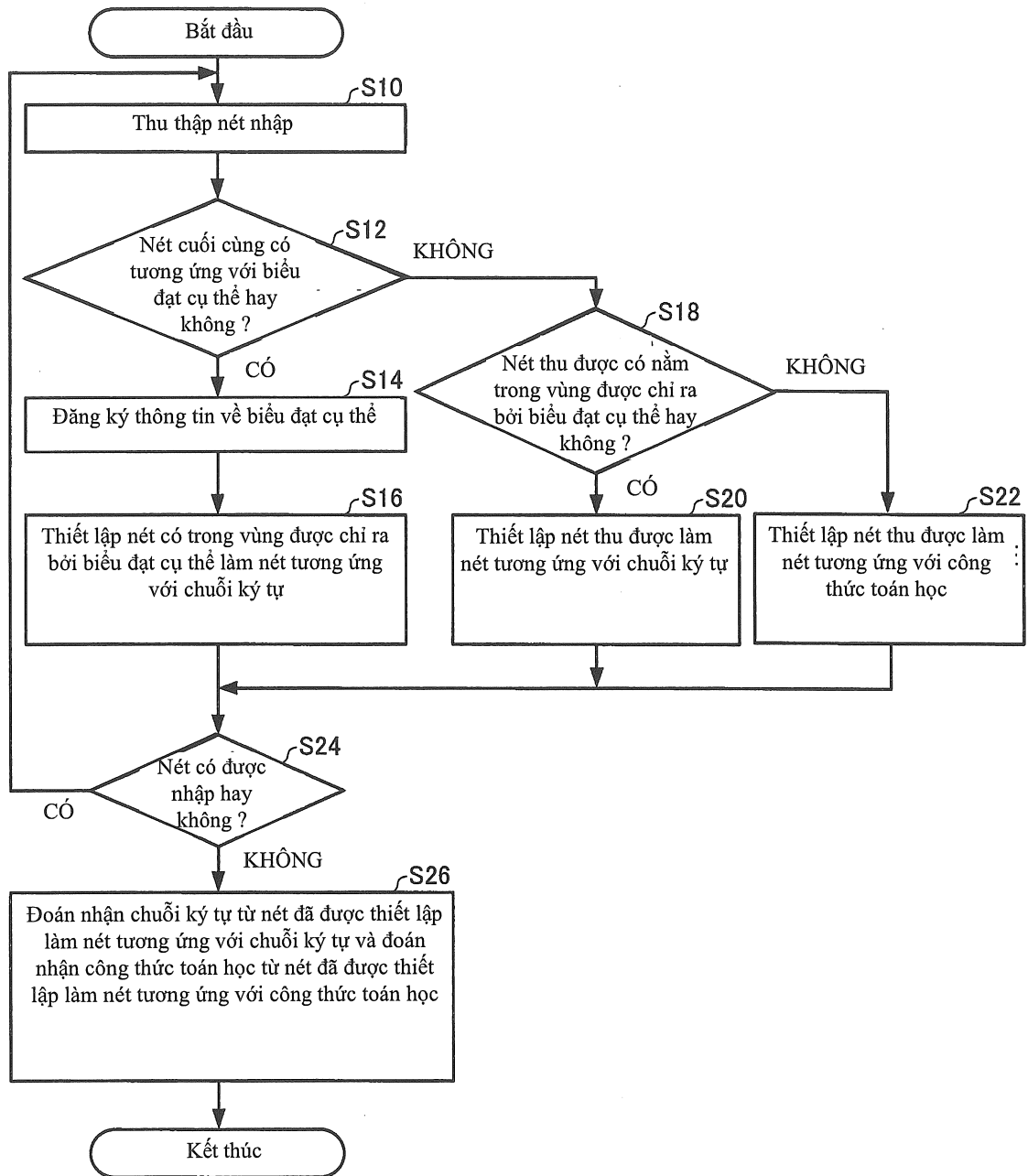


FIG.5

$$\overset{\text{BG}_1}{\boxed{\text{value}}} - 19 =$$

FIG.6A

$$\overset{\text{BI}_1}{\boxed{\text{value}}} - 19 =$$

FIG.6B

$$\overset{\text{BI}_1}{\boxed{\text{value}}} - 19 = \overset{\text{BG}_2}{\boxed{\phantom{\text{value}}}}$$

FIG.6C

$$\overset{\text{BI}_1}{\boxed{\text{value}}} - 19 = \overset{\text{BI}_2}{\boxed{\phantom{\text{value}}}}$$

FIG.6D

$$\overset{\text{BI}_1}{\boxed{\text{value}}} - 19 = \overset{\text{BI}_2}{\boxed{\text{result}}}$$

FIG.6E

$$\text{value} - 19 = \text{result}$$

FIG.6F

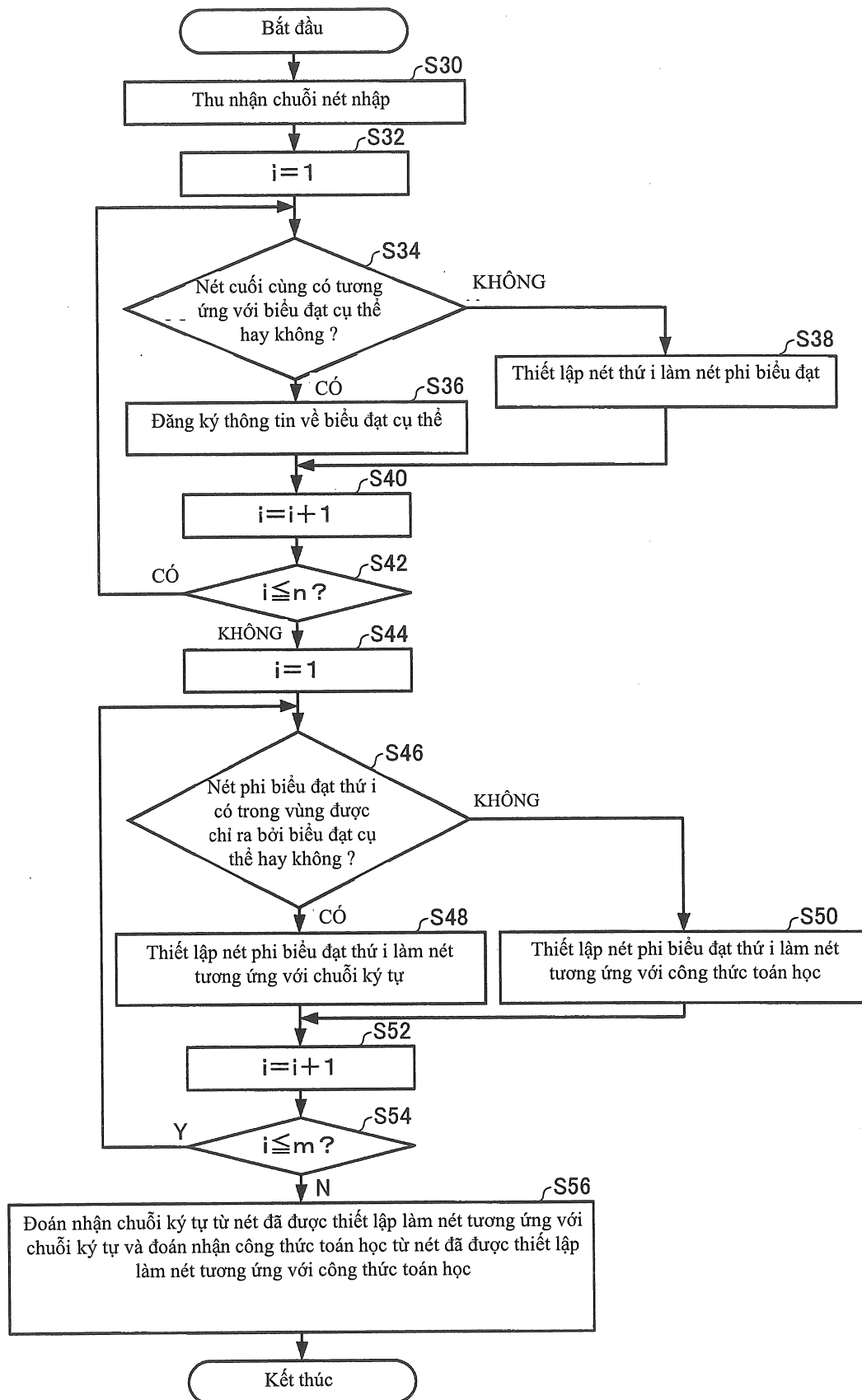


FIG.7

Diagram illustrating the formula for area, labeled BG₁, BG₂, and BG₃:

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{height} \times \text{width}$$

FIG.8A

Diagram illustrating the formula for area, labeled BI₁, BI₂, and BI₃:

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \times \text{height} \times \text{width}$$

FIG.8B

area = $\frac{1}{2} \times \text{height} \times \text{width}$

FIG.8C