



(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)



1-0030782

(51)⁷ G08G 1/01

(13) B

(21) 1-2016-02436

(22) 04/07/2016

(30) 2015-135109 06/07/2015 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/01/2017 346A

(73) HITACHI, LTD. (JP)

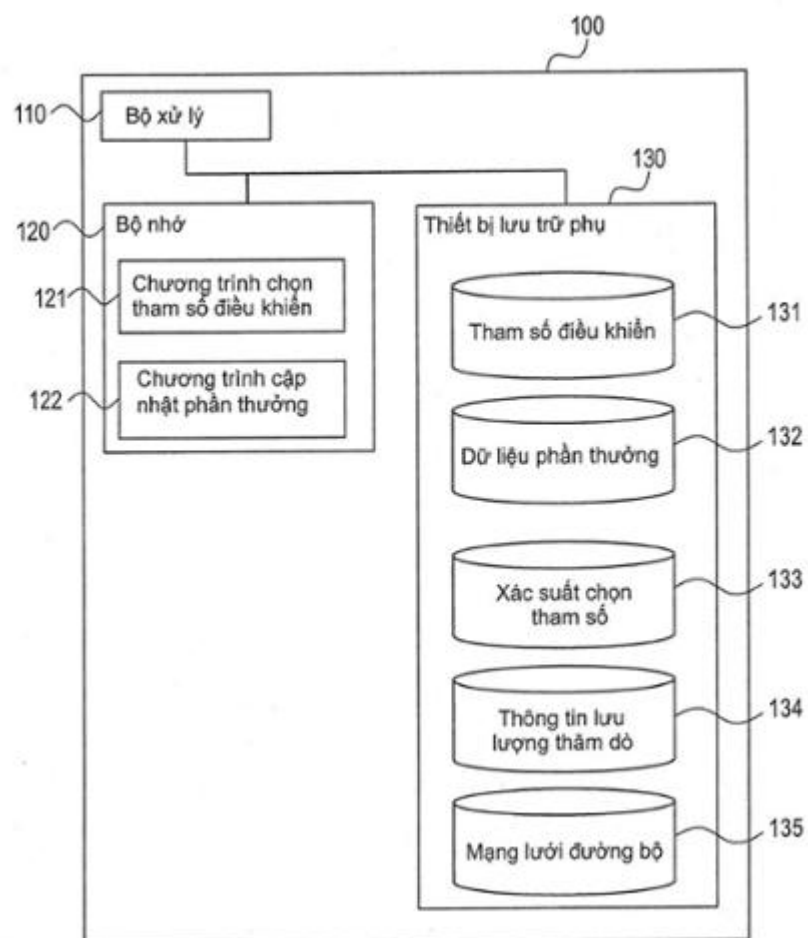
6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8280, Japan

(72) Takayuki AKIYAMA (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐÈN GIAO THÔNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ĐÈN GIAO THÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống điều khiển đèn giao thông nhằm thu được tham số điều khiển đèn giao thông mà tạo kết quả tốt khi được sử dụng trong khoảng thời gian định trước, hệ thống điều khiển đèn giao thông theo sáng chế bao gồm: bộ xử lý; và thiết bị lưu trữ, thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ: các bộ tham số, mỗi bộ tham số này bao gồm khoảng thời gian mà đèn xanh sẽ được đưa ra bởi đèn giao thông tại nút giao thông cho xe của từng nhóm làn xe tương ứng với từng hướng di chuyển; và các chỉ số, từng chỉ số này chỉ báo khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào từng bộ tham số, bộ xử lý được tạo cấu hình để: chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số dựa vào các chỉ số; thu dữ liệu đo của lưu lượng giao thông tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn; và cập nhật một trong số các chỉ số của bộ tham số đã được chọn dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc điều khiển đèn giao thông tại nút giao thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết kỹ thuật điều khiển đèn giao thông, ví dụ, các kỹ thuật được bộc lộ trong công bố JP 08-221690 A và JP 2014-191729 A.

Trong công bố JP 08-221690 A, có mô tả phương pháp liên quan đến "phát hiện các trường hợp trong đó nhóm xe được tạo thành trong từng đường đến bằng cách liên tục dò tìm thời gian trôi qua và tốc độ của xe đang di chuyển tại phía luồng trên của nút giao thông, tính, khi nhóm xe có mặt trên phía đường chính, thời gian đến dự kiến của nhóm xe tại nút giao thông, xác định việc nhóm xe sẽ bị dừng tại nút giao thông để chờ sự điều khiển tín hiệu đèn xanh trong thời gian định trước hay không, dự báo thời gian trễ (D_m) của luồng giao thông trên đường chính khi xác định được là nhóm xe sẽ bị dừng, và cùng lúc đó, tính giá trị thời gian kéo dài đèn xanh cần thiết để nhóm xe trên phía đường chính đi qua nút giao thông để dự báo thời gian trễ (D_s) của luồng giao thông trên đường phụ khi tín hiệu đèn xanh được kéo dài bằng giá trị thời gian đó, so sánh hai thời gian trễ (D_m và D_s), và khi $(D_m) > (D_s)$, thiết lập việc kéo dài tín hiệu đèn xanh ở giá trị thời gian kéo dài đèn xanh".

Trong công bố JP 2014-191729 A, có mô tả kỹ thuật trong đó "trong hệ thống điều khiển đèn giao thông, bộ điều khiển đèn để thực hiện điều khiển đèn của nút giao thông được tạo cấu hình để thực hiện điều khiển đáp ứng giao thông để thay đổi mẫu điều khiển dựa vào lưu lượng giao thông, trạng thái bận, thời gian trong ngày, và tương tự. Bộ điều khiển đèn cũng được tạo cấu hình để, trong giai đoạn rút ngắn đèn đỏ định trước trong đó đèn đỏ được bật đối với xe và người đi bộ của đường đến đang xét, rút ngắn thời gian (thời gian chuẩn) của giai đoạn đó dựa vào sự có mặt của nhóm xe".

Vấn đề kỹ thuật cần được sáng chế giải quyết

Nói chung, các xu hướng đặc thù của nút giao thông (ví dụ, xu hướng của

làn xe đặc biệt sẽ bị tắc nghẽn, v.v.) thường được nhận thấy trong lưu lượng giao thông của nút giao thông đó. Tuy nhiên, trên thực tế, lưu lượng giao thông được quan sát tại từng thời điểm có xu hướng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố ngẫu nhiên. Ngay cả khi các đèn giao thông được điều khiển để điều chỉnh phù hợp lưu lượng giao thông tại từng thời điểm, tuy nhiên, việc điều khiển này có thể không cần thiết là tối ưu trong khoảng thời gian kéo dài. Theo sáng chế được bộc lộ trong công bố JP 08-221690 A và JP 2014-191729 A, các đèn giao thông được điều khiển dựa vào lưu lượng giao thông thực tại từng thời điểm, tuy nhiên tham số điều khiển đèn giao thông mà tạo kết quả tốt khi được sử dụng trong khoảng thời gian nhất định không thể xác định được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế được tạo ra để giải quyết ít nhất một trong số các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống điều khiển đèn giao thông, bao gồm: bộ xử lý; và thiết bị lưu trữ, thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ: các bộ tham số, mỗi bộ tham số này bao gồm khoảng thời gian mà đèn xanh sẽ được đưa ra bởi đèn giao thông tại nút giao thông cho xe của từng nhóm làn xe tương ứng với từng hướng di chuyển; và các chỉ số, từng chỉ số này chỉ báo khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào từng bộ tham số, bộ xử lý được tạo cấu hình để: chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số dựa vào các chỉ số; thu dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn; và cập nhật một trong số các chỉ số của bộ tham số đã được chọn dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, bằng việc lặp lại khảo sát và khai thác theo tỷ số định trước, tham số điều khiển đèn giao thông để tạo kết quả tốt khi được sử dụng trong khoảng thời gian nhất định có thể thu được, đồng thời khai thác các lợi ích của việc khảo sát cho đến điểm đó. Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế, các cấu hình, và hiệu quả có lợi ngoài các vấn đề, các cấu hình, và hiệu quả có lợi được mô tả trên đây sẽ trở nên rõ ràng dựa vào phần mô tả các phương án dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.2 là sơ đồ giải thích nút giao thông trong đó các đèn giao thông được điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế được bố trí.

FIG.3 là sơ đồ giải thích tham số điều khiển được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.4 là sơ đồ giải thích ảnh khái niệm của việc đưa ra các khoảng thời gian đèn bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.5 là sơ đồ giải thích thông tin lưu lượng thăm dò được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.6A và FIG.6B là các sơ đồ giải thích mạng lưới đường bộ được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.7 là sơ đồ giải thích dữ liệu phần thưởng được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.8 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ nhất về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.9 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ hai về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.10 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ ba về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

FIG.11 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

FIG.12 là sơ đồ giải thích dữ liệu đo lưu lượng giao thông được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

FIG.13 là lưu đồ minh họa xử lý tạo tham số điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

FIG.14 là lưu đồ minh họa xử lý xác định độ cần thiết của việc cập nhật tham số điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

FIG.15 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ ba của sáng chế.

FIG.16A và FIG.16B là các sơ đồ giải thích tham số điều khiển được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ ba của sáng chế.

FIG.17 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ tư của sáng chế.

FIG.18A và FIG.18B là các sơ đồ giải thích dữ liệu phần thưởng được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ tư của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Phương án thứ nhất

FIG.1 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 theo phương án này là hệ thống máy tính bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 120, và thiết bị lưu trữ phụ 130, các bộ phận này được nối với nhau.

Bộ xử lý 110 được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng khác nhau của hệ thống điều khiển đèn giao thông 100, sẽ được mô tả sau, bằng cách thực hiện các chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ 120. Bộ nhớ 120, được gọi là thiết bị lưu trữ chính, được tạo thành từ thiết bị lưu trữ tốc độ tương đối cao, ví dụ, DRAM (dynamic random-access memory - bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động). Bộ nhớ 120 theo phương án này được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình chọn tham số điều khiển 121 và chương trình cập nhật phần thưởng 122, là các chương trình được thực hiện bởi bộ xử lý 110. Thiết bị lưu trữ phụ 130, là thiết bị lưu trữ dung lượng tương đối lớn, ví dụ, ổ đĩa cứng, được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu sẽ được tham chiếu để xử lý được thực hiện dựa vào các chương trình bởi bộ xử lý 110, và dữ

liệu được tạo ra nhờ xử lý. Thiết bị lưu trữ phụ 130 theo phương án này chứa tham số điều khiển 131, dữ liệu phần thưởng 132, xác suất chọn tham số 133, thông tin lưu lượng thăm dò 134, và mạng lưới đường bộ 135. Cần lưu ý rằng ít nhất một phần của dữ liệu trong thiết bị lưu trữ phụ 130 có thể được sao chép sang bộ nhớ 120 nếu cần.

FIG.2 là sơ đồ giải thích nút giao thông trong đó các đèn giao thông được điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế được bố trí.

Trên FIG.2, ví dụ, hình chiếu bằng từ phía trên của nút giao thông ngã tư đường nổi bốn đường từ bốn hướng được minh họa. Các đường được minh họa trong ví dụ này là các đường mà trên đó giao thông di chuyển trên phía tay phải, và từng đường này bao gồm ba nhóm làn xe mà xe đi vào nút giao thông có thể di chuyển qua các làn xe này. Từng làn xe tương ứng với hướng di chuyển của xe sau khi xe đã đi vào nút giao thông. Các ký hiệu từ $i=1$ đến 12 được minh họa trên FIG.2, từng ký hiệu này biểu thị số nhóm làn xe để nhận dạng từng nhóm làn xe. Ví dụ, khi phần trên trên FIG.2 được lấy làm phía bắc, đường được nối với nút giao thông từ phía bắc bao gồm nhóm làn xe ($i=1$) mà xe đi vào nút giao thông và rẽ trái (cụ thể là, tiến về phía đông) đi qua, nhóm làn xe ($i=6$) mà xe di chuyển thẳng (cụ thể là, tiến về phía nam) đi qua, và nhóm làn xe ($i=9$) mà xe rẽ phải (cụ thể là, tiến về phía tây) đi qua. Từng đường khác cũng tương tự bao gồm ba nhóm làn xe tương ứng với các hướng di chuyển. Theo phương án này, các đèn giao thông được tạo cấu hình để đưa ra lệnh tiến lên hoặc dừng xe đang di chuyển dọc theo từng nhóm làn xe được bố trí.

Trên FIG.2, để làm phần mô tả đơn giản, nút giao thông được minh họa trong đó từng nhóm làn xe bao gồm một hoặc nhiều làn xe thực. Nói cách khác, từng đường bao gồm, ít nhất ở gần nút giao thông, ba hoặc nhiều làn xe mà xe đi vào nút giao thông có thể đi qua. Từng làn xe tương ứng với một nhóm làn xe bất kỳ. Không có một làn xe tương ứng với hai hoặc nhiều nhóm làn xe. Hơn nữa, sự tương ứng giữa làn xe và nhóm làn xe được cố định. Tuy nhiên, nút giao thông được minh họa là ví dụ. Sáng chế cũng có thể được áp dụng cho các loại nút giao thông khác, ví dụ, nút giao thông trong đó một làn xe thực tương ứng với nhiều nhóm làn xe, hoặc nút giao thông trong đó sự tương ứng giữa các nhóm làn xe thực

và các nhóm làn xe là thay đổi. Ví dụ về trường hợp sau được mô tả trong phương án thứ ba của sáng chế. Ví dụ về trường hợp trước là nút giao thông trong đó các đường với một làn xe theo từng hướng được nối. Trong nút giao thông này, các xe di chuyển thẳng, rẽ trái, hoặc rẽ phải đều di chuyển dọc theo cùng làn xe. Hơn nữa, sáng chế cũng có thể được áp dụng cho nút giao thông ba đường trong đó có hai hướng di chuyển, hoặc nút giao thông trong đó có bốn hoặc nhiều hướng di chuyển (ví dụ, nút giao thông năm đường).

FIG.3 là sơ đồ giải thích tham số điều khiển 131 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Tham số điều khiển 131 được tạo thành từ các bộ tham số để điều khiển việc đưa ra đèn cho xe của từng nhóm làn xe. Một bộ tham số được ghi trong một hàng tham số điều khiển 131. Một bộ tham số bao gồm các tham số để điều khiển việc đưa ra đèn cho xe của từng nhóm làn xe của một nút giao thông. Như được mô tả sau, một bộ tham số bất kỳ trong số các bộ tham số có trong tham số điều khiển 131 được chọn, và được áp dụng cho các đèn giao thông của nút giao thông.

