

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 247**

51 Int. Cl.:
G06T 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07762742 .0**

96 Fecha de presentación: **30.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1984859**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **Diseño de mapas arbitrarios lineales y no lineales**

30 Prioridad:
01.02.2006 US 344827

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.05.2012

73 Titular/es:
**MICROSOFT CORPORATION
ONE MICROSOFT WAY
REDMOND, WA 98052-6399, US**

72 Inventor/es:
SALMRE, Ivo William

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 380 247 T3

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

Diseño de mapas arbitrarios lineales y no lineales

Campo tecnológico

5 La presente materia objeto se refiere al campo de la informática, y más particularmente, a cartografiado por software.

Antecedentes

10 Los mapas que no tienen una correspondencia lineal con un espacio real (latitud, longitud y altitud u otras medidas en el mundo físico) son muy comunes y útiles, pero pueden ser difíciles de usar con sistemas de software genéricos. Ejemplos de tales mapas no lineales incluyen: mapas de metro, mapas de pistas de esquí. Diagramas industriales y diagramas de infraestructuras (por ejemplo mapas de redes de distribución eléctrica, redes de comunicación y mapas de transporte en una zona amplia).

15 En tales mapas no lineales espaciados de manera irregular, los espacios se comprimen, estiran, giran y distorsionan de alguna otra manera. La naturaleza de estas distorsiones a menudo vía también dentro del propio mapa, con diferentes regiones del mapa distorsionadas de diferentes maneras. Por ejemplo, una región se puede estirar, otra se puede comprimir, y otra región más se puede girar –o una combinación de las misas- y así sucesivamente.

20 Debido a que estos mapas no lineales presentan una representación irregular del espacio físico, pueden llevar una gran cantidad de información útil en una pequeña representación. Sin embargo, es difícil visualizar datos de localizaciones reales sobre los mapas no lineales porque la correspondencia de la latitud, longitud y altitud (u otros sistemas de coordenadas del mundo físico) con una posición en tales mapas espaciados irregularmente es complejo e irregular. Se produce al menos dos dificultades clave: (1) la capacidad de poner en correspondencia localizaciones reales en los mapas espaciados irregularmente, (2) la capacidad de poner en correspondencia puntos en los mapas espaciados irregularmente con coordenadas del mundos físico.

25 Algunas técnicas se pueden usar para extrapolar la localización de puntos del mapa sobre los mapas no lineales espaciados irregularmente. Típicamente estas técnicas funcionan intentando extrapolar datos de localización desde puntos cercanos, pero esto puede ser complejo requerir mucho tiempo y propenso a errores, particularmente en sistemas donde los datos del mapa están espaciados irregularmente. De este modo, sería ventajoso proporcionar otras técnicas que permitan que el usuario utilice el tiempo de diseño y el tiempo de ejecución de técnica de correspondencia no lineal que son rápidas, sencillas y accesibles a programadores moderadamente cualificados y otros individuos que no son expertos en el diseño de mapas, matemáticas complejas o cartografía.

30 El documento de Saalfed et al.: “Fast Rubbers-Sheeting Transformation Using Simplicial Coordinates” Cartography and Geographic Information Science, American Congress on Surveing and Mapping, US, vol 12. Nº 2, 1 octubre de 1985 se refiere a una transformación de mapa de revestimiento de goma, lineales por tramos informáticamente eficientes que se deriva analizando relaciones geométricas de áreas, ecuaciones lineales, desigualdades y coordenadas simpliciales. El uso de coordenadas simpliciales permite una representación de la transformación de hoja de goma, que es completamente independiente de los puntos de la imagen. El análisis geométrico usado en la derivación de las coordenadas simpliciales conduce a algoritmo de punto en polígono para el revestimiento de goma, que se puede emplear en situaciones más generales. El análisis geométrico también conduce a formulas apropiadas para áreas de regiones trianguladas.

40 El documento de Gillman, D.: “Triangulation for rubber sheeting” Proceedings of 7th International Symposium on Computer Assisted Cartography, 1985, páginas 191.197 basado en la aplicación de técnicas de triangulación y revestimientos de goma al problema de fusionar dos archivos de mapas digitalizados. Se desarrolló un procedimiento de fusión de mapas denominado confluencia. La reproducibilidad, el control de calidad y el deseo de consistencia matemática en la confluencia conducen a una necesidad de procedimientos bien definidos. La triangulación Delaunay está bien definida y, en algún sentido, es la “mejor” triangulación en un conjunto finito de puntos. Esto conduce a un algoritmo de revestimiento de goma eficiente. Se mencionan las triangulaciones, el revestimiento de goma en general y las triangulaciones bien definidas. Las triangulaciones bien definidas son más convenientes para aplicaciones tales como la confluencia. Estas triangulaciones permiten que el usuario construya subrutinas especializadas que funciona localmente pero que son globalmente coherentes.

50 El documento de White Marwin s. et al.: “Piecewise Linear Rubber-Sheet Map Transformation” Cartography and Geographic Information Sciences, American Congress on Surveing and Mapping, Bethesda, US, vol. 12 nº 2, 1 octubre 1985, páginas 123-131) se refiere a un procedimiento económico e informáticamente sencillo para inducir una coincidencia entre un mapa y otro, sin tener en cuenta sus respectivas proyecciones. Se imagina que el mapa a transformar se encuentra sobre una lámina de goma estirada para coincidir con un mapa base estable con una media de quince puntos de control; para una coincidencia más precisa, se pueden añadir más puntos de control. Se calculan los triángulos sobre el mapa de lámina de goma usando los puntos de control como vértices y con un procedimiento denominado homeomorfismo lineal por tramos, estos triángulos se ponen en correspondencia

linealmente en triángulo correspondientes en el mapa estable.

Sumario

Un objeto de la invención es proporcionar una técnica para poner en correspondencia localizaciones con mapas irregularmente espaciados.

- 5 Este objeto se consigue mediante la material objeto de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas se definen por las reivindicaciones dependientes.

Se proporcionan técnica que permiten el diseño y el uso de mapas arbitrarios, pudiendo estos mapas ser lineales o no-lineales. Se proporciona una primera imagen cartográfica y una segunda imagen cartográfica. Además, se puede poner en correspondencia una pluralidad de triángulos dobles con la primera imagen cartográfica y la segunda imagen cartográfica. Donde la pluralidad de triángulos dobles tienen los mismos vértices en la segunda imagen cartográfica que en la primera imagen del mapa, aunque estos mapas pueden ser completamente diferentes. Por ejemplo, la primera imagen cartográfica puede ser un callejero lineal y la segunda imagen puede ser un mapa de metro no lineal. Debido a que cualesquiera de los puntos que se convierten de la primera imagen cartográfica a la segunda imagen cartográfica (y viceversa) se convierten simétricamente, tales puntos terminan en la relación apropiada respecto de los vértices de los triángulos dobles.

Al menos uno de la pluralidad de triángulos dobles se puede seleccionar dentro de una región a convertir de la primera imagen cartográfica en la segunda imagen cartográfica. Tales regiones puede ayudar a los usuarios y desarrolladores a centrarse en mapas que llevan mejor información /o partes de los mismos). Alternativamente, tales regiones se pueden usar también para excluir mapas o partes de los mismos de manera a no convertir tales regiones. La pluralidad de triángulos dobles se pueden subdividir en más subtriángulos o agregarse en triángulos más globales.

Breve descripción de los dibujos

El sumario anterior, así como la siguiente Descripción detallada, se entenderán mejor cuando se lean junto con los dibujos anexos. Con el fin de ilustrar la presente divulgación, se muestran varios aspectos de la divulgación. Sin embargo, la divulgación no se limita a los aspectos específicos mencionados. Se incluyen las siguientes figuras:

La **figura 1** ilustra la capacidad de la materia objeto actualmente divulgada para alternar entre mapas lineales y no lineales.

La **figura 2** ilustra que la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con el mapa lineal puede diferir de la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa no lineal.

- 30 La **figura 3** ilustra que la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa lineal puede a veces ser inferior o similar a la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa no lineal.

La **figura 4** ilustra una parte de un mapa no lineal representativo, donde las diferentes partes del mapa no lineal pueden tener diferentes transformaciones aplicadas a la misma, haciendo que la representación del mapa no lineal sea significativamente diferente del "callejero" de la misma zona.

- 35 La **figura 5** ilustra la manera en que se puede anotar un mapa no lineal por cartografiado por software para destacar las regiones a transformar en una correspondencia lineal, siendo las regiones definidas por seis triángulos ejemplares.

La **figura 6** ilustra la manera en que los mismos seis triángulos representados en la **figura 5** se ponen en correspondencia con un mapa lineal, y la manera en que la forma de estos triángulos puede diferir en un mapa no lineal, sugiriendo de este modo como se distorsiona el espacio del mapa en un contexto no lineal;

La **figura 7A** ilustra un conjunto completo de triángulos que se ha puesto en correspondencia con un mapa no lineal, con los seis triángulos mencionados con referencia a las **figuras 5 y 6** representadas junto a este conjunto completo de triángulos, donde el conjunto completo de triángulo forma una correspondencia de un espacio no lineal con un espacio lineal

- 45 La **figura 7B** ilustra la manera en que las regiones triangulares configuradas para su conversión se pueden subdividir en varios niveles de granularidad para proporcionar resultados más precisos.

La **figura 8** ilustra la misma correspondencia mostrada en la **figura 7**, pero esta vez en el contexto de un mapa lineal, demostrando de este modo, la manera en que el conjunto completo de triángulos y los seis triángulos resaltados anexos cambian a un ajuste lineal (respecto de un ajuste no lineal);

- 50 La **figura 9** ilustra la manera en que un conjunto de regiones se puede usar para especificar los límites de una correspondencia de un mapa lineal con un mapa no lineal, e inversamente, por analogía.

La **figura 10** ilustra en un diagrama matemático (con los pasos incluidos) la manera en que se podría producir la conversión de un mapa no lineal en un mapa lineal, mostrando de este modo la manera en que se puede producir la conversión inversa siguiendo los pasos ilustrados a la inversa.

5 La **figura 11** ilustra el modo en que una conversión de ida y vuelta, de un mapa no lineal en un mapa lineal y de nuevo en un mapa no lineal, o viceversa, no produce distorsión espacial de los datos representados, mostrando de este modo la calidad de varios algoritmos de transformación que se puede evaluar visualmente;

La **figura 12A** ilustra, contrariamente a la **figura 1**, la manera en que se puede producir distorsiones de conversión para algoritmos que son inferiores a los ilustrados en la **figura 10**, y usados en la **figura 11**;

10 La **figura 12B** ilustra en detalle el tipo de distorsiones que se muestran en las distorsiones de la **figura 12A** en las cuales se evita la materia objeto actualmente divulgada usando algoritmos tales como los ilustrados en la **figura 10**;

La **figura 13** ilustra otra manera adicional para representar distorsiones de conversión tales como las ilustradas en las **figuras 12A y 12B**.

15 La **figura 14** ilustra la noción de que algunas zonas no han de ser (o no haber sido marcada como) conversión de apoyo de un mapa lineal en un mapa no lineal – o viceversa- mostrando regiones específicas que se destacan como conversión coordenadas de no-apoyo.

La **figura 15A** ilustra un diagrama de bloques ejemplar de un proceso de conversión bien de mapas lineales en mapas no lineales, o viceversa.

La **figura 15B** sigue con la ilustración de la **figura 15A**, que ilustra un diagrama de bloques ejemplar de un proceso de conversión bien de mapas lineales en mapa no lineales, o viceversa, y

20 La **figura 16** ilustra una interfaz de programación de aplicación ejemplar para varios aspectos de la materia objeto actualmente divulgada.

Descripción detallada

Aspectos de correspondencia lineal y no lineal.

25 En un aspecto de la materia objeto actualmente divulgada, al **figura 1** ilustra la capacidad de alternar entre mapas lineales y no lineales. La **figura 1** representa la deseabilidad de los usuarios de alternar entre mapas lineales (por ejemplo callejeros) y mapas no lineales (por ejemplo mapa de metro o de transporte). Desplazándose entre diferentes mapas, los usuarios pueden determinar rápidamente le distancia, dirección y modo de transporte para llegar a una localización deseada o para encontrarse con otros individuos, o también para otros fines.

30 Por ejemplo, un mapa de metro no lineal 104 puede representar dos personas como puntos en el mapa 104, siendo el primer punto "Bob" 110 y el segundo punto "Julie" 112, donde "Julie" 112 tiene un indicador apuntando hacia ella. "Bob" 110 y "Julie" 112 pueden querer encontrarse en algún punto, y la manera de conseguirlo puede ser tomando el metro. Si "Bob" 110 quiere encontrarse con "Julie" 112 puede tomar el tren apropiado examinando el mapa de metro no lineal 104. Una vez que está bajo tierra, puede querer cambiar a un mapa lineal 106.

35 De manera general, un usuario de tal mapa no lineal 104 puede querer cambiar a un mapa lineal 106 que representa hitos físicos en una proporcionalidad lineal entre sí porque tal representación lineal puede ser más intuitiva en algunos contextos. De este modo, en el mapa lineal 106, se representan de nuevo "Bob" 110 y "Julie" 112, pero esta vez se muestra su localización en una escala lineal, en oposición a la escala no lineal en el mapa anterior 104.

40 Los usuarios, tales como "Bob" 110 pueden querer volver a un mapa no lineal después de un rato incluso si el mapa no lineal ha cambiado a lo largo del tiempo. De este modo, en la **figura 1**, "Bob" 110 quiere cambiar 102 del mapa lineal 106 mencionado anteriormente a un nuevo mapa no lineal 108. En este mapa no lineal 108, "Julie" 112 se representa como un punto y "Bob" 110 se representa como un indicador. Ahora la relación entre "Bob" 110 y "Julie" 112 puede ser no lineal respecto de cualesquiera hitos físicos (conde podría haber sido lineal en el mapa anterior 106).

45 Este tipo de cambio entre mapas lineales y no lineales se puede hacer de manera indefinida. Y de manera importante, tal cambio se puede realizar sin ninguna distorsión en cuanto a la localización efectiva de "Bob" 10 y "Julie" 112 en los mapas lineales y no lineales. Como se mostrará más en detalle en lo sucesivo, el presente aspecto de la materia objeto soluciona las distorsiones de los puntos situados en los mapas que se derivan de la eventual agregación de errores asociados a cada cambio entre un mapa lineal y un mapa no lineal, y viceversa.

50 En otro aspecto representado en la presente memoria, la **figura 2** ilustra que la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa lineal puede diferir de la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa no lineal Específicamente, en la **figura 2**, en el "callejero" lineal 200, "Bob" 206 (lado izquierdo) aparece por debajo de "Julie" 204 (lado derecha), aunque en el mapa de metro no lineal/irregular 202, Bob

206 aparece encima de Julie 204. Estos tipos de cambios en la posición de representación relativa son comunes según se realizan los cambios de mapas lineales a mapas no lineales. Una razón, como ya se ha mencionado anteriormente, es que el mapa no lineal puede tener varias regiones de este mapa estirado, girado, comprimido etc.

De este modo, aunque Bob 206 y Julie 204 pueden estar en exactamente las mismas localizaciones en el mapa lineal 200 que en el mapa no lineal 202, sus posiciones relativas entre sí y relativas a los mapas pueden diferir. Por ejemplo, en la **figura 2**, Julie 204 se sitúa cerca de “Charing Cross” tanto en el mapa lineal 200 como en el mapa no lineal. Bob 206, asimismo, se sitúa cerca de “Green Park” en ambos mapas 200 y 202. Aunque, sus posiciones entre sí, como se ha mencionado anteriormente cambian entre los dos mapas 200 y 202. Además, incluso si sus posiciones no cambian entre sí, pueden cambiar al ir de un mapa a otro (debido a la distorsión del mapa, especialmente en el caso no lineal).

Evidentemente, como se ilustra en la **figura 3**, la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa lineal puede a veces ser la misma o similar que la relación espacial entre los puntos puestos en correspondencia con un mapa no lineal. Por ejemplo, en la **figura 3**, Bob 306 tiene prácticamente la misma orientación respecto de Julie 304 en el mapa lineal 300 que en el mapa no lineal 302. Además, la distancia entre Bob 300 y Julie 304 es prácticamente la misma en ambos mapas 300 y 302. De este modo, parece que la conversión del mapa lineal 300 en el mapa no lineal 302 (o viceversa) no causa prácticamente distorsión. Sin embargo, propiamente dicho, esto puede ser más una excepción que una regla, y en un número sustancial de tales conversiones, las orientaciones, distancias, etc., entre los puntos puestos en correspondencia con diferentes mapas pueden variar –y por lo tanto la capacidad de la material objeto actualmente divulgadas de hacer frente a tales situaciones.

La **figura 4** ilustra una parte de un mapa no lineal representativo, donde diferentes partes del mapa no lineal pueden tener diferentes transformaciones aplicadas a las mismas, haciendo que la representación del mapa no lineal sea significativamente diferente del “callejero” de la misma zona. (La **figura 4** también sirve de base para la discusión relativa a la mayoría de las figuras a seguir, especialmente las **figuras 5-8**, y **11,12**).

Este mapa no lineal particular 400 muestra el mapa del metro de Londres. Para ilustrar la naturaleza no lineal de este mapa 400, es instructivo basarse en un par de estaciones ilustrados en el mismo. Por ejemplo, se muestra “Oxford Circus” 402, “Tottenham Court Road” 404, “Warren Street” 404 y “Goodge Street” 408 –las tres primeras de las cuatro estaciones definen un triángulo entre sí. De la **figura 4**, parece que si “Goodge Street” 408 está mucho más cerca de “Tottenham Court Road” 404 que lo está de “Warren Street” 406. Sin embargo, en un ajuste lineal, tal como un callejero típico, “Goodge Street” 408 está aproximadamente a medio camino entre “Tottenham Court Road” 404 y “Warren Street” 406. Y esto es simplemente un ejemplo trivial y simple, ya que otros tipos de distorsiones podrían verse implicadas entre los mapas lineales y no lineales (o entre mapas no lineales y otros tipos de mapas no lineales) como ya se ha mencionado anteriormente. Además, el experto en la técnica apreciará fácilmente los diferentes tipos de distorsiones que pueden producirse cuando se ponen en correspondencia puntos o datos de un mapa con otro mapa.

La **figura 5** ilustra la manera en que se puede anotar un mapa no lineal mediante software de cartografiado para resaltar regiones a transformar en una correspondencia lineal, estando las regiones definidas por seis triángulos ejemplares. Los triángulos representados en la **figura 5**, T1, T2, T3, T4, T5 y T6, que corresponden a los números de figura 502, 504, 506, 508, 510 y 512 respectivamente, muestran que una manera de convertir un mapa no lineal 500 en un mapa lineal (mostrado en la **figura 6**) es definir en primer lugar uno o más triángulos (o un conjunto de triángulos) que tienen sus vértices en localizaciones conocidas en el mapa 500.

Por ejemplo, T1 502 tiene sus vértices entre “Russel Square”, Holborn”, y “Chancery Lane” 77 504 tiene sus vértices entre “Holborn”, “Chancery Lane” y “Mansion House”, y así sucesivamente. Asimismo, cabe resaltar que incluso si T1 502 y T2 504 son contiguos, no tienen porque serlo, como se puede ver en la **figura 5**, T3 506 está compartiendo un vértice con T1 502 y T2 504, es decir, “Holborn”, no es continuo, como tampoco lo son T4 508, T5 510 ni T6 512. Estos seis triángulos ejemplares definen las regiones que se han de convertir de un mapa no lineal en un mapa lineal (mostrado en la **figura 6**). Sus formas particulares se distorsionarán por la transformación, y de este modo, también lo serán los datos en los triángulos.

Ahora, volviendo a la **figura 6**, se ilustra la manera en que los mismos seis triángulos representados en la figura 5 se ponen en correspondencia con un mapa lineal, y la manera en que la forma de estos triángulos puede diferir de la forma de los mismos triángulos que se ponen en correspondencia con un mapa no lineal, sugiriendo de este modo la manera en que el espacio del mapa se distorsiona en un contexto no lineal. Esta distorsión es evidente en términos de forma de los triángulos T1 602, T2 604, T3 606, T4 608, T5 610 y T6 612, mostrados en la **figura 5**. Puesto que estos seis triángulos se distorsionan, también lo hacen los puntos y datos correspondientes dentro de los mismos. Una de las muchas ventajas de la materia objeto actualmente divulgada es que puede poner en correspondencia adecuadamente tales puntos y datos desde un conjunto de triángulos con un espacio de mapa no lineal a otro conjunto correspondiente de triángulos en un espacio de mapa lineal (y viceversa).

Dicho de otro modo, estos seis triángulos tienen una “doble” naturaleza porque pueden poner en correspondencia con un espacio lineal y con un espacio no lineal, incluso si su forma relativa puede diferir en cada contexto de

espacio. Sin embargo, en un aspecto de la materia objeto actualmente divulgada, lo que permanece igual en ambos contextos son los vértices de los triángulos. De este modo, como ya se ha mencionado, el triángulo T1 602 de la figura 6 puede tener los mismos tres vértices que el triángulo T1 502 en la **figura 5**, y lo mismo puede ser cierto para todo el resto de triángulos de las figuras 5 y 6.

5 A continuación, la **figura 7A** ilustra un conjunto completo de triángulos que se han puesto en correspondencia con un mapa no lineal (donde este mapa se muestran sin los triángulos de la figura 4). Los seis triángulos mencionados con referencia a las figuras 5 y 6 se representan junto al conjunto completo de triángulos, donde el conjunto completo de triángulos forma una correspondencia de espacio no lineal con espacio lineal. Por ejemplo, un mapa no lineal 700 se divide en algún conjunto de triángulo, como se ejemplifica con los ejemplos 714, 716 y 718 (referenciado en "línea de puntos" para una mejor legibilidad) y los triángulos conocidos T1 702, T2 704, T3 706, T4 708, T5 710 y T6 712 mencionados con referencia a las figuras 5 y 6.

15 El conjunto de triángulos de correspondencia, ejemplificados por los triángulos 702 y 704, pueden tener su conjunto de vértices en localizaciones conocidas, tales como una estación del metro Londres. El nivel de granularidad de los vértices dependerá del contexto y del diseño. Por ejemplo, los triángulos pueden disponerse en cualquier otra estación de metro o se pueden usar varios vértices entre cualesquiera dos paradas de metro. De este modo, la dimensión y el número de triángulos representados en la **figura 7A** es meramente ejemplar y no limitativo. Se podrían usar otros tipos de triángulos, como lo apreciará el experto en la técnica.

20 Por ejemplo, la **figura 7B** ilustra la manera en que las regiones triangulares configuradas para su conversión se pueden subdividir en varios niveles de granularidad para proporcionar resultados más precisos. En el mapa no lineal de la izquierda 720, se define un triángulo 720 entre "Oxford Circus", "Regent's Street" y "Warren Street". En el mapa no lineal de la derecha 722 este triángulo 724 se subdivide dos veces: una en tres triángulos y a continuación de nuevo en nueve triángulos. Los triángulos 726 y 728 son representativos de los nueve triángulos que están contenidos dentro del triángulo original 724. Como se ha mencionado, la subdivisión es solo una opción, pudiendo ocurrir también lo contrario, es decir, los triángulos también se pueden combinar para definir mayores triángulos.

25 La correspondencia triangular hasta ahora considerado, en un aspecto, puede ser uno del plano cartesiano X/Y del mapa no lineal sobre cualesquiera coordenadas reales tales como latitud y longitud (incluyendo la altitud, si se incluye una tercera coordenada en el espacio cartesiano). Por ejemplo, si la conversión es de un mapa lineal en uno no lineal, las coordenadas GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se pueden usar para construir un mapa no lineal (bien un mapa plano bidimensional, un mapa espacial tridimensional o un mapa espacial de cuatro dimensiones con una dimensión de componente temporal, etc.).

30 La **figura 8** ilustra la misma correspondencia mostrada en la **figura 7**, pero esta vez en el contexto de un mapa lineal, demostrado de este modo la manera en que el conjunto completo de triángulos y los seis triángulos resaltados acompañantes cambian en un ajuste lineal (respecto del ajuste no lineal de la figura 7). Como se esperaba, los seis triángulos resaltados T1 802, T2 804, T3 806, T4 808, T5 810 y T6 812, junto a algunos de los triángulos no destacados 814, 816 y 818 se han distorsionado durante la conversión al mapa lineal 800. Sin embargo, los vértices de los triángulos en la **figura 7** y la **figura 8** pueden seguir siendo los mismos.

35 Evidentemente, aquí se podrían aplicar varias técnicas de conversión, donde, por ejemplo, un conjunto de triángulos de base lineal que contienen N triángulos se convierte en un ajuste no lineal, pero donde solo la mitad (N/2) de los triángulos se pusieron en correspondencia con el mapa no lineal. O viceversa, donde se pusieron en correspondencia dos triángulos con el mapa no lineal, usando varias técnicas de interpolación. El número de triángulos usados en la **figura 7** puede ser el mismo que el número de triángulos usados en la **figura 8**, pero no es necesario que sea así. Usar los mismos vértices tanto en un ajuste lineal como no lineal conduce naturalmente al mismo número de triángulo, pero esto es meramente un aspecto ejemplar y no limitativo.

40 En otros aspecto de interés de la presente materia objeto actualmente divulgada, la **figura 9** ilustra la manera en que un conjunto de regiones se puede usar para especificar los límites de una correspondencia de un mapa lineal con un mapa no lineal, y viceversa por analogía. Específicamente, la **figura 9** muestra un conjunto de regiones con límites gruesos que un usuario, desarrollador o diseñador de mapas puede especificar que deberían poder aplicar al mapa no lineal o irregular de metro de la figura 4. Al poder representar estas regiones en un callejero lineal normal, se proporciona al desarrollador o diseñador de mapas una buena comprensión visual de la zona geográfica cubierta por el mapa no lineal. En particular, estas regiones de límite grueso no necesitan cubrir todas las zonas definidas por los triángulos; el diseñador de mapas puede elegir solo las zonas mejor cubiertas por el mapa no lineal.

45 De ese modo, en la **figura 9**, en el mapa no lineal 900, un desarrollador puede seleccionar varias regiones R1 914, R2 916, R3 918, R4 920, R5 922, R6 924 y R7 927. Estas regiones pueden cubrir juntas la parte oportuna del metro en la que el desarrollador (o usuario) puede querer basarse. Como las regiones se ilustran en la **figura 9**, cubren los triángulos destacados mencionados en las figuras anteriores: T1 902, T2 904, T3 906, T4 908, T5 910 y T6 912. Estas regiones también cubren otros triángulos que pueden representar zonas de interés para el desarrollador o el usuario de esta materia objeto. No hay realmente límite en el número de regiones que pueden usarse o la dimensión de estas regiones. Además, aunque las regiones mostradas son contiguas, no es necesario que lo sean. El usuario o desarrollador de esta tecnología puede seleccionar simplemente una zona de interés a convertir en otro mapa. En

particular, en la **figura 9**, se muestra un mapa lineal con regiones seleccionadas, porque este tipo de configuración permite que una persona tenga una sensación más intuitiva de qué información es importante. Sin embargo, si los usuarios o desarrolladores están más familiarizados con una configuración no lineal, se pueden seleccionar regiones similares en un mapa no lineal a continuación en un mapa lineal. Por ejemplo, se podría imaginar a trabajadores o usuarios del metro usando un mapa del metro con regiones relevantes seleccionadas para ver a continuación cómo un mapa de metro corresponde a un callejero lineal del mundo real.

Aspectos de una técnica para la conversión de (a) una correspondencia lineal en no lineal y (b) una correspondencia no lineal a lineal

A continuación, la **figura 10** representa en un diagrama matemático 1000 una técnica para convertir una correspondencia lineal en una correspondencia no lineal y viceversa. Por ejemplo, en la **figura 10**, se dibuja un triángulo, el "Triángulo 1) en un dominio de correspondencia no lineal. Este triángulo tiene los vértices A1, B1 y C1 como se encuentran en el dominio lineal. Por ejemplo, A1 puede ser una estación de metro, tal como "Warren Street" en la figura 2; B1 puede ser otra estación de metro, tal como "Oxford Circus"; y C1 puede ser una tercera estación de metro, tal como Tottenham Court Road". Cada una de estas estaciones de metro, o en el contexto de los triángulos, vértices, puede ser exactamente igual, si el mapa el mapa es lineal o no lineal.

Con el fin de convertir el "Triángulo 1" en el "Triángulo 2" que persiste en un dominio lineal, con coordenadas de latitud, longitud y altitud (en oposición a las coordenadas X e Y designadas para el dominio no lineal), se puede tomar varios pasos. Si, por ejemplo, un punto "P1" se ha de poner en correspondencia partir de un mapa no lineal a un mapa lineal, en el Triángulo 2, un primer paso puede ser el trazado de un vector desde un vértice del Triángulo 1 a P1 en el Triángulo 1. Como se ilustra en la **figura 10**, el vector VA1P1 se traza desde A1 a P1. En el contexto del software, el vector VA1P1 se calcula desde A a P1.

Una vez calculado este vector, en un segundo paso se extrapola a un lado opuesto del vértice mencionado anteriormente. De este modo, se calcula otro vector: CA1P1. Este vector cortará entonces el lado del Triángulo 1 entre los vértices C1 y B1. A continuación, en un tercer paso, se calcula la relación de los dos vectores: VA1P1 a V'A1P1. A continuación de este paso, en un cuarto paso, se calcula la proporción o el porcentaje de la longitud del lado C1P' a B1P', donde P' es el punto de intersección del lado mencionado anteriormente. Estos, proporciona entonces suficiente información para poner en correspondencia el punto P1 con el Triángulo 2, que, como se ha mencionado, persiste en un dominio lineal.

Con el fin de colocar P1 en la localización apropiada respecto de los puntos A2, B2 y C2, que definen el Triángulo 2, se han tomado los siguientes pasos: en primer lugar, en la etapa 5 (para seguir con la progresión de los pasos 1-4 hasta ahora considerados), la proporción de la longitud calculada de los lados C1P' a B1P' se usa para calcular P2', que ahora representa el punto de intersección entre los vértices B2 y G2 (esta proporción se calculó en el paso 4). Una vez calculado P2, los resultados calculados en el paso 3, se pueden usar en el paso 6.

En el paso 6, usando el P2' recién calculado y la relación de VA1P1 a VA1P1 ' se puede calcular un vector reciente calculado VA2P2. Una vez calculado este vector, todo lo que queda por hacer en la etapa 7 es el cálculo de P2 basado en los resultados obtenidos a partir de VA2P2 y a partir de la localización de A2. Después de obtener e cálculo en la etapa 7, se encuentra P2. Y esta localización de P2 en el Triángulo 2 representa donde debería estar este punto respecto de los vértices A2, B2 y C2. Este proceso, se puede usar naturalmente para volver a P1 en el triángulo 1, basándose en donde se sitúa P2 en el Triángulo 2. De este modo, este proceso funciona no solo para la conversión desde mapas no lineales en mapas lineales, sino también a partir de mapas lineales a mapas no lineales. Dicho de otro modo, es simétrico.

Una ventaja principal de este tipo de simetría es que la conversión entre mapas lineales y no lineales puede llevarse a cabo una cantidad infinita de veces, sin causar ninguna distorsión en cuanto a la localización de los puntos P1 y P2, que, como se menciona anteriormente, era una inconveniente importante de cualesquiera técnicas de cartografiado anteriores.

Las figuras 11 y 12A y 12B ilustran este punto. En primer lugar, la **figura 11** muestra la manera en que una conversión de ida y vuelta, en este caso desde un mapa no lineal a un mapa lineal y de nuevo a un mapa no lineal, no produce distorsión para datos representados, mostrando de este modo la calidad de carios algoritmos de transformación que se pueden evaluar visualmente. Específicamente, una transformación simétrica, tal como la mencionada con referencia a la **figura 10**, produce 0 error de ida y vuelta (en contraste con las figuras 12A y 12B). En este mapa no lineal l 100, las coordenadas X e Y en el mapa no lineal se transforman a coordenadas de latitud y longitud y luego vuelven a las coordenadas X e Y. Puesto que el algoritmo usado en la **figura 11** es asimétrico, se devuelven los valores originales de X e Y. De este modo, las líneas representadas 1102 son simplemente línea horizontales, en oposición a las ondas onduladas de la **figura 11**, que se generan usando una técnica no simétrica. De esta manera, la calidad de varios algoritmos de transformación se puede evaluar visualmente.

De este modo, en contraste con la **figura 11**, la **figura 12A** ilustra un mapa no lineal 1200 donde las líneas horizontales 1202 son onduladas porque la conversión de ida y vuelta produce un error, debido a la naturaleza no simétrica del algoritmo de conversión. La **figura 12B**, de hecho, representa una inversión ampliada de la **figura 12A**,

y muestra en mayor detalle el tipo de error de ida y vuelta que se produce. De este modo, de nuevo, las líneas horizontales 1202 son onduladas. Cuando empieza el primer tramo de la conversión de ida y vuelta 1206, hay algún valor X e Y para un punto particular en el mapa no lineal 1200. En el resultado 1204 de la conversión de ida y vuelta, se puede ver claramente que el punto de inicio "Start" está en un lugar diferente del punto resultante "Result". Dicho de otro modo, las coordenadas X e Y en "Start" son diferentes de las coordenadas X e Y en "Result", y esto es un error, ya que las coordenadas X e Y debería ser las mismas en "Start" y en "Result". Como se ha mencionado, la técnica de conversión discutida con referencia a la **figura 10** evita la producción de este error.

La **figura 13** proporciona otra ilustración útil que muestra un mapa de distorsión por error. Este mapa permite que un usuario examine visualmente el error de transformación presente en todos los triángulos definidos, con el fin de tomar a continuación una acción correctiva. En la imagen 1300, los errores más claros indican zonas de mayor distorsión por error. Las zonas en negro indican zona de error cero, que corresponde a las líneas de los triángulos definidos.

Se define un triángulo ABC en la imagen 1300, correspondiendo el vértice A a "Oxford Circus" (como se muestra en la **figura 7A**), correspondiendo el vértice B a "Regent's Park", y correspondiendo el vértice C a "Warren Street" como se puede ver, alrededor de los bordes del triángulo ABC, el error es cero porque los bordes son negros; sin embargo, en el centro del triángulo ABC, el error es mayor, dado el sombreado blanco. Estos errores aparecen porque la técnica de conversión representada en la imagen 1300 no es simétrica. Si se hubiese usado una técnica simétrica, tal como la mencionada con referencia a la **figura 10**, toda la imagen 1300 aparecería en negro ya que no se producirían errores.

A continuación, la **figura 14** ilustra la noción de que algunas áreas no se han de convertir (o no lo han sido) de un mapa lineal en un mapa no lineal, o viceversa, mostrando regiones específicas que se destacan como no convertidas. Por ejemplo, el mapa 1400 de la **figura 14** da a un desarrollador o diseñador de mapas retroalimentación visual que indica qué regiones no tiene aun triángulos definidos para las mismas (y de este modo no soportan transformaciones de X/Y a latitud, longitud y altitud). Estas al ser zonas definidas se destacan a continuación usando rectángulos. Algunas de las mismas pueden ser zonas en las que el desarrollador o diseñador de mapas ha olvidado 1402 especificar triángulos para (por ejemplo centro/superior derecha, Russel Square), y algunas (derecha inferior) especifican zonas en las que el desarrollador o diseñador de mapas ha decidido que no serán soportada 1404 en este mapa.

Aspectos de clases ejemplares

Se pueden usar varias clases para aplicar los aspectos mencionados anteriormente de la materia objeto actualmente divulgada. Por ejemplo se puede usar una clase de "información de mapa no lineal" para realizar las siguientes funcionalidades: (1) Usar las zonas de límite de grano grueso descritas anteriormente para determinar si el mapa no lineal que representa es apropiado para las localizaciones del mapa que necesitan ser visualizadas; y (2) cuando es apropiado, cargar la clase de "información de mapa no lineal" y apuntarlo en los datos de triángulo doble y la imagen cartográfica.

La clase de "información de mapa no lineal", as u vez, puede proporcionar las siguientes funcionalidades: (1) contener una clase "Administrador de triángulos de localización" que administra todos los triángulos en el mapa; (2) contener la imagen cartográfica no lineal (o la capacidad de procesamiento de uno en caso de necesidad). Lo anterior referido a la clase de "Administrador de triángulo de localización" puede llevar a cabo las siguientes funcionalidades: (1) mantener una lista (ordenada) de Triángulos de localización para su uso en las coordenadas X/Y a latitud/longitud/altitud; (2) seleccionar el Triángulo de localización correcto para un punto dado de X/Y o Latitud/longitud; (3) proporcionar la capacidad de realizar transformaciones X/Y a lat/long y Lat/long a X/Y; proporcionar la capacidad de calcular la distorsión por error en cualquier triángulo dado (o cualquier punto dado), donde se calcula tanto la distorsión media como la distorsión máxima; (5) proporcionar la capacidad de dividir triángulos en subtriángulos usando una variedad de diferentes técnicas heurísticas.; (6) proporcionar la capacidad de cargar y guardar conjunto de datos de "Triángulo de localización".

Tales datos se pueden asociar a una clase de "Triángulo de localización" que: (1) contiene datos para dos triángulos: (1) un triángulo en la superficie de la imagen X/Y del mapa no lineal, y un triángulo en el espacio físico (del mundo real), es decir latitud, longitud y altitud; (2) proporciona la capacidad de determinar rápidamente si un punto está contenido en cualquier triángulo; (3) proporciona la capacidad de trasladar puntos dentro del mismo entre los sistema des coordenadas del mundo real e X/Y del mapa no lineal. Evidentemente, esta clase y las tres otras clases mencionada en la presente memoria son meramente ejemplares, y no limitativas.

Aspectos de aplicación de correspondencia lineal y no lineal

En una aplicación ejemplar, en las figuras 15A y 15B, coherentes con la materia objeto mocionada con referencia a las figura 19, un diagrama de bloques ilustra una manera de diseñar y usar mapas arbitrarios, sean estos mapas lineales o no lineales. Los bloques 1500 a 1520 son autexplicativos, especialmente a la luz de la **figura 10**. Presentan una aplicación general que se podría usar en cualquier sistema, tal como un sistema informático o más específicamente un sistema de cartografiado por software.

Con este sistema, los programadores moderadamente cualificados y otros no expertos, por ejemplo que trabajan con imágenes de mapas pueden aplicar y/o usarlas de la siguiente manera: (1) importar las imágenes existentes de mapas no lineales y espaciados irregularmente en el sistema; (2) anotar rápidamente las imágenes de mapa no lineal con datos de localización física del mundo real (usando, por ejemplo una combinación de otros mapas para 5 ayudar a guiar el proceso de cartografiado); (3) diseñar un conjunto de formas de triángulos sobre superficies del mapa que conectan puntos conocidos y definen condiciones de límite dentro de las cuales se pueden llevar a cabo traslaciones entre coordenadas del mundo real y puntos en el mapa no lineal; (4) proyectar estos triángulos y puntos de localización sobre una variedad de mapas para revisar las zonas cubiertas por el mapa no lineal y sus anotaciones de usuario; (5) revisar las anotaciones del mapa no lineal para determinar zonas de distorsiones por error inaceptables que necesitan ser corregidas; (6) guiar y ayudar a los desarrolladores o diseñadores de mapas a 10 corregir y minimizar estas distorsiones; (7) permitir que los desarrolladores y diseñadores de mapas visionen las zonas cubiertas por los triángulos definidos en un mapa del mundo real, y elegir regiones de límite grueso que definen las zonas del mundo físico bien cubiertas de esta manera (alternativamente, las regiones de límite por defecto se pueden elegir automáticamente en tiempo de ejecución en aplicaciones arbitrarias de software que utilizan los mapas, transportando simultáneamente a los usuarios datos de mapa tanto en superficies lineales (por ejemplo callejeros) como no lineales (por ejemplo mapa de metro); y (9) construir estos mapas en tiempo de diseño (en contraste con el tiempo de ejecución).

De este modo, a partir de la discusión anterior, en un aspecto de la materia objeto actualmente divulgada, cualquier imagen cartográfica útil no lineal o irregularmente formada se puede descomponer en una serie de triángulos de 20 dobles. Cada triángulo doble especifica una zona X e Y sobre un mapa no lineal, y una zona del mundo real paralela que tiene coordenadas de latitud y longitud (de aquí el nombre de "triángulo doble") Las transformaciones o conversiones con magnitudes de error controlables se pueden llevar a cabo entre mapas lineales y no lineales en ambas direcciones. Puede ser útil realizar una superficie de diseño rica, capaz de mostrar los datos de mapa en diversas proyecciones diferentes.

En este aspecto, a continuación se puede definir un número arbitrario de subtriángulos para reducir el error de translación o conversión según sea necesario. Muchas técnicas heurísticas son posibles para automatizar este proceso de perfeccionamiento. Asimismo la especificación de las zonas de límite grueso para mapas puede permitir una determinación rápida de si cualquier mapa individual es apropiado para visualizar un conjunto de información de coordenadas del mapa. 25

Este sistema de triángulos dobles y puntos relacionados se puede conservar en un archivo de texto o binario para su uso en tiempo de ejecución. Para mayor flexibilidad puede ser útil una representación de texto tal como XML. Alternativamente, para mayor compacidad y prestación, puede ser útil una representación binaria. Tanto en el tiempo de diseño como en el tiempo de ejecución, las clases especificadas se pueden usar para administrar eficientemente el uso de todos los triángulos dobles para coordinar la correspondencia. De este mapa es posible 30 que un módulo administrador a optimizar permita un acceso eficiente al triángulo comúnmente utilizado.

Dicho de otro modo, este sistema proporciona un mecanismo para que los no expertos anoten rápidamente y con una precisión predecible mapas arbitrarios no lineales e irregularmente espaciados, permitiendo la proyección de datos basados en localizaciones sobre estos mapas en aplicaciones de software. Esto es útil para todos los tipos de aplicaciones de software, y particularmente útil para dispositivos usados por individuos en entornos del mundo real 40 que necesitan estos mapas.

Con este fin, una superficie de diseño de mapas 1600, tal como la ilustrada en la figura 16, soportada por una interfaz de programación de aplicaciones (API) se puede usar para permitir que los desarrolladores trabajen fácilmente con una gran variedad de mapas lineales y no lineales. A los desarrolladores no expertos (u otros diseñadores) se le puede dar cualquier interfaz gráfica y de programación, no limitándose a la ilustrada en la figura 45 16, para definir estos sistemas de triángulos dobles y usar los para proyectar datos de localizaciones sobre la o las imágenes del mapa. La figura 16 ilustra que los usuarios o desarrolladores pueden "Dibujar Triángulos", "Trazar zonas vacías", "Etiquetar todos los Puntos de triángulos", "Calcular error(es) en triángulo(s)", etc.

Particularmente, una cuestión importante cuando se trata de conjuntos de mapas (algunos lineales, otros irregulares) es cuales el mejor mapa a visualizar para satisfacer las necesidades del usuario. Se pueden aplicar varios mapas dado algunos conjuntos de datos. Puede ser importante para una aplicación poder elegir los mapas que pueden mostrar los datos más precisa y eficientemente. A diferencia de los mapas espaciados linealmente, la región de visualización efectiva puede no estar definida por un simple rectángulo o círculo. Por ello, se puede proporcionar n mecanismo flexible y de alta prestación para designar las regiones del mundo real para las cuales es más apropiado un mapa espaciado irregularmente no de manera no lineal. La materia objeto actualmente divulgada puede para 50 esto proporcionar tanto mecanismos de tiempo de diseño como de tiempo de ejecución.

De este modo, se puede proporcionar una superficie de visualización que permite que un desarrollador o diseñador de mapas no experto vea, comprenda y modifique visualmente los conjuntos de triángulos que gobiernan las transformaciones o conversiones de X/Y a latitud y longitud para un mapa dado. Esta superficie de diseño puede permitir la visualización simultánea de los conjunto de triángulos de correspondencia tanto con el mapa no lineal 60 como con otras representaciones de mapas, tales como callejeros lineales. El resultado puede ser flexible y útil

permitiendo un uso rápido de los mapas no lineales en aplicaciones de software mediante la estructura de cartografiado descrita en el presente documento.

5 Asimismo, se puede proporcionar un sistema para la detección de distorsiones por error y el solapamiento de triángulos de correspondencia. Puesto que un conjunto de triángulo describe una transformación o conversión limitada entre espacios de X/Y y de latitud /longitud, con sus propias distorsiones internas, que tiene dos conjuntos de solapamiento significativo de triángulos que introducen potencialmente puestas en correspondencia conflictivas de X/Y con latitud/longitud. Puede ser importante poder detectar esta situación en el tiempo de diseño cuando los triángulos que definen las transformaciones de un mapa se están diseñando. Asimismo, cuando existe una magnitud inaceptable de error en una transformación, este error debería poder ser detectado u fijado en el tiempo de diseño por personas no expertas (la proporción real de error aceptable varía de una aplicación a otra). Este sistema, puede, entonces, proporcionar esta detección. Al desarrollador o diseñador de mapas también se le puede mostrar una representación visual de las distorsiones que existen en el interior de los triángulos del mapa entre las transformaciones de X/ Y a latitud/longitud y las correspondencias de latitud/longitud a X/Y, permitiendo de este modo que el desarrollador o diseñador de mapas tome una acción correctiva. Tal acción correctiva puede comprender la definición de triángulos adicionales de correspondencia de grano más fino, si es necesario).

15 La invención queda definida por las reivindicaciones adjuntas:

REIVINDICACIONES

5 1.- Un procedimiento para conversión entre mapas lineales y no lineales, en el que los mapas no lineales, en oposición a los mapas lineales, no tienen una correspondencia lineal con el espacio del mundo real, comprendiendo el procedimiento:

determinar (1500) en una primera imagen cartográfica un primer triángulo definido por un primer vértice (A1), un segundo vértice (B1), y un tercer vértice (C1), en el que la primera imagen cartográfica es un mapa no lineal;

10 determinar (1502) en una segunda imagen cartográfica un segundo triángulo definido por el primer vértice (A2), el segundo vértice (B2), y el tercer vértice (C2), en el que la segunda imagen cartográfica es un mapa lineal;

determinar (1504) al menos un punto (P1) en el primer triángulo

determinar (1506) en el segundo triángulo al menos un punto (P2) correspondiente a al menos un punto, en el que el al menos un punto (P1) se transforma en el al menos un punto (P2) simétricamente respecto del primer vértice (A1), el segundo vértice (B2), y el tercer vértice (C1), en el que determinar en el segundo triángulo el al menos un punto correspondiente (P2) a al menos un punto (P1) comprende calcular (1508) un primer vector (VA1P1) del primer vértice (A1) al al menos un punto (P1);

15 extrapolar (1510) un segundo vector (V'A1P1), desde el al menos un punto (P1) a un punto (P') en un lado del primer triángulo opuesto del primer vértice (A1);

20 calcular (1512) una relación (VA1P1/V'A1P1) del primer vector respecto del segundo vector;

calcular (1514) la longitud de la segmentación desde el segundo vértice (B1) hasta el punto (P') del lado del primer triángulo opuesto del primer vértice (A1), y calcular la longitud del segmento desde el segundo vértice (B1) al tercer vértice (C1), y determinar una relación primaria (% de B de B1C1), calcular asimismo la longitud del segmento desde el primer vértice (C1) al punto (P') del lado de primer triángulo opuesto del primer vértice (A1), y calcular la longitud del segmento desde el segundo vértice (B1) al tercer vértice (C1), y determinar una relación secundaria (% de C de B1C1),

25 usar (1516) la relación primera (% de B de B1C1) y la relación secundaria (% de C de B1C1) para calcular un punto (P2') de un lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice;

30 usar (1518) el punto (P2') del lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice (A2) y la relación (VA1P1/V'A1P1) del primer vector respecto del segundo vector para calcular un tercer vector (VA2P2), en el cual este tercer vector procede del primer vértice (A2) y apunta hacia el punto (P2') del lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice; y

35 usar (1520) el primer vértice (A2) y el tercer vector (VA2P2) para calcular el al menos un punto (P2) correspondiente en el segundo triángulo, en el que el al menos un punto correspondiente corresponde al al menos un punto (P1) del primer triángulo transformado.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, seleccionar una región en la primera imagen cartográfica a transformar en una región correspondiente en la segunda imagen cartográfica.

3.- Procedimiento según la reivindicación 2, en el cual la selección de la región en la primera imagen cartográfica incluye la selección del primer triángulo.

40 4.- Procedimiento para la conversión entre mapas lineales y no lineales, en el cual los mapas no lineales, en oposición a los mapas lineales, no tienen una correspondencia lineal con el espacio del mundo real, comprendiendo el procedimiento:

determinar (1500) en una primera imagen cartográfica un primer triángulo definido por un primer vértice (A1), un segundo vértice (B2), y un tercer vértice (C1), en el que la primera imagen cartográfica es un mapa no lineal;

45 determinar (1502) en una segunda imagen cartográfica un segundo triángulo definido por el primer vértice (B2), el segundo vértice (B2), y el tercer vértice (C2), en el que la segunda imagen cartográfica es un mapa lineal;

determinar al menos un punto (P2) en el primer triángulo

determinar en el segundo triángulo al menos un punto (P1) correspondiente a al menos un punto, en el que el al menos un punto (P2) se transforma en el al menos un punto (P1) simétricamente respecto del primer vértice (A2), el segundo vértice (B2), y el tercer vértice (C2), en el que determinar en el segundo triángulo el al menos un punto correspondiente (P1) a al menos un punto (P2) comprende calcular un primer vector (VA2P2) del primer vértice (A2) al al menos un punto;

50 extrapolar un segundo vector (V'A2P2), desde el al menos un punto (P2) a un punto (P2') en un lado del primer triángulo opuesto del primer vértice (A2);

55 calcular una relación (VA2P2/V'A2P2) del primer vector respecto del segundo vector;

calcular la longitud de la segmentación desde el segundo vértice (B2) hasta el punto del lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice (P2'), y calcular la longitud del segmento desde el segundo vértice (B2)

al tercer vértice (C2), y determinar una relación primaria (% de B), calcular asimismo la longitud del segmento desde el tercer vértice (C2) al punto (P2') del lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice (A2), y calcular la longitud del segmento desde el segundo vértice (B2) al tercer vértice (C2), y determinar una relación secundaria (% de C),

5 usar la relación primera (% de B) y la relación secundaria (% de C) para calcular un punto (P') en un lado del primer triángulo opuesto del primer vértice (A1);

10 usar el punto (P1) del lado del primer triángulo opuesto del primer vértice y la relación (VA2P2/V'A2P2) del primer vector respecto del segundo para calcular un tercer vector (VA1P1), en el cual este tercer vector procede del primer vértice (A1) y apunta hacia el punto (P1) del lado del segundo triángulo opuesto del primer vértice (A1); y

usar el primer vértice (A1) y el tercer vector (VA1P1) para calcular el al menos un punto (P1) correspondiente en el primer triángulo, en el que el al menos un punto correspondiente (P1) corresponde al al menos un punto (P2) del primer triángulo transformado.

15 5.- Un sistema para la conversión entre mapas lineales (106, 200, 300, 600, 800, 900) y mapas no lineales (104, 202, 302, 400, 500, 700, 1100), en el cual los mapas no lineales, en oposición a los mapas lineales, no tienen una correspondencia lineal con del espacio del mundo real, comprendiendo el sistema:

una primera imagen cartográfica, en la cual la primer imagen cartográfica es un mapa no lineal;

una segunda imagen cartográfica, en el cual la segunda imagen cartográfica es un mapa lineal;

20 una pluralidad de triángulos dobles (502, 504, 506, 508, 510, 512, 702, 704, 706, 708, 710, 712, 714, 716, 718) puesto en correspondencia con la primera imagen y teniendo correspondencia (602, 604, 606, 608, 610, 612, 802, 804, 806, 808, 810, 812, 814, 816, 818) con la segunda imagen cartográfica, en el que la pluralidad de triángulos dobles tienen los mismos vértices en la segunda imagen cartográfica que en la primera imagen cartográfica,

y

25 en el que el sistema comprende, además, medios adaptados para llevar a cabo el procedimiento de las reivindicaciones 1 a 3.

6.- Sistema según la reivindicación 5, en el cual al menos uno de la pluralidad de triángulos dobles se selecciona en una región a convertir de la primera imagen cartográfica en la segunda imagen cartográfica.

30 7.- Sistema según la reivindicación 5, en el cual una región en la primera imagen cartográfica se configura para ser designada como que evita la conversión de la primera imagen cartográfica en la segunda imagen cartográfica.

8.- Sistema según la reivindicación 5, en el cual al menos un triángulo de la pluralidad de triángulos dobles se configura para subdividirse en una pluralidad de subtriángulos.

35 9.- Sistema para la conversión entre mapas lineales (106, 200, 300, 600, 800, 900) y no lineales (104, 202, 303, 400, 500, 700, 1100), en el que los mapas no lineales, en oposición a los mapas lineales no tienen correspondencia lineal con el espacio del mundo real, comprendiendo el sistema

una primera imagen cartográfica, en la cual la primer imagen cartográfica es un mapa no lineal;

una segunda imagen cartográfica, en el cual la segunda imagen cartográfica es un mapa lineal;

40 una pluralidad de triángulos dobles (502, 504, 506, 508, 510, 512, 702, 704, 706, 708, 710, 712, 714, 716, 718) puesto en correspondencia con la primera imagen y teniendo correspondencia (602, 604, 606, 608, 610, 612, 802, 804, 806, 808, 810, 812, 814, 816, 818) con la segunda imagen cartográfica, en el que la pluralidad de triángulos dobles tienen los mismos vértices en la segunda imagen cartográfica que en la primera imagen cartográfica,

y

45 en el que el sistema comprende, además, medios adaptados para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 4.

10.- Un soporte legible por ordenador que comprende instrucciones tangibles ejecutables para una conversión entre mapas lineales y no lineales, en el cual los mapas no lineales, en oposición a los mapas lineales, no tienen una correspondencia lineal con el espacio del mundo real, comprendiendo el soporte legible por ordenador:

50 una interfaz de programación de aplicación configurada para permitir una definición de una pluralidad de triángulos dobles que corresponden a una primera imagen cartográfica y a una segunda imagen cartográfica, en el cual la pluralidad de triángulos dobles permiten una transformación de datos entre la primera imagen cartográfica y la segunda imagen cartográfica para regiones seleccionadas en una de entre la primera imagen cartográfica y la segunda imagen cartográfica; e

55 instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, ordenan al ordenador llevar a cabo el procedimiento de las reivindicaciones 1 a 3.

11.- Soporte legible por ordenador según la reivindicación 10, en el cual la pluralidad de triángulos dobles se definen en un tiempo de diseño.

12.- Soporte legible por ordenador según la reivindicación 10, en el cual la pluralidad de triángulos dobles se definen en un tiempo de ejecución.

13.- Soporte legible por ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por un ordenador, ordenan al ordenador llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 4.

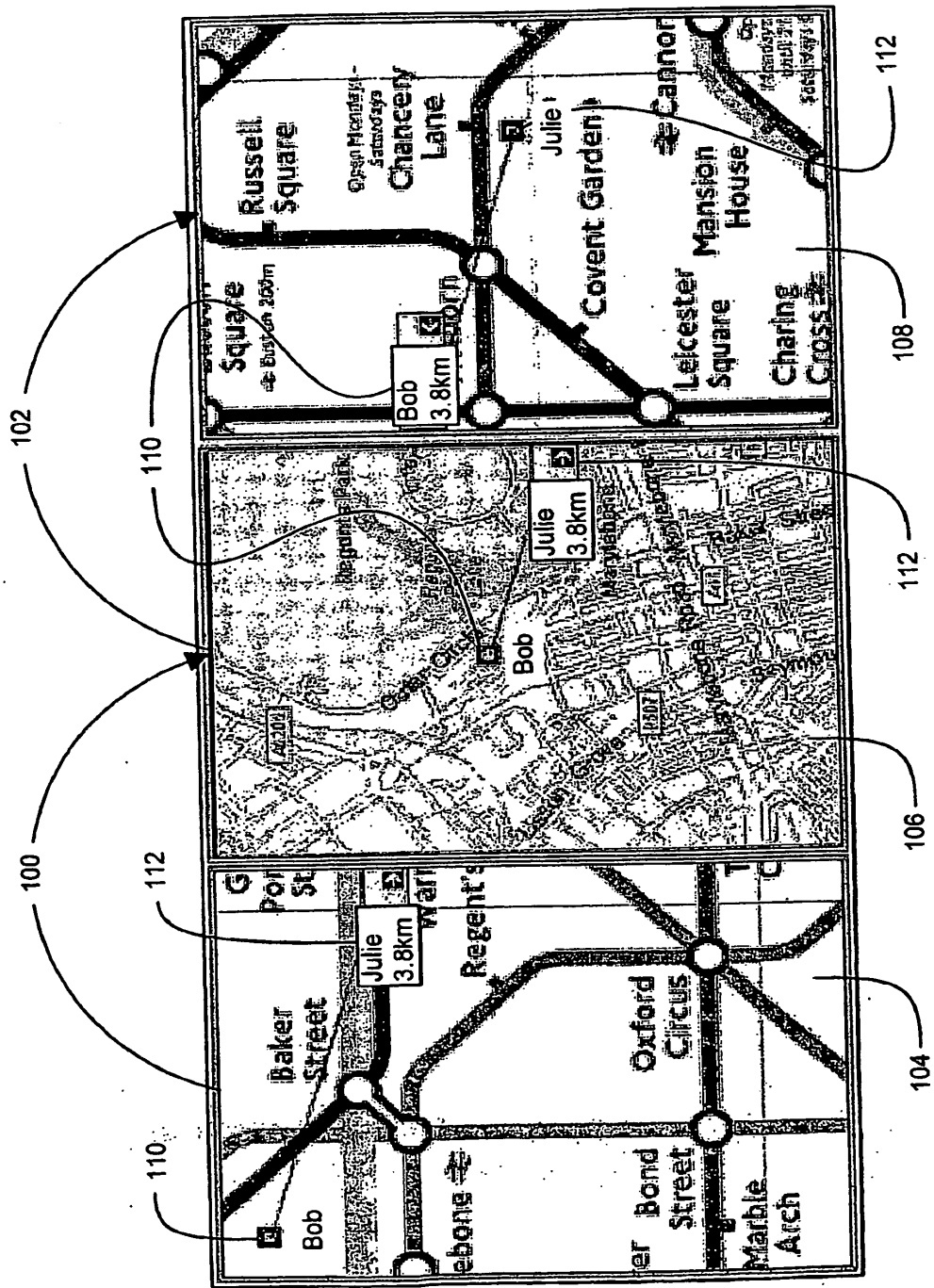


FIG. 1

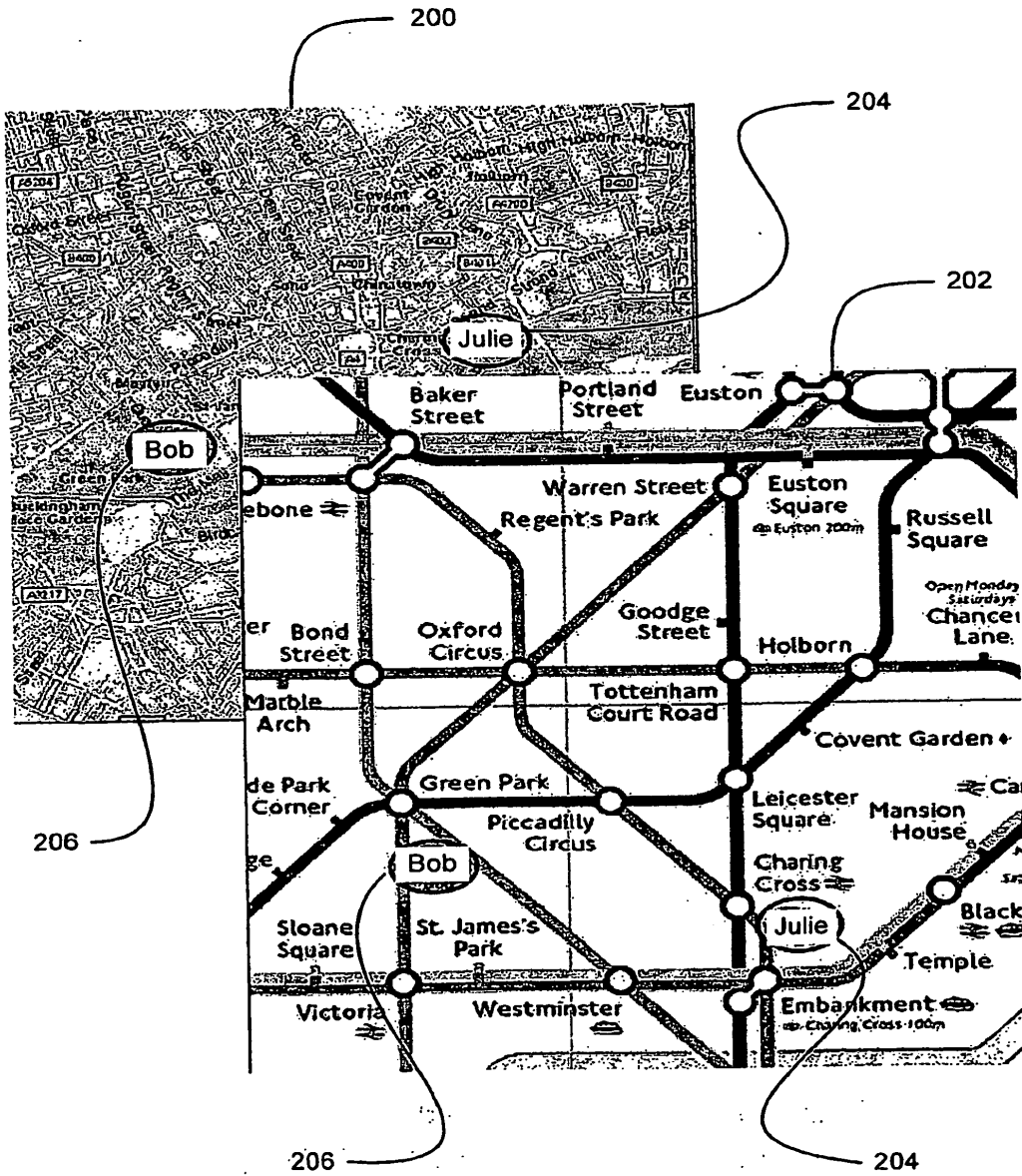


FIG. 2

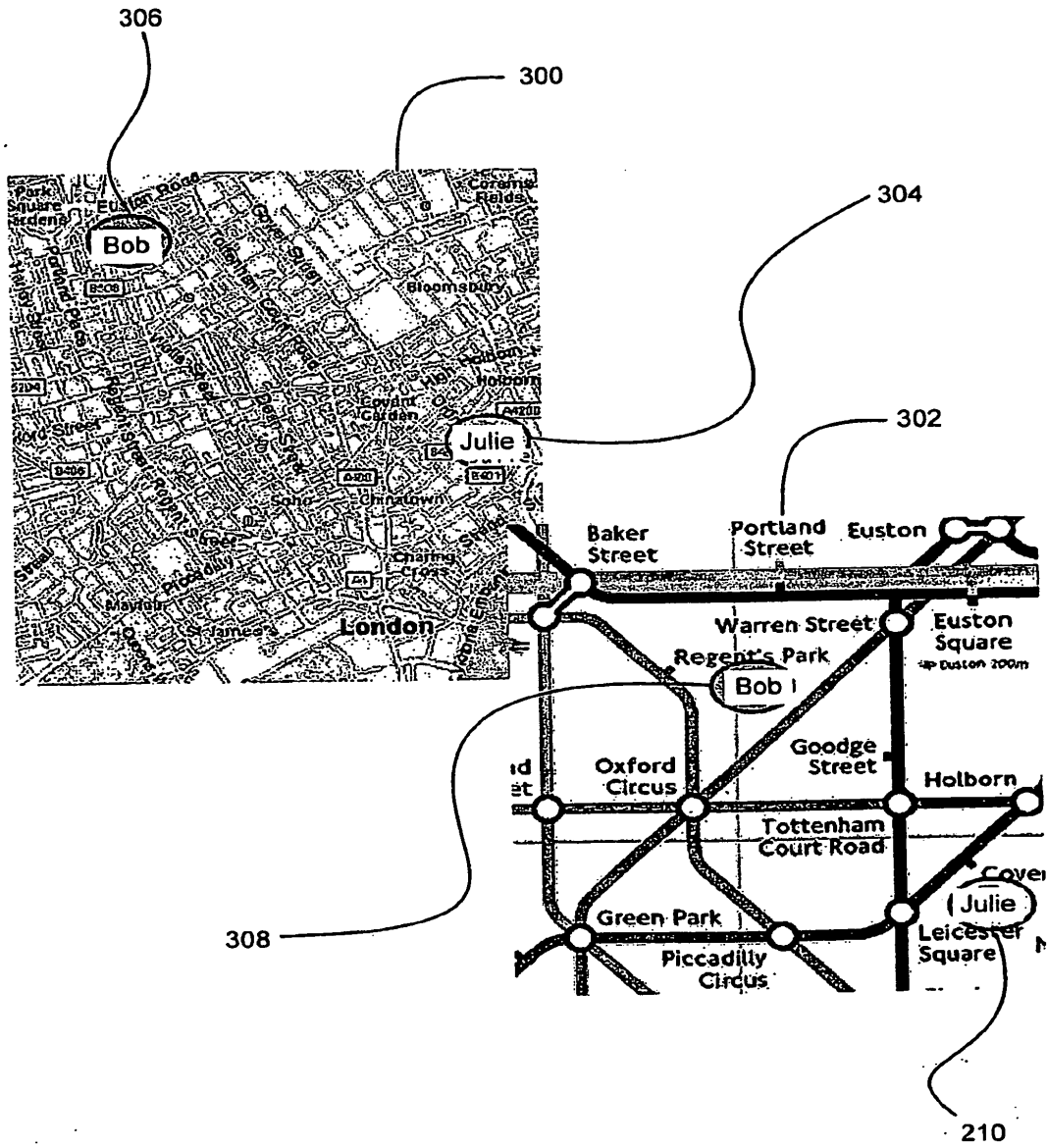


FIG. 3

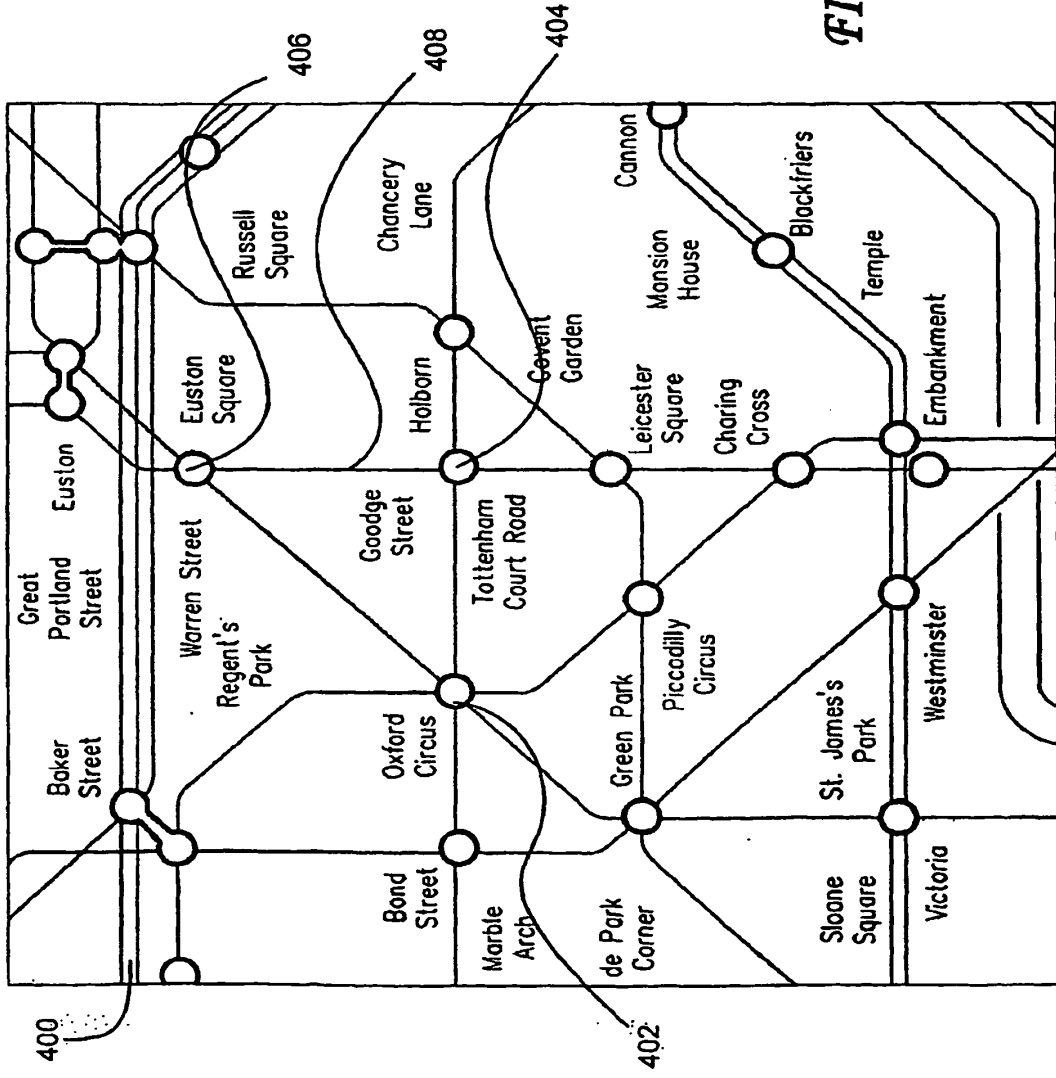


FIG. 4

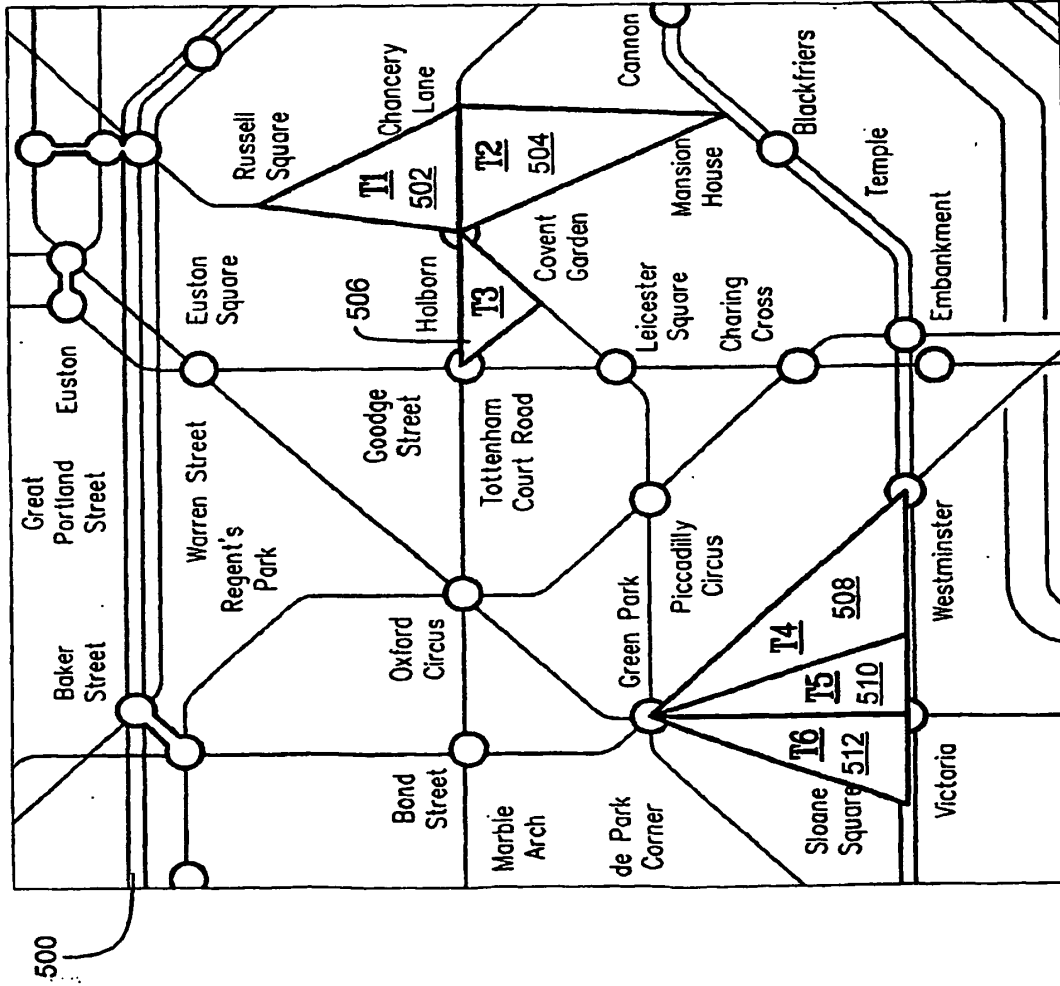


