



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 285 540**

⑤1 Int. Cl.:
G09B 29/00 (2006.01)
G01C 21/36 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **04796875 .5**
⑧6 Fecha de presentación : **29.10.2004**
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1700286**
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **13.09.2006**

⑤4 Título: **Procedimiento y sistema para la detección de un paso de límite de demarcación para dispositivos incorporados en vehículos.**

③0 Prioridad: **02.12.2003 US 726278**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

⑦3 Titular/es:
ELECTRONIC DATA SYSTEMS CORPORATION
5400 Legacy Drive H3-3A-05
Plano, Texas 75024, US

⑦2 Inventor/es: **Sanquetti, Douglas, R.**

⑦4 Agente: **Arias Sanz, Juan**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para la detección de un paso de límite de demarcación para dispositivos incorporados en vehículos.

Campo técnico

Esta descripción se refiere a la detección de la ubicación de un dispositivo móvil y, más particularmente, a la detección de movimiento de un dispositivo móvil a través de un límite de demarcación predeterminado.

Antecedentes

Las acciones que tienen lugar dentro de un área pueden estar sujetas a determinadas restricciones y cuando una persona, vehículo u objeto sale del área, pueden cambiar o levantarse las restricciones. Por esta razón, existen situaciones en las que es necesario detectar cuándo se sale de un área y se entra en otra. Por ejemplo, el Acuerdo Internacional del Impuesto sobre el Combustible (IFTA) exige que se paguen impuestos a cada estado por el combustible que se use en ese estado. El IFTA es un acuerdo entre 48 estados de Estados Unidos y 10 provincias de Canadá para simplificar la notificación de impuestos sobre el uso de combustibles por empresas de transporte interestatal por camión. La notificación del IFTA reduce significativamente los trámites y normaliza la notificación de los impuestos sobre el uso de combustibles. Para participar en el IFTA, un conductor de un vehículo registra manualmente lecturas del odómetro y el indicador del nivel de combustible del vehículo después de cada paso de límite de demarcación. Al final de un trayecto, el conductor notifica las lecturas del recorrido en millas y del combustible tomadas durante el trayecto. Las lecturas del recorrido en millas y del combustible permiten el cálculo manual de la distancia recorrida y del combustible usado en cada uno de los estados visitados por el conductor, a partir del cual se calcula la deuda a esos estados en impuestos sobre combustible.

Resumen

Se pueden implementar técnicas para detectar automáticamente el paso de límites de demarcación. Un procedimiento tal se desvela, por ejemplo, en US-A-5270937. Entre otras cosas, la detección automática de movimiento a través de un límite de demarcación simplifica el procedimiento de notificación de impuestos sobre el uso de combustibles. Una rutina de detección automática de límites de demarcación y de recogida de datos sobre vehículos se puede usar para notificar la distancia recorrida y la cantidad de combustible usado en cada uno de los estados y provincias que participan en el IFTA. El impuesto que se debe a los estados visitados se puede calcular automáticamente a partir de los informes de distancia recorrida y combustible usado.

Las técnicas no se limitan al uso en el cálculo de impuestos sobre combustibles o a la detección de pasos de fronteras estatales, sino que se pueden usar para detectar cualquier tipo de paso de límites de demarcación.

En un aspecto general, se pueden recuperar datos que definen rectángulos asociados a un límite de demarcación y se puede identificar una ubicación actual de un dispositivo monitorizado. La ubicación actual se puede comparar con los rectángulos que usan los datos que definen los rectángulos y una determinación de que la ubicación actual está dentro de un rectángulo puede indicar un paso de límite de demarcación.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. Por ejemplo, un límite de demarcación se puede definir dentro de un sistema de coordenadas usando uno o más rectángulos y se puede determinar un ángulo entre un lado seleccionado de un rectángulo específico del límite de demarcación y un eje del sistema de coordenadas. El rectángulo específico se puede girar el ángulo de tal modo que el lado seleccionado del rectángulo girado se oriente paralelo al eje del sistema de coordenadas. Se puede identificar y girar el ángulo un conjunto de coordenadas asociado a una ubicación particular de un dispositivo monitorizado. El conjunto de coordenadas girado se puede comparar con el rectángulo girado para determinar si la ubicación del dispositivo monitorizado está dentro del rectángulo específico.

Un paso de límite de demarcación se puede detectar si la ubicación del dispositivo monitorizado se localiza dentro del rectángulo específico. Se puede dar comienzo a una respuesta preseleccionada si se detecta un paso de límite de demarcación. La respuesta preseleccionada puede incluir determinar una nueva jurisdicción en la que se entra como consecuencia del paso de límite de demarcación, cargar un límite de demarcación para la nueva jurisdicción y detectar un paso del límite de demarcación de la nueva jurisdicción. La respuesta preseleccionada puede incluir la reunión de información relacionada con el paso de límites de demarcación. El dispositivo monitorizado puede ser un vehículo y la información reunida puede incluir una distancia recorrida y/o una cantidad de combustible usado por el vehículo. La información reunida se puede enviar por una interfaz inalámbrica a un servidor central y también se puede almacenar en el dispositivo que se está monitorizando.

El límite de demarcación se puede definir mediante una colección de rectángulos solapantes y se puede seleccionar un rectángulo diferente de la colección de rectángulos solapantes si no se localiza dentro de un rectángulo actual la ubicación del dispositivo monitorizado. El rectángulo diferente se puede girar un ángulo entre un lado seleccionado del rectángulo diferente y un eje del sistema de coordenadas, de tal modo que el lado seleccionado del rectángulo diferente girado se oriente paralelo al eje del sistema de coordenadas. El conjunto de coordenadas identificado se puede girar

el ángulo entre el lado seleccionado del rectángulo diferente y el eje del sistema de coordenadas para generar un segundo conjunto de coordenadas giradas. El segundo conjunto de coordenadas giradas se puede comparar con el rectángulo diferente girado para determinar si la ubicación del dispositivo monitorizado está dentro del rectángulo diferente. El rectángulo se puede definir mediante coordenadas de dos vértices opuestos del rectángulo. Girar el límite de demarcación puede implicar girar el ángulo las coordenadas de los dos vértices opuestos del rectángulo y comparar el conjunto de coordenadas girado puede implicar comparar el conjunto de coordenadas girado con las coordenadas giradas de los dos vértices opuestos del rectángulo.

El límite de demarcación puede representar un límite de demarcación entre una primera jurisdicción y una segunda jurisdicción adyacente. El límite de demarcación se puede almacenar como archivo mediante el dispositivo monitorizado. El archivo se puede ajustar al formato, por ejemplo, de un formato XML o un formato binario. El rectángulo puede incluir un indicador asociado de una jurisdicción ocupada si la ubicación del dispositivo monitorizado está dentro del rectángulo específico. Se puede cargar un límite de demarcación para la jurisdicción ocupada si la ubicación del dispositivo monitorizado está situada dentro del rectángulo específico. La definición del límite de demarcación, la determinación del ángulo y el giro del rectángulo específico puede realizarlos un servidor central. La identificación del conjunto de coordenadas asociado a una ubicación particular, el giro del conjunto de coordenadas identificadas y la comparación del conjunto de coordenadas girado con el rectángulo girado puede realizarlos el dispositivo monitorizado, tanto como la recuperación de datos que definen rectángulos asociados al límite de demarcación, la identificación de la ubicación actual del dispositivo monitorizado y la comparación de la ubicación actual con los rectángulos.

Se puede determinar una distancia cubierta y/o una cantidad de combustible usado dentro de una jurisdicción definida por el límite de demarcación. Se pueden determinar estadísticas relacionadas con la jurisdicción definida por el límite de demarcación. Cuando se indica un paso de límite de demarcación, se pueden recuperar datos del límite de demarcación de la jurisdicción adyacente; los datos del límite de demarcación de la jurisdicción adyacente pueden definir rectángulos asociados a un límite de demarcación de una jurisdicción adyacente que pasa a ocuparse tras un paso de límite de demarcación. Los rectángulos pueden corresponder al límite de demarcación de una jurisdicción actual y los rectángulos que definen los límites de demarcación de jurisdicciones adyacentes pueden no solapar los rectángulos correspondientes al límite de demarcación de la jurisdicción actual.

Los datos que definen rectángulos pueden incluir, para cada rectángulo, un ángulo de giro para el rectángulo y coordenadas giradas de dos vértices opuestos del rectángulo, y las coordenadas giradas pueden corresponder a coordenadas del rectángulo que se han girado el ángulo de giro. Comparar la ubicación actual con los rectángulos puede implicar seleccionar un rectángulo de los datos que definen rectángulos, girar un conjunto de coordenadas que definen la ubicación actual un ángulo de giro asociado al rectángulo seleccionado y comparar las coordenadas giradas que definen la ubicación actual con coordenadas giradas de dos vértices opuestos del rectángulo seleccionado.

En otro aspecto general, se puede usar un localizador para identificar una ubicación de un dispositivo monitorizado y una memoria puede operar para almacenar ángulos de giro y coordenadas giradas asociados a un límite de demarcación predeterminado. Las coordenadas giradas pueden corresponder a coordenadas originales que definen el límite de demarcación predeterminado en un sistema de coordenadas. Cada una de las coordenadas originales se puede girar un ángulo de giro correspondiente para generar las coordenadas giradas correspondientes antes de almacenar en la memoria cada una de las coordenadas giradas. Las coordenadas giradas pueden definir al menos un rectángulo de un límite de demarcación girado. Un procesador puede operar para girar coordenadas que representan la ubicación identificada uno o más de los ángulos de giro almacenados para calcular coordenadas de ubicación giradas y para comparar las coordenadas de ubicación giradas con coordenadas giradas correspondientes, con el fin de determinar una posición relativa entre el dispositivo monitorizado y el límite de demarcación predeterminado.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. Por ejemplo, el dispositivo monitorizado puede incluir el localizador, la memoria y el procesador. Un transmisor móvil puede operar para enviar con carácter selectivo un mensaje basado en la posición del dispositivo monitorizado respecto al límite de demarcación predeterminado. La memoria puede almacenar datos correspondientes a segmentos del límite de demarcación girado y cada segmento se puede identificar mediante uno o más conjuntos de coordenadas giradas y puede tener un ángulo de giro asociado. El límite de demarcación representa un límite de demarcación en torno a un área geográfica y cada segmento del límite de demarcación puede ser un rectángulo. Un segundo procesador puede operar para calcular los ángulos de giro y para girar las coordenadas originales que definen el límite de demarcación el ángulo de giro correspondiente, para generar las coordenadas giradas antes de almacenar en la memoria los ángulos de giro y las coordenadas giradas. Cada segmento puede tener uno o más bordes que estén orientados paralelos a un eje del sistema de coordenadas y cada ángulo de giro se puede definir mediante un ángulo entre un eje del sistema de coordenadas y un lado del segmento asociado a las coordenadas originales que han de girarse. El localizador puede ser un receptor de satélite de posicionamiento global.

En los dibujos que se adjuntan y la descripción subsiguiente se exponen los detalles de una o más implementaciones. Otras características se desprenderán de la descripción y los dibujos y de las reivindicaciones. El alcance de esta invención queda definido por las reivindicaciones que se adjuntan.

Descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un ejemplo ilustrativo de un límite de demarcación predefinido.

La Fig. 2A es un ejemplo ilustrativo de un límite de demarcación mal definido.

La Fig. 2B es un ejemplo ilustrativo de una corrección del límite de demarcación mal definido de la Fig. 2A.

Las Figs. 3 y 9 son organigramas de procedimientos para detectar movimiento a través de un límite de demarcación predefinido.

Las Figs. 4A a 4H son diagramas que ilustran la determinación del ángulo de giro para los rectángulos en el límite de demarcación.

Las Figs. 5A y 5B son diagramas que ilustran un procedimiento para ordenar las coordenadas que definen cada rectángulo en el límite de demarcación.

La Fig. 6A es un diagrama que ilustra la transformación de giro de un rectángulo en el límite de demarcación.

La Fig. 6B es un diagrama que ilustra la transformación de giro de un conjunto de coordenadas de posición.

La Fig. 7 es un diagrama de un sistema representativo para detectar movimiento de un dispositivo móvil a través de un límite de demarcación.

La Fig. 8 es un organigrama de un procedimiento para definir y almacenar límites de demarcación.

En los distintos dibujos, los símbolos de referencia similares indican elementos similares.

Descripción detallada

Se puede usar una rutina de detección de límite de demarcación para dar comienzo automáticamente a una respuesta predeterminada cuando un dispositivo móvil cruza un límite de demarcación virtual predeterminado. Una implementación está en el dominio de la notificación de estadísticas de uso de combustible cuando se cruzan límites de demarcación entre estados. Sin embargo, deberá entenderse que la rutina se puede usar en otros tipos de aplicación en los que sea deseable monitorizar si un dispositivo móvil ha cruzado o no más límites virtuales de demarcación.

En el caso de notificación de estadísticas de uso de combustible, un conductor de un vehículo no tiene que notificar manualmente sus lecturas de odómetro e indicador del nivel de combustible siempre que se cruce un límite de demarcación entre dos estados o provincias. Cada vez que se cruza el límite de demarcación, el dispositivo móvil que monitoriza la posición del vehículo puede recuperar las lecturas del odómetro y el indicador del nivel de combustible y enviarlas a un sistema central que compila la información y calcula el impuesto sobre combustibles que se debe a los estados que ha visitado el conductor. Asimismo, se puede cargar el límite de demarcación en torno al estado en el que entra el vehículo como consecuencia del paso del límite de demarcación y el dispositivo móvil puede operar para detectar movimiento del vehículo a través del límite de demarcación del nuevo estado.

Al implementar el algoritmo de detección de límites de demarcación sobre dispositivos móviles, particularmente sobre dispositivos incorporados que tienen potencias de procesamiento limitadas, la reducción del número de cálculos necesarios para efectuar un trabajo útil ayuda a evitar la sobrecarga del procesador local del dispositivo móvil. Determinar si un dispositivo móvil ha cruzado un límite de demarcación predefinido puede implicar un cálculo relativamente intensivo de la UCP.

Las técnicas descritas proporcionan una manera eficaz de definir un límite de demarcación y determinar si unas coordenadas asociadas a una ubicación particular indican que se ha cruzado el límite de demarcación. En particular, las técnicas permiten que la mayor parte de los cálculos necesarios para implementar la rutina de detección de límite de demarcación se efectúen en un ordenador de escritorio u otro dispositivo de tratamiento de gran potencia y requieren un procesamiento o unas comunicaciones muy pequeños por parte del dispositivo móvil monitorizado.

Inicialmente se definen uno o más límites de demarcación. Por ejemplo, la Fig. 1 muestra un mapa 100 que representa una jurisdicción 105, que es, en este caso, el estado de California. Una jurisdicción es una superficie de tierra, tal como un estado o una provincia o cualquier otra área geográfica gubernamental o no gubernamental. Se ha aumentado el mapa 100 con una serie de rectángulos solapantes 110. Los rectángulos 110 definen la frontera aproximada entre la jurisdicción de California 105 y las otras jurisdicciones que son adyacentes a la jurisdicción de California 105. La ubicación actual de un dispositivo móvil cuyo movimiento a través de límites de demarcación se monitoriza se compara con las ubicaciones de los rectángulos 110 de límites de demarcación. Cuando la ubicación actual del vehículo u otro dispositivo móvil está dentro de uno de los rectángulos de límite de demarcación 110, se ha producido el movimiento a través del límite de demarcación de la jurisdicción de California 105 al interior de una jurisdicción adyacente.

Cada rectángulo de límite de demarcación 110 también contiene un identificador de la nueva jurisdicción en la que se ha entrado como consecuencia de la entrada en el rectángulo de límite de demarcación 110. Cuando se entra en un rectángulo de límite de demarcación 110, se ha cruzado el límite de demarcación de una nueva jurisdicción y la ubicación actual está dentro de una segunda jurisdicción. La identidad de la segunda jurisdicción es indicada por el identificador de la siguiente jurisdicción del rectángulo de límite de demarcación 110 en el que ha entrado el vehículo. Para facilitar la detección de movimiento a través del límite de demarcación de la recién ocupada segunda jurisdicción, se cargan rectángulos que representan el límite de demarcación de la segunda jurisdicción. Si no hay disponibles datos de límites de demarcación de la jurisdicción para la jurisdicción que será ocupada tras un paso de límite de demarcación desde la primera jurisdicción, el identificador de la siguiente jurisdicción para el rectángulo 110 se deja indefinido. Cuando se entra en un rectángulo 110 con un identificador de siguiente jurisdicción indefinido, no se carga otro límite de demarcación de jurisdicción.

Cada rectángulo de límite de demarcación 110 se puede definir mediante las coordenadas por satélite de posicionamiento global (GPS) de dos vértices opuestos del rectángulo 110. En una implementación, los rectángulos de límite de demarcación 110 pueden quedar asentados ligeramente fuera del límite geopolítico de demarcación real de una jurisdicción. Una separación de unos pocos metros entre el límite de demarcación real de jurisdicción y los rectángulos de límite de demarcación 110 da cuenta de inexactitudes potenciales para detectar la ubicación precisa de un dispositivo o vehículo monitorizado y garantiza que el límite de demarcación real de la jurisdicción se ha cruzado realmente cuando se ha entrado en un rectángulo de límite de demarcación 110, dado que se dará con el límite de demarcación real de la jurisdicción antes de que se entre en el rectángulo de límite de demarcación 110 (a diferencia de pasar simplemente cerca del límite de demarcación).

La separación también permite que se definan límites de demarcación de jurisdicción para jurisdicciones adyacentes sin solape. Cuando se incluye la separación, ninguna parte del límite de demarcación de jurisdicción está dentro de la jurisdicción. En su lugar, el límite de demarcación queda completamente dentro de las jurisdicciones adyacentes. Por ejemplo, cuando dos jurisdicciones son adyacentes entre sí, el límite de demarcación en torno a la primera jurisdicción se localizará dentro de la segunda jurisdicción, y el límite de demarcación en torno a la segunda jurisdicción se localizará dentro de la primera jurisdicción. Por lo tanto, no existe solape entre los dos límites de demarcación de jurisdicción.

Si existe un solape en los límites de demarcación en torno a las dos jurisdicciones adyacentes, los pasos del límite de demarcación serán entonces falsamente detectados. El solape permite que se localice simultáneamente el dispositivo móvil que se está monitorizando dentro de un rectángulo de límite de demarcación a partir de múltiples límites de demarcación de jurisdicción. Mientras que el dispositivo móvil ocupe la superficie que es común a ambos límites de demarcación de jurisdicción, cada comprobación de la posición del dispositivo móvil que se está monitorizando hasta que el dispositivo móvil haya salido de la superficie común conducirá a la determinación errónea de que se ha producido un paso de límite de demarcación. Todos los límites de demarcación que se cargan como consecuencia del paso aparente de límites de demarcación contienen la superficie común que se ocupa actualmente, lo que conduce a la detección repetida de un paso de límite de demarcación cuando sólo se ha producido un paso de límite de demarcación. Por lo tanto, en la implementación citada anteriormente, los rectángulos de límite de demarcación 110 están situados unos pocos metros (o millas) al exterior del actual límite de demarcación de jurisdicción, de modo que no exista ninguna superficie de solape entre múltiples límites de demarcación. Se pueden usar, no obstante, otras técnicas para remediar el problema de límites de demarcación solapantes en torno a dos jurisdicciones adyacentes, que conduce a la detección errónea de pasos de límites de demarcación y, en otras implementaciones, los rectángulos de límite de demarcación 110 pueden solapar el actual límite de demarcación de la jurisdicción.

Al definir los rectángulos de límite de demarcación para una jurisdicción, puede ser deseable garantizar que sólo haya una jurisdicción posible en la que se puede entrar al entrar en un rectángulo particular de límite de demarcación. Un problema potencial surge cuando un estado es adyacente a otros dos estados a lo largo de un único límite de demarcación rectilíneo. Por ejemplo, la Fig. 2A muestra una representación de un área geográfica en la que está definido un límite de demarcación entre una jurisdicción específica 105a, el estado de Wyoming, y dos jurisdicciones adyacentes 105b y 105c, los estados de Utah y Colorado, respectivamente. La frontera sur de la jurisdicción de Wyoming 105a es rectilínea, así que puede usarse un único rectángulo de límite de demarcación 110 para definir toda la frontera sur. Sin embargo, el paso del lado occidental de la frontera sur conduce a la jurisdicción de Utah 105b y el paso del lado oriental de la frontera sur conduce a la jurisdicción de Colorado 105c. El identificador de la siguiente jurisdicción del rectángulo de límite de demarcación 110 sólo puede indicar una jurisdicción en la que se entra cuando se cruza la frontera sur, aunque existan dos posibilidades. Por lo tanto, no es posible determinar si un dispositivo monitorizado está entrando en la jurisdicción de Utah 105b o en la jurisdicción de Colorado 105c al entrar en el rectángulo 110 mediante el paso de la frontera sur.

Para evitar esta ambigüedad potencial, y como está mostrado en la Fig. 2B, la frontera sur de la jurisdicción de Wyoming 105a se puede definir con dos rectángulos 110a y 110b que correspondan a la parte de la frontera de Utah y la parte de la frontera de Colorado, respectivamente. El rectángulo de Utah 110a tiene su identificador de la siguiente jurisdicción fijado para la jurisdicción de Utah 105b, mientras que el rectángulo de Colorado 110b tiene su identificador de la siguiente jurisdicción fijado para la jurisdicción de Colorado 105c. Por lo tanto, cuando se entra en el rectángulo de Utah 110a, se ha entrado en la jurisdicción de Utah 105b y se cargan los rectángulos de fronteras en torno a la jurisdicción de Utah 105b. Asimismo, cuando se entra en el rectángulo de Colorado 110b, se ha entrado en la jurisdicción de Colorado 105c y se cargan los rectángulos de fronteras en torno a la jurisdicción de Colorado 105c.

Aunque se podría definir la frontera sur de la jurisdicción de Wyoming 105a usando un único rectángulo 110, definir la frontera sur con dos rectángulos 110a y 110b proporciona una forma práctica de determinar el límite de demarcación de jurisdicción que debería cargarse después de que un dispositivo monitorizado salga de la jurisdicción de Wyoming 105a.

Después de definirse un límite de demarcación de jurisdicción, los rectángulos que componen el límite de demarcación de jurisdicción se pueden usar para detectar movimiento a través del límite de demarcación de la jurisdicción. La Fig. 3 ilustra un procedimiento 300 que usa los rectángulos que definen o aproximan el límite de demarcación de jurisdicción para determinar el momento en que un dispositivo móvil ha cruzado el límite de demarcación de jurisdicción. El procedimiento 300 se puede implementar sobre el dispositivo móvil que está siendo monitorizado. Inicialmente se recibe un conjunto de rectángulos que definen el límite de demarcación en torno a la jurisdicción (etapa 305). El conjunto de rectángulo se almacena para su posterior uso al detectar pasos de límite de demarcación por parte del dispositivo monitorizado. Se identifica una ubicación del dispositivo monitorizado (etapa 310) y la ubicación se compara con el conjunto de rectángulos que definen el límite de demarcación en torno a la jurisdicción (etapa 315). En particular, la ubicación del dispositivo monitorizado se compara con cada uno de los rectángulos del conjunto para determinar si el dispositivo monitorizado se localiza dentro de uno cualquiera de los rectángulos.

Si la ubicación del dispositivo monitorizado está dentro de uno de los rectángulos de límite de demarcación, entonces el dispositivo monitorizado se ha movido a través del límite de demarcación de jurisdicción y se puede dar comienzo a una respuesta pertinente (etapa 320). La respuesta puede incluir registrar estadísticas referentes al funcionamiento del dispositivo monitorizado y/o cargar un conjunto diferente de rectángulos que definan un límite de demarcación en torno a una jurisdicción en la que se ha entrado como consecuencia del paso del límite de demarcación. Si la ubicación del dispositivo monitorizado no está dentro de uno de los rectángulos de límite de demarcación, entonces no se ha cruzado el límite de demarcación de jurisdicción y seguirá monitorizándose la ubicación del dispositivo monitorizado.

Para facilitar la comparación de la ubicación del dispositivo monitorizado y el conjunto de rectángulos de límite de demarcación, los rectángulos de límite de demarcación pueden pasar por un procedimiento de transformación de giro que sitúe los lados de cada rectángulo en el límite de demarcación de jurisdicción paralelos al eje X y el eje Y del sistema de coordenadas elegido. El procedimiento de transformación de giro requiere más recursos de procesamiento al definir inicialmente el límite de demarcación de jurisdicción, pero hace más eficaces los cálculos subsiguientes sobre el dispositivo móvil que se está monitorizando. La primera etapa en el procedimiento de transformación de giro es determinar un ángulo de giro para cada rectángulo respecto al eje X del sistema de coordenadas. Esta etapa se puede efectuar en un ordenador de escritorio u otro dispositivo con recursos de procesamiento considerables. Cada rectángulo se gira el ángulo alrededor del origen de modo que los lados del rectángulo queden paralelos o perpendiculares al eje X. Los rectángulos girados se almacenan entonces en el dispositivo móvil. Posteriormente, el dispositivo móvil monitoriza su posición para determinar si se ha producido un paso de límite de demarcación. Si el ángulo de giro para un rectángulo de límite de demarcación no es igual a cero, las coordenadas de la ubicación actual pasan entonces por la misma transformación de giro que el rectángulo girado correspondiente. Las coordenadas por GPS giradas se comparan entonces con las coordenadas giradas de los vértices del rectángulo para ver si la ubicación actual está dentro del rectángulo. Si los lados de los rectángulos girados son paralelos al eje X y al eje Y, el dispositivo móvil simplemente necesita comparar la posición actual con los valores mínimo y máximo de X e Y de un rectángulo para determinar si la posición actual está dentro del rectángulo.

Las Figs. 4A a 4H ilustran un procedimiento destinado a determinar el ángulo de giro 405 de un rectángulo de límite de demarcación 110 respecto al eje X del sistema de coordenadas. Cada rectángulo de límite de demarcación 110 tiene asignada una dirección de consideración del rectángulo 410. La dirección de consideración del rectángulo establece el orden en el que se analizan los rectángulos que definen un límite de demarcación de la jurisdicción. Por ejemplo, la dirección de consideración del rectángulo determina el orden en el que se giran los rectángulos de límite de demarcación y el orden en el que se usan los rectángulos para determinar si se ha producido un paso de límite de demarcación. La dirección de consideración del rectángulo para un rectángulo ejemplar apunta desde un rectángulo que se considera inmediatamente antes del rectángulo ejemplar hacia un rectángulo que se considera inmediatamente después del rectángulo ejemplar. De forma típica, la dirección de consideración del rectángulo se asigna sobre la base de un recorrido del límite de demarcación de jurisdicción en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj. En otras palabras, los rectángulos se consideran en el orden en el que se da con ellos durante un recorrido del límite de demarcación de jurisdicción en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. Un punto de partida para el recorrido se puede elegir arbitrariamente. Por ejemplo, al asignar una dirección de consideración del rectángulo sobre la base de un recorrido del límite de demarcación de jurisdicción en el sentido de las agujas del reloj, los rectángulos a lo largo del lado del norte del límite de demarcación tienen una dirección de consideración del rectángulo que apunta por lo general hacia el este, los rectángulos a lo largo del lado del este del límite de demarcación tienen una dirección de consideración del rectángulo que apunta por lo general hacia el sur, los rectángulos a lo largo del lado del sur del límite de demarcación tienen una dirección de consideración del rectángulo que apunta por lo general hacia el oeste y los rectángulos a lo largo del lado del oeste del límite de demarcación tienen una dirección de consideración del rectángulo que apunta por lo general hacia el norte.

De forma típica, la dirección de consideración del rectángulo 410 para un rectángulo de límite de demarcación es paralela al lado más largo del rectángulo 110. Los rectángulos de límite de demarcación 110 se pueden girar hasta que la dirección de consideración del rectángulo 410 sea paralela al eje X y apunte en la dirección de X creciente.

ES 2 285 540 T3

Para calcular el ángulo de giro 405 necesario, los vértices se numeran de modo contrario al sentido de las agujas del reloj. El vértice 1, etiquetado "P(X1, Y1)" se elige de tal modo que la dirección de consideración del rectángulo 410 apunte desde el vértice 1 hacia el vértice 2, etiquetado "P(X2, Y2)". El vértice 3 está etiquetado "P(X3, Y3)", mientras que el vértice 4 (véanse las Figs. 5A y 5B) puede tener las coordenadas "P(X4, Y4)". El ángulo entre el lado del rectángulo 110 entre los vértices 1 y 2 y el eje X positivo del sistema de coordenadas define el ángulo 405 que se gira el rectángulo 110. Como alternativa, también se puede usar el ángulo entre el lado del rectángulo 110 entre otros dos vértices consecutivos cualesquiera (por ejemplo, vértices 2 y 3, vértices 3 y 4, o vértices 4 y 1) y el eje X positivo o negativo o el eje Y positivo o negativo. El ángulo de giro 405 necesario se determina en el supuesto de que los rectángulos de límite de demarcación 110 se giran en el sentido de las agujas del reloj.

Por ejemplo, el giro es necesario para el rectángulo de límite de demarcación 110 de la Fig. 4B dado que los lados del rectángulo 110 no son paralelos al eje X ni al eje Y y con la dirección de consideración del rectángulo orientada en dirección positiva de X. El ángulo de giro 405 necesario se puede determinar a partir del ángulo entre el eje X positivo y el lado del rectángulo definido por los vértices 1 y 2. En este ejemplo, X1 es la coordenada X del vértice 1, Y1 es la coordenada Y del vértice 1, X2 es la coordenada X del vértice 2, Y2 es la coordenada Y del vértice 2 y α es el ángulo de giro 405. Con fines de ilustración de la determinación del ángulo de giro 405, se forma un triángulo rectángulo imaginario con el lado del rectángulo entre los vértices 1 y 2 como hipotenusa. La longitud del lado del triángulo rectángulo opuesto al ángulo α , ΔY , se determina mediante:

$$\Delta Y = Y2 - Y1,$$

y la longitud del lado del triángulo adyacente al ángulo α , ΔX , se determina mediante:

$$\Delta X = X2 - X1,$$

luego el ángulo de giro α se puede determinar mediante:

$$\alpha = \arctg(\Delta Y / \Delta X) \times (-1),$$

donde el resultado de la función arcotangente es el ángulo entre el lado seleccionado del rectángulo y el eje X positivo y se usa la multiplicación por -1 para producir un giro en el sentido de las agujas del reloj.

Se pueden usar cálculos similares para las demás orientaciones posibles de rectángulos de límite de demarcación 110 representados en las Figs. 4D, 4F y 4H. Por ejemplo, al calcular el ángulo de giro 405 para el rectángulo 110 de la Fig. 4D, se usa el mismo procedimiento para calcular ΔY respecto a la Fig. 4B. Sin embargo, ΔX se determina mediante:

$$\Delta X = (X2 - X1) \times -1,$$

donde la multiplicación por -1 se usa para hacer positivo ΔX , dado que X1 es mayor que X2. El ángulo de giro α se determina mediante:

$$\alpha = (\pi - \arctg(\Delta Y / \Delta X)) \times (-1),$$

donde la resta del resultado de la función arcotangente a π y la multiplicación por -1 se usan para producir un giro en el sentido de las agujas del reloj que apunta hacia la dirección de consideración del rectángulo 410 para el rectángulo 110 en dirección positiva de X.

En la Fig. 4F, ΔY se determina mediante:

$$\Delta Y = (Y2 - Y1) \times -1,$$

donde la multiplicación por -1 se usa para hacer positivo ΔY , puesto que Y1 es mayor que Y2. ΔX se determina mediante:

$$\Delta X = (X2 - X1) \times -1,$$

donde la multiplicación por -1 se usa para hacer positivo ΔX , dado que X1 es mayor que X2. El ángulo de giro α se determina mediante:

$$\alpha = (\pi + \arctg(\Delta Y / \Delta X)) \times (-1),$$

ES 2 285 540 T3

en la que la suma del resultado de la función arcotangente a π y la multiplicación por -1 se usan para producir un giro en el sentido de las agujas del reloj que apunta hacia la dirección de consideración del rectángulo 410 para el rectángulo 110 en dirección positiva de X.

5 En la Fig. 4H, ΔX se determina de la misma manera que se hizo respecto a la Fig. 4B, pero ΔY se determina mediante:

$$\Delta Y = (Y2 - Y1)x - 1$$

10 donde la multiplicación por -1 se usa para hacer positivo ΔY , dado que $Y1$ es mayor que $Y2$. El ángulo de giro α se determina mediante:

$$\alpha = ((2\pi) - \arctg(\Delta Y/\Delta X))x(-1),$$

15 donde la resta del resultado de la función arcotangente a 2π y la multiplicación por -1 se usan para producir un giro en el sentido de las agujas del reloj que apunta hacia la dirección de consideración del rectángulo 410 para el rectángulo 110 en dirección positiva de X.

20 Determinadas orientaciones de los rectángulos de límite de demarcación 110 mostrados en las Figs. 4A, 4C, 4E y 4G requieren un ángulo de giro 405 que sea un múltiplo negativo de 90° , dado que la dirección de consideración del rectángulo 410 es paralela a los ejes del sistema de coordenadas. Por ejemplo, no es necesario ningún giro para el rectángulo de límite de demarcación 110 de la Fig. 4A, dado que la dirección de consideración del rectángulo 410 ya apunta hacia la dirección positiva de X. Por el contrario, la dirección de consideración del rectángulo 410 del rectángulo 110 de la Fig. 4C, que apunta hacia la dirección positiva de Y, dicta que debería girarse -90° el rectángulo 110. De modo similar, el rectángulo 110 de la Fig. 4E debería girarse -180° , dado que la dirección de consideración del rectángulo 410 apunta hacia la dirección negativa de X, mientras que el rectángulo 110 de la Fig. 4G debería girarse -270° , dado que la dirección de consideración del rectángulo 410 apunta hacia la dirección negativa de Y.

30 Como variante o con carácter añadido, el ángulo de giro 405 se puede determinar sin considerar la dirección de consideración del rectángulo de límite de demarcación 110. Las Figs. 5A y 5B ilustran un procedimiento para ordenar las coordenadas que definen cada rectángulo de límite de demarcación 110 de tal modo que la orientación del rectángulo respecto a la dirección de consideración del rectángulo no sea importante. De modo similar, uno cualquiera de un lado más largo o de un lado más corto del rectángulo se puede hacer paralelo al eje X (o al eje Y). De acuerdo con el esquema de numeración ilustrado, cuando los lados del rectángulo no están paralelos con los ejes X e Y, el vértice 1, etiquetado "P(X1, Y1)", es el vértice con el valor mínimo de Y. En los casos en los que el rectángulo de límite de demarcación 110 tiene lados paralelos a los ejes X e Y, el vértice 1 es el vértice del rectángulo de límite de demarcación 110 que tiene el valor mínimo de X y el valor mínimo de Y. En cualquier caso, los demás vértices se definen de forma contraria al sentido de las agujas del reloj respecto al vértice 1.

45 El rectángulo 110 se gira alrededor del origen hasta que los lados del rectángulo 110 queden paralelos o perpendiculares al eje X y al eje Y del sistema de coordenadas, produciendo un rectángulo girado 110', como está mostrado en la Fig 5B. En el ejemplo ilustrado, el rectángulo 110 se gira hasta que el lado del rectángulo 110 entre los vértices 1 y 2 sea paralelo al eje X. Para calcular el ángulo de giro necesario para girar el rectángulo de límite de demarcación 110 dando el rectángulo girado 110', se forma un triángulo rectángulo imaginario con el lado del rectángulo 110 entre los vértices 1 y 2 como hipotenusa. En este ejemplo, X1 es la coordenada X del vértice 1, Y1 es la coordenada Y del vértice 1, X2 es la coordenada X del vértice 2, Y2 es la coordenada Y del vértice 2 y α es el ángulo de giro 405. La longitud del lado del triángulo rectángulo opuesto al ángulo α , ΔY , se determina mediante:

$$\Delta Y = Y2 - Y1,$$

55 y la longitud del lado del triángulo adyacente al ángulo α , ΔX , se determina mediante:

$$\Delta X = X2 - X1.$$

60 Luego el ángulo de giro α se puede determinar mediante:

$$A = \arctg(\Delta Y/\Delta X)x(-1),$$

65 donde la multiplicación por -1 se usa para producir un giro en el sentido de las agujas del reloj.

Se constatará que los procedimientos precedentes para determinar el ángulo de giro α son solamente ilustrativos y que el ángulo de giro α se puede determinar también de otras maneras. Por ejemplo, se pueden usar lados del rectángulo de límite de demarcación que no sean uno entre los vértices 1 y 2. Asimismo, el rectángulo 110 también se

podría girar en un sentido contrario a las agujas del reloj un ángulo β que sea igual a $360^\circ - \alpha$, $270^\circ - \alpha$, $180^\circ - \alpha$, $90^\circ - \alpha$, o algún otro múltiplo de 90° . Además, en lugar de calcular el ángulo α usando la función arcotangente, también se puede usar una función arcocoseno o arcoseno.

- 5 La Fig. 6A muestra una transformación de giro de un rectángulo de límite de demarcación 110 en un rectángulo girado 110' que es paralelo al eje X y al eje Y. La transformación de giro puede conseguirse calculando las coordenadas giradas, X' e Y', para cada vértice del rectángulo 110 usando las siguientes ecuaciones:

$$10 \quad X' = X\cos(\alpha) - Y\sin(\alpha)$$

$$Y' = X\sin(\alpha) + Y\cos(\alpha)$$

- 15 donde α es el ángulo de giro 405 y X e Y son las coordenadas no giradas de un vértice del rectángulo de límite de demarcación 110. Si bien es posible transformar los cuatro vértices usando estas ecuaciones, por lo general es suficiente transformar los dos conjuntos de coordenadas que representan vértices opuestos, dado que estos dos conjuntos de coordenadas son suficientes para definir el rectángulo girado 110'. De este modo, las coordenadas X e Y para cada uno de los vértices 1 y 3 del rectángulo original 110, por ejemplo, se pueden introducir en las ecuaciones anteriores
20 para generar las coordenadas para los vértices 1 y 3 del rectángulo girado 110'. Como con la determinación de ángulos de giro, el giro real del rectángulo de límite de demarcación 110 se puede efectuar en un ordenador de escritorio u otro dispositivo con recursos de procesamiento considerables.

- Los límites de demarcación de jurisdicción se pueden guardar en archivos en el dispositivo que se está moni-
25 zando. En una implementación posible, en cada archivo se puede guardar un límite de demarcación de jurisdicción (por ejemplo, que represente el límite de demarcación de un estado). De este modo, cada archivo puede contener múltiples rectángulos. Los archivos de jurisdicción se pueden nombrar según el límite de demarcación de la jurisdicción que contengan. Por ejemplo, un posible convenio de denominación de archivo de jurisdicción es “<identificador de jurisdicción>-<nombre de jurisdicción>.jsd”, en el que <identificador de jurisdicción> es un identificador entero
30 corto para una jurisdicción y <nombre de jurisdicción> es un nombre descriptivo de la jurisdicción, tal como “California”. Para cada rectángulo del límite de demarcación de jurisdicción contenido en el archivo, se puede incluir en el archivo el ángulo de giro α , las coordenadas giradas de dos vértices opuestos del rectángulo y un identificador para la siguiente jurisdicción. Asimismo, en la parte superior del archivo aparece una cabecera destinada a identificar la jurisdicción cuyo límite de demarcación viene contenido en el archivo y a especificar el número de rectángulos del
35 límite de demarcación.

- En una implementación, los bytes 1 y 2 del archivo son un número entero corto que representa el identificador de la jurisdicción. Los bytes 3 y 4 del archivo son un número entero corto que indica el número de rectángulos del límite de demarcación de la jurisdicción. El resto del archivo se compone de segmentos de 22 bytes. Para cada rectángulo
40 del límite de demarcación de la jurisdicción existe un segmento de 22 bytes. Los bytes 1 a 4 de cada segmento son un número en coma flotante que representa la coordenada X girada de un primer vértice del rectángulo y los bytes 5 a 8 de cada segmento son un número en coma flotante que representa la coordenada Y del primer vértice del rectángulo. De modo similar, los bytes 9 a 12 de cada segmento son un número en coma flotante que representa la coordenada X girada de un segundo vértice del rectángulo opuesto al primer vértice y los bytes 13 a 16 de cada segmento son un
45 número en coma flotante que representa la coordenada Y del segundo vértice del rectángulo. Los bytes 17 a 20 son un número en coma flotante que representa el ángulo en radianes que se han girado el primer y el segundo vértice. Finalmente, los bytes 21 y 22 son un número entero corto que representa el identificador de la siguiente jurisdicción para el rectángulo. En una implementación alternativa, las coordenadas se pueden almacenar en un formato XML mediante el dispositivo móvil que se está monitorizando.

- 50 El dispositivo móvil o incorporado almacena archivos para una o más jurisdicciones y, en funcionamiento, lee el archivo destinado a la jurisdicción que actualmente ocupa el dispositivo. Un receptor de GPS determina de forma periódica la posición del vehículo o del dispositivo que ha de monitorizarse. Como variante, la posición del vehículo se puede determinar usando otro tipo de sistema de localización, tal como un sistema de torres terrestres que transmitan
55 señales a y/o reciban señales desde un receptor/transmisor ubicado en o sobre el vehículo. Un sistema tal puede usar tiempos de propagación entre el vehículo y las torres terrestres para triangular la posición del vehículo. Este tipo de sistema de triangulación puede implementarse, por ejemplo, usando una infraestructura de telecomunicación celular. El dispositivo compara la posición actual del dispositivo monitorizado con cada uno de los rectángulos girados en el archivo destinado a la jurisdicción actual.

- 60 Cuando ha de compararse una posición actual del vehículo con un rectángulo particular, primero se giran, si fuera necesario, las coordenadas de posición (por ejemplo, coordenadas por GPS) de la posición actual el ángulo de giro del rectángulo particular. Si el ángulo de giro almacenado es cero, entonces no se efectúa ningún giro de las coordenadas de posición. Si por el contrario el ángulo α no es igual a cero, las coordenadas de posición pasan por la
65 misma transformación de giro que el rectángulo girado correspondiente. El dispositivo móvil o incorporado comprueba entonces para ver si las coordenadas de posición están dentro del rectángulo girado 110' efectuando comparaciones simples con los vértices del rectángulo girado 110'. Si el vehículo no está dentro del rectángulo girado actual 110', se comprueba entonces otro rectángulo girado del límite de demarcación de jurisdicción hasta que se haya comprobado

la totalidad de los rectángulos girados del archivo. De forma típica, los rectángulos girados se pueden comprobar secuencialmente en el orden en que están almacenados en el archivo (por ejemplo, los rectángulos girados se pueden almacenar en un orden que represente un recorrido de todo el límite de demarcación de jurisdicción en el sentido de las agujas del reloj). Si el vehículo no está en ninguno de estos rectángulos girados 110' asociados a la jurisdicción actual, entonces el vehículo no ha cruzado el límite de demarcación en torno a la jurisdicción.

La Fig. 6B ilustra la transformación de giro de un conjunto de coordenadas de posición. Esta transformación usa las mismas ecuaciones que la transformación de los rectángulos de límite de demarcación 110 realizada antes de guardar las coordenadas del rectángulo girado 110' en el dispositivo móvil o incorporado. En particular, las coordenadas de posición se giran usando:

$$X' = X\cos(\alpha) - Y\sin(\alpha)$$

$$Y' = X\sin(\alpha) + Y\cos(\alpha)$$

donde X e Y son las coordenadas de posición antes del giro, α es el ángulo de giro y X' e Y' son las coordenadas de posición giradas. Las coordenadas de posición giradas se comparan entonces con las coordenadas del rectángulo girado 110'. Si X' está entre las coordenadas giradas X de los vértices opuestos del rectángulo actual 110 e Y' está entre las coordenadas giradas Y de los vértices opuestos del rectángulo actual 110, entonces el vehículo está dentro del rectángulo actual 110.

La mayor parte de los cálculos efectuados para definir un límite de demarcación y determinar si un conjunto de coordenadas está situado en el interior del límite de demarcación definido se efectúan en una máquina de sobremesa u otro ordenador con una cantidad considerable de potencia de procesamiento. Los resultados de estos cálculos se guardan dentro de una definición de límite de demarcación y se cargan en el dispositivo móvil o incorporado. Como resultado, el dispositivo móvil o incorporado necesita efectuar relativamente pocos cálculos, lo que permite el uso de unas UCP menos potentes y menos costosas para efectuar la función de detección de límites de demarcación.

La Fig. 7 ilustra un sistema representativo destinado a detectar el movimiento de un dispositivo móvil 700 a través de un límite de demarcación. El dispositivo móvil 700 representa un vehículo o cualquier otro dispositivo para el que ha de monitorizarse el movimiento a través de un límite de demarcación. El dispositivo móvil 700 incluye un receptor de GPS 705 que puede determinar la posición actual del dispositivo móvil 700 basándose en señales recibidas desde múltiples satélites de GPS 710. El dispositivo móvil 700 también incluye un procesador 715. El procesador 715 puede formar parte de un dispositivo incorporado (por ejemplo un ordenador de a bordo de funcionalidad limitada) o puede ser un procesador de uso general que venga incluido en o sobre el dispositivo móvil 700.

Una memoria 720 almacena una o más definiciones de límite de demarcación de jurisdicción. Cada definición de límite de demarcación incluye una serie de rectángulos girados 110' que, antes de cargarse en la memoria 720, se han girado para que queden paralelos a los ejes del sistema de coordenadas por GPS. Las definiciones de límites de demarcación de jurisdicción incluyen asimismo un ángulo de giro correspondiente a cada rectángulo girado 110'. Las definiciones de límites de demarcación de jurisdicción se pueden cargar en el interior de la memoria 720 a través de una interfaz alámbrica o inalámbrica. Por ejemplo, la descripción del límite de demarcación de jurisdicción se puede cargar en el interior de la memoria 720 desde un transceptor móvil 725 que recibe la descripción del límite de demarcación de jurisdicción por una interfaz de radio 730.

El procesador 715 opera para recibir periódicamente desde el receptor de GPS 705 un conjunto de coordenadas por GPS que identifican la posición actual del dispositivo móvil. El procesador 715 transforma entonces el conjunto de coordenadas recibido usando el ángulo de giro almacenado de un rectángulo girado procedente del límite de demarcación de la jurisdicción actualmente ocupada y compara las coordenadas giradas con el rectángulo girado correspondiente 110' almacenado en la memoria 720, como se ha descrito anteriormente.

Si el procesador 715 determina que el dispositivo móvil 700 ha entrado en un rectángulo girado definido por la descripción del límite de demarcación de jurisdicción, el procesador 715 da comienzo a una respuesta predeterminada. Por ejemplo, el procesador 715 puede usar un bus de datos 735 del vehículo para determinar las lecturas del odómetro y del indicador del nivel de combustible en una implementación en la que se monitorice el uso de combustible y la distancia recorrida dentro de una jurisdicción. El procesador 715 puede usar entonces la interfaz de radio 730 para enviar un mensaje que contiene las estadísticas del vehículo, desde el transceptor móvil 725 hasta una unidad central de monitorización 740. El mensaje se puede enviar usando cualquier tipo de infraestructura de comunicación inalámbrica, tal como un sistema de telecomunicaciones celulares (no mostrado específicamente), que reenvía el mensaje hasta la unidad central de monitorización 740 por una interfaz de radio 730. La unidad central de monitorización 740 puede incluir un servidor u otro tipo de procesador que emprenda alguna acción predeterminada en respuesta al mensaje recibido, tal como cargar las estadísticas del vehículo en una base de datos o efectuar ciertos cálculos basándose en las estadísticas recibidas. Como alternativa a la comunicación inalámbrica de estadísticas del vehículo y/o una indicación de un paso de límite de demarcación, el procesador 715 del dispositivo móvil 700 puede sencillamente cargar la información en una base de datos almacenada en la memoria 720 para su posterior transferencia a la unidad central de monitorización 740.

La Fig. 8 ilustra un procedimiento 800 para definir límites de demarcación entre un conjunto de jurisdicciones de modo que pueda detectarse el movimiento a través de los límites de demarcación. En torno a cada jurisdicción se define, procesa y almacena un límite de demarcación, de modo que puede usarse el límite de demarcación cuando el dispositivo móvil que se está monitorizando está dentro de la jurisdicción. El procedimiento 800 comienza con la definición de un límite de demarcación de una jurisdicción en un sistema de coordenadas (etapa 805). Como se ha examinado anteriormente, el límite de demarcación puede ser una serie de rectángulos solapantes 110. En tal caso, cada rectángulo 110 puede representar un segmento del conjunto del límite de demarcación. Cada rectángulo 105 se puede definir mediante dos conjuntos de coordenadas que representen dos vértices opuestos del rectángulo. El número de rectángulos del límite de demarcación de jurisdicción se escribe, junto con un identificador de la jurisdicción cuyo límite de demarcación se está definiendo, en un archivo que especifica el límite de demarcación de la jurisdicción (etapa 810). Anteriormente se ha descrito un posible formato de archivo, aunque se pueden usar otros formatos.

A continuación se fija un primer segmento como segmento actual y se calcula un ángulo α para un segmento actual del límite de demarcación (etapa 815). El ángulo α es el ángulo entre un borde rectilíneo del segmento y uno de los ejes del sistema de coordenadas. De este modo, el ángulo α puede ser el ángulo entre un lado de un rectángulo y el eje X o el eje Y de un sistema de coordenadas elegido. El segmento actual del límite de demarcación se gira entonces (etapa 820) el ángulo α que corresponde al segmento, y las coordenadas giradas y el ángulo α para el segmento actual se escriben en el archivo de especificación del límite de demarcación de jurisdicción (etapa 825). Los archivos de especificación del límite de demarcación de jurisdicción se pueden almacenar en una memoria ubicada en el vehículo u otro dispositivo móvil que haya que monitorizar.

En un límite de demarcación de jurisdicción definido debidamente, cada segmento del conjunto del límite de demarcación corresponde a una jurisdicción particular adyacente, y se determina un identificador de la jurisdicción particular adyacente (etapa 830). El identificador de la siguiente jurisdicción se escribe en el archivo de especificación del límite de demarcación de jurisdicción (etapa 835) y se asocia al segmento actual.

Se adopta una determinación en cuanto a si existen uno o más segmentos de límite de demarcación suplementarios en el límite de demarcación de jurisdicción (etapa 840). Si es así, se calcula el ángulo α para el siguiente segmento de límite de demarcación (etapa 815), se gira el segmento de límite de demarcación (etapa 820), se escriben en el archivo apropiado las coordenadas del segmento girado y el ángulo α correspondiente (etapa 825), se determina la jurisdicción adyacente correspondiente al segmento de límite de demarcación (etapa 830), se escribe en el archivo apropiado el identificador de la siguiente jurisdicción (etapa 835) y se determina de nuevo si existe al menos un segmento suplementario de límite de demarcación (etapa 840). De esta manera, se pueden repetir las etapas 815, 820, 825, 830 y 835 hasta que se hayan procesado todos los segmentos de límite de demarcación presentes en el límite de demarcación.

Cuando se ha procesado la totalidad de los segmentos de límite de demarcación de un único límite de demarcación de jurisdicción, se adopta una determinación en cuanto a si necesita definirse un límite de demarcación para una o más jurisdicciones suplementarias (etapa 845). Si es así, se repite todo el procedimiento de definir el límite de demarcación de jurisdicción como un conjunto de rectángulos solapantes, procesar cada uno de los rectángulos del límite de demarcación de jurisdicción y escribir la información pertinente en el archivo de especificación de límite de demarcación de jurisdicción, hasta que se hayan definido y procesado los límites de demarcación de todas las jurisdicciones, punto en el que el procedimiento 800 está terminado (etapa 850).

La Fig. 9 ilustra un procedimiento 900 para usar los límites de demarcación de jurisdicción procesados para detectar movimiento de un dispositivo móvil a través de uno de los límites de demarcación de jurisdicción. Inicialmente, se supone que un dispositivo móvil que ha de monitorizarse está localizado dentro de una jurisdicción. Se determina una ubicación actual del dispositivo que ha de monitorizarse, por ejemplo usando un receptor de GPS u otro sistema de localización (etapa 905).

La ubicación actual del dispositivo se compara con un límite de demarcación de la jurisdicción ocupada actualmente. A este efecto se selecciona un segmento actual del conjunto de rectángulos de límite de demarcación que definen el límite de demarcación de jurisdicción (etapa 910). Las coordenadas de la ubicación actual se giran el ángulo α asociado al segmento actual (etapa 915). Entonces se comparan las coordenadas giradas de la ubicación actual con las coordenadas giradas del segmento seleccionado (etapa 920). Sobre la base de esta comparación, se determina si la ubicación actual representa un paso de límite de demarcación (es decir, basándose en si la ubicación actual está dentro del segmento seleccionado) (etapa 925). Si no es el caso, se determina si se necesita comprobar más rectángulos de límite de demarcación (etapa 930). Si es así, se selecciona otro rectángulo de límite de demarcación (etapa 910), la ubicación actual se gira el ángulo de giro asociado al segmento seleccionado (etapa 915), se comparan las coordenadas giradas de la ubicación actual con las coordenadas giradas del segmento seleccionado (etapa 920) y se determina de nuevo si la ubicación actual representa un paso de límite de demarcación. De esta manera se pueden repetir las etapas 910, 915 y 920 hasta que se halle que la ubicación actual representa un paso de límite de demarcación.

Si no hay para comprobar ningún rectángulo suplementario de límite de demarcación y no se ha detectado un paso de límite de demarcación, se puede suponer entonces que el dispositivo permanece dentro de la jurisdicción actual. En consecuencia, se determina de nuevo la ubicación actual después de cierto período de demora de duración variable o constante (por ejemplo, 15 segundos) (etapa 905) y se prueba la ubicación actual nuevamente determinada para determinar si se ha cruzado el límite de demarcación de jurisdicción. La duración del período de demora se

ES 2 285 540 T3

5 selecciona por lo general de tal modo que un vehículo u otro dispositivo monitorizado no sea capaz de atravesar o cruzar la anchura del rectángulo entre determinaciones de la ubicación actual y comparando la ubicación actual con el conjunto de rectángulos de límite de demarcación. Como variante, se puede seleccionar la anchura de los rectángulos de límite de demarcación según una frecuencia de comparaciones deseada. Generalmente, a rectángulos más anchos se requieren comparaciones menos frecuentes. Como ejemplo, el uso de rectángulos de una milla de ancho se puede combinar con un período de demora de 15 segundos.

10 Si se determina que la ubicación actual está dentro del segmento seleccionado (etapa 925), entonces se ha cruzado el límite de demarcación de jurisdicción y se da comienzo a una respuesta predeterminada a un paso de límite de demarcación. Por ejemplo, se pueden reunir datos necesarios para identificar y notificar el paso de límite de demarcación (etapa 935). Los datos se pueden cargar en una base de datos almacenada en el dispositivo móvil para su posterior recuperación, o se pueden transmitir los datos a una unidad central de monitorización que monitoriza el movimiento del dispositivo móvil a través de los límites de demarcación de jurisdicción (etapa 940). Finalmente, se recupera un
15 identificador de la siguiente jurisdicción del segmento que ocupa actualmente el dispositivo móvil y se carga el límite de demarcación de jurisdicción para la jurisdicción correspondiente al identificador de la siguiente jurisdicción (etapa 945). Se determina de nuevo la ubicación actual después de cierto período de demora de duración variable o constante (etapa 910) y se prueba la ubicación actual para determinar si se ha cruzado el límite de demarcación de jurisdicción cargado nuevamente.

20 Se ha descrito cierto número de implementaciones. No obstante, se entenderá que se pueden realizar varias modificaciones. Por ejemplo, se pueden reordenar las etapas de los procedimientos descritos. En consecuencia, otras implementaciones entran dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para detectar un paso de un límite de demarcación, comprendiendo el procedimiento:

5 identificar un límite de demarcación dentro de un sistema de coordenadas, en el que el límite de demarcación está definido mediante al menos un rectángulo (110);

identificar un conjunto de coordenadas asociadas a una ubicación particular de un dispositivo monitorizado (700);

10 girar el conjunto de coordenadas identificado un ángulo (405) entre un lado seleccionado de un rectángulo particular (110) del límite de demarcación y un eje del sistema de coordenadas; y

15 comparar el conjunto de coordenadas girado con un rectángulo girado (110') para determinar si la ubicación del dispositivo monitorizado (700) está localizada dentro del rectángulo particular (110), en el que el rectángulo particular (110) se gira el ángulo (405) para formar el rectángulo girado (110') de tal modo que el lado seleccionado del rectángulo girado (110') quede orientado paralelo al eje del sistema de coordenadas.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se detecta un paso de límite de demarcación si la ubicación del dispositivo monitorizado (700) se localiza dentro del rectángulo particular (100).

3. El procedimiento de la reivindicación 2, que comprende además dar comienzo a una respuesta preseleccionada si se detecta un paso de límite de demarcación.

25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la respuesta preseleccionada incluye determinar una nueva jurisdicción (105b; 105c) en la que se ha entrado como consecuencia del paso de un límite de demarcación;

cargar un límite de demarcación para la nueva jurisdicción; y

30 detectar un paso del límite de demarcación de la nueva jurisdicción.

5. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la respuesta preseleccionada incluye reunir información relacionada con el paso del límite de demarcación.

35 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el dispositivo monitorizado comprende un vehículo (700) y la información reunida incluye al menos una entre una distancia recorrida y una cantidad de combustible usado por el vehículo (700).

7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la información reunida se envía por una interfaz inalámbrica a un servidor central (740).

40 8. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la información reunida se almacena en el dispositivo (700) que se está monitorizando.

45 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el límite de demarcación se define mediante una colección de rectángulos solapantes (110), comprendiendo además el procedimiento seleccionar un rectángulo diferente (110) de la colección de rectángulos solapantes (100) si no se localiza la ubicación del dispositivo monitorizado (700) dentro del rectángulo particular.

50 10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además:

girar el rectángulo diferente un ángulo entre un lado seleccionado del rectángulo diferente y un eje del sistema de coordenadas, de tal modo que el lado seleccionado del rectángulo diferente girado quede orientado paralelo al eje del sistema de coordenadas;

55 girar el conjunto de coordenadas identificado el ángulo entre el lado seleccionado del rectángulo diferente y el eje del sistema de coordenadas para generar un segundo conjunto de coordenadas giradas; y

60 comparar el segundo conjunto de coordenadas giradas con el rectángulo diferente girado para determinar si la ubicación del dispositivo monitorizado está localizada dentro del rectángulo diferente.

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:

el rectángulo particular (110) se define mediante coordenadas de dos vértices opuestos del rectángulo;

65 el rectángulo girado (110') se genera girando las coordenadas P(X1, Y1), P(X3, Y3) de los dos vértices opuestos del rectángulo (110) el ángulo (405); y

ES 2 285 540 T3

comparar el conjunto de coordenadas girado con el rectángulo girado (110') comprende comparar el conjunto de coordenadas girado con las coordenadas giradas de los dos vértices opuestos del rectángulo.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el límite de demarcación definido representa un límite de demarcación entre una primera jurisdicción (105a) y una segunda jurisdicción adyacente (105b; 105c).

13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el límite de demarcación definido es almacenado como archivo por el dispositivo monitorizado (700).

14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el rectángulo particular (110) tiene un indicador asociado de una jurisdicción (105) ocupada si la ubicación del dispositivo monitorizado (700) se localiza dentro del rectángulo particular (110), comprendiendo además el procedimiento cargar un límite de demarcación para la jurisdicción (105) ocupada si la ubicación del dispositivo monitorizado (700) está situada dentro del rectángulo particular (110).

15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la definición del límite de demarcación, la determinación del ángulo (405) y el giro del rectángulo particular (110) los efectúa un servidor central (740).

16. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la identificación del conjunto de coordenadas asociadas a una ubicación particular, el giro del conjunto de coordenadas identificadas y la comparación del conjunto de coordenadas girado con el rectángulo girado los realiza el dispositivo monitorizado (700).

17. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el dispositivo monitorizado (700) comprende un vehículo.

18. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar una distancia cubierta dentro de una jurisdicción definida por el límite de demarcación.

19. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar una cantidad de combustible usado dentro de una jurisdicción (105) definida por un límite de demarcación.

20. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar estadísticas relacionadas con una jurisdicción (105) definida por el límite de demarcación.

21. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además recuperar datos de límite de demarcación de la jurisdicción adyacente cuando se indica un paso de límite de demarcación, definiendo los datos de límite de demarcación de la jurisdicción adyacente rectángulos asociados a un límite de demarcación de una jurisdicción adyacente que se ocupa después de un paso de límite de demarcación.

22. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que los rectángulos (110) corresponden al límite de demarcación de una jurisdicción actual (105a).

23. El procedimiento de la reivindicación 22, en el que los rectángulos que definen los límites de demarcación de jurisdicciones adyacentes (105b, 105c) no solapan los rectángulos (110) correspondientes al límite de demarcación de la jurisdicción actual (105a).

24. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos que definen rectángulos incluyen, para cada rectángulo, un ángulo de giro para el rectángulo y coordenadas giradas de dos vértices opuestos del rectángulo, correspondiendo las coordenadas giradas a coordenadas del rectángulo que se han girado el ángulo de giro.

25. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que comparar la ubicación actual con los rectángulos (110) comprende:

seleccionar un rectángulo (110) de los datos que definen rectángulos;

girar un conjunto de coordenadas que definen la ubicación actual un ángulo de giro (405) asociado al rectángulo seleccionado (110); y

comparar las coordenadas giradas que definen la ubicación actual con coordenadas giradas de dos vértices opuestos del rectángulo seleccionado (110).

26. Un sistema para detectar un paso de un límite de demarcación, comprendiendo el sistema:

un localizador (705) capaz de operar para identificar una ubicación de un dispositivo monitorizado (700);

una memoria (720) capaz de operar para almacenar al menos un ángulo de giro (405) y coordenadas giradas asociadas a un límite de demarcación predeterminado, correspondiendo las coordenadas giradas a coordenadas originales que definen el límite de demarcación predeterminado en un sistema de coordenadas, estando girada cada una de las coordenadas originales un ángulo de giro correspondiente (405) para generar las coordenadas giradas correspondien-

ES 2 285 540 T3

tes antes de almacenar en la memoria (720) cada una de las coordenadas giradas, en el que las coordenadas giradas definen al menos un rectángulo de un límite de demarcación girado; y

un procesador (715) capaz de operar para girar coordenadas que representan la ubicación identificada al menos uno de los ángulos de giro (405) almacenados para calcular coordenadas de ubicación giradas y para comparar las coordenadas de ubicación giradas con al menos dos de las coordenadas giradas, con el fin de determinar una posición relativa entre el dispositivo monitorizado (700) y el límite de demarcación predeterminado.

27. El sistema de la reivindicación 26, en el que el dispositivo monitorizado (700) incluye el localizador (705), la memoria (720) y el procesador (715).

28. El sistema de la reivindicación 26, que comprende además un transmisor móvil (725) capaz de operar para enviar con carácter selectivo un mensaje basándose en la posición del dispositivo monitorizado (700) respecto al límite de demarcación predeterminado.

29. El sistema de la reivindicación 26, en el que la memoria (720) almacena datos correspondientes a segmentos del límite de demarcación girado, identificado cada segmento por al menos dos conjuntos de coordenadas giradas de las coordenadas giradas almacenadas y teniendo un ángulo de giro (405) asociado.

30. El sistema de la reivindicación 29, en el que el límite de demarcación representa un límite de demarcación en torno a un área geográfica y cada segmento del límite de demarcación comprende un rectángulo (110).

31. El sistema de la reivindicación 26, que comprende además un segundo procesador capaz de operar para calcular el al menos un ángulo de giro (405) y para girar las coordenadas originales que definen el límite de demarcación predeterminado el ángulo de giro correspondiente para generar las coordenadas giradas antes de almacenar en la memoria (720) el al menos un ángulo de giro (405) y las coordenadas giradas.

32. El sistema de la reivindicación 26, en el que:

cada segmento tiene al menos un borde que se orienta paralelo a un eje del sistema de coordenadas; y

cada ángulo de giro (405) queda definido por un ángulo entre un eje del sistema de coordenadas y un lado del segmento asociado a las coordenadas originales que han de girarse.

33. El sistema de la reivindicación 26, en el que el localizador comprende un receptor de satélite de posicionamiento global (705).

34. El procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo:

almacenar al menos dos conjuntos de coordenadas giradas asociadas a un segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular, correspondiendo los al menos dos conjuntos de coordenadas giradas a al menos dos conjuntos de coordenadas originales que definen el segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular en un sistema de coordenadas, en el que cada conjunto de coordenadas originales se gira el ángulo de giro (405) para generar el conjunto correspondiente de coordenadas giradas antes de almacenar cada conjunto de coordenadas giradas, y los al menos dos conjuntos de coordenadas giradas definen un segmento girado del límite de demarcación que tiene lados que quedan paralelos a un eje del sistema de coordenadas;

almacenar el ángulo de giro (405), en el que el ángulo de giro (405) queda definido por un ángulo entre uno de los ejes del sistema de coordenadas y un lado del segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular;

en el que

dicho giro comprende girar un conjunto de coordenadas que representan la ubicación identificada del dispositivo monitorizado el ángulo de giro (405) para generar un conjunto girado de coordenadas de ubicación; y

dicha comparación comprende comparar el conjunto girado de coordenadas de ubicación con los al menos dos conjuntos de coordenadas giradas para determinar una posición del dispositivo monitorizado respecto al segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular.

35. El procedimiento de la reivindicación 34, en el que cada conjunto de coordenadas identifica una posición de longitud y de latitud.

36. El procedimiento de la reivindicación 34, que comprende además determinar si se ha cruzado el límite de demarcación sobre la base de la posición del dispositivo monitorizado respecto al segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular.

ES 2 285 540 T3

37. El procedimiento de la reivindicación 34, que comprende además:

almacenar coordenadas giradas asociadas a un segmento suplementario del límite de demarcación rectangular;

5 almacenar un ángulo de giro (405) para el segmento suplementario del límite de demarcación rectangular; y

en respuesta a una determinación de que la ubicación del dispositivo monitorizado no se localiza dentro del segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular:

10 girar el conjunto de coordenadas que representan la ubicación identificada del dispositivo monitorizado (700) el ángulo de giro (405) para el límite de demarcación rectangular suplementario para generar un segundo conjunto girado de coordenadas de ubicación; y

15 comparar el segundo conjunto girado de coordenadas de ubicación con las coordenadas giradas asociadas al límite de demarcación rectangular suplementario para determinar si la ubicación del dispositivo monitorizado (700) se localiza dentro del límite de demarcación rectangular adyacente.

20 38. El procedimiento de la reivindicación 36, que comprende además dar comienzo a una respuesta preseleccionada si se localiza la ubicación del dispositivo monitorizado (700) dentro del segmento predeterminado del límite de demarcación rectangular.

25

30

35

40

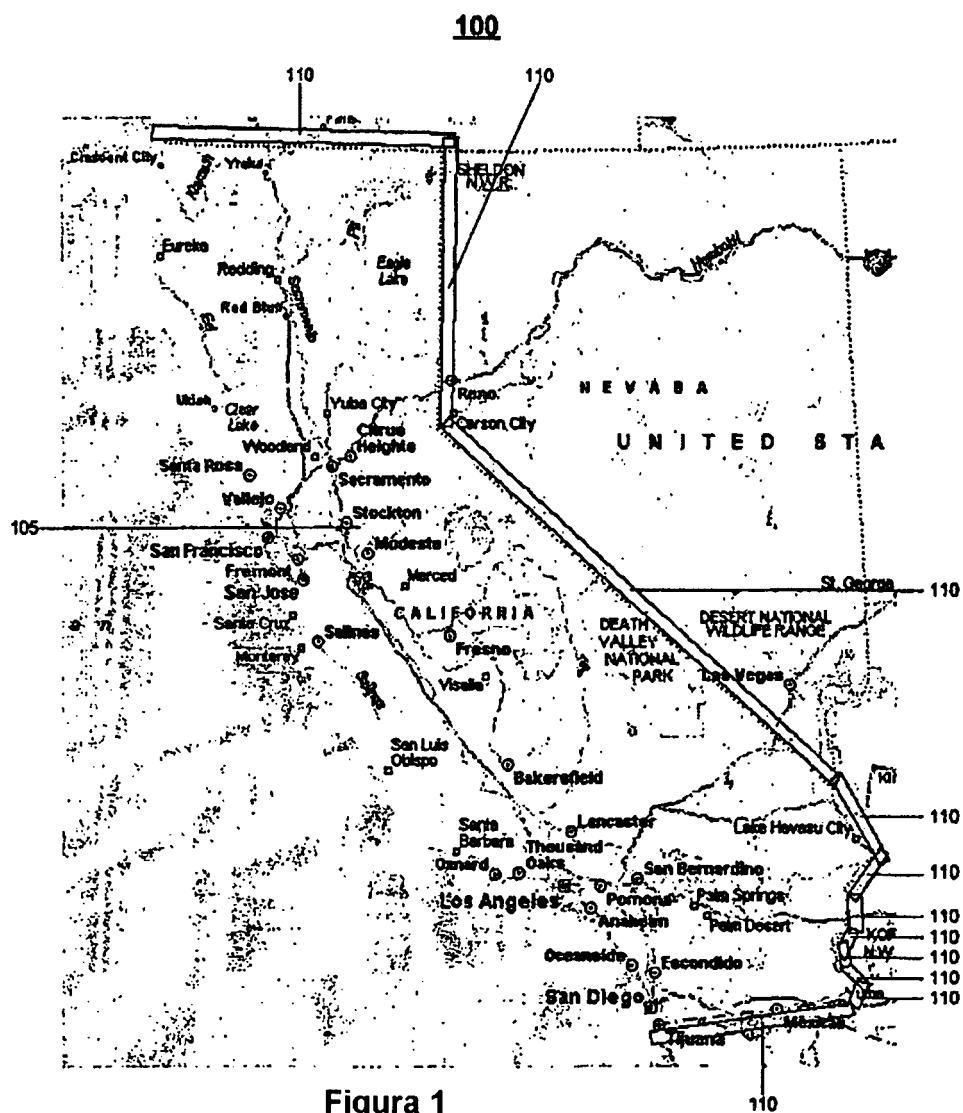
45

50

55

60

65



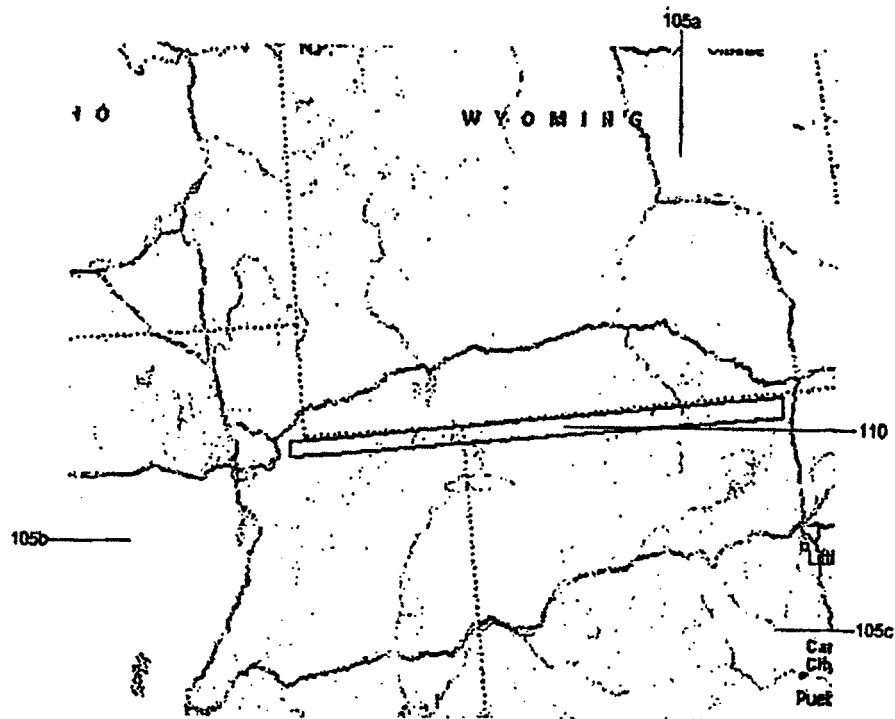


Figura 2 A

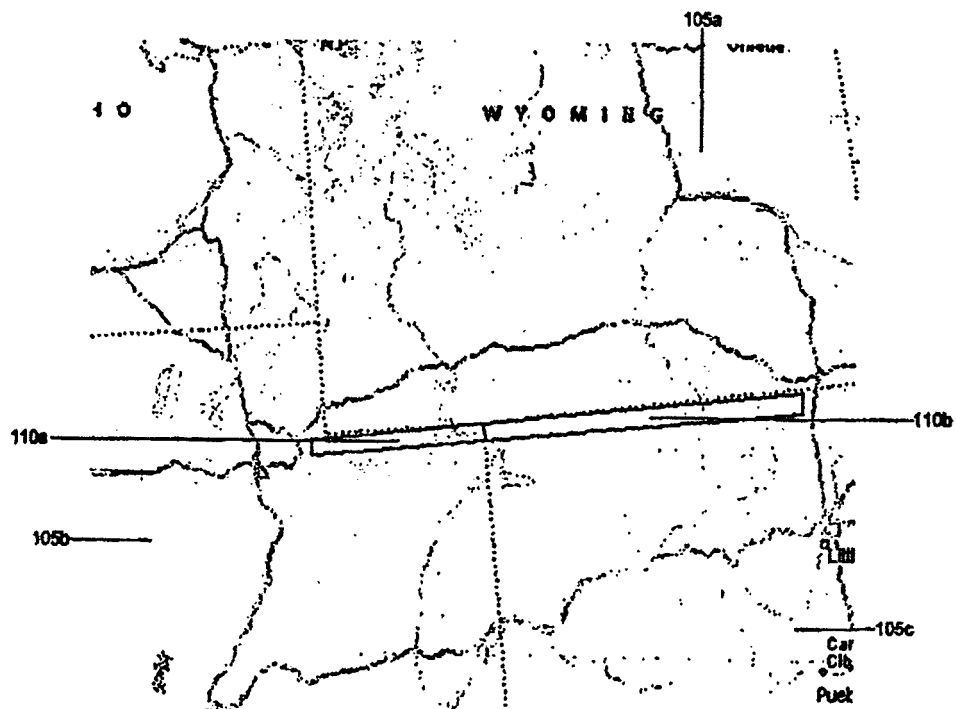


Figura 2 B

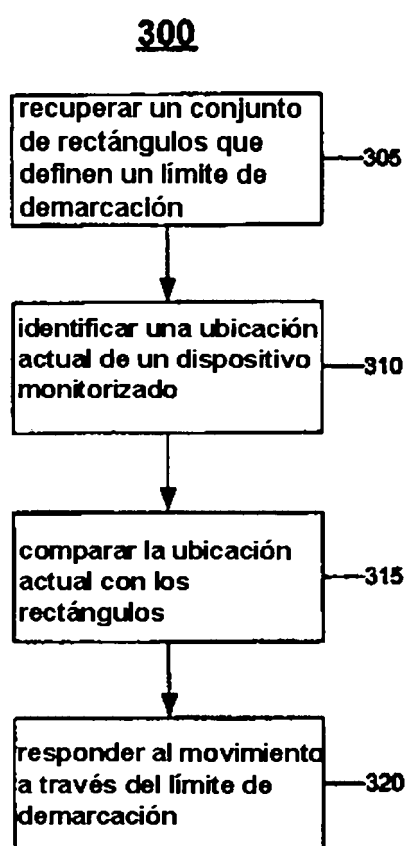


Figura 3

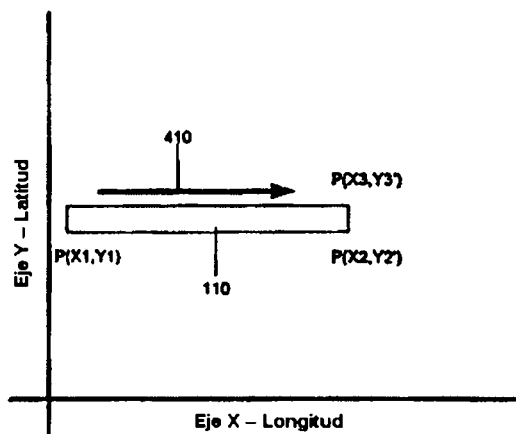


Figura 4A

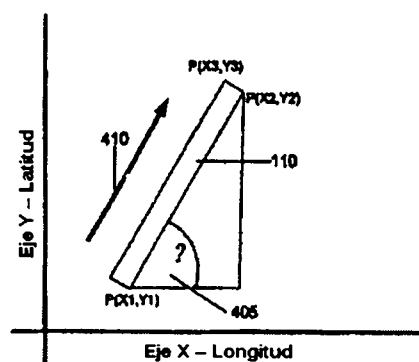


Figura 4B

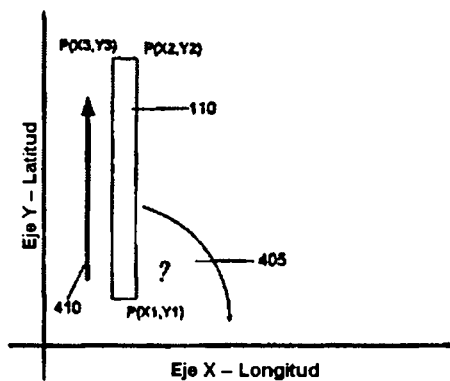


Figura 4C

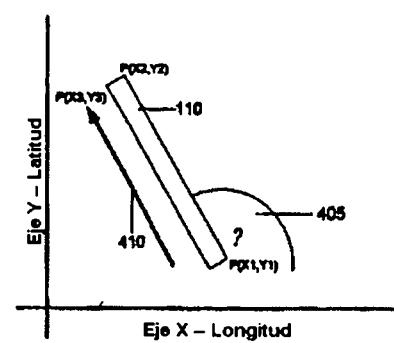


Figura 4D

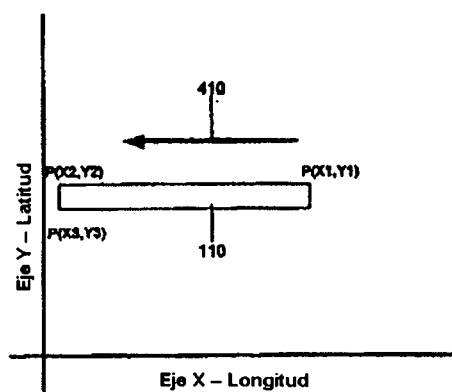


Figura 4E

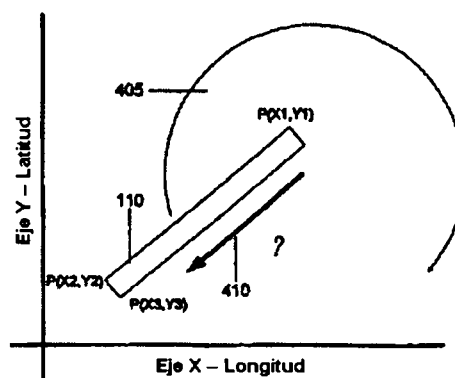


Figura 4F

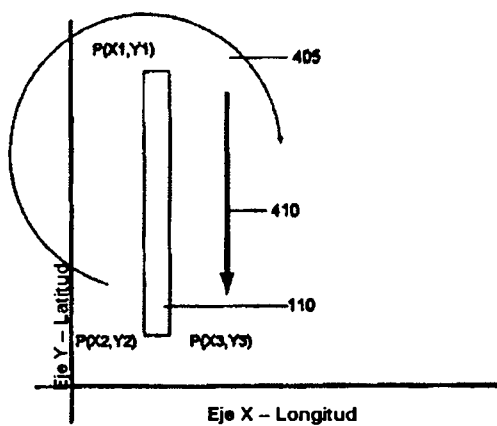


Figura 4G

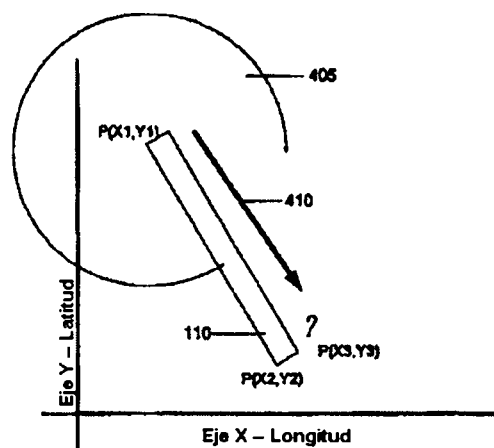


Figura 4H

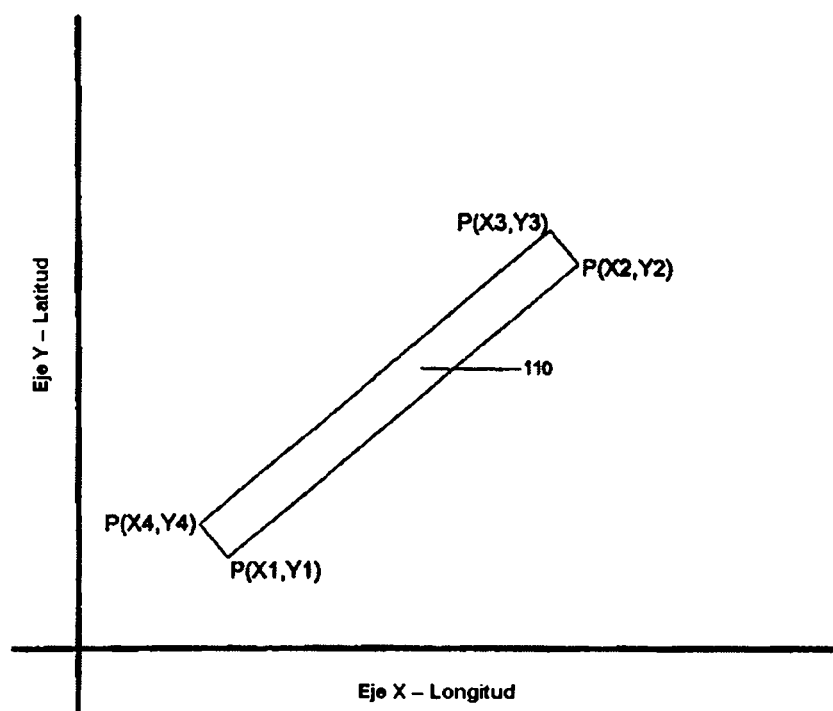


Figura 5A

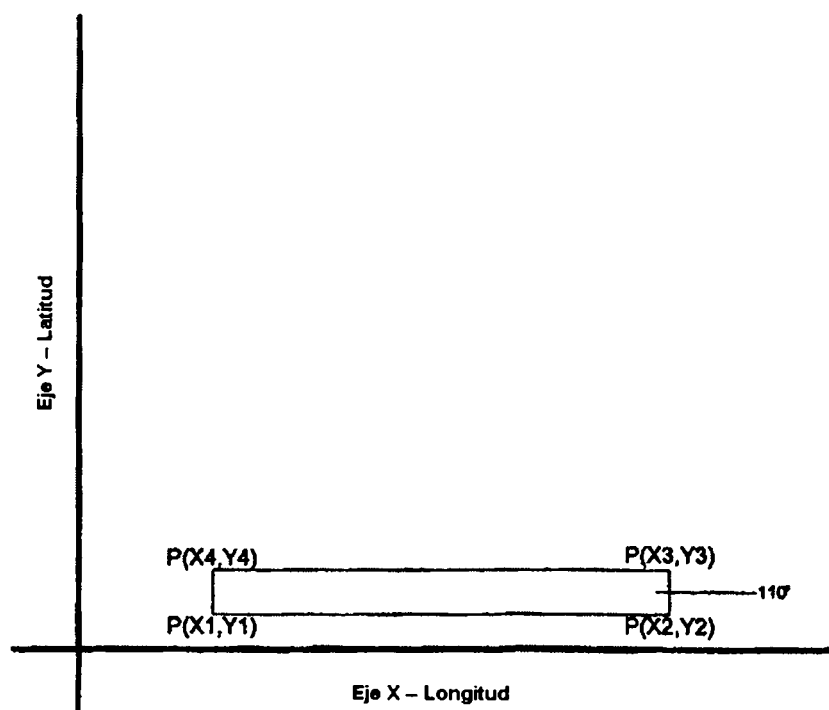


Figura 5B

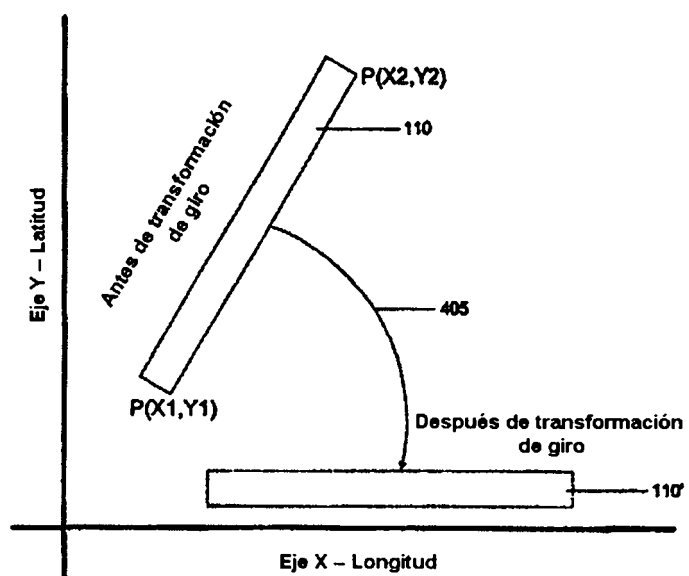


Figura 6A

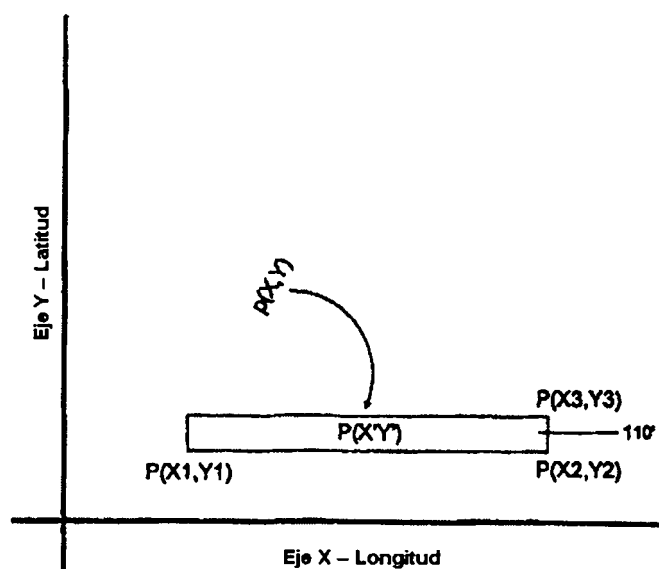


Figura 6B

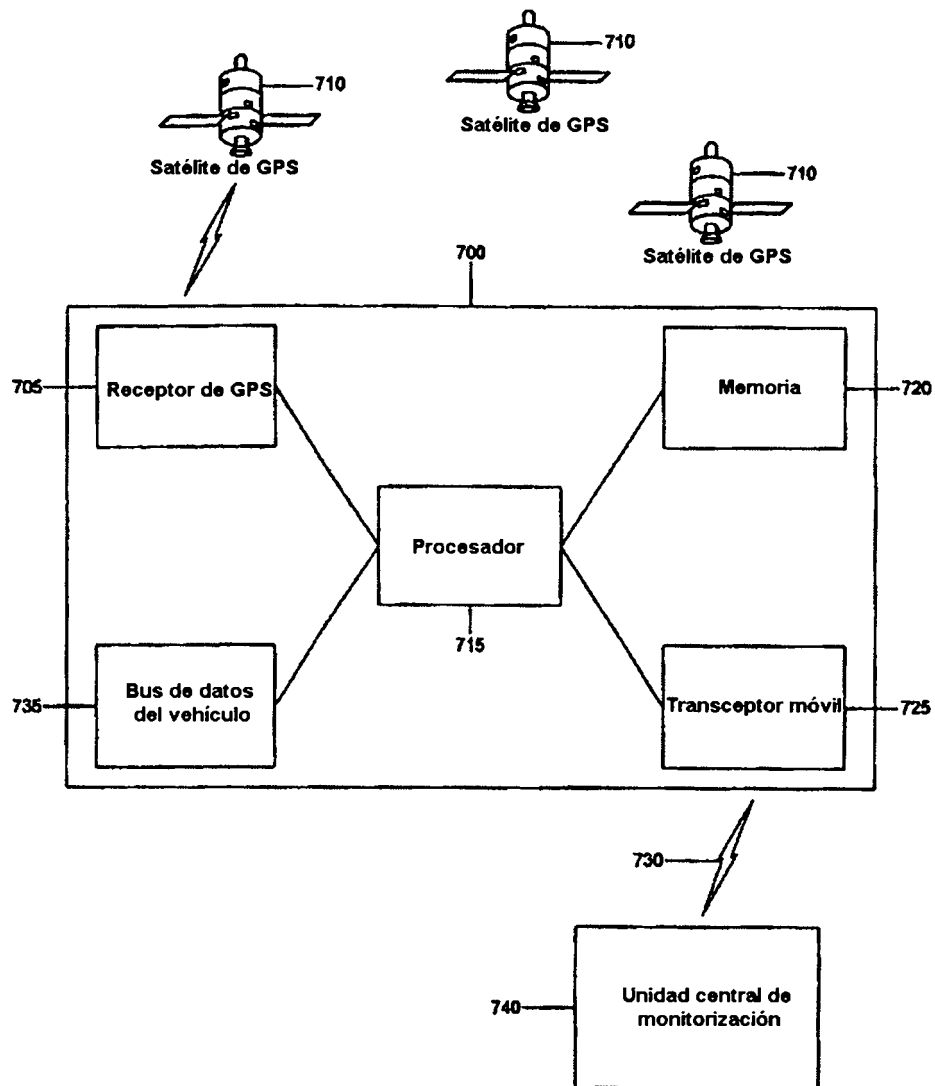


Figura 7

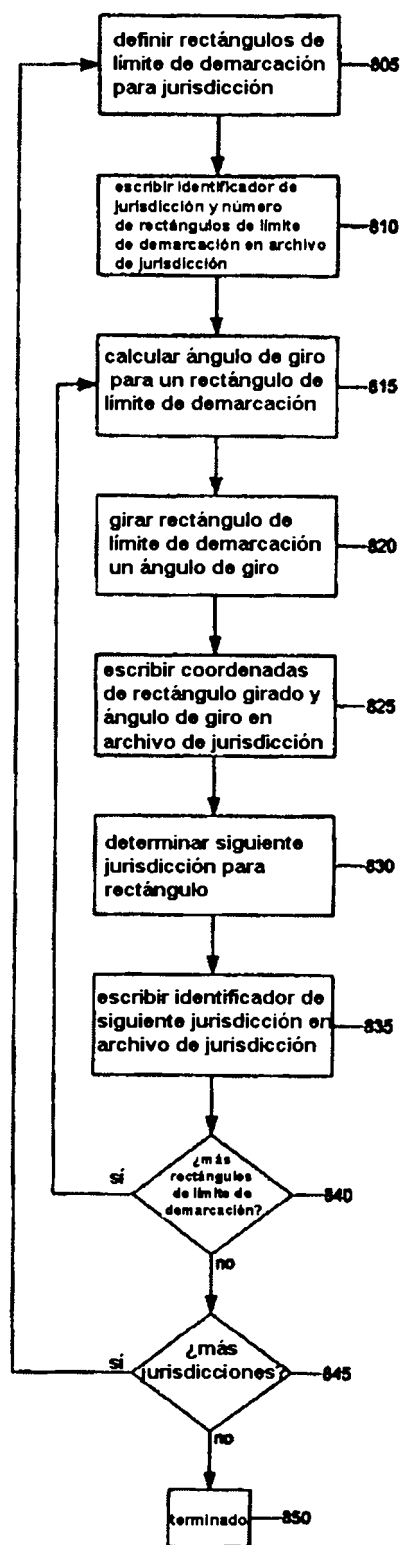


Figura 8

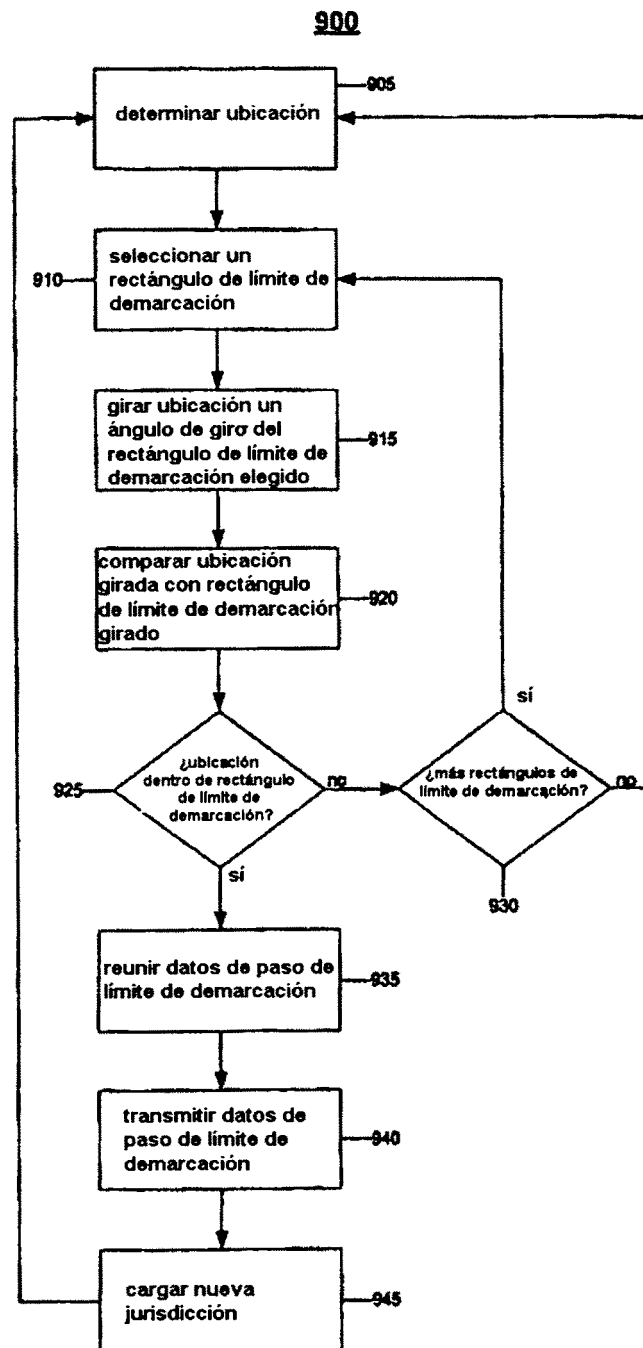


Figura 9