

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 243**

51 Int. Cl.:

B60W 40/08 (2012.01)

G07C 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2011 PCT/GB2011/051767**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO2012038738**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2011 E 11773811 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2619059**

54 Título: **Sistema y procedimiento para elaborar un perfil de un conductor**

30 Prioridad:

20.09.2010 EP 10177555

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.05.2017

73 Titular/es:

**MYDRIVE SOLUTIONS LIMITED (100.0%)
Unit 2.02.01 The Leather Market, Weston Street
London SE1 3ER, GB**

72 Inventor/es:

**JELBERT, RICHARD y
HEAVYSIDE, GAVIN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 613 243 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

Sistema y procedimiento para elaborar un perfil de un conductor

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para elaborar un perfil del comportamiento de un conductor de un vehículo, por ejemplo un automóvil o un camión.

5 Existe un gran interés en la actualidad en el área del análisis de estilo de conducción. Por una razón, el aumento del uso de sensores de posición, tales como sensores de GPS que vienen como equipamiento de serie en muchos dispositivos móviles, dispositivos de navegación portátiles y en vehículos a motor significa que los datos no procesados necesarios para obtener información acerca del movimiento de un vehículo y, por lo tanto, acerca del comportamiento del conductor de ese vehículo están disponibles a bajo costo. Al mismo tiempo, los aumentos en el precio del combustible, y la mayor conciencia general del impacto medioambiental del transporte a motor, han hecho que los gestores de flotas y los conductores individuales sean también más conscientes de la eficiencia de su flota y sus conductores, y del deseo de mejorar su eficiencia. También hay una mayor conciencia acerca de los aspectos de seguridad de la conducción, ya que la legislación actual impone un deber de protección creciente en lo referente a su personal cuando conduce en horario laboral, y la posibilidad de que una empresa entienda el estilo de conducción de sus conductores permite proporcionar una formación mejorada dirigida a aspectos específicos del estilo de conducción de un conductor particular que puedan necesitar mejoras.

20 Se conocen sistemas de la técnica anterior para supervisar el comportamiento de un conductor. Típicamente, estos funcionan enviando una alerta si detectan un "exceso" en el comportamiento del conductor, tal como la superación de una velocidad máxima predeterminada, o el frenado o la aceleración a una tasa superior a la tasa predeterminada. Por ejemplo, el documento EP1481344 describe un sistema en el que la ubicación y la velocidad determinadas de un vehículo pueden ser comparadas con un mapa electrónico para determinar si el vehículo está excediendo el límite de velocidad en una ubicación particular.

25 Estos sistemas de la técnica anterior tienen la desventaja de que sólo pueden proporcionar una medida relativamente aproximada del comportamiento de un conductor. Por ejemplo, un tramo de carretera tendrá típicamente secciones en las que la mejor velocidad de conducción está por debajo del límite legal de velocidad para la carretera (por ejemplo, tal como una curva cerrada o una aproximación a un cruce), y que el paso por dichas secciones a la velocidad límite permitida es un comportamiento no óptimo. Sin embargo, los sistemas de la técnica anterior no generarían una alerta si el conductor pasara dichas secciones al límite de velocidad permitido para ese tramo de carretera.

30 Una desventaja adicional de estos sistemas de la técnica anterior es que pueden indicar únicamente dónde y cuándo se ha producido un exceso, pero no pueden proporcionar ninguna información acerca de por qué, o bajo qué condiciones típicas es probable que un conductor particular cometa un exceso.

35 El documento EP 1 811 481 se refiere a un procedimiento y a un sistema para la supervisión y el análisis del estilo del conductor. Se refiere a la formación de un conductor con el fin de mejorar la seguridad y la economía de conducción de un vehículo. Un aspecto de la invención comprende un procedimiento de formación de un conductor de un vehículo que comprende supervisar la ubicación del vehículo mientras está siendo conducido por el conductor, supervisar los parámetros asociados con el vehículo mientras está siendo conducido por el conductor, generar un perfil de conductor que indica el estilo de conducción del conductor en base a la ubicación del vehículo y los parámetros asociados con el vehículo mientras está siendo conducido, y proporcionar retroalimentación al conductor usando el perfil de conductor.