FIG. 5

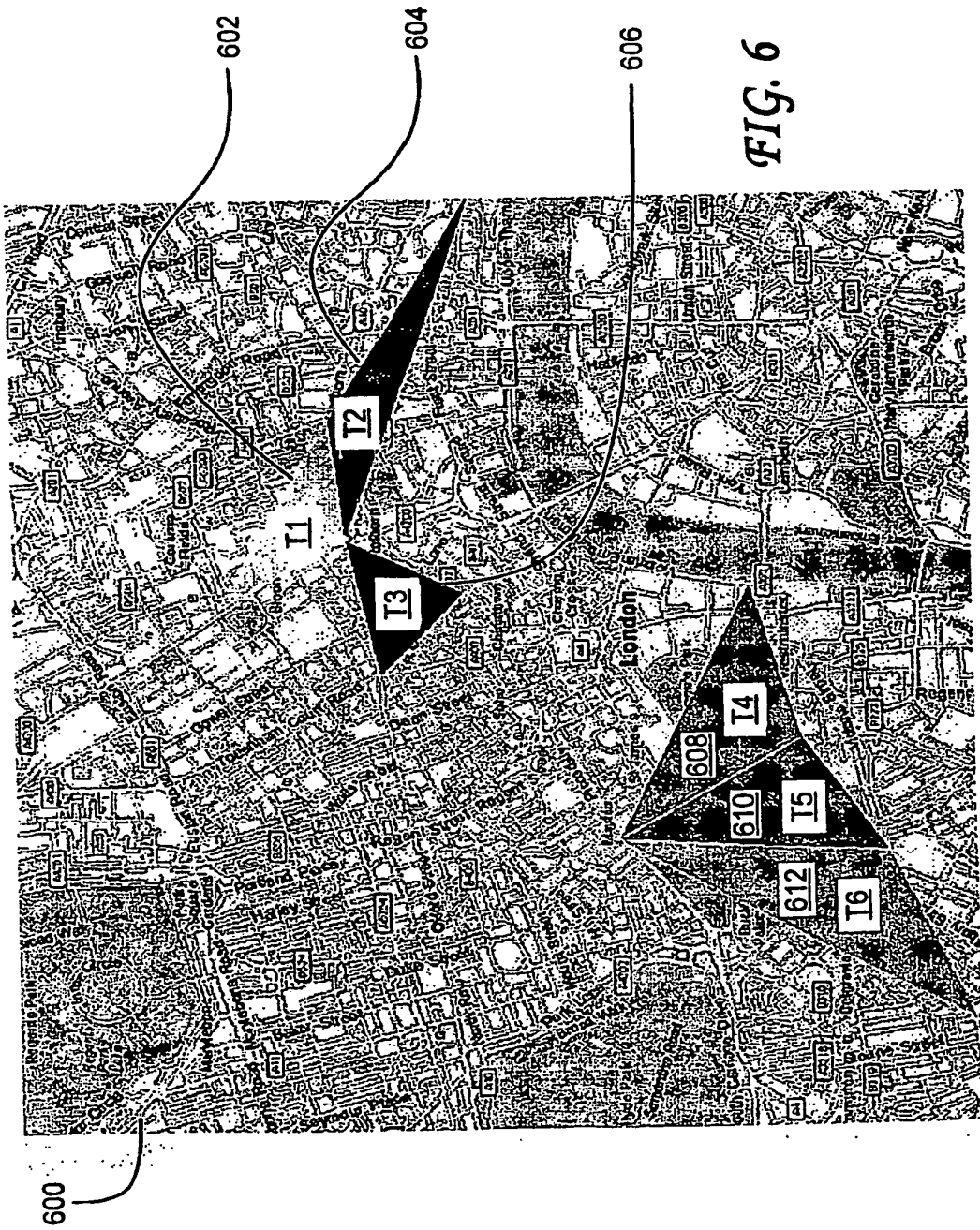


FIG. 6

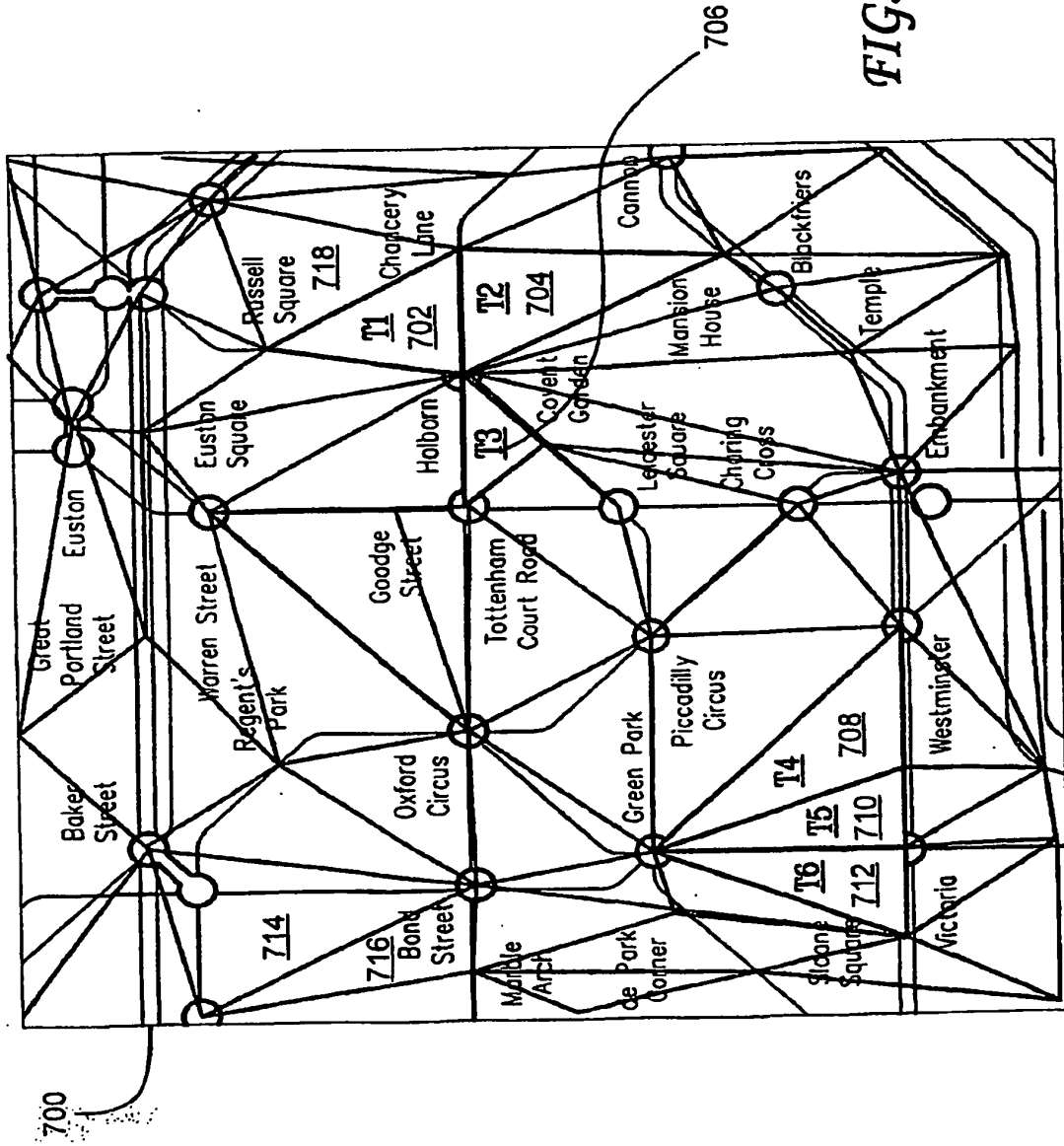


FIG. 7A

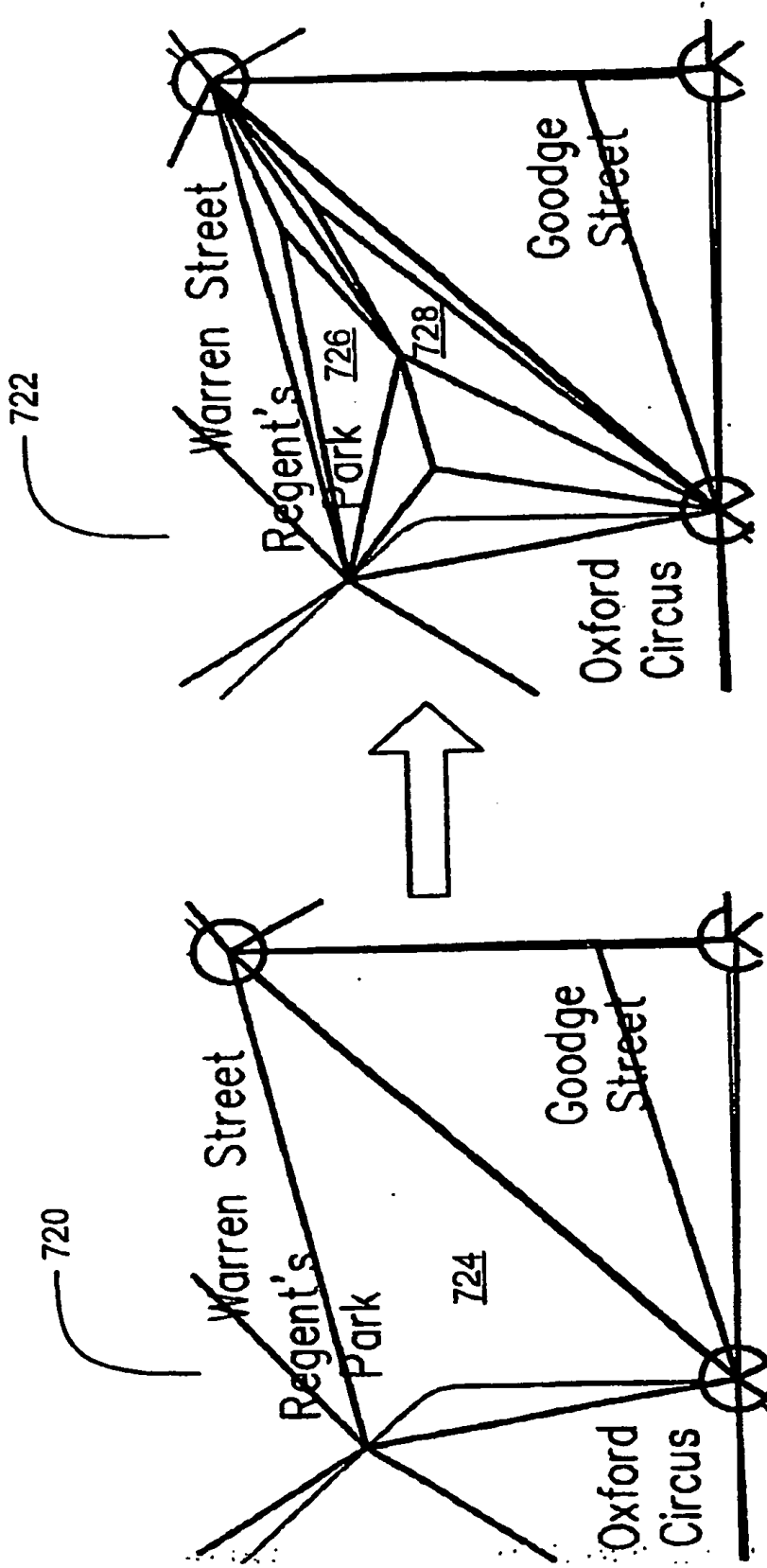


FIG. 7B

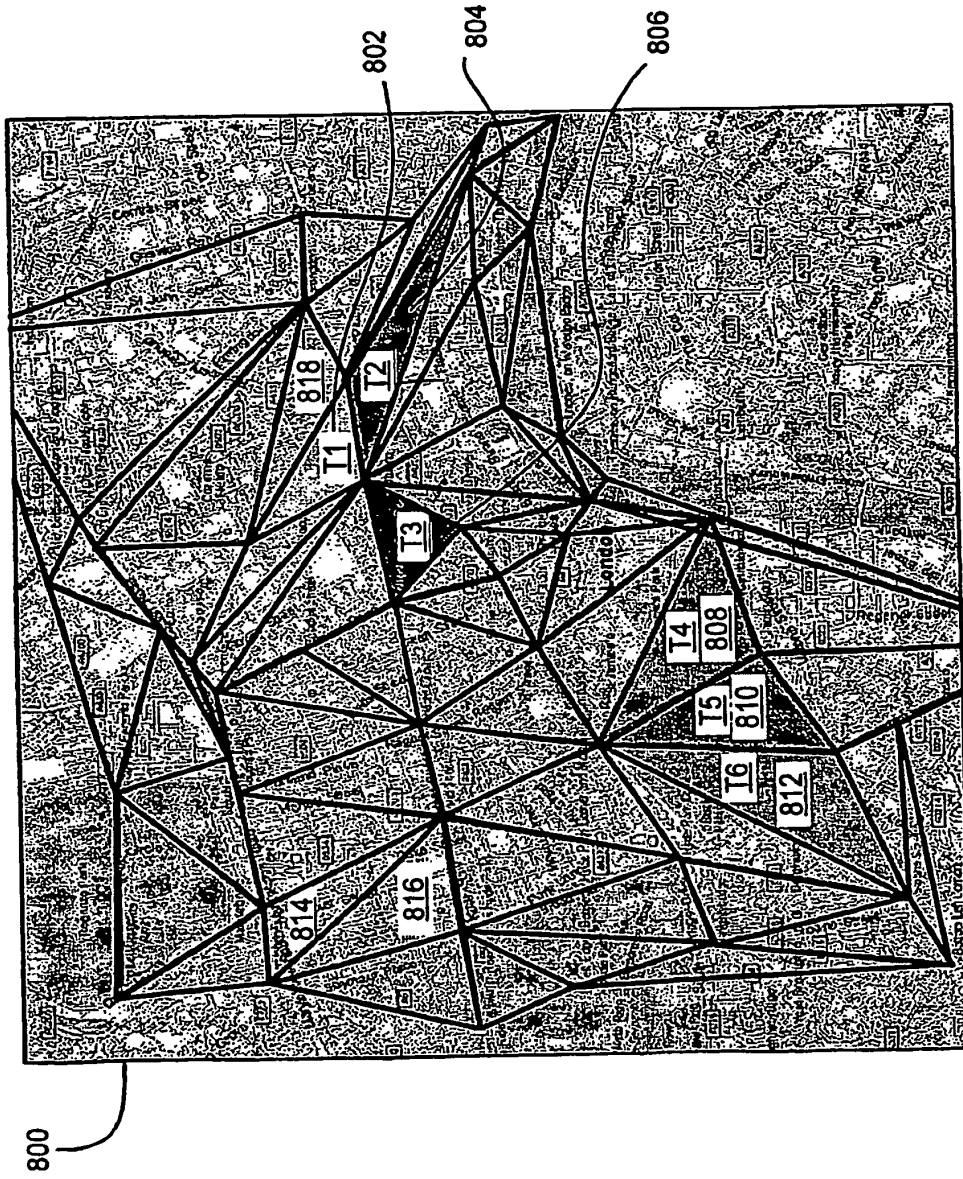


FIG. 8

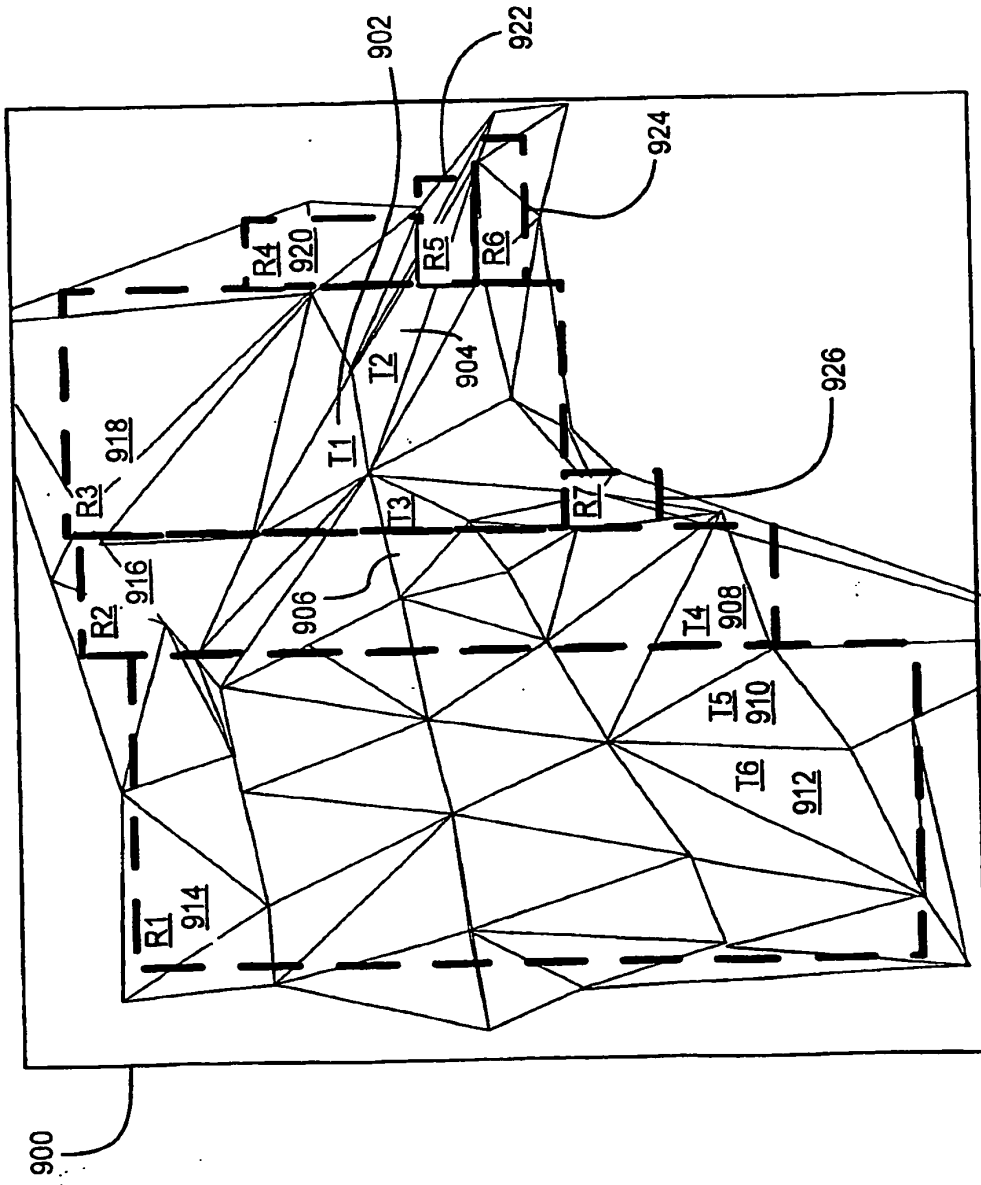


FIG. 9

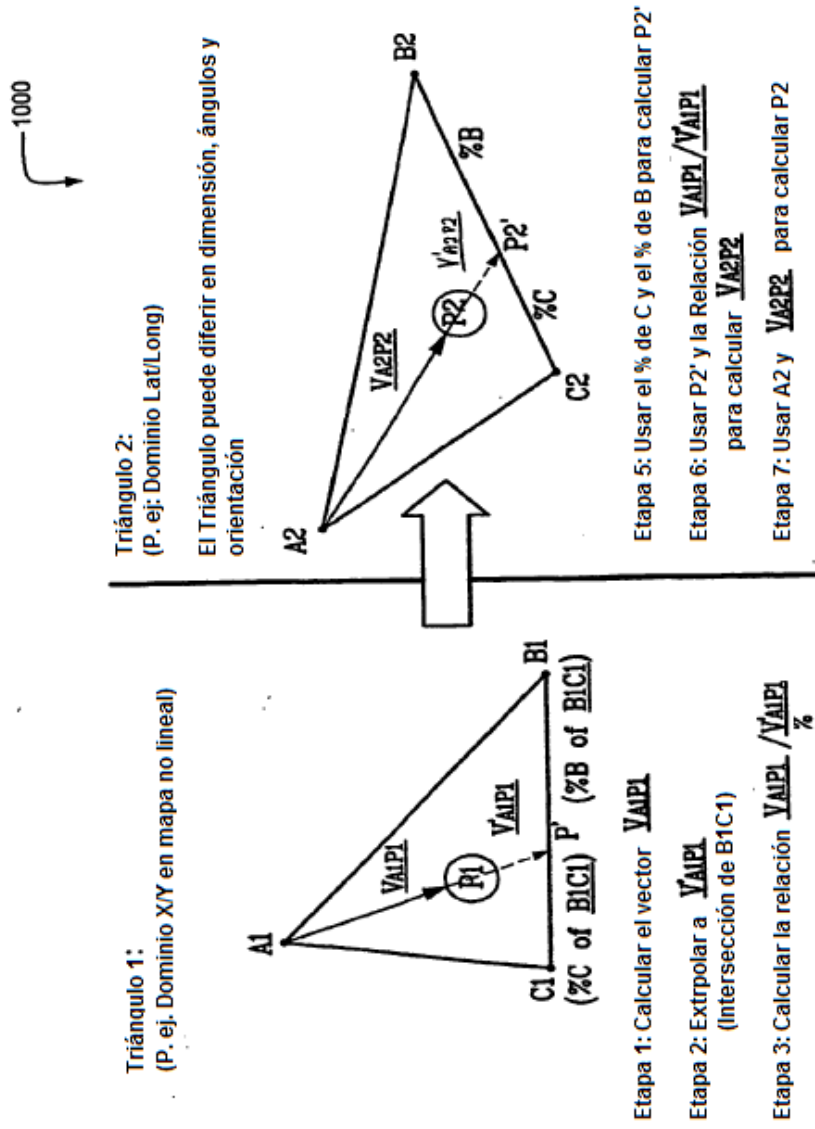


FIG. 10

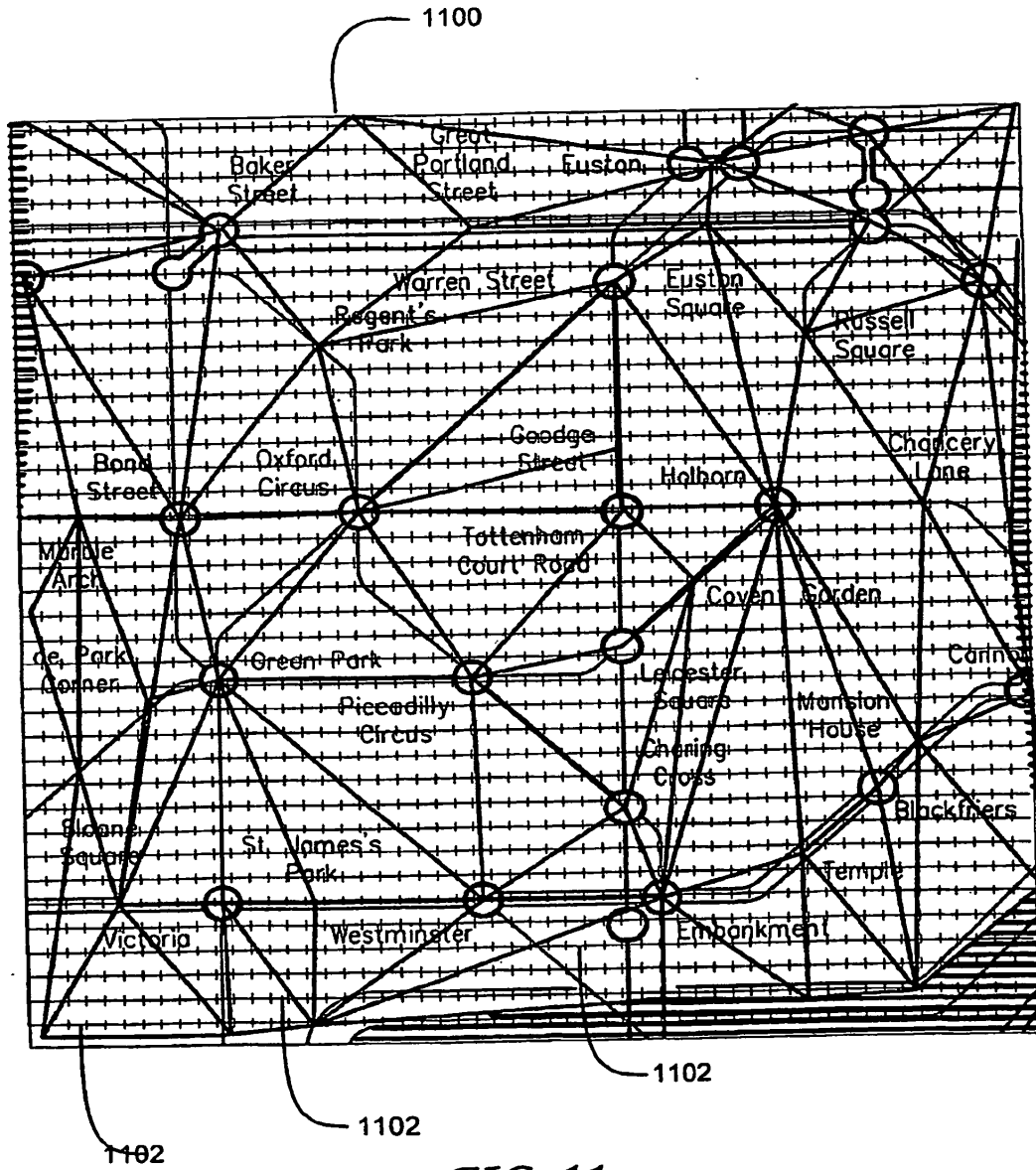


FIG. 11

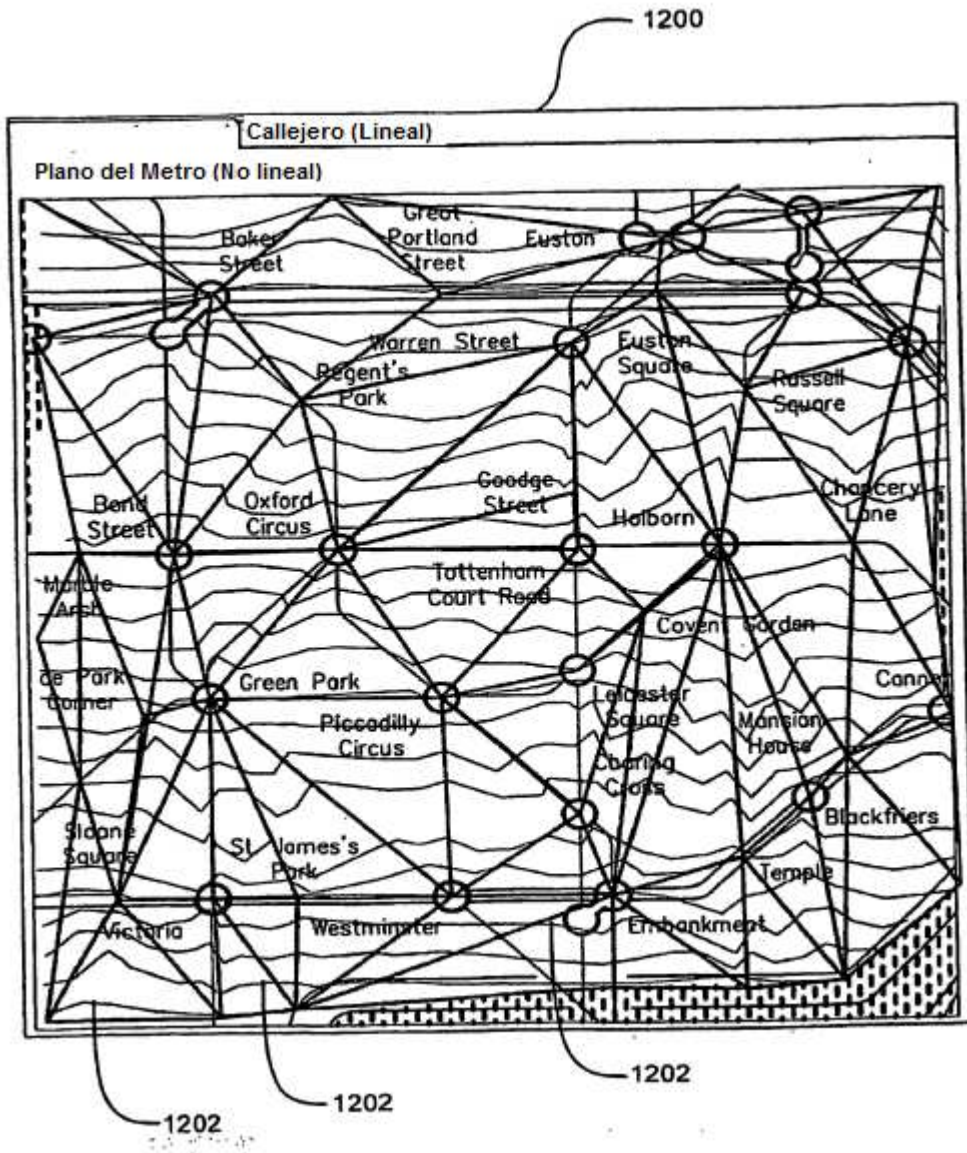


FIG. 12A

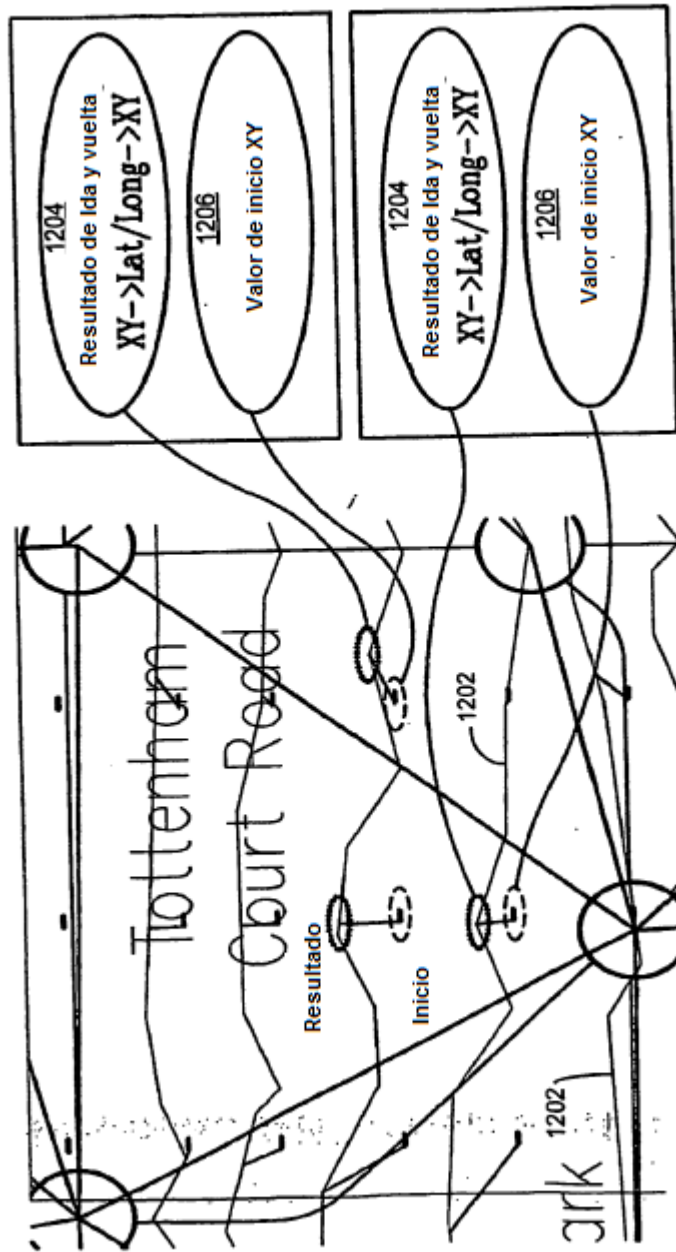


FIG. 12B

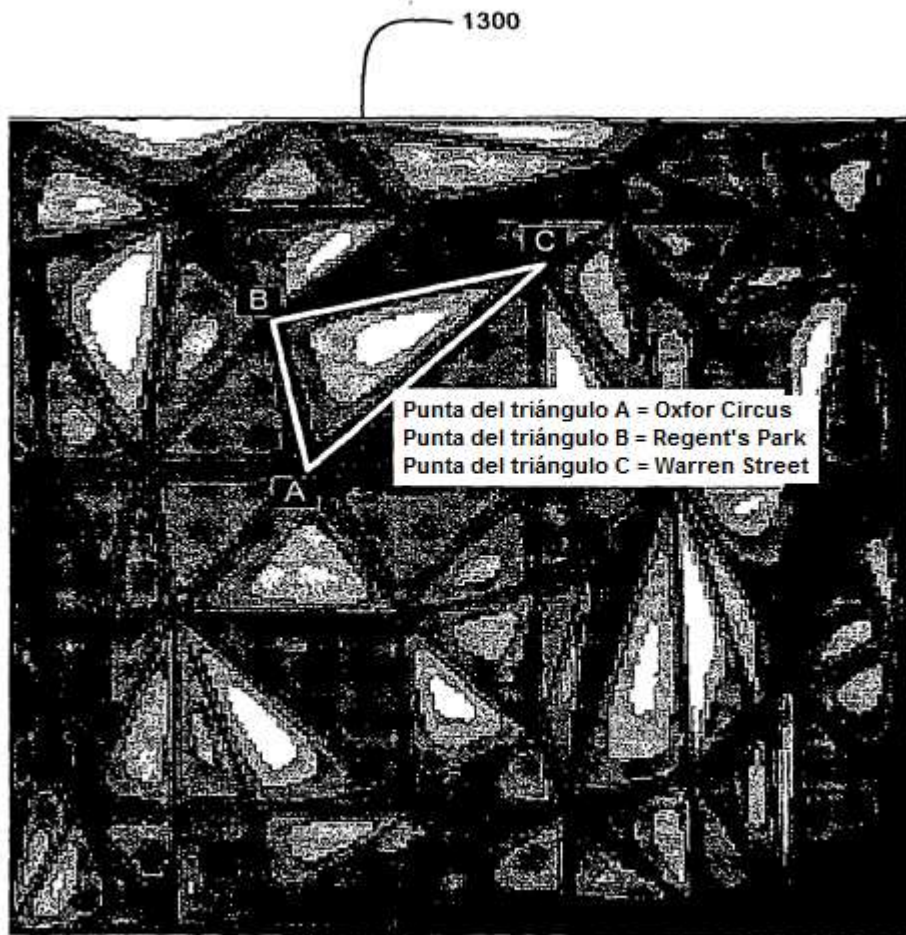


FIG. 13

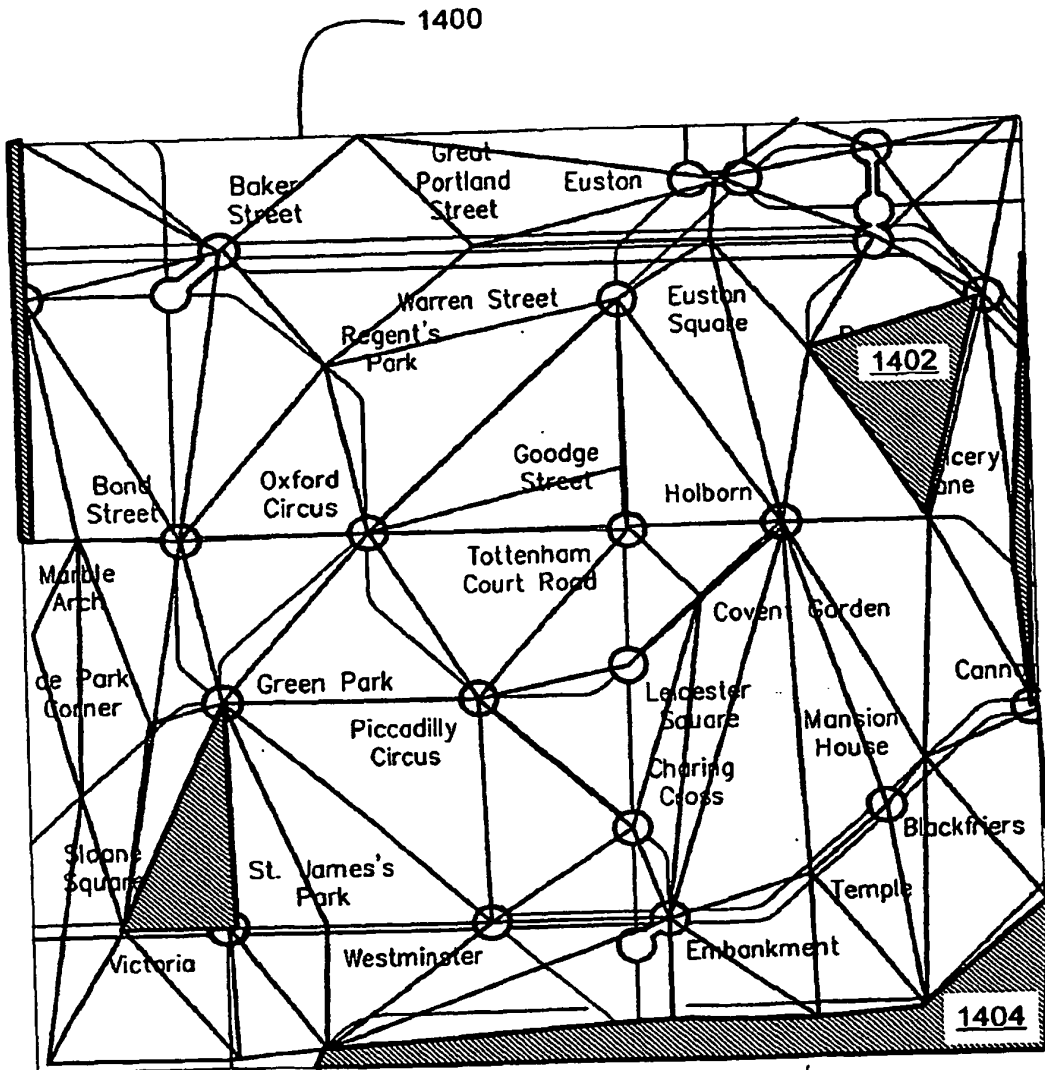


FIG. 14

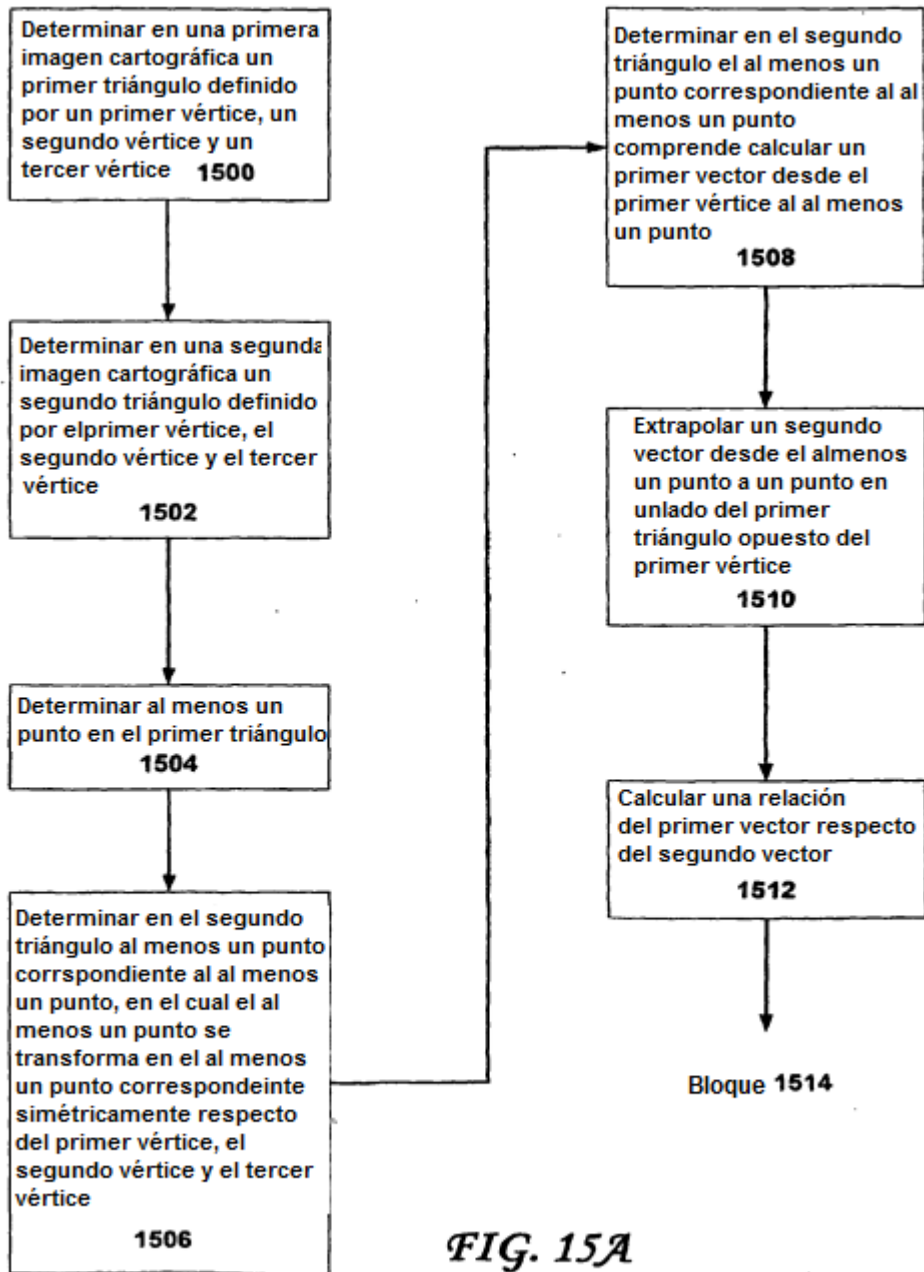
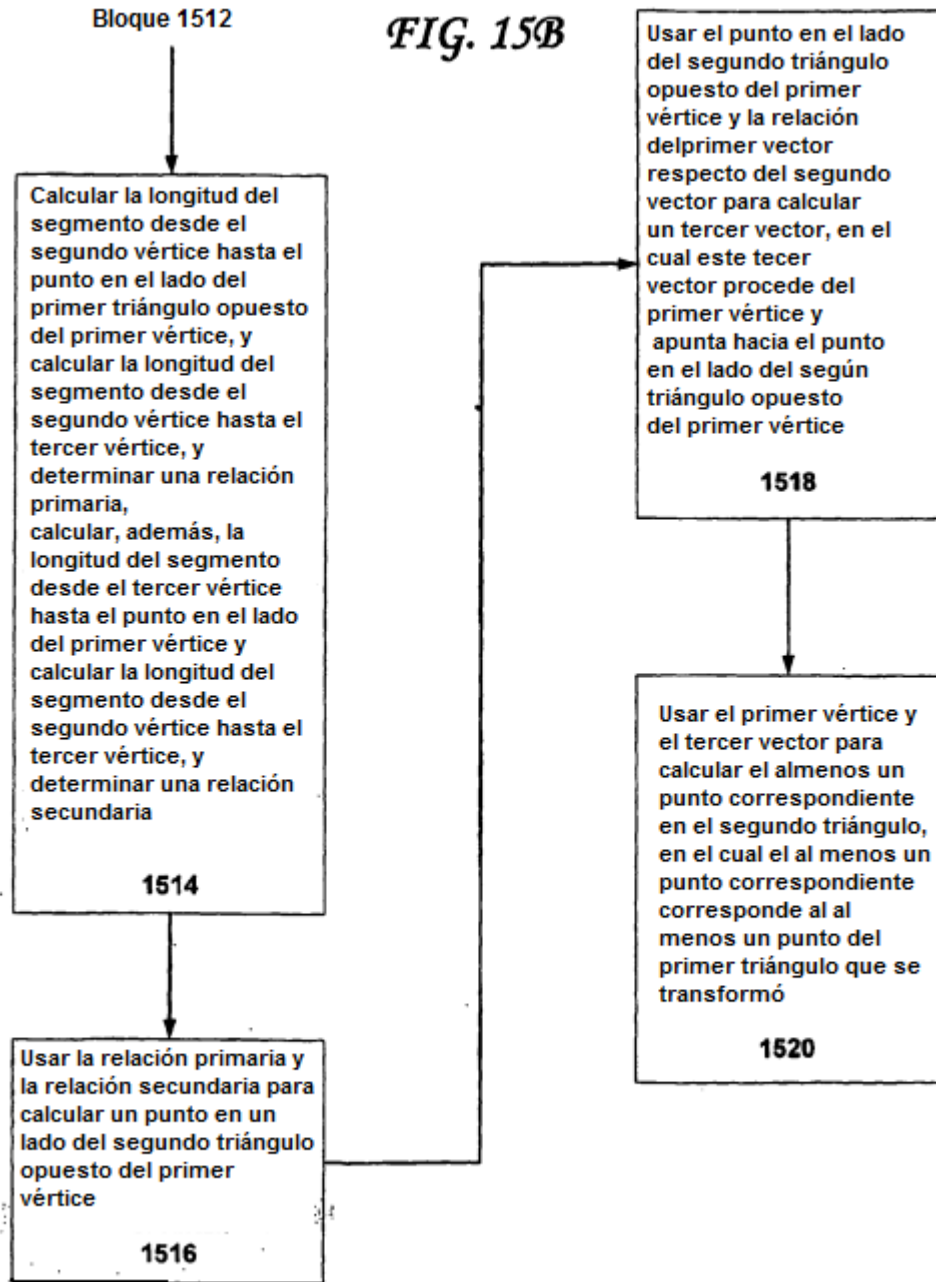


FIG. 15A



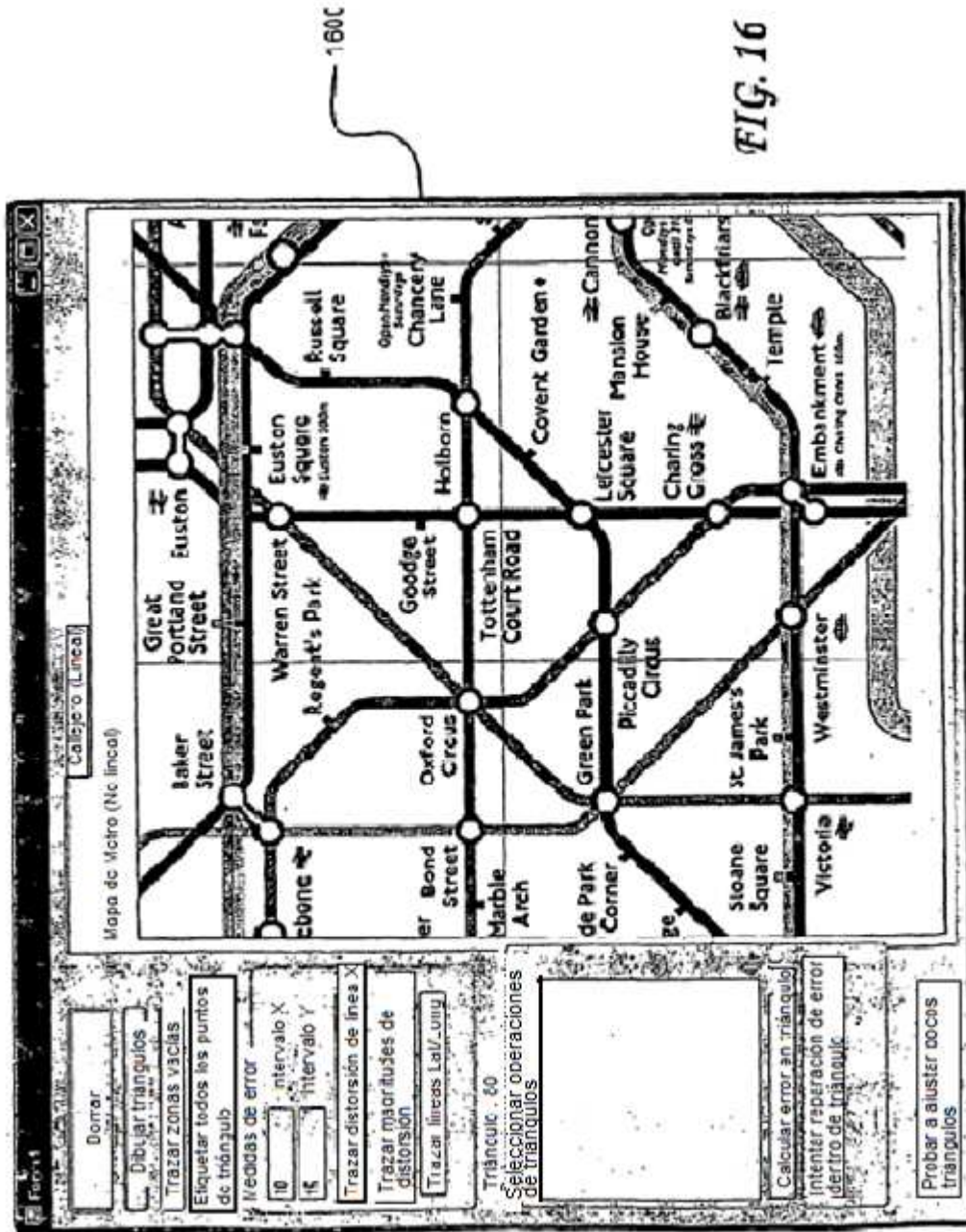


FIG. 16