Tham số điều khiển 131 được thể hiện trên FIG.3 bao gồm mười bộ tham số được nhận dạng bởi các số bộ tham số từ 1 đến 10. Trong từng cột của từng hàng, tham số để điều khiển việc đưa ra đèn cho xe của từng nhóm làn xe ($i=1$ đến 8), cụ thể là, khoảng thời gian đưa ra (giây) của đèn xanh cho phép xe tiến lên trong một chu kỳ của đèn được đưa ra bởi các đèn giao thông được ghi. Đèn xanh này có thể là đèn hình mũi tên cho phép tiến lên chỉ theo một hướng. Trên FIG.3, một ví dụ về tham số điều khiển của các đèn giao thông của nút giao thông tại đó xe có thể rẽ phải bất kỳ khi nào được thể hiện. Kết quả là, khoảng thời gian đưa ra của đèn xanh cho các nhóm làn xe $i=9$ đến 12 không được ghi.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.3, khi bộ tham số được nhận dạng bởi số bộ tham số "1" (dưới đây được gọi đơn giản là "bộ tham số 1"; áp dụng tương tự cho các bộ tham số được nhận dạng bởi các số khác) được áp dụng, các đèn giao thông được bố trí tại nút giao thông được tạo cấu hình để đưa ra đèn xanh trong 20 giây cho làn xe ($i=4$) cho xe đi vào từ phía tây và di chuyển thẳng và làn xe ($i=8$) cho xe đi vào từ phía đông và di chuyển thẳng, và đưa ra đèn vàng ra lệnh cho xe dừng hoặc đèn đỏ cấm xe tiến lên tại các thời gian khác. Đèn xanh được đưa ra trong 4 giây cho làn xe ($i=7$) cho xe đi vào từ phía tây và rẽ trái và làn xe ($i=3$) cho

xe đi vào từ phía đông và rẽ trái, và đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra tại các thời gian khác. Đèn xanh được đưa ra trong 7 giây cho làn xe ($i=6$) cho xe đi vào từ phía bắc và di chuyển thẳng và làn xe ($i=2$) cho xe đi vào từ phía nam và di chuyển thẳng, và đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra tại các thời gian khác. Đèn xanh được đưa ra trong 4 giây cho làn xe ($i=1$) cho xe đi vào từ phía bắc và rẽ trái và làn xe ($i=5$) cho xe đi vào từ phía nam và rẽ trái, và đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra tại các thời gian khác. Hơn nữa, trong khoảng thời gian định trước, các đèn giao thông được tạo cấu hình để đưa ra đèn đỏ cho tất cả các làn xe.

Trên FIG.3, mười bộ tham số được thể hiện. Tuy nhiên, trên thực tế, tham số điều khiển 131 thậm chí có thể bao gồm nhiều bộ tham số hơn. Hơn nữa, khi bộ tham số sẽ được áp dụng tại một nút giao thông, ví dụ, từng bộ tham số dựa vào dải thời gian trong một ngày, ngày trong tuần, mùa, hoặc tương tự, cũng có thể được chuẩn bị. Kết quả là, ví dụ, bộ tham số thích hợp dựa vào mức độ tắc nghẽn giao thông tại nút giao thông có thể được sử dụng.

Các bộ tham số có trong tham số điều khiển 131 có thể được thiết lập dựa vào phương pháp bất kỳ. Ví dụ, các bộ tham số được người sử dụng coi là thích hợp dựa vào kinh nghiệm có thể được tạo ra và nhập vào hệ thống điều khiển đèn giao thông 100. Hơn nữa, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 có thể được tạo cấu hình để tự động tạo các bộ tham số được coi là thích hợp dựa vào lưu lượng giao thông đo được thực tại nút giao thông. Ví dụ về trường hợp sau được mô tả sau (tham chiếu phương án thứ hai).

FIG.4 là sơ đồ giải thích ảnh khái niệm của việc đưa ra các khoảng thời gian đèn bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Trên FIG.4, ví dụ được minh họa trong đó các đèn của một chu kỳ được đưa ra bởi các đèn giao thông của nút giao thông cho từng nhóm làn xe. Cụ thể là, đèn xanh được đưa ra trong khoảng thời gian định trước (ví dụ, 20 giây) cho các nhóm làn xe $i=4$ và $i=8$ (giai đoạn 1). Sau đó, đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra trong khoảng thời gian định trước cho tất cả các nhóm làn xe. Sau đó, đèn xanh được đưa ra trong khoảng thời gian định trước (ví dụ, 4 giây) cho các nhóm làn xe $i=3$ và $i=7$ (giai đoạn 2). Sau đó, đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra trong khoảng thời gian định trước cho tất cả các nhóm làn xe. Sau đó, đèn xanh được đưa ra

trong khoảng thời gian định trước (ví dụ, 7 giây) cho các nhóm làn xe $i=2$ và $i=6$ (giai đoạn 3). Sau đó, đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra trong khoảng thời gian định trước cho tất cả các nhóm làn xe. Sau đó, đèn xanh được đưa ra trong khoảng thời gian định trước (ví dụ, 4 giây) cho tất cả các nhóm làn xe $i=1$ và $i=5$ (giai đoạn 4). Sau đó, đèn vàng hoặc đèn đỏ được đưa ra trong khoảng thời gian định trước cho tất cả các nhóm làn xe. Phần trắng trong từng giai đoạn được minh họa biểu thị thời gian đèn xanh, và phần đánh bóng biểu thị thời gian đèn vàng hoặc thời gian đèn đỏ. Các đèn giao thông được tạo cấu hình để đưa ra các đèn giao thông theo mẫu định trước bằng cách lặp lại các giai đoạn được mô tả trên đây dựa vào bộ tham số được áp dụng.

Trên FIG.3, chỉ thời gian đèn xanh tương ứng với từng nhóm làn xe được thể hiện. Tuy nhiên, trên thực tế, từng bộ tham số còn bao gồm thông tin để xác định quan hệ trước và sau của thời gian hiển thị của đèn xanh cho từng nhóm làn xe, và thông tin để xác định các thời gian hiển thị của đèn vàng và đèn đỏ cho tất cả các nhóm làn xe giữa các thời gian hiển thị của đèn xanh cho từng nhóm làn xe.

Ví dụ, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 còn có thể bao gồm thiết bị hiển thị (không được thể hiện trên hình vẽ) được nối với bộ xử lý 110. Thiết bị hiển thị có thể được tạo cấu hình để hiển thị, dựa vào tham số điều khiển 131, biểu đồ của thời gian đèn của từng nhóm làn xe như được minh họa trên FIG.4, và sơ đồ minh họa mối quan hệ vị trí của từng nhóm làn xe. Người sử dụng hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 có thể dễ dàng nắm bắt được hoạt động của các đèn giao thông dựa vào bộ tham số bằng cách tham chiếu biểu đồ và sơ đồ. Hơn nữa, người sử dụng có thể thiết lập tham số mới bằng cách tham chiếu biểu đồ và sơ đồ, và vận hành thiết bị đầu vào để nhập thời gian đèn và tương tự của từng làn xe.

FIG.5 là sơ đồ giải thích thông tin lưu lượng thăm dò 134 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Thông tin lưu lượng thăm dò 134 là thông tin chỉ báo lưu lượng giao thông thực trên đường. Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.5, từng hàng trong thông tin lưu lượng thăm dò 134 bao gồm thông tin chỉ báo tốc độ hành trình của xe đang di chuyển qua từng đường nối (được mô tả sau) tại từng thời gian, và tốc độ giới hạn cho phép tại đường nối đó. Cụ thể là, thông tin lưu lượng thăm dò 134 bao gồm thời gian 501 chỉ báo thời gian, đường nối 502 để nhận dạng đường nối, tốc độ

hành trình 503 chỉ báo tốc độ của xe di chuyển qua từng đường nối tại từng thời gian, và tốc độ giới hạn cho phép 504 chỉ báo tốc độ giới hạn cho phép tại đường nối đó.

Tốc độ hành trình là tốc độ di chuyển đo được thực của xe. Tốc độ hành trình có thể được đo dựa vào phương pháp bất kỳ. Tuy nhiên, để minh họa một ví dụ, tốc độ hành trình có thể được tính dựa vào thông tin vị trí trên từng xe tại từng thời gian thu thập được từ từng xe.

FIG.6A và FIG.6B là các sơ đồ giải thích mạng lưới đường bộ 135 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Mạng lưới đường bộ 135 bao gồm, làm thông tin xác định sự bố trí thực tế các đường và nút giao thông, thông tin đường nối 600 (FIG.6A) và thông tin nút 610 (FIG.6B). Đường nối tương ứng với đoạn đường nối các nút giao thông với nhau. Nút tương ứng với nút giao thông. Thông tin đường nối 600 bao gồm đường nối 601 để nhận dạng từng đường nối, nút bắt đầu 602 chỉ báo điểm bắt đầu của từng đường nối, nút kết thúc 603 chỉ báo điểm kết thúc của từng đường nối, và chiều dài 604 chỉ báo chiều dài của từng đường nối. Thông tin nút 610 bao gồm nút 611 để nhận dạng từng nút và đường nối liên kết 612 để nhận dạng một hoặc nhiều đường nối được nối với từng nút.

FIG.7 là sơ đồ giải thích dữ liệu phần thưởng 132 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Theo phương án này, phần thưởng là chỉ số để đánh giá độ thích hợp của bộ tham số. Theo phương án này, dựa vào ý tưởng là tham số mà tạo tắc nghẽn giao thông nhỏ hơn trong các đường xung quanh khi tham số được áp dụng là tham số thích hợp hơn, phần thưởng cao hơn được thiết lập khi mức độ tắc nghẽn giao thông trong các đường xung quanh nhỏ hơn. Cụ thể hơn là, việc bộ tham số đang xét có phần thưởng cao chỉ báo là tắc nghẽn giao thông ít có khả năng xảy ra khi bộ tham số đó được áp dụng. Các chỉ số khác nhau có thể được sử dụng để chỉ báo mức độ tắc nghẽn giao thông, như, ví dụ, chiều dài tắc nghẽn giao thông, số lượng xe đã đi qua trong một đơn vị thời gian, và tương tự. Tuy nhiên, theo phương án này, thời gian trễ được sử dụng.

Thời gian trễ là chênh lệch giữa thời gian tiêu tốn để xe di chuyển dọc theo

đường (đường nối) được nối với nút giao thông (nút) và đi vào nút giao thông để đi qua đường nối tại tốc độ giới hạn cho phép và thời gian mà xe tiêu tốn để đi qua đường nối tại tốc độ hành trình đo được thực tế. Thời gian trễ có thể được tính dựa vào tốc độ hành trình 503 và tốc độ giới hạn cho phép 504 của từng đường nối tại từng thời gian có trong thông tin lưu lượng thăm dò 134, và chiều dài của từng đường nối có trong mạng lưới đường bộ 135. Ví dụ, khi bộ tham số đang xét được áp dụng trong khoảng thời gian định trước tại nút giao thông đang xét, giá trị trung bình của các thời gian trễ của một số xe (tốt hơn là, tất cả các xe) mà đã đi vào nút giao thông từ một đường bất kỳ trong thời gian đó có thể được tính làm phần thưởng cho thời gian đó.

Khi thời gian trễ được sử dụng làm phần thưởng, phần thưởng cao hơn khi thời gian trễ nhỏ hơn (cụ thể là, tắc nghẽn giao thông ít có khả năng xảy ra). Mặt khác, khi chiều dài tắc nghẽn giao thông (ví dụ, chiều dài của dòng xe di chuyển tại tốc độ định trước hoặc nhỏ hơn) được sử dụng, phần thưởng cao hơn khi chiều dài tắc nghẽn giao thông ngắn hơn. Khi số lượng xe đã đi qua trong một đơn vị thời gian được sử dụng, phần thưởng cao hơn khi số lượng xe lớn hơn.

Như được mô tả sau, theo phương án này, từng bộ tham số được áp dụng nhiều lần cho một nút giao thông (được minh họa trên FIG.8, FIG.9, và FIG.10). Khi bộ tham số mà đã được áp dụng trước đó lại được chọn và được áp dụng cho nút giao thông, phần thưởng đã được tính khi bộ tham số đó được áp dụng trước đó được cập nhật để phản ánh thời gian trễ thu được qua việc áp dụng bộ tham số lần này. Cụ thể là, ví dụ, phần thưởng của từng bộ tham số có thể là giá trị trung bình của các thời gian trễ được đo mỗi lần này. Ví dụ, khi bộ tham số đang xét đã được áp dụng trước đó N lần và phần thưởng đã được tính từ các thời gian trễ được đo tại các lần tương ứng đó (cụ thể là, giá trị trung bình của các thời gian trễ của N lần) được lấy làm Phần thưởng cũ, và khi bộ tham số đó được áp dụng lần thứ $N+1$ và thời gian trễ tại điểm đó được lấy làm Phần thưởng đã đo được, phần thưởng của bộ tham số được cập nhật đến Phần thưởng mới, đây là giá trị trung bình của các thời gian trễ lần thứ $N+1$, dựa vào biểu thức (1).

$$\text{Phần thưởng mới} = \frac{\text{Phần thưởng cũ} * N + \text{Phần thưởng đã đo được}}{N + 1}$$

...(1)

Trên FIG.7, một ví dụ được thể hiện về các phần thưởng khi các bộ tham số được thể hiện trên FIG.3 được áp dụng cho nút giao thông được minh họa trên FIG.2. Ví dụ, phần thưởng của bộ tham số 1 là "65", và phần thưởng của bộ tham số 10 là "67". Phần thưởng của bộ tham số 7, là "30", là thấp nhất. Điều này chỉ báo là, trong số các kết quả thực cho đến điểm này, khả năng tắc nghẽn giao thông xảy ra là thấp nhất khi bộ tham số 7 được áp dụng, hoặc nói cách khác, độ thích hợp của bộ tham số 7 là cao nhất. Một cách tương tự, khi chiều dài của dòng xe được sử dụng làm phần thưởng, giá trị phần thưởng nhỏ hơn chỉ báo là tắc nghẽn giao thông ít có khả năng xảy ra. Mặt khác, khi số lượng xe đã đi qua được sử dụng làm phần thưởng, giá trị phần thưởng cao hơn chỉ báo là tắc nghẽn giao thông ít có khả năng xảy ra.

Trong trường hợp trong đó phần thưởng thu được nhờ việc áp dụng bộ tham số 6 mười lần là "45", khi bộ tham số 6 được áp dụng lần thứ mười một, và thời gian trễ cho thời gian đó (cụ thể là, tổng thời gian trễ của từng đường được nối với nút giao thông được minh họa trên FIG.2) là 100 giây, phần thưởng của bộ tham số 6 được cập nhật đến "50" dựa vào biểu thức (1).

Tiếp theo, xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 theo phương án này được mô tả có dựa vào các lưu đồ. Hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 được tạo cấu hình để chọn và áp dụng một trong số các bộ tham số tương ứng với nút giao thông tại thời gian định trước, tính phần thưởng tại thời gian đó, và cập nhật dữ liệu phần thưởng.

FIG.8 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ nhất về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 bắt đầu tính (bước 801), và sau đó tạo số ngẫu nhiên (bước 802). Kết quả là, giá trị 0 hoặc lớn hơn đến dưới 1 được tạo ngẫu nhiên.

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 xác định việc số ngẫu nhiên đã được tạo có lớn hơn xác suất chọn tham số ϵ hay không (bước 803). Xác suất chọn tham số ϵ , được thiết lập bởi người sử dụng từ trước, có thể được thay đổi nếu cần (bước 804).

Khi số ngẫu nhiên đã được tạo ra lớn hơn xác suất chọn tham số ϵ (bước 803: Đúng), hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số có trong tham số điều khiển 131 (bước 805). Mặt khác, khi số ngẫu nhiên đã được tạo ra bằng hoặc nhỏ hơn xác suất chọn tham số ϵ (bước 803: Sai), hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 chọn bộ tham số với phần thưởng cao nhất trong số các bộ tham số (bước 806). Nói cách khác, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 chọn bộ tham số với phần thưởng cao nhất trong số các bộ tham số dựa vào xác suất chọn tham số ϵ (bước 806), hoặc chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số dựa vào xác suất còn lại (cụ thể là, $1-\epsilon$) (bước 805).

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 áp dụng bộ tham số được chọn ở bước 805 hoặc bước 806 cho các đèn giao thông của nút giao thông, đo trong khoảng thời gian định trước lưu lượng giao thông trong khoảng mà các đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đó, và tính chỉ số (ví dụ, thời gian trễ) chỉ báo mức độ tắc nghẽn giao thông dựa vào lưu lượng giao thông đã đo được (bước 807).

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 cập nhật dữ liệu phần thưởng 132 dựa vào dữ liệu đã đo được (bước 808). Việc cập nhật được thực hiện như được mô tả trên đây có dựa vào FIG.7.

Sau đó, xử lý quay lại bước 802, và xử lý sau đó được lặp lại. Ví dụ, khi thời gian trễ cho một ngày được đo ở bước 807, dữ liệu phần thưởng 132 được cập nhật ở bước 808 dựa vào kết quả đo đó. Sau đó, các bước từ 802 đến 808 được lặp lại hàng ngày, và dữ liệu phần thưởng 132 được cập nhật từng ngày.

Trong số các thuật toán ban-dit (bandit algorithm), thuật toán nêu trên đây được biết là thuật toán ϵ -greedy (ϵ -greedy algorithm). Trong ví dụ nêu trên đây, bước 805, bước 807, và bước 808, các bước này được thực hiện khi kết quả xác định ở bước 803 là "Đúng", tương ứng với "khảo sát" trong thuật toán ban-dit. Trong xử lý này, để tìm bộ tham số tối ưu trong số các bộ tham số, bộ tham số bất kỳ trong số các bộ tham số được chọn, các đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn, và độ thích hợp của bộ tham số đó được đánh giá dựa vào kết quả điều khiển các đèn giao thông. Mặt khác, các bước từ 806 đến 808, các bước này được thực hiện khi kết quả xác định ở bước 803 là "Sai", tương ứng với "khai thác" trong thuật toán ban-dit. Trong xử lý này, bộ tham số được coi là tối ưu

tại thời điểm đó được chọn, và các đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn. Cũng trong trường hợp khai thác, độ thích hợp của bộ tham số được đánh giá dựa vào kết quả điều khiển đèn giao thông. Kết quả đánh giá được lưu trữ làm phần thưởng. Xác suất chọn tham số ϵ xác định tỷ số thực hiện khai thác. Giá trị cao hơn cho xác suất chọn tham số ϵ chỉ báo là khai thác được thực hiện thường xuyên hơn. Bằng việc thực hiện khai thác dựa vào tỷ số định trước theo cách được mô tả trên đây, thực hiện khảo sát dựa vào tỷ số còn lại, và cập nhật phần thưởng, bộ tham số thích hợp hơn có thể được tìm thấy trong khi thu lợi từ các kết quả khảo sát được thực hiện cho đến từng thời điểm.

Khoảng thời gian định trước ở bước 807 có thể là một ngày như được mô tả trên đây, hoặc có thể là thời gian dài hơn hoặc ngắn hơn một ngày. Ví dụ, trong trường hợp đo thời gian trễ cho một tuần ở bước 807, dữ liệu phần thưởng 132 được cập nhật bằng cách lặp lại các bước 802 và 803 từng tuần. Hơn nữa, ở bước 807, trong trường hợp đo thời gian trễ của các dải thời gian thu được bằng cách chia một ngày thành nhiều dải, như dải thời gian đi lại buổi sáng, dải thời gian buổi chiều, dải thời gian đi lại buổi tối, và đêm cho đến dải thời gian buổi sáng sớm, ví dụ, dữ liệu phần thưởng 132 được cập nhật bằng cách lặp lại các bước 802 và 803 cho từng dải thời gian này.

Lưu lượng giao thông tại một nút giao thông (ví dụ, mức độ tắc nghẽn giao thông trong từng làn xe) có thể là khác nhau phụ thuộc vào khoảng thời gian (ví dụ, mùa, ngày trong tuần, dải thời gian trong một ngày, v.v.). Trong trường hợp như vậy, bộ tham số tối ưu để giảm thiểu tắc nghẽn giao thông có thể là khác nhau cho từng khoảng thời gian. Kết quả là, hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 có thể được tạo cấu hình để chuẩn bị các bộ tham số và dữ liệu phần thưởng 132 cho từng khoảng thời gian, và khi thực hiện lặp lại các bước từ 802 đến 808, sử dụng bộ tham số và dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian tại đó xử lý cần được thực hiện. Theo cách khác, các bộ tham số được chia sẻ có thể được sử dụng bất kể khoảng thời gian, và chỉ dữ liệu phần thưởng 132 được chuẩn bị cho từng khoảng thời gian. Kết quả là, bộ tham số được đánh giá là thích hợp cho từng khoảng thời gian dựa vào "khảo sát" có thể được sử dụng trong "khai thác".

Cụ thể là, trong trường hợp chuẩn bị chỉ dữ liệu phần thưởng 132 cho từng khoảng thời gian, ở bước 806, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời

gian tại đó xử lý được thực hiện được tham chiếu, và ở bước 808, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian được cập nhật đó. Hơn nữa, trong trường hợp cũng chuẩn bị các bộ tham số cho từng khoảng thời gian, các bộ tham số tương ứng với khoảng thời gian đó được tham chiếu ở các bước 805 và 806. Kết quả là, tham số điều khiển tối ưu cho từng khoảng thời gian có thể được xác định.

Trên FIG.8, một ví dụ được thể hiện về thuật toán ϵ -greedy trong số các thuật toán ban-dit. Tuy nhiên, ví dụ đã biết khác về các thuật toán ban-dit bao gồm thuật toán softmax và thuật toán UCB (upper confidence bound – giới hạn độ tin cậy trên). Các ví dụ về các thuật toán này được mô tả có dựa vào FIG.9 và FIG.10.

FIG.9 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ hai về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Các bước từ 901 đến 904, và từ 906 đến 908 trên FIG.9 giống như các bước từ 801 đến 804, 806, và 808 trên FIG.8, và do vậy phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây.

Ở bước 903, khi xác định được là số ngẫu nhiên đã được tạo ra lớn hơn xác suất chọn tham số ϵ , hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 chọn một trong số các bộ tham số dựa vào xác suất phụ thuộc phần thưởng. Trong ví dụ được minh họa trên FIG.9, xác suất chọn từng bộ tham số được tính dựa vào biểu thức (2).

$$\frac{e^{\frac{\text{Phần thưởng}}{T}}}{\sum e^{\frac{\text{Phần thưởng}}{T}}} \quad \dots(2)$$

Trong biểu thức (2), phần thưởng biểu thị phần thưởng của từng bộ tham số. Tuy nhiên, trong trường hợp trong đó phần thưởng cao hơn được đánh giá khi trị số nhỏ hơn, như phần thưởng dựa vào thời gian trễ được thể hiện trên FIG.7, ví dụ, làm phần thưởng, cần sử dụng trị số mà tăng theo độ lớn của phần thưởng, như số nghịch đảo của trị số. Hơn nữa, trong biểu thức (2), T biểu thị giá trị được thiết lập bởi người sử dụng. Giá trị lớn hơn của T chỉ báo là các xác suất chọn các bộ tham

số tương ứng gần là chẵn hơn (cụ thể là, gần là ngẫu nhiên hơn). Ngoài ra, mẫu số của biểu thức (2) là tổng của tất cả các bộ tham số. Do đó, ở bước 905, bộ tham số bất kỳ có thể được chọn bất kể độ lớn của phần thưởng, tuy nhiên, bộ tham số có phần thưởng cao hơn có nhiều khả năng được chọn hơn. Kết quả là, vì bộ tham số được đánh giá là có khả năng xảy ra thấp là thích hợp dựa vào các khảo sát được thực hiện cho đến điểm này ít có khả năng được chọn hơn, bộ tham số tối ưu có thể được kỳ vọng được tìm thấy nhanh hơn.

Tương tự như trường hợp được minh họa trên FIG.8, cũng trong xử lý được minh họa trên FIG.9, dữ liệu phần thưởng 132 và bộ tham số tương ứng với khoảng thời gian có thể được sử dụng. Ví dụ, trong trường hợp chuẩn bị chỉ dữ liệu phần thưởng 132 cho từng khoảng thời gian, ở các bước 905 và 906, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian tại đó xử lý được thực hiện được tham chiếu, và ở bước 908, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian được cập nhật đó. Hơn nữa, trong trường hợp cũng chuẩn bị các bộ tham số cho từng khoảng thời gian, các bộ tham số tương ứng với khoảng thời gian đó được tham chiếu ở các bước 905 và 906.

FIG.10 là lưu đồ minh họa ví dụ thứ ba về xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 bắt đầu tính (bước 1001), và sau đó chọn một bộ tham số trong số các bộ tham số dựa vào xác suất chọn tham số được thể hiện trong biểu thức (3) (bước 1002).

$$\text{Phần thưởng} + \frac{\sqrt{2 \log (\text{Số đếm tổng})}}{\text{số đếm}} \quad \dots(3)$$

Trong biểu thức (3), giống như trong ví dụ trên FIG.9, phần thưởng biểu thị phần thưởng của từng bộ tham số. Trong biểu thức (3), số đếm biểu thị số lần từng bộ tham số được chọn và được áp dụng cho đến điểm này. Số đếm tổng biểu thị giá trị tổng của số đếm của tất cả các bộ tham số. Khi xác suất chọn tham số của biểu thức (3) được sử dụng, các bộ tham số với phần thưởng cao hơn có xu hướng được chọn, và các bộ tham số mà đã được chọn ít lần hơn cho đến điểm này có xu hướng được chọn. Cụ thể hơn là, khi hai bộ tham số đã được chọn cùng số lần cho đến

điểm này, bộ tham số với phần thưởng cao hơn có xu hướng được chọn. Mặt khác, khi hai bộ tham số có cùng phần thưởng, bộ tham số mà đã được chọn số lần ít hơn cho đến điểm này có xu hướng được chọn.

Khi do việc bộ tham số được chọn và được áp dụng cho các đèn giao thông tại nút giao thông, mức độ tắc nghẽn giao thông xảy ra là lớn, phần thưởng thấp được gán cho bộ tham số đó. Tuy nhiên, tắc nghẽn giao thông lớn cũng có thể xảy ra do nguyên nhân không mong đợi ngay cả đối với bộ tham số thích hợp về dài hạn. Khi tình huống như vậy khiến bộ tham số ít có khả năng được chọn hơn trong các lần khảo sát sau do phần thưởng thấp được gán không hợp lý, khó sửa đánh giá không hợp lý này. Tuy nhiên, dựa vào thuật toán UCB trên FIG.10, đánh giá không hợp lý gây ra bởi số lần chọn thấp sẽ dễ được sửa hơn. Hơn nữa, khi bộ tham số mà là tối ưu cho đến điểm này không còn là bộ tham số tối ưu do sự thay đổi lưu lượng giao thông, sẽ dễ phát hiện ra bộ tham số tối ưu mới hơn.

Các bước 1003 và 1004 lần lượt giống như các bước 807 và 808 trên FIG.8, và do vậy phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây. Trong xử lý trên FIG.10, các bước 1003 và 1004, các bước này được thực hiện khi bộ tham số với phần thưởng cao nhất được chọn ở bước 1002, tương ứng với "khai thác", và các bước 1003 và 1004, các bước này được thực hiện khi bộ tham số khác được chọn, tương ứng với "khảo sát".

Tương tự như trường hợp được minh họa trên FIG.8, cũng trong xử lý được minh họa trên FIG.10, dữ liệu phần thưởng 132 và bộ tham số tương ứng với khoảng thời gian có thể được sử dụng. Ví dụ, trong trường hợp chuẩn bị chỉ dữ liệu phần thưởng 132 cho từng khoảng thời gian, ở bước 1002, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian tại đó xử lý được thực hiện được tham chiếu, và ở bước 1004, dữ liệu phần thưởng 132 tương ứng với khoảng thời gian đó được cập nhật. Hơn nữa, trong trường hợp cũng chuẩn bị các bộ tham số cho từng khoảng thời gian, các bộ tham số tương ứng với khoảng thời gian đó được tham chiếu ở bước 1002.

Trong số các bước xử lý được mô tả trên đây, các bước từ 802 đến 807 trên FIG.8, các bước từ 902 đến 907 trên FIG.9, và các bước 1002 và 1003 trên FIG.10 được thực hiện bởi bộ xử lý 110 dựa vào chương trình chọn tham số điều khiển 121, và bước 808 trên FIG.8, bước 908 trên FIG.9, và bước 1004 trên FIG.10 được

thực hiện bởi bộ xử lý 110 dựa vào chương trình cập nhật phần thưởng 122.

Theo phương án thứ nhất theo sáng chế, các bộ tham số điều khiển để điều khiển các đèn giao thông của nút giao thông được chuẩn bị từ trước, và việc khảo sát và khai thác thuật toán ban-dit được lặp lại. Cụ thể là, bộ tham số bất kỳ được chọn ngẫu nhiên dựa vào chỉ số chỉ báo độ thích hợp (ví dụ, khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra) của các bộ tham số đó (các bước từ 803 đến 806 trên FIG.8, các bước từ 903 đến 906 trên FIG.9, bước 1002 trên FIG.10), bộ tham số đã được chọn được áp dụng cho các đèn giao thông của nút giao thông, và mức độ tắc nghẽn giao thông được đánh giá (bước 807 trên FIG.8, bước 907 trên FIG.9, bước 1003 trên FIG.10). Dựa vào kết quả đó, chỉ số chỉ báo độ thích hợp của bộ tham số được cập nhật (bước 808 trên FIG.8, bước 908 trên FIG.9, bước 1004 trên FIG.10). Kết quả là, bộ tham số mà cho phép thu được kết quả tốt hơn khi được sử dụng trong khoảng thời gian nhất định, trong khi khai thác các kết quả khảo sát được thực hiện cho đến điểm này, có thể được tìm thấy.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai của sáng chế được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Ngoại trừ các điểm khác nhau được mô tả dưới đây, các thành phần của hệ thống theo phương án thứ hai có các chức năng giống như các chức năng của phương án thứ nhất được minh họa trên FIG.1 đến FIG.10 và được gán các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau. Do đó, phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây.

FIG.11 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 theo phương án này bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 1120, và thiết bị lưu trữ phụ 1130, các bộ phận này được nối với nhau. Bộ nhớ 1120, là thiết bị lưu trữ chính tương tự như bộ nhớ 120 của phương án thứ nhất, bao gồm chương trình tạo tham số điều khiển 1121 và chương trình cập nhật tham số điều khiển 1122 ngoài chương trình chọn tham số điều khiển 121 và chương trình cập nhật phần thưởng 122. Thiết bị lưu trữ phụ 1130, là thiết bị lưu trữ tương tự thiết bị lưu trữ phụ 130 của phương án thứ nhất, lưu trữ dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131 ngoài cùng tham số điều khiển 131, dữ liệu phần thưởng 132, xác suất chọn tham số 133, thông tin lưu lượng thăm dò 134, và mạng lưới

đường bộ 135 giống như theo phương án thứ nhất. Hơn nữa, tham số điều khiển 131 theo phương án thứ hai được tạo ra bằng chương trình tạo tham số điều khiển.

FIG.12 là sơ đồ giải thích dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

Dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131 bao gồm dữ liệu chỉ báo số lượng xe tiến lên theo từng hướng từ từng nhóm làn xe của nút giao thông. Ví dụ, đối với từng khoảng thời gian định trước (Khoảng thời gian), số lượng xe (Xe) đã đi qua các nhóm làn xe tương ứng với rẽ trái (Trái), di chuyển thẳng (Thẳng), và rẽ phải (Phải) của các đường được nối với nút giao thông từ từng hướng đông (Đông), tây (Tây), nam (Nam), và bắc (Bắc), được đo, và được ghi trong dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131. Số lượng xe cũng có thể được đo cho từng loại xe (Loại xe). Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.12, trong khoảng thời gian 15 phút từ 7:30 đến 7:45, số lượng xe mà di chuyển dọc theo nhóm làn xe để rẽ trái (tương ứng với $i=3$ trong ví dụ trên FIG.2) của đường được nối với nút giao thông từ phía đông là 68. Trong số này, số lượng xe kích thước trung bình (xe kích thước trung bình) là không, và số lượng xe kích thước lớn (xe kích thước lớn) là 8.

FIG.13 là lưu đồ minh họa xử lý tạo tham số điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

Xử lý được minh họa trên FIG.13 được thực hiện bởi bộ xử lý 110 thực hiện chương trình tạo tham số điều khiển 1121. Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 bắt đầu xử lý tạo tham số điều khiển (bước 1301), và sau đó tạo lưu lượng giao thông dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131 và phân phối bình thường (bước 1302). Cụ thể là, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 lập mô hình lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe đo được như được thể hiện trên FIG.12 dựa vào phân phối bình thường, và tạo lưu lượng giao thông (ví dụ, số lượng xe đi qua cứ 15 phút) theo sự phân phối này. Như được mô tả dưới đây, khi số lượng bộ tham số sẽ được tạo ra là N , bước 1302 được thực hiện lặp lại N lần để thu được N số lượng lưu lượng giao thông khác nhau cho từng nhóm làn xe (cụ thể là, N số lượng kết hợp của các lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe). Sự phân phối bình thường các lưu lượng giao thông này có cùng sự phân phối bình thường như lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông 1131.

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 tạo khoảng thời gian đèn xanh của từng nhóm làn xe để thỏa mãn các hạn chế dưới đây dựa vào lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe được tạo ra ở bước 1302 (bước 1303). Các hạn chế này được mô tả dưới đây.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để tính, trước tiên, dựa vào biểu thức (4), tốc độ lưu chuyển bão hòa s_i (số lượng xe mỗi giờ) cho nhóm xe i .

$$s_i = s_0 N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \dots (4)$$

Trong biểu thức 4, s_0 biểu thị tốc độ lưu chuyển bão hòa cơ bản. Đối với s_0 , giá trị cố định 1.900 thường được sử dụng. N trong biểu thức (4) biểu thị số lượng làn xe của nhóm làn xe i . Các hệ số từ f_w đến f_{Rpb} là các ví dụ về các hệ số điều chỉnh được mô tả dưới đây. Các hệ số này đều có thể được thiết lập ở 1,0, hoặc cũng có thể được tính một cách chi tiết hơn dựa vào phương pháp được mô tả trong tài liệu, ví dụ, “Highway Capacity Manual 2000: <http://www.trb.org/Main/Blurbs/164718.aspx>”.

f_w : Điều chỉnh chiều rộng làn xe

f_{HV} : Điều chỉnh lưu lượng giao thông của xe nặng

f_g : Điều chỉnh độ nghiêng làn xe

f_p : Điều chỉnh sự có mặt của làn xe đang đỗ hoặc xe đã đỗ

f_{bb} : Điều chỉnh sự đi qua của xe buýt công cộng và sự có mặt của các trạm dừng xe buýt

f_a : Điều chỉnh các đặc trưng vị trí

f_{LU} : Điều chỉnh việc sử dụng làn xe

f_{LT} : Điều chỉnh hành vi rẽ trái

f_{RT} : Điều chỉnh hành vi rẽ phải

f_{Lpb} : Điều chỉnh ảnh hưởng của người đi bộ đối với hành vi rẽ trái

f_{Rpb} : Điều chỉnh ảnh hưởng của người đi bộ đối với hành vi rẽ phải

Bằng cách sử dụng s_i , lưu lượng giao thông nút giao thông ($c_{\text{intersection}}$) của nút giao thông được tính dựa vào biểu thức (5).

$$c_{\text{intersection}} = \sum c_i = \sum s_i \frac{g_i}{C} \quad \dots (5)$$

Trong biểu thức (5), g_i biểu thị thời gian đèn xanh của từng nhóm làn xe i , và C biểu thị thời gian của một chu kỳ của các đèn giao thông. Hơn nữa, khối lượng lưu chuyển bão hòa X_i được biểu thị bởi biểu thức (6).

$$X_i = \left(\frac{q}{c} \right)_i = \frac{q_i}{s_i \lambda_i} = \frac{q_i C}{s_i g_i} \quad \dots (6)$$

Trong biểu thức (6), q_i biểu thị lưu lượng giao thông của nhóm làn xe i . Hơn nữa, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để tính, dựa vào biểu thức (7), thời gian trễ di của từng nhóm làn xe i do các đèn giao thông dựa vào mô hình Webster (Webster F. V.: Thiết lập tín hiệu giao thông, T. R. R. L. Tech. trang 39, 1958).

$$d_i = \frac{C(1 - \lambda_i)^2}{2(1 - \lambda_i X_i)} + \frac{X_i^2}{2q_i(1 - X_i)} - 0.65 \left(\frac{C}{q_i^2} \right)^{\frac{1}{3}} X_i^{2+5\lambda_i} \quad \dots (7)$$

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để sử dụng các biểu thức đó để tính thời gian trễ của đèn nút giao thông ($d_{\text{intersection}}$) của nút giao thông dựa vào biểu thức (8).

$$d_{\text{intersection}} = \frac{\sum d_i q_i}{\sum q_i} \quad \dots (8)$$

Vì cần đạt được tình trạng cân bằng của các lưu lượng giao thông của từng làn xe, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để thiết lập khoảng thời gian đèn xanh để tăng tối đa lưu lượng giao thông được thể hiện trong biểu thức (5) ở điều kiện lưu lượng giao thông và thời gian trễ của từng nhóm làn xe i (bước 1304). Cụ thể hơn là, đây là vấn đề tối ưu hóa được biểu thị bởi biểu thức (9).

$$\max_{g_i} ME = \sum s_i \frac{g_i}{C} \quad \dots (9)$$

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để chọn thời gian đèn xanh để tối ưu biểu thức (9) trong khoảng thỏa mãn các biểu thức từ (10) đến (12).

$$\sum (\bar{X}_i - X_i)^2 \leq X_0 \quad \dots (10)$$

$$X_i \leq X_{max} \quad \dots (11)$$

$$d_i \leq d_{max} \quad \dots (12)$$

Trong biểu thức (10),

$$\bar{X}_i$$

biểu thị giá trị trung bình của khối lượng lưu chuyển bão hòa X_i của nhóm làn xe i . Hơn nữa, trong các biểu thức từ (10) đến (12), X_0 biểu thị giá trị lớn nhất của chênh lệch của khối lượng lưu chuyển bão hòa, X_{max} biểu thị giá trị lớn nhất của khối lượng lưu chuyển bão hòa, và d_{max} biểu thị giá trị lớn nhất của thời gian trễ. Từng hệ số này được thiết lập từ trước.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để lưu trữ khoảng thời gian đèn xanh được chọn dựa vào kết quả tính được mô tả trên đây làm bộ tham số.

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 xác định việc số lượng bộ tham số yêu cầu (N bộ tham số) đã được tạo ra hay chưa (bước 1305). Khi số lượng bộ tham số yêu cầu chưa được tạo ra, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 lại thực hiện xử lý từ bước 1302 trở đi, và khi số lượng bộ tham số yêu cầu đã được tạo ra, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 kết thúc tính (bước 1306). Ví dụ, khi mười bộ tham số sẽ được tạo ra như được thể hiện trên FIG.3, các bước từ 1302 đến 1304 được lặp lại mười lần.

Dựa vào xử lý trên FIG.13, các bộ tham số được coi là tối ưu cho các lưu lượng giao thông gần lưu lượng giao thông đo được thực được tạo ra. Kết quả là, vì các bộ tham số khác nhiều so với các lưu lượng giao thông đo được trước đây có

thể được loại trừ từ trước, các bộ tham số tối ưu có thể được tìm ra một cách hiệu quả.

FIG.14 là lưu đồ minh họa xử lý xác định độ cần thiết của việc cập nhật tham số điều khiển bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ hai của sáng chế.

Xử lý được minh họa trên FIG.14 được thực hiện bởi bộ xử lý 110 thực hiện chương trình cập nhật tham số điều khiển 1122. Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 bắt đầu tính (bước 1401), và sau đó phân tích dữ liệu phần thưởng 132 tại điểm đó (bước 1402). Cụ thể là, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 được tạo cấu hình để tính độ dao động (ví dụ, chênh lệch) của các phần thưởng của các bộ tham số tương ứng với một nút giao thông có trong dữ liệu phần thưởng 132.

Tiếp theo, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 xác định việc chênh lệch phần thưởng là giá trị định trước hay lớn hơn (bước 1403). Khi chênh lệch phần thưởng là giá trị định trước hay lớn hơn (cụ thể là, độ dao động lớn), điều này chỉ báo là có khả năng là bộ tham số rất thích hợp khác nhiều so với lưu lượng giao thông thực nằm trong số các bộ tham số đã được tạo ra. Kết quả là, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 đưa ra cảnh báo (bước 1404). Mặt khác, khi chênh lệch phần thưởng nhỏ hơn giá trị định trước, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 có thể kết thúc xử lý mà không đưa ra cảnh báo, hoặc nếu cần, ví dụ, có thể đưa xử lý quay lại bước 1402 sau khi khoảng thời gian định trước đã trôi qua.

Người sử dụng, đã nhận được cảnh báo, có thể cập nhật các bộ tham số tương ứng với nút giao thông có liên quan. Ví dụ, người sử dụng có thể cập nhật các bộ tham số bằng phương pháp thủ công, hoặc có thể khiến hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 thực hiện xử lý tạo tham số điều khiển được minh họa trên FIG.13. Theo cách khác, các bộ tham số có thể được cập nhật tự động bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 thực hiện xử lý tạo tham số điều khiển khi cảnh báo được phát hiện. Trong trường hợp này, người sử dụng hoặc hệ thống điều khiển đèn giao thông 1100 có thể chỉ cập nhật các bộ tham số có phần thưởng đặc biệt thấp. Kết quả là, vì các bộ tham số mà khác nhiều so với lưu lượng giao thông thực được loại trừ, các bộ tham số tối ưu có thể được tìm ra một cách hiệu quả dựa vào xử lý sau.

Cần lưu ý rằng hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất, hoặc theo phương án thứ ba hoặc thứ tư được mô tả dưới đây, cũng có thể được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình cập nhật tham số điều khiển 1122 và thực hiện xử lý trên FIG.14.

Phương án thứ ba

Phương án thứ ba của sáng chế được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Ngoài trừ các điểm khác nhau được mô tả dưới đây, các thành phần của hệ thống theo phương án thứ ba có các chức năng giống như các thành phần của phương án thứ nhất được minh họa trên FIG.1 đến FIG.10 và được gán các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau. Do đó, phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây.

FIG.15 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ ba của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 theo phương án này bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 1520, và thiết bị lưu trữ phụ 1530, các bộ phận này được nối với nhau. Bộ nhớ 1520, là thiết bị lưu trữ chính tương tự như bộ nhớ 120 của phương án thứ nhất, bao gồm chương trình thay đổi xác suất chọn tham số 1521 ngoài chương trình chọn tham số điều khiển 121 và chương trình cập nhật phần thưởng 122. Thiết bị lưu trữ phụ 1530, là thiết bị lưu trữ tương tự như thiết bị lưu trữ phụ 130 của phương án thứ nhất, lưu trữ tham số điều khiển 1531 thay vì tham số điều khiển 131.

FIG.16A và FIG.16B là các sơ đồ giải thích tham số điều khiển 1531 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ ba của sáng chế.

Từng bộ tham số có trong tham số điều khiển 1531 theo phương án này bao gồm, ngoài cùng khoảng thời gian đèn xanh cho từng nhóm làn xe giống như theo phương án thứ nhất, số lượng làn xe được chỉ định cho từng nhóm làn xe. Việc bao gồm số lượng làn xe được chỉ định cho từng nhóm làn xe cho phép, khi ít nhất một trong số các đường được nối với nút giao thông bao gồm nhiều làn xe hơn số lượng nhóm làn xe, việc chỉ định (nói cách khác, hướng di chuyển nào được chọn trong số bất kỳ rẽ trái, di chuyển thẳng, và rẽ phải, từng làn xe sẽ được chỉ định) các làn xe đó cho các nhóm làn xe sẽ được thay đổi. Ví dụ, tắc nghẽn giao thông có thể

được kỳ vọng giảm bằng cách chỉ định nhiều làn xe hơn cho hướng di chuyển có số lượng lớn xe đi qua. Sự thay đổi do việc chỉ định các làn xe cho từng hướng di chuyển có thể được thực hiện bằng cách, ví dụ, thay đổi bằng thao tác từ xa chỉ báo của hướng di chuyển được hiển thị trên bảng hiệu điện tử và tương tự được bố trí ở trên từng làn xe tại nút giao thông.

FIG.16A là bảng thể hiện cùng các khoảng thời gian đèn xanh của từng nhóm làn xe giống như theo phương án thứ nhất. Trên FIG.16A, bốn bộ tham số lần lượt được nhận dạng bởi các số bộ tham số từ 1 đến 4 được thể hiện. Tuy nhiên, tham số điều khiển thực 1531 có thể bao gồm mười bộ tham số, giống như trên FIG.3, hoặc thậm chí có thể bao gồm nhiều bộ tham số hơn. Hơn nữa, số nhóm làn xe i giống như được minh họa trên FIG.2.

FIG.16B là bảng thể hiện số lượng làn xe được chỉ định cho từng nhóm làn xe. Tương tự như FIG.16A, tham số điều khiển thực 1531 thậm chí có thể bao gồm nhiều bộ tham số hơn.

Trên FIG.16A và FIG.16B, để thuận tiện, hai bảng được thể hiện. Tuy nhiên, trên thực tế, khoảng thời gian đèn xanh và số lượng làn xe tương ứng với cùng số bộ tham số tạo thành một bộ tham số. Ví dụ, khi bộ tham số 1 được áp dụng, hai làn xe có trong nhóm làn xe $i=1$ để rẽ trái mà có trong đường (được minh họa trên FIG.2) được nối với nút giao thông từ phía bắc, và hai làn xe cũng có trong nhóm làn xe $i=6$ để di chuyển thẳng. Khoảng thời gian đèn xanh cho các nhóm làn xe này lần lượt là 4 giây và 7 giây. Mặt khác, khi bộ tham số 2 được áp dụng, số lượng làn xe có trong nhóm làn xe $i=1$ để rẽ trái giảm xuống một làn xe, tuy nhiên, số lượng làn xe có trong nhóm làn xe $i=6$ để di chuyển thẳng tăng lên ba làn xe. Khoảng thời gian đèn xanh cho các nhóm làn xe này lần lượt là 4 giây và 10 giây.

Xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 theo phương án này dựa vào chương trình chọn tham số điều khiển 121 và chương trình cập nhật phần thưởng 122 giống như xử lý được thực hiện bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 theo phương án thứ nhất, và do vậy phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây.

Tuy nhiên, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 theo phương án này cũng có thể được tạo cấu hình để thay đổi xác suất chọn tham số ϵ dựa vào chương

trình thay đổi xác suất chọn tham số 1521. Ví dụ, khi hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 thực hiện chọn tham số dựa vào thuật toán ϵ -greedy (FIG.8), hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 có thể thay đổi xác suất chọn tham số ϵ được tham chiếu ở bước 804 trong khi lặp lại vòng lặp của các bước từ 802 đến 808.

Cụ thể là, ví dụ, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1500 có thể được tạo cấu hình để thiết lập giá trị ban đầu của xác suất chọn tham số ϵ ở giá trị tương đối nhỏ, và khi xác định được nhờ việc lặp lại vòng lặp của các bước từ 802 đến 808 trong khoảng mà các bộ tham số thích hợp và các bộ tham số không thích hợp nói chung đã được làm rõ (cụ thể là, các giá trị phần thưởng đã hội tụ), thay đổi xác suất chọn tham số ϵ đến giá trị lớn hơn. Vì nhiều thăm dò hơn được thực hiện khi xác suất chọn tham số ϵ nhỏ hơn, và nhiều khai thác hơn được thực hiện khi xác suất chọn tham số ϵ lớn hơn, việc thay đổi xác suất chọn tham số ϵ theo cách mô tả trên đây cho phép nhiều thăm dò hơn được thực hiện ban đầu để phát hiện các bộ tham số thích hợp một cách nhanh chóng hơn, trong khi hưởng các lợi ích của thăm dò bằng cách thực hiện nhiều khai thác hơn vì sau khi thay đổi thành ϵ bộ tham số với phần thưởng lớn nhất có xu hướng được chọn.

Việc các giá trị phần thưởng đã hội tụ có thể được xác định, ví dụ, dựa vào việc chênh lệch giữa các bộ tham số với phần thưởng cao và các bộ tham số với phần thưởng thấp có lớn hơn giá trị định trước hay không, hoặc dựa vào việc độ dao động phần thưởng khi thăm dò được lặp lại đã giảm.

Xử lý được minh họa trên FIG.9 cũng tương tự. Cụ thể là, bộ tham số với phần thưởng lớn nhất có xu hướng được chọn nhờ việc thay đổi xác suất chọn tham số ϵ thành giá trị lớn hơn khi xác định được là các giá trị phần thưởng đã hội tụ. Hơn nữa, cũng đối với xử lý được minh họa trên FIG.10, khi xác định được là các giá trị phần thưởng đã hội tụ, phương pháp chọn có thể được thay đổi để các bộ tham số với phần thưởng cao hơn được chọn tại tần suất cao hơn ở bước 1002.

Theo phương án thứ ba, sáng chế có thể được áp dụng ngay cả cho các nút giao thông tại đó việc chỉ định các làn xe cho các hướng di chuyển có thể được thay đổi. Hơn nữa, việc thay đổi xác suất chọn tham số ϵ tại thời gian thích hợp cho phép các bộ tham số thích hợp được phát hiện sớm hơn, và việc khai thác thích đáng các bộ tham số đã phát hiện được sẽ được thực hiện.

Cần lưu ý rằng hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ nhất hoặc thứ hai, hoặc theo phương án thứ tư được mô tả dưới đây, cũng có thể được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình thay đổi xác suất chọn tham số 1521 và thực hiện xử lý trên FIG.16A và FIG.16B.

Phương án thứ tư

Phương án thứ tư của sáng chế được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Ngoại trừ các điểm khác nhau được mô tả dưới đây, các thành phần của hệ thống theo phương án thứ tư có các chức năng giống như các thành phần của phương án thứ nhất được minh họa trên FIG.1 đến FIG.10 và được gán các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau. Do đó, phần mô tả chúng không được thể hiện ở đây.

FIG.17 là sơ đồ khối minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ tư của sáng chế.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700 theo phương án này bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 120, thiết bị lưu trữ phụ 1730, và I/F (interface – giao diện) mạng 1740, các bộ phận này được nối với nhau. Thiết bị lưu trữ phụ 1730, là thiết bị lưu trữ tương tự như thiết bị lưu trữ phụ 130 của phương án thứ nhất, bao gồm tham số điều khiển 1731 và dữ liệu phần thưởng 1732 thay vì tham số điều khiển 131 và dữ liệu phần thưởng 132.

Đèn giao thông 1751 và bộ điều khiển làn xe 1752 được nối với I/F mạng 1740 qua mạng 1750. Đèn giao thông 1751 là đèn giao thông tại một hoặc nhiều nút giao thông, và được điều khiển dựa vào bộ tham số được chọn bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700. Bộ điều khiển làn xe 1752 là thiết bị điều khiển được tạo cấu hình để thực hiện chỉ định từng làn xe cho từng hướng di chuyển (cụ thể là, cho từng nhóm làn xe). Ví dụ, khi từng bộ tham số bao gồm số lượng làn xe của từng nhóm làn xe như theo phương án thứ ba, bộ điều khiển làn xe 1752 điều khiển việc chỉ báo hướng di chuyển cho các xe đi vào nút giao thông dựa vào bộ tham số được chọn bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700.

Cần lưu ý rằng, mặc dù không được thể hiện trên FIG.1, FIG.11, và FIG.15, tương tự như được mô tả trên đây, các hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án từ thứ nhất đến thứ ba cũng bao gồm giao diện mạng, và được nối với các đèn giao thông (và theo phương án thứ ba, với cả bộ điều khiển làn xe) qua

mạng.

FIG.18A và FIG.18B là các sơ đồ giải thích dữ liệu phần thưởng 1732 được lưu trữ bởi hệ thống điều khiển đèn giao thông theo phương án thứ tư của sáng chế.

Như được thể hiện trên FIG.7, từng giá trị phần thưởng có trong dữ liệu phần thưởng 132 của phương án từ thứ nhất đến thứ ba được tính cho một bộ tham số của một nút giao thông. Ngược lại, dữ liệu phần thưởng 1732 của phương án thứ tư được tính cho tổ hợp của các bộ tham số sẽ được áp dụng cho các đèn giao thông của các nút giao thông. FIG.18A minh họa ví dụ về các phần thưởng được tính cho tổ hợp của các bộ tham số sẽ được áp dụng cho các nút giao thông từ A đến D.

Trong ví dụ này, như được thể hiện trên FIG.18B, tại nút giao thông A, đường 1801 và đường 1803 giao cắt nhau. Tại nút giao thông B, đường 1802 và đường 1803 giao cắt nhau. Tại nút giao thông C, đường 1801 và đường 1804 giao cắt nhau. Tại nút giao thông D, đường 1802 và đường 1804 giao cắt nhau.

Tham số điều khiển 1731 bao gồm các bộ tham số sẽ được áp dụng cho từng nút giao thông. Bộ tham số sẽ được áp dụng cho một nút giao thông có thể giống như các bộ tham số được thể hiện trên FIG.3 hoặc FIG.16. Cùng bộ tham số có thể được áp dụng cho các nút giao thông. Tuy nhiên, nói chung, vì lưu lượng giao thông thực là khác nhau phụ thuộc vào nút giao thông, ví dụ, khi phương pháp như phương pháp được mô tả theo phương án thứ hai được sử dụng, bộ tham số khác được áp dụng cho từng nút giao thông. Theo phương án này, vì số bộ tham số là duy nhất đối với từng nút giao thông, ví dụ, bộ tham số 1 của nút giao thông A và bộ tham số 1 của nút giao thông B thường là khác nhau, mặc dù chúng có thể giống nhau.

Trong ví dụ được thể hiện trên FIG.18A, phần thưởng khi bộ tham số 1 được áp dụng cho từng nút giao thông từ A đến D là "90". Phần thưởng này là giá trị được tính bằng phương pháp giống như phương pháp theo phương án thứ nhất cho tất cả các nhóm làn xe của các nút giao thông từ A đến D. Ví dụ, giá trị phần thưởng này thu được bằng cách tính biểu thức (1) dựa vào các thời gian trễ của tất cả các nhóm làn xe của các nút giao thông từ A đến D. Dữ liệu phần thưởng 1732 được tạo cấu hình để lưu trữ các giá trị phần thưởng được tính theo cùng cách cho

các tổ hợp của tất cả các bộ tham số của tất cả các nút giao thông.

Hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700 theo phương án thứ tư có thể thực hiện, dựa vào chương trình chọn tham số điều khiển 121 và chương trình cập nhật phần thưởng 122, cùng xử lý giống như hệ thống điều khiển đèn giao thông 100 theo phương án thứ nhất (được minh họa trên FIG.8, FIG.9, và FIG.10) bằng cách tham chiếu dữ liệu phần thưởng 1732. Ví dụ, ở các bước 806 và 906, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700 chọn tổ hợp của các bộ tham số với các phần thưởng cao nhất, ở bước 805, chọn ngẫu nhiên tổ hợp của các bộ tham số, ở bước 905, chọn tổ hợp của các bộ tham số dựa vào xác suất phụ thuộc phần thưởng, và ở bước 1002, chọn tổ hợp của các bộ tham số dựa vào xác suất phụ thuộc vào phần thưởng và mức độ chắc chắn.

Như được thể hiện trên FIG.18A và FIG.18B, trong mạng lưới đường bộ bao gồm các nút giao thông được nối với nhau qua các đường, bộ tham số mà là tối ưu cho nút giao thông đang xét có thể không phải là bộ tham số tối ưu để giảm tắc nghẽn giao thông cho toàn bộ mạng lưới đường bộ, như trường hợp trong đó, ví dụ, xe mà đã dễ dàng đi qua một nút giao thông gây ra tắc nghẽn giao thông do việc đi vào nút giao thông khác. Theo phương án thứ tư, vì bộ tham số tối ưu được tìm ra dựa vào phần thưởng của toàn bộ mạng lưới đường bộ bao gồm các nút giao thông, tắc nghẽn giao thông trong toàn bộ mạng lưới đường bộ có thể được giảm.

Xử lý được mô tả trên đây là một ví dụ về phương pháp thực hiện phương án thứ tư. Tuy nhiên, phương án thứ tư cũng có thể được thực hiện bằng phương pháp khác. Ví dụ, hệ thống điều khiển đèn giao thông 1700 có thể được tạo cấu hình để thực hiện xử lý giống như theo phương án thứ nhất (FIG.8, FIG.9, và FIG.10), bằng cách gán số nhóm làn xe duy nhất trong nhóm nút giao thông bao gồm các nút giao thông từ A đến D cho tất cả các nhóm làn xe của các nút giao thông từ A đến D, tạo các bộ tham số để một bộ tham số bao gồm tổ hợp của các khoảng thời gian đèn xanh của tất cả các nhóm làn xe, và tính phần thưởng cho từng bộ tham số.

Sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được mô tả trên đây, và bao gồm các ví dụ cải biến khác nhau. Ví dụ, các phương án đã mô tả sáng chế một cách chi tiết nhằm mục đích dễ hiểu, và sáng chế không bị giới hạn ở phương thức bao gồm tất cả các cấu hình được mô tả trên đây.

Một phần của cấu hình của một phương án có thể được thay thế bằng cấu hình của phương án khác, và cấu hình của một phương án có thể được sử dụng kết hợp với cấu hình của phương án khác. Trong từng phương án, cấu hình khác có thể được bổ sung, loại bỏ hoặc thay thế một phần của cấu hình của phương án.

Các thành phần, chức năng, bộ phận xử lý, phương pháp xử lý, và tương tự được mô tả trên đây có thể được thực hiện một phần hoặc toàn bộ bằng phần cứng bằng cách, ví dụ, thiết kế các thành phần và tương tự ở dạng mạch tích hợp. Các thành phần, chức năng, và tương tự được mô tả trên đây cũng có thể được thực hiện bởi phần mềm bằng cách biên dịch và thực hiện, bằng bộ xử lý, các chương trình thực hiện các chức năng tương ứng. Các chương trình, bảng, tệp, và các loại thông tin khác để thực hiện các chức năng có thể được lưu trữ trong vật lưu trữ dữ liệu cố định đọc được bằng máy tính như bộ nhớ bán dẫn bất biến, hoặc ổ đĩa cứng, SSD (solid state drive - ổ cứng bán dẫn), hoặc thiết bị lưu trữ khác, hoặc thẻ IC, thẻ SD, DVD, hoặc tương tự.

Hơn nữa, các đường điều khiển và các đường thông tin được coi là cần thiết cho phần mô tả được minh họa. Tuy nhiên, không nhất thiết là tất cả các đường điều khiển và các đường thông tin cần thiết cho sản phẩm được minh họa. Trên thực tế, gần như tất cả các bộ phận cấu hình có thể được nối với nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống điều khiển đèn giao thông, bao gồm:

bộ xử lý; và

thiết bị lưu trữ,

thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ:

các bộ tham số, mỗi bộ tham số này bao gồm khoảng thời gian mà đèn xanh sẽ được đưa ra bởi đèn giao thông tại nút giao thông cho xe của từng nhóm làn xe tương ứng với từng hướng di chuyển; và

các chỉ số, từng chỉ số này chỉ báo khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào từng bộ tham số,

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số dựa vào các chỉ số;

thu dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn; và

cập nhật một trong số các chỉ số của bộ tham số đã được chọn dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông.

2. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1,

trong đó thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ xác suất định trước, và

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số bằng cách chọn bộ tham số với một chỉ số cao nhất trong số các chỉ số dựa vào xác suất định trước, hoặc chọn một bộ tham số trong số tất cả các bộ tham số dựa vào xác suất còn lại.

3. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 2, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn ngẫu nhiên một bộ tham số trong số tất cả các bộ tham số dựa vào xác suất còn lại.

4. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 2, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn một bộ tham số trong số tất cả các bộ tham số dựa vào xác suất còn

lại để bộ tham số với một chỉ số cao hơn trong số các chỉ số có xu hướng được chọn.

5. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn ngẫu nhiên một bộ tham số trong số tất cả các bộ tham số để bộ tham số với một chỉ số cao hơn trong số các chỉ số có xu hướng được chọn, và để bộ tham số mà đã được chọn trước đó ít lần hơn có xu hướng được chọn.

6. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo các tổ hợp của các lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe dựa vào sự phân phối các lưu lượng giao thông trong từng khoảng thời gian định trước cho từng nhóm làn xe được xác định dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại nút giao thông; và

tạo các bộ tham số bằng cách tính, cho các tổ hợp của các lưu lượng giao thông của từng nhóm làn xe, khoảng thời gian mà đèn xanh sẽ được đưa ra cho xe của từng nhóm làn xe để khả năng giao thông của nút giao thông là lớn nhất.

7. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó các bộ tham số bao gồm số lượng làn xe được chỉ định cho từng nhóm làn xe.

8. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1,

trong đó thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để:

lưu trữ các bộ tham số cho các đèn giao thông của các nút giao thông; và

lưu trữ các chỉ số, từng chỉ số này chỉ báo khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra tại các nút giao thông khi các đèn giao thông của các nút giao thông được điều khiển dựa vào tổ hợp của các bộ tham số, và

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

chọn ngẫu nhiên từ các bộ tham số tổ hợp của các bộ tham số sẽ được áp dụng cho các đèn giao thông của các nút giao thông dựa vào các chỉ số;

thu dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại các nút giao thông khi các đèn giao thông của các nút giao thông được điều khiển dựa vào tổ hợp đã được chọn của các bộ tham số; và

cập nhật một trong số các chỉ số của tổ hợp đã được chọn của các bộ tham số dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại các nút giao thông.

9. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để đưa ra cảnh báo khi độ dao động của các chỉ số của các bộ tham số lớn hơn giá trị định trước.

10. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn ngẫu nhiên, khi các chỉ số đã hội tụ, một trong số các bộ tham số để bộ tham số với một chỉ số cao nhất trong số các chỉ số có xu hướng được chọn.

11. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để tính làm các chỉ số, dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông, một trong số thời gian trễ, là chênh lệch giữa thời gian tiêu tốn để xe đi qua nút giao thông tại tốc độ giới hạn cho phép và thời gian tiêu tốn để xe đi qua nút giao thông tại tốc độ đo được thực, chiều dài tắc nghẽn giao thông xảy ra tại nút giao thông, và số lượng xe đi qua nút giao thông mỗi đơn vị thời gian.

12. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 11, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để cập nhật, khi bộ tham số đã được chọn đã được chọn trước đó, một trong số các chỉ số bằng cách tính giá trị trung bình của một trong số các chỉ số được tính mỗi lần bộ tham số được chọn.

13. Hệ thống điều khiển đèn giao thông theo điểm 1,

trong đó thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ các chỉ số cho từng bộ tham số, từng chỉ số tương ứng với khoảng thời gian định trước, và

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

chọn ngẫu nhiên một trong số các bộ tham số dựa vào một trong số các chỉ số tương ứng với khoảng thời gian tại đó xử lý sẽ được thực hiện; và

cập nhật, dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông, một trong số các chỉ số tương ứng với khoảng thời gian tại đó xử lý của bộ tham số đã được chọn sẽ được thực hiện.

14. Phương pháp điều khiển đèn giao thông được thực hiện bởi hệ thống máy tính,

hệ thống máy tính bao gồm:

bộ xử lý; và

thiết bị lưu trữ,

thiết bị lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ:

các bộ tham số, mỗi bộ tham số này bao gồm khoảng thời gian mà đèn xanh sẽ được đưa ra bởi đèn giao thông tại nút giao thông cho xe của từng nhóm làn xe tương ứng với từng hướng di chuyển; và

các chỉ số, từng chỉ số này chỉ báo khả năng tắc nghẽn giao thông không xảy ra tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào từng bộ tham số,

phương pháp điều khiển đèn giao thông bao gồm các bước:

chọn ngẫu nhiên, bằng bộ xử lý, một trong số các bộ tham số dựa vào các chỉ số;

thu, bằng bộ xử lý, dữ liệu đo lưu lượng giao thông tại nút giao thông khi đèn giao thông được điều khiển dựa vào bộ tham số đã được chọn; và

cập nhật, bằng bộ xử lý, một trong số các chỉ số của bộ tham số đã được chọn dựa vào dữ liệu đo lưu lượng giao thông.

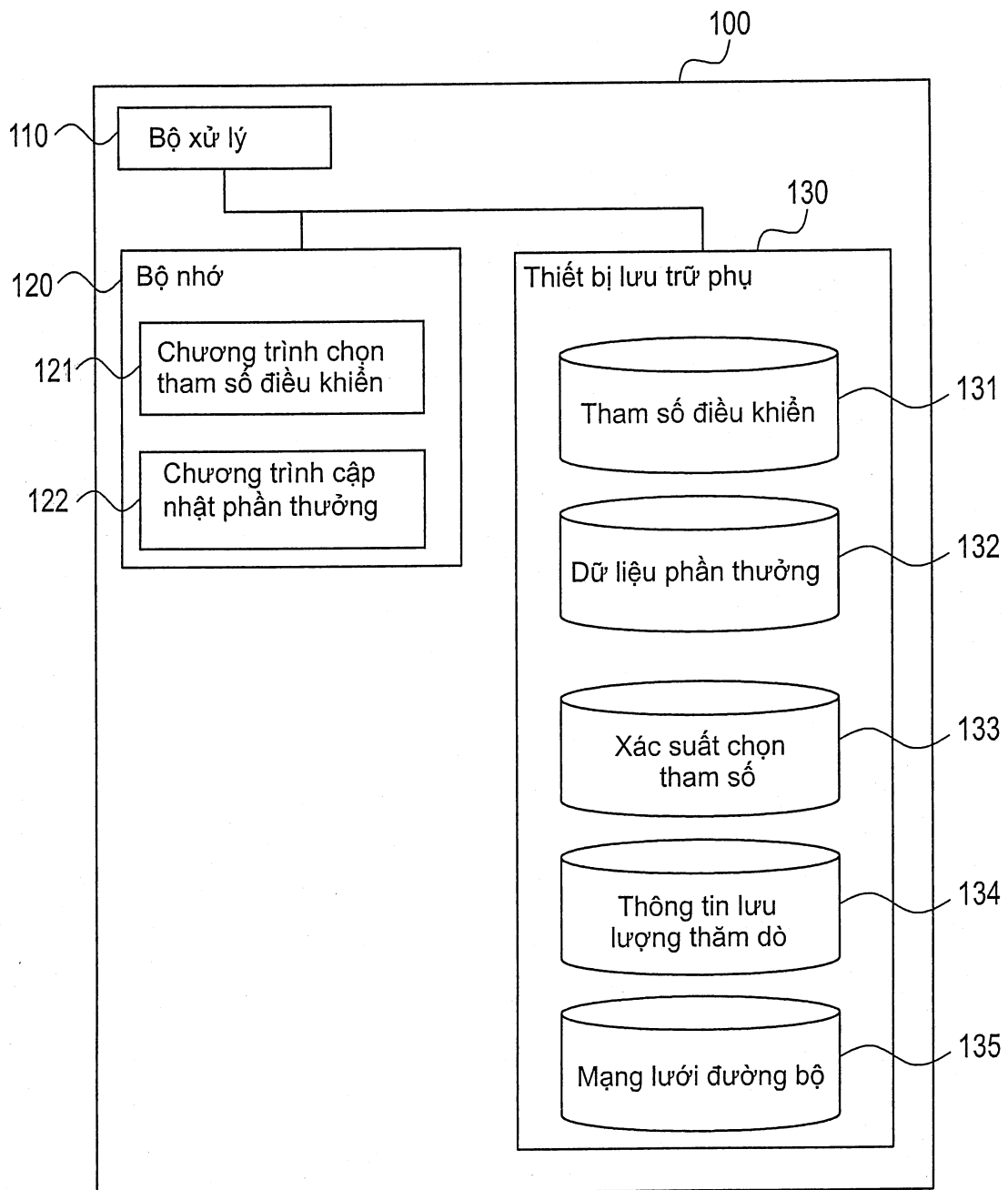


FIG. 1

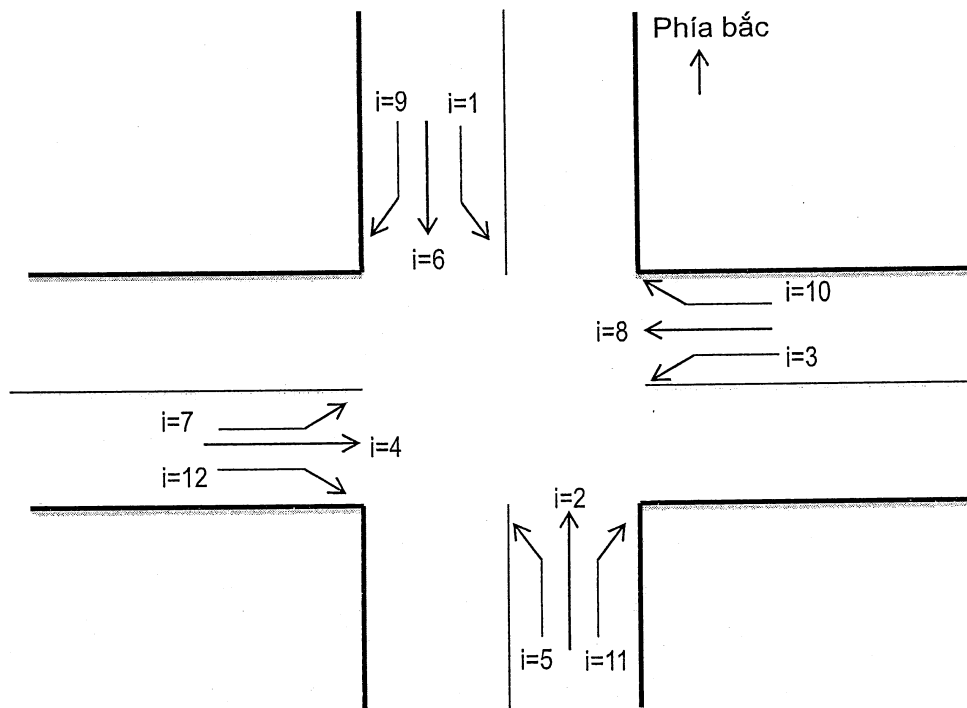


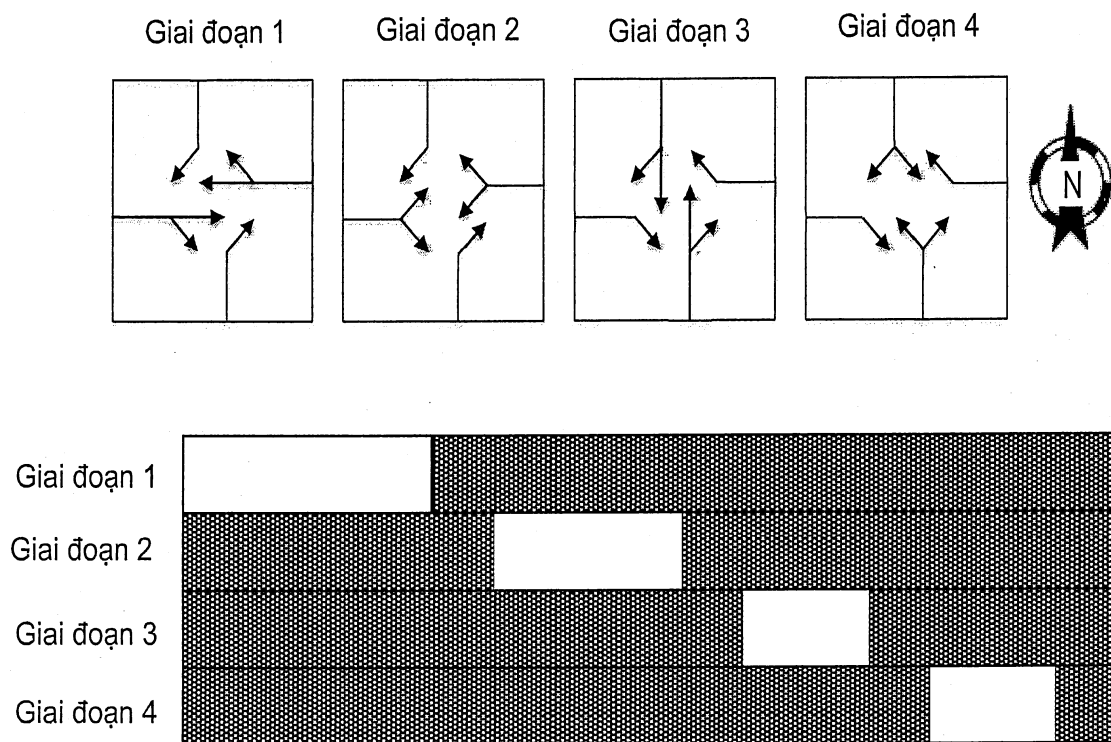
FIG. 2

Tham số điều khiển
Số nhóm làn xe i

Số bộ tham số

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	7	4	20	4	7	4	20
2	4	10	4	17	4	10	4	17
3	4	13	4	14	4	13	4	14
4	4	16	4	11	4	16	4	11
5	4	145	4	5	4	145	4	5
6	4	160	4	5	4	160	4	5
7	4	172	4	5	4	172	4	5
8	4	181	4	5	4	181	4	5
9	10	165	4	15	10	165	4	15
10	4	166	4	5	4	166	4	5

FIG. 3

*FIG. 4*

Thông tin lưu lượng thăm dò

501 Thời gian	502 Đường nối	503 Tốc độ hành trình [km/h]	504 Tốc độ giới hạn cho phép [km/h]
T1	L1	9,0	40
T1	L2	50,0	60
T1	L3	30,0	40
...	...	...	...
T11	L1	6,0	40
T11	L2	60,0	60
...	...	...	...

FIG. 5

Mạng lưới đường bộ

601 Đường nối	602 Nút bắt đầu	603 Nút kết thúc	604 Chiều dài [m]
L1	N1	N2	100
L2	N2	N3	200
L3	N3	N4	50
...	...	...	...

FIG. 6A

611 Nút	612 Đường nối liên kết
N1	L1
N2	L1, L2
N3	L2, L3
...	...

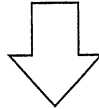
FIG. 6B

Dữ liệu phần thưởng

Thời gian trễ dựa vào kết quả đo thời gian hành trình

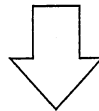
Số bộ tham số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Phần thưởng	65	60	50	75	90	45	30	89	56	67

132



Cập nhật phần thưởng

$$\text{Phần thưởng mới} = \frac{\text{Phần thưởng cũ} * N + \text{Phần thưởng đã đo được}}{N + 1}$$



Số bộ tham số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Phần thưởng	65	60	50	75	90	50	30	89	56	67

132

N=10 khi tham số 6 được chọn và kết quả đo là 100

FIG. 7

Tiến trình xử lý dựa vào thuật toán tham lam ϵ

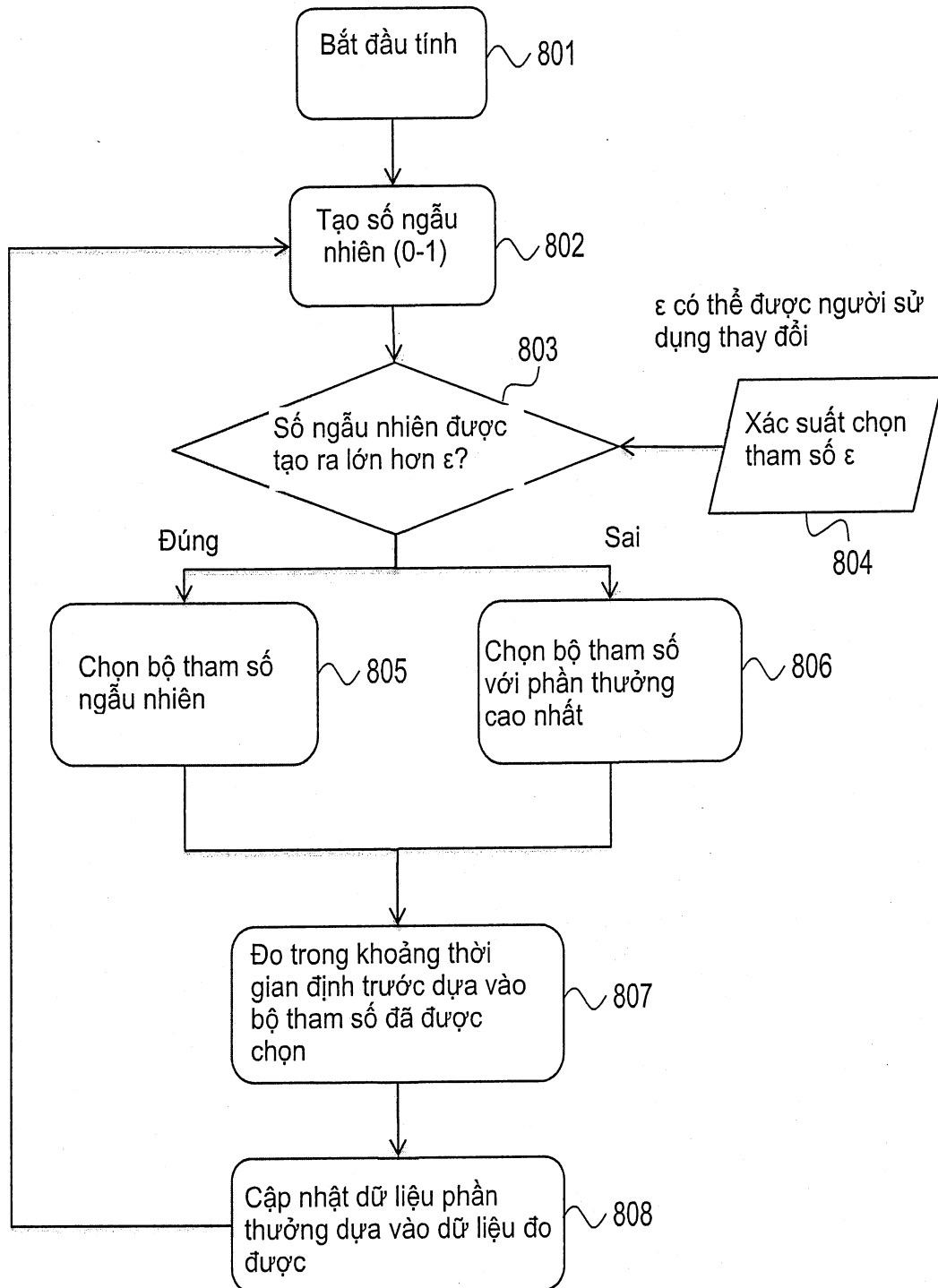


FIG. 8

Tiến trình xử lý dựa vào thuật toán softmax

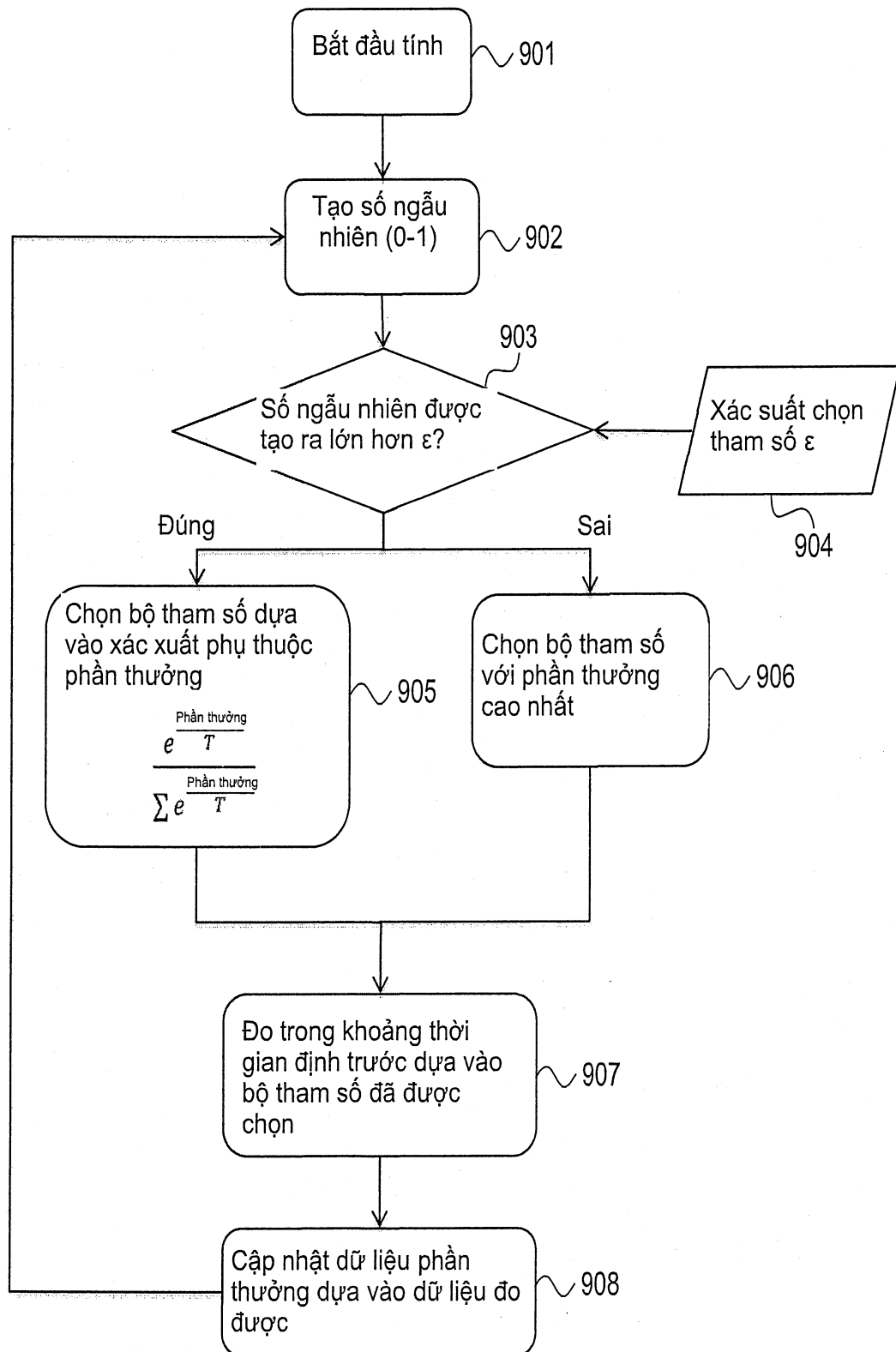


FIG. 9

Tiến trình xử lý dựa vào thuật toán UCB

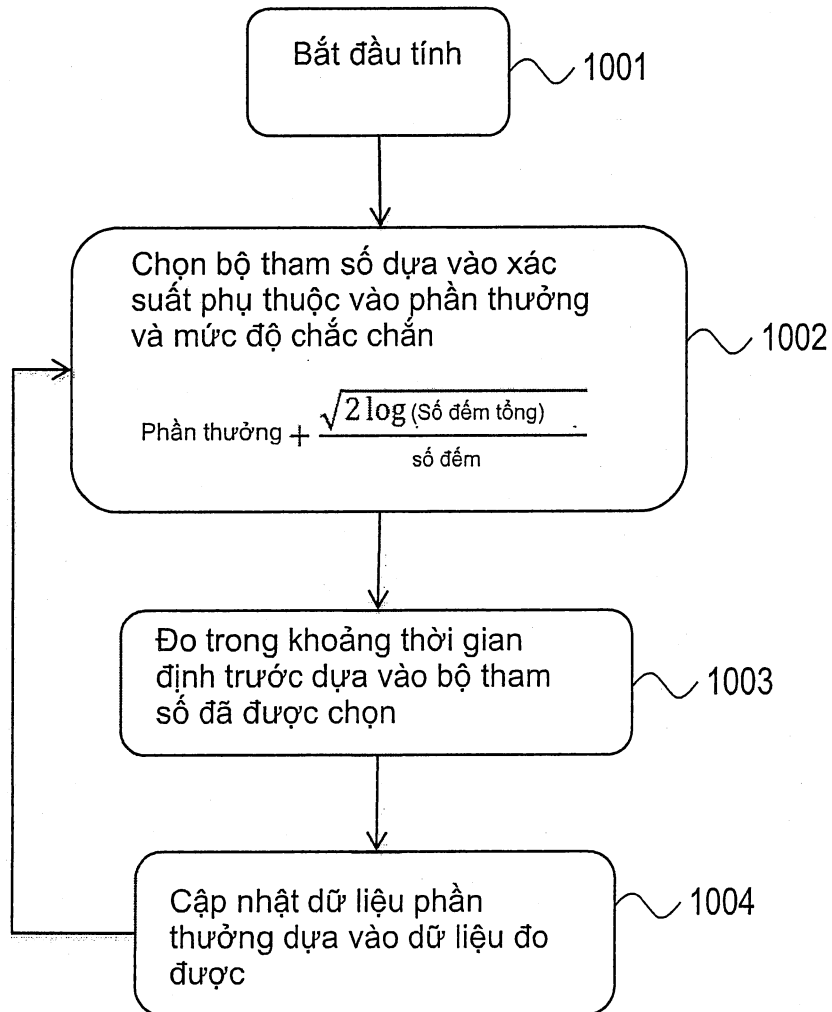


FIG. 10

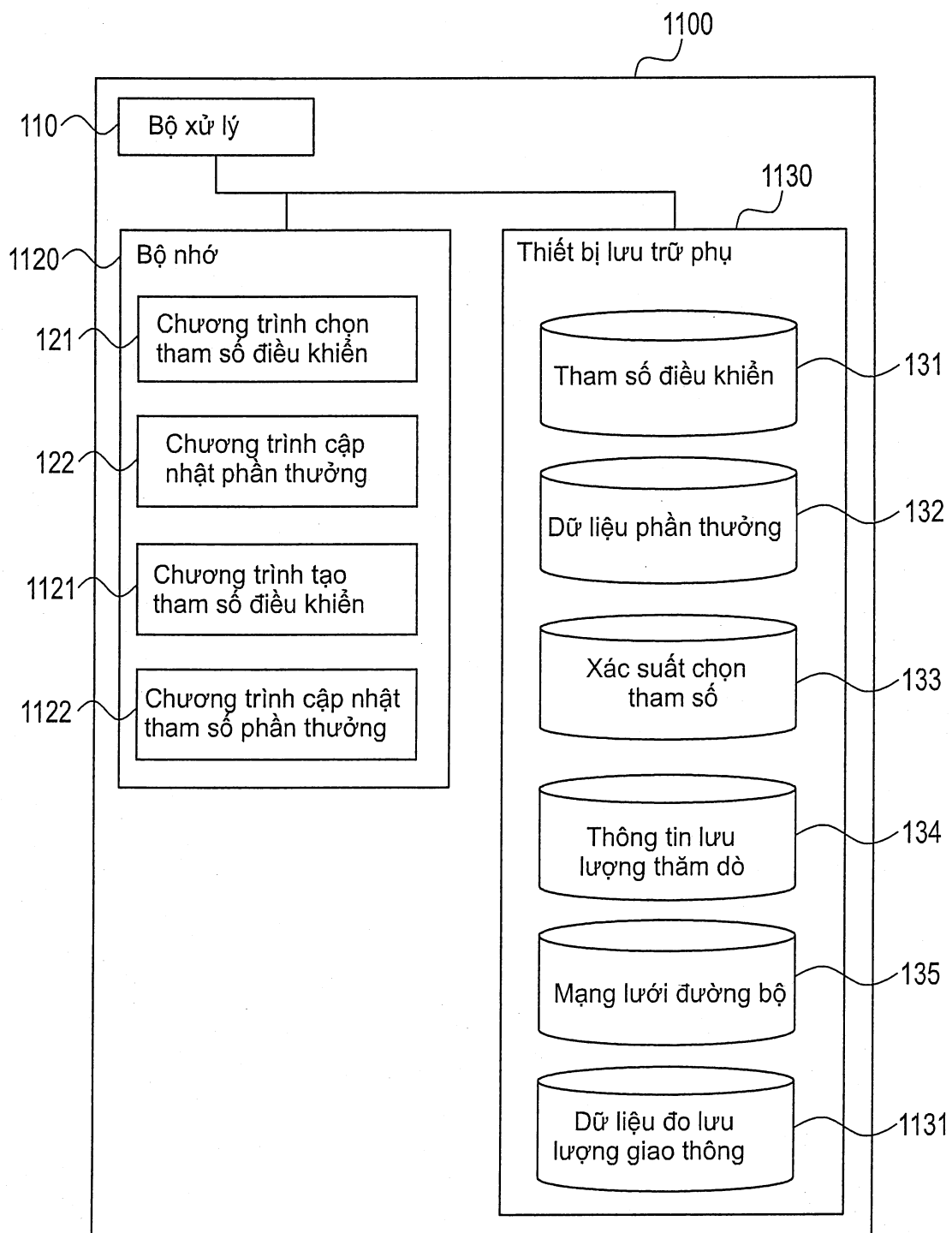


FIG. 11

Dữ liệu đo lưu lượng giao thông

1131

Khoảng thời gian	Loại xe	Đông			Tây			Nam			Bắc		
		Trái	Thẳng	Phải	Trái	Thẳng	Phải	Trái	Thẳng	Phải	Trái	Thẳng	Phải
7:30-7:45	Xe	68	126	82	27	107	35	31	111	64	54	157	112
	Xe kích thước trung bình	0	8	0	0	2	0	1	11	1	3	7	5
	Xe kích thước lớn	8	9	0	2	9	13	2	16	11	1	24	3
7:45-8:00	Xe	55	137	70	39	122	15	44	108	46	55	182	160
	Xe kích thước trung bình	1	0	0	0	6	2	0	6	1	3	3	3
	Xe kích thước lớn	10	8	0	2	8	3	3	11	8	1	19	1
8:00-8:15	Xe	56	152	71	37	102	59	19	93	55	45	183	113
	Xe kích thước trung bình	0	0	0	0	5	2	1	8	0	2	3	6
	Xe kích thước lớn	7	13	0	1	10	7	1	9	16	0	20	3
8:15-8:30	Xe	54	169	74	34	97	45	22	89	54	41	152	92
	Xe kích thước trung bình	0	1	0	3	5	1	4	4	3	1	6	3
	Xe kích thước lớn	11	10	0	2	16	9	3	18	13	0	15	1

FIG. 12

Tiến trình xử lý tạo tham số điều khiển

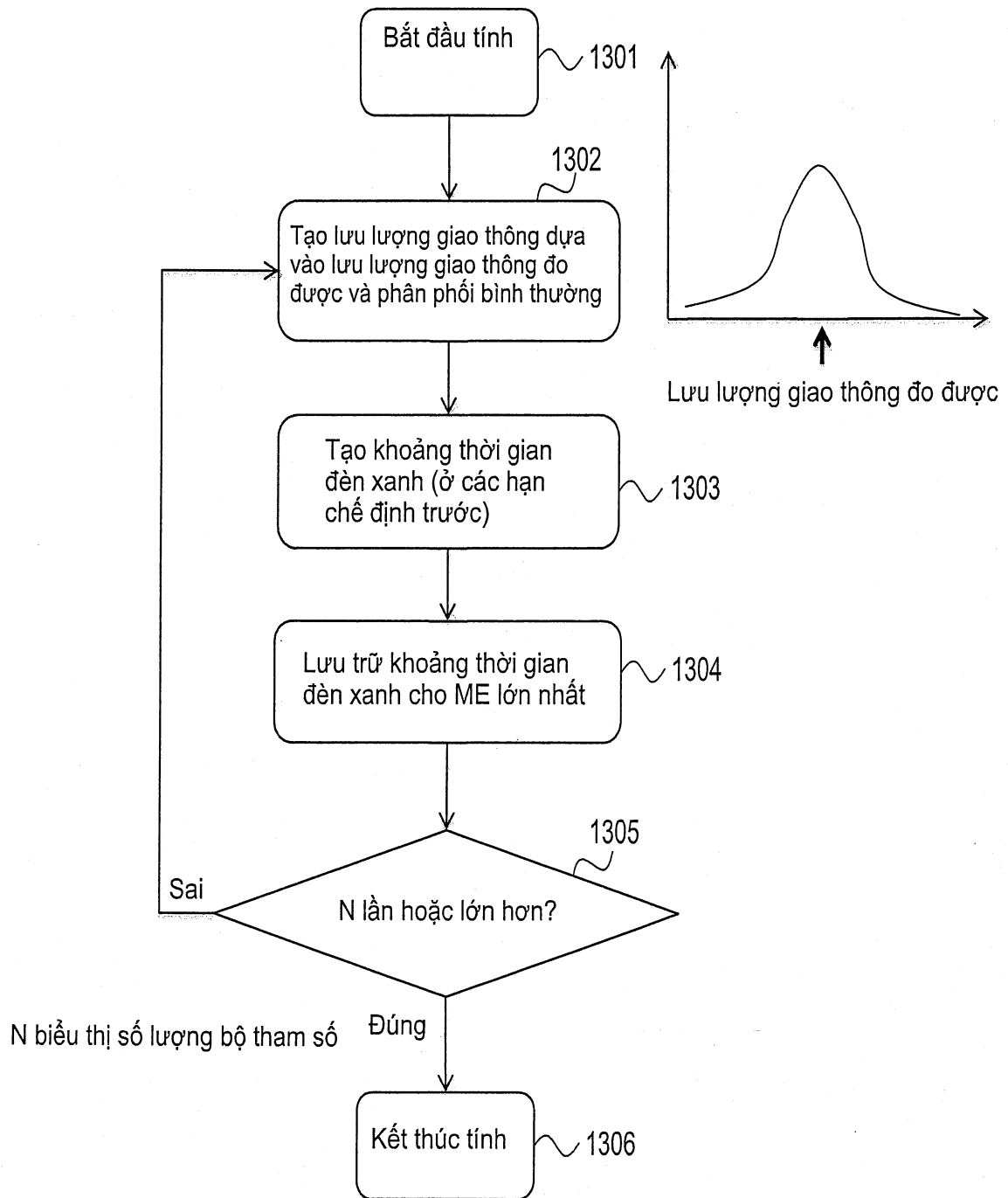
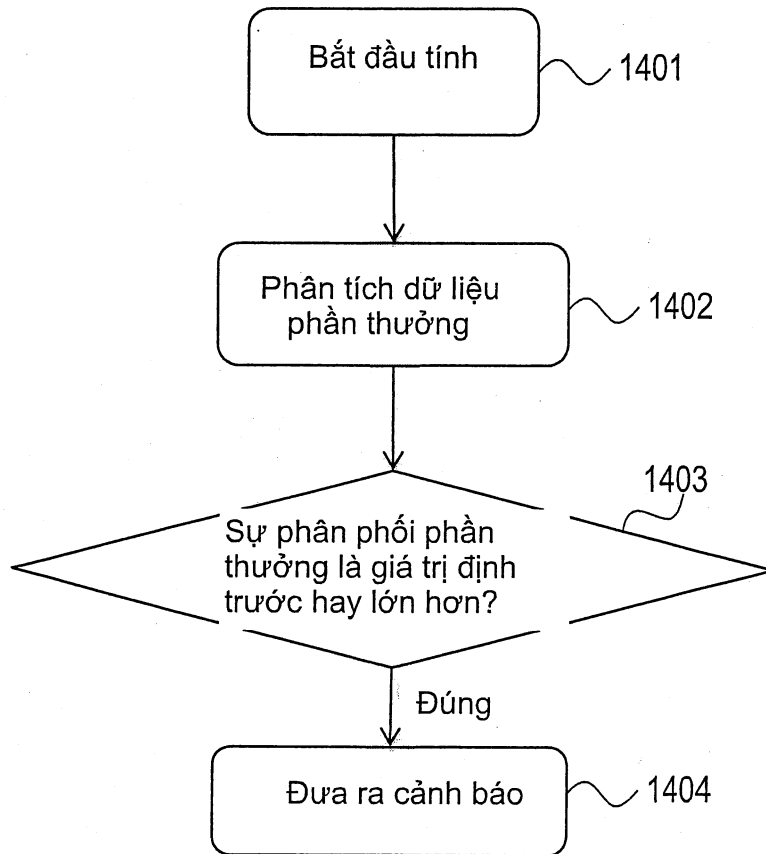


FIG. 13

Tiến trình xử lý cập nhật tham số điều khiển

**FIG. 14**

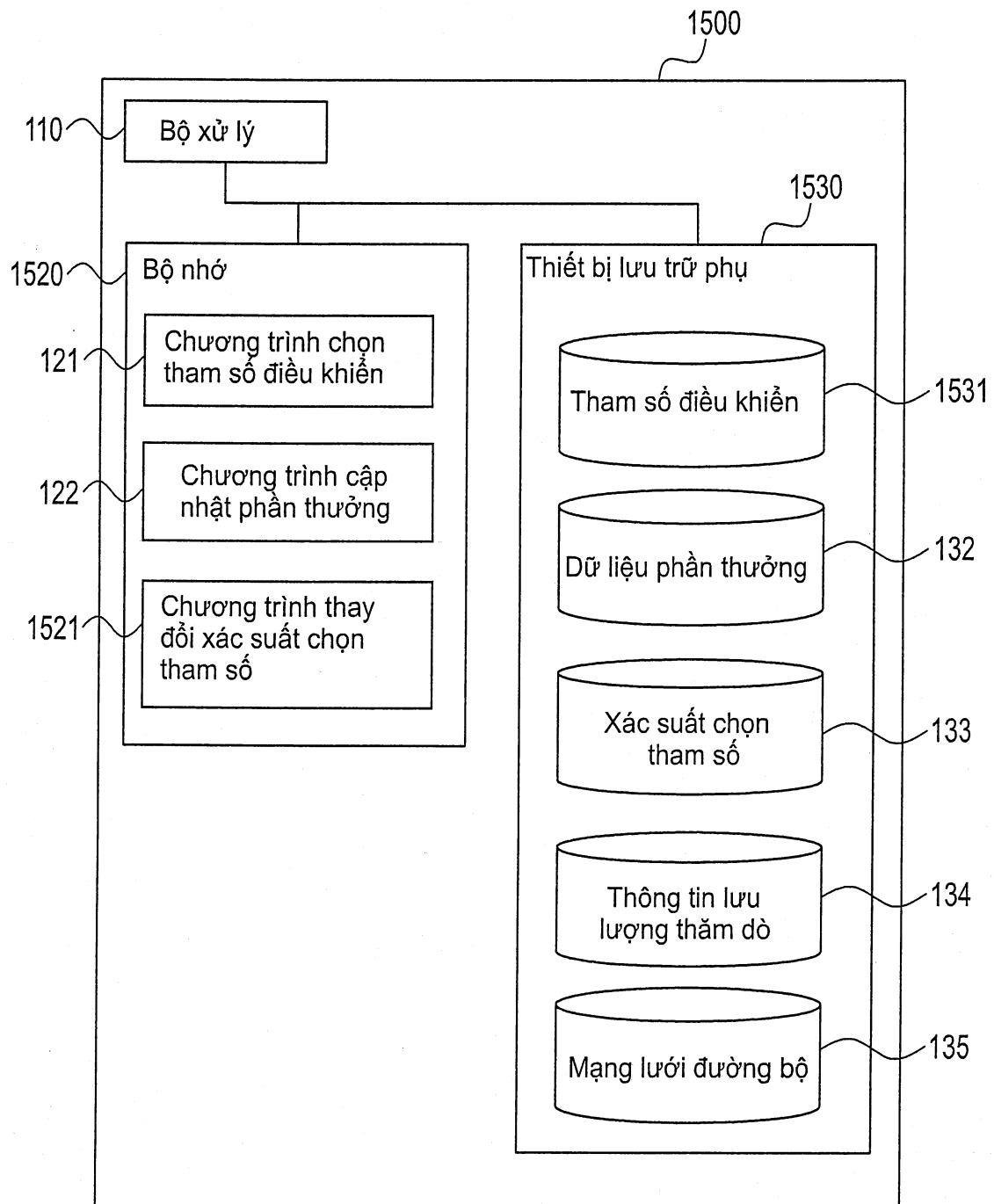


FIG. 15

Tham số điều khiển (khoảng thời gian đèn xanh)

Số nhóm làn xe i

Số bộ tham số		1	2	3	4	5	6	7	8
	1	4	7	4	20	4	7	4	20
	2	4	10	4	17	4	10	4	17
	3	4	13	4	14	4	13	4	14
	4	4	16	4	11	4	16	4	11

FIG. 16A

Tham số điều khiển (số lượng làn xe)

Số nhóm làn xe i

Số bộ tham số		1	2	3	4	5	6	7	8
	1	2	3	1	2	1	2	2	3
	2	1	2	3	2	2	3	2	1
	3	3	2	2	1	2	1	3	2
	4	2	1	2	3	3	2	1	2

FIG. 16B

1531



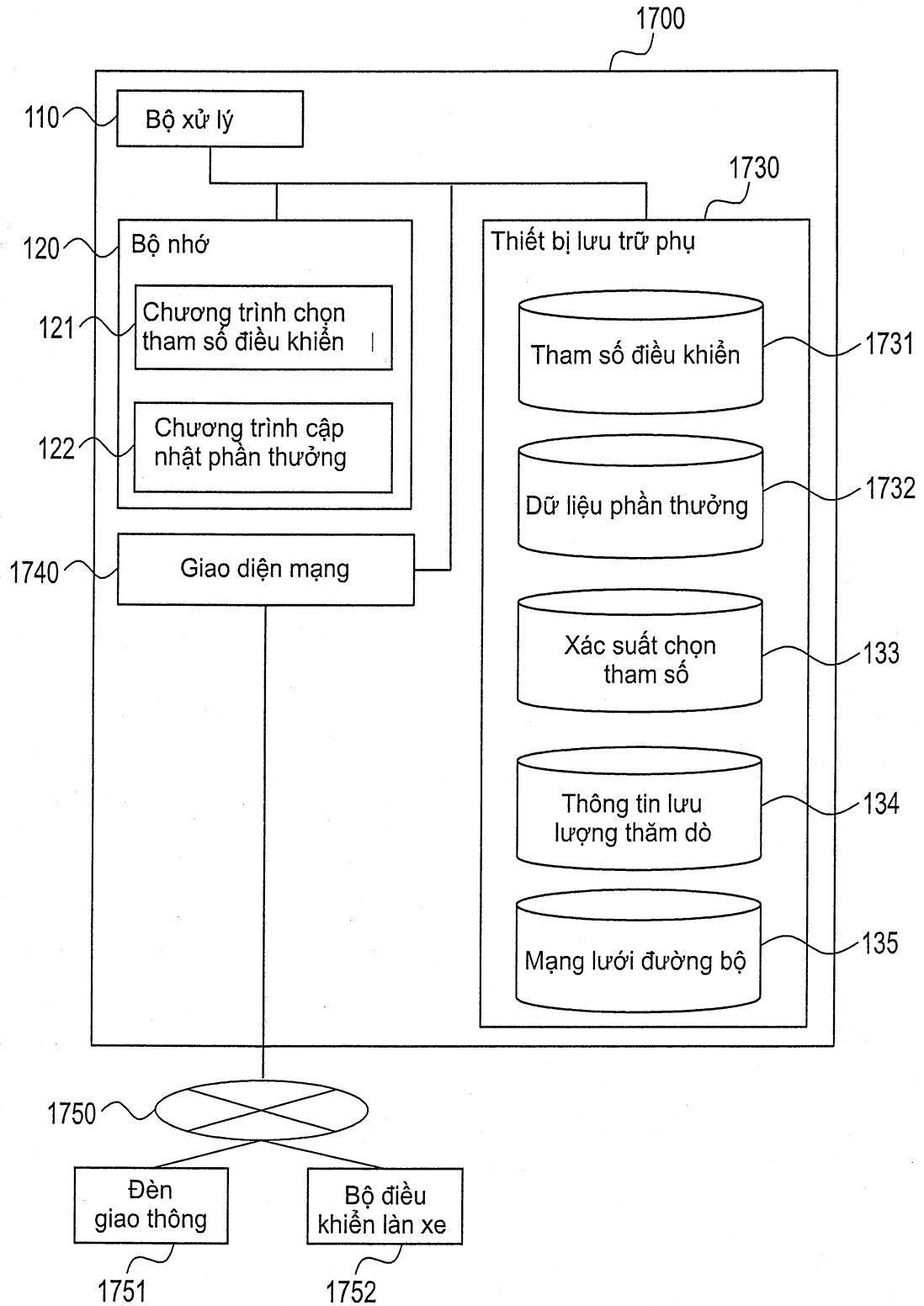


FIG. 17

Dữ liệu phần thưởng
(lưu trữ phần thưởng cho từng tổ hợp
bộ tham số của từng nút giao thông)

1731

A	B	C	D	Phần thưởng
1	1	1	1	90
1	1	1	...	...
1	1	1	10	80
1	1	2	1	60
1	1	2	...	...
1	1	2	10	90
...	...	...	...	...

FIG. 18A

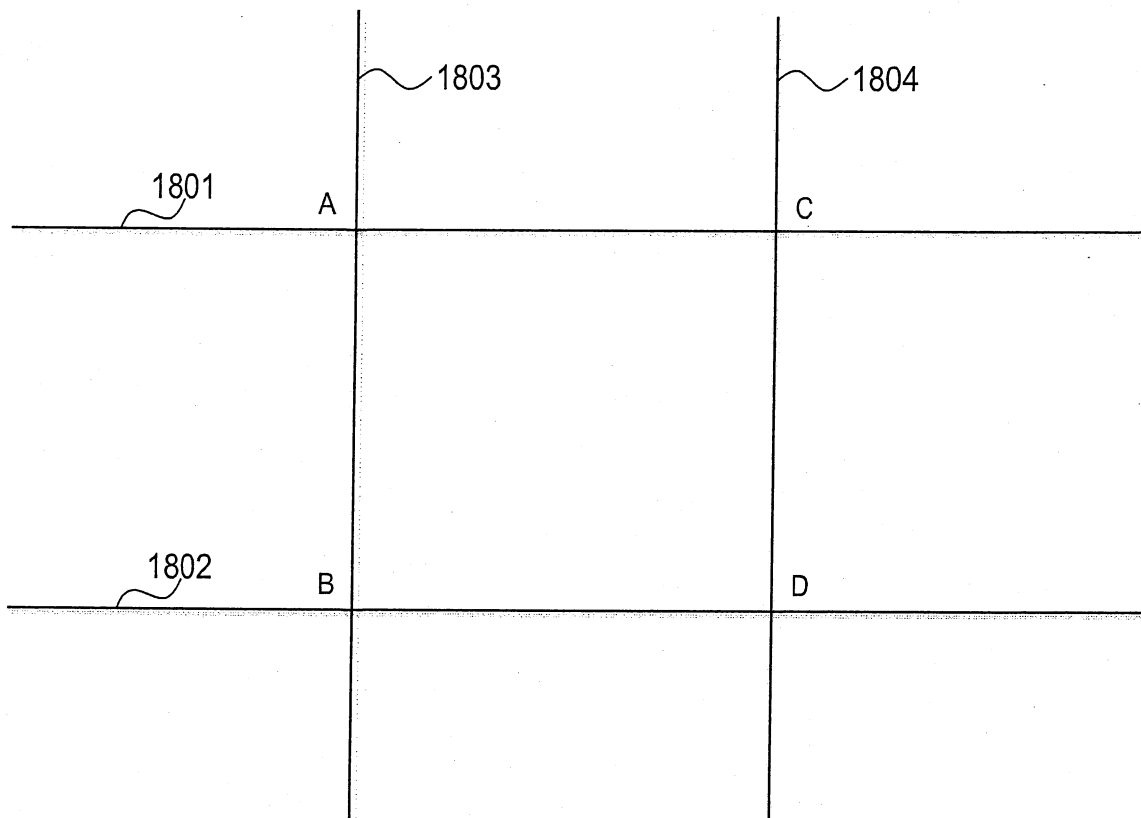


FIG. 18B