40 El documento EP 2 174 838 propone un sistema de asistencia a la conducción para vehículos que obtiene datos de corta duración que representan una condición de desplazamiento y una operación de conducción actual y datos de duración intermedia que representan una condición de desplazamiento y una operación de conducción de ese día. Se lleva a cabo un diagnóstico de conducción comparando una distribución de los datos de corta duración y una distribución de los datos intermedios, y un resultado de diagnóstico de conducción es evaluado con dos criterios de evaluación para proporcionar una alarma o una sugerencia de mejora de operación.

50 Un primer aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento implementado por ordenador de elaboración de un perfil de conductor que comprende: identificar eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo, en el que los eventos incluyen eventos de aceleración y/o eventos de frenado caracterizados por la velocidad a la que se estaba desplazando el vehículo cuando ocurrió el evento respectivo; seleccionar uno o más de los eventos en base a un índice de perfil asociado con un evento respectivo, en el que el índice de perfil está relacionado con al menos a un enlace en el que el vehículo se estaba desplazando en un punto durante el evento respectivo; determinar un perfil de conductor a partir de los eventos seleccionados y caracterizar el comportamiento de conducción del conductor en base al perfil de conductor.

Cabe señalar que, debido a que un evento tiene una duración finita, un evento puede abarcar dos o más enlaces (es decir, el evento puede empezar cuando el vehículo está en un enlace y terminar cuando el vehículo está en otro enlace) y el vehículo puede haber atravesado también posiblemente uno o más enlaces intermedios durante la duración del evento. Por lo tanto, un índice de perfil asignado a un evento puede corresponder al enlace en el que el vehículo se estaba desplazando en un punto determinado del evento, tal como al inicio del evento o al final del evento. Si se desea, un evento puede estar asociado con dos o más índices de perfil relacionados con los enlaces en los que el vehículo se estaba desplazando en dos o más puntos durante la duración del evento.

Las técnicas de elaboración de perfiles de conductor se han basado convencionalmente en la velocidad registrada. El uso de los eventos de frenado y/o de aceleración permite obtener más información acerca del comportamiento del conductor. Además, mediante el uso de atributos de evento, la invención hace que sea posible obtener más información acerca del comportamiento del conductor que simplemente indicando que se ha producido un evento y, en realizaciones preferidas, es posible usar información relativa a la totalidad de un evento (tal como la ubicación inicial y la ubicación final) que hace posible obtener información acerca de cuándo tomó una decisión el conductor. Por el contrario, en un procedimiento convencional que mide el comportamiento del conductor mediante la búsqueda de un exceso, la indicación de que se ha producido un exceso no proporciona ninguna información acerca de las circunstancias que llevaron al conductor a cometer dicho exceso. Por ejemplo, la simple detección de que se ha producido un frenado por encima de una cierta tasa no proporciona ninguna información acerca de si el conductor está reaccionando a factores externos, tales como un mal comportamiento de otros usuarios de la carretera, o si el conductor tomó una decisión demasiado tarde, por ejemplo, para reducir la velocidad al aproximarse a una curva.

En una realización, en primer lugar, uno o más eventos pueden ser seleccionados para su uso en un análisis basado en uno o más atributos (por ejemplo, puede ser deseable tener en cuenta los eventos de frenado que resultan en una velocidad baja, de esta manera, pueden seleccionarse los eventos de frenado que tienen un valor de su atributo "velocidad final" por debajo de un cierto valor). A continuación, se genera un índice de perfil para cada uno de los eventos seleccionados y, a continuación, los eventos pueden ser ordenados en grupos en base al índice de perfil y, posiblemente, en base a uno o más de entre otros atributos. A continuación, uno o más de los grupos de eventos son seleccionados para su uso en la construcción del perfil de conductor. Esta realización es computacionalmente eficiente, ya que no se genera un índice de perfil para un evento que no ha sido seleccionado en la etapa de selección inicial. Sin embargo, la invención no se limita a esto, y puede ser llevada a cabo de otras maneras. Por ejemplo, los eventos pueden ser ordenados en grupos en base a un índice de perfil asociado con un evento respectivo y al menos un atributo derivado del evento respectivo y, a continuación, pueden seleccionarse uno o más grupos. Esto permite un mejor análisis del comportamiento del conductor, ya que permite que se excluya el uso de los eventos menos relevantes en la determinación del perfil de conductor.

El atributo asociado a un evento de aceleración o de frenado (o de hecho con otros tipos de eventos) puede ser por ejemplo la velocidad a la que se estaba desplazando el vehículo cuando ocurrió el evento respectivo, o puede ser la velocidad en un punto determinado en la duración del evento, tal como la velocidad en uno o más de entre el inicio del evento, el final del evento, y la velocidad en un tiempo intermedio en la duración del evento. La caracterización de un evento de aceleración o de un evento de frenado por su velocidad puede comprender, por ejemplo, indicar un evento como un evento de "velocidad alta" o de "velocidad baja", dependiendo de si la velocidad del vehículo asociada con el evento, por ejemplo, la velocidad del vehículo al final del frenado, es mayor o menor que un valor umbral. Además, las realizaciones de la invención pueden hacer uso también de "eventos de frenado en curva", que proporcionan información acerca de lo bien que un conductor planifica con antelación. De manera adicional o alternativa, los atributos de un evento pueden incluir una o más ubicaciones asociadas con un evento, tal como una o más de entre la ubicación de inicio (es decir, la ubicación en la que se inició el evento), la ubicación final (es decir, la ubicación en la que se terminó el evento), y una ubicación intermedia asociada con el evento, y/o puede incluir una o más tiempos asociados con un evento, tales como una o más de entre la hora de inicio (es decir, la hora a la que se inició el evento), la hora de final (es decir, la hora a la que se terminó el evento). En el caso de un evento de frenado o un evento de aceleración, por ejemplo, la ubicación en la que se produce el frenado máximo o la aceleración máxima puede ser un atributo del evento.

Una ventaja de la captura de atributos de un evento es que los eventos pueden ser agrupados en función de uno o más atributos, por ejemplo, por la magnitud o el rango de un atributo, y no sólo por el tipo de evento. Por ejemplo, los eventos de aceleración y de frenado pueden ser agrupados en función de si la velocidad inicial o la velocidad final están por encima o por debajo de un valor umbral, y los eventos relacionados con curvas pueden ser agrupados por la velocidad a la que se produjeron los eventos. La agrupación de los eventos por uno o más atributos permite que los eventos sean clasificados en función de si son "de interés" o no, por ejemplo, mediante la comparación de un atributo de los eventos con un valor umbral. Los eventos que se clasifican como no interesantes pueden ser excluidos de un análisis adicional. La agrupación de eventos por los aspectos de sus atributos permite un análisis más granular y una mejor comprensión de la naturaleza de los eventos en el contexto

de la red de carreteras.

Un ejemplo específico de la utilidad de este enfoque sería el análisis del comportamiento de los conductores en cruces. Para caracterizar el comportamiento del conductor durante la desaceleración o la detención en cruces con ceda el paso, solo son de interés los eventos de frenado que resultan en el vehículo desplazándose a baja velocidad. Un evento de frenado a velocidad alta (es decir, un evento en el que la velocidad sigue siendo alta después del evento de frenado) podría sugerir que el conductor estaba, por ejemplo, ajustando su velocidad para mantener la distancia detrás de otro vehículo, de manera que el evento de frenado no está relacionado con su comportamiento en un cruce. La geometría de los puntos de datos usados para identificar el evento es usada también para informar a la selección de índice de perfil; cuando el evento se identifica como representativo de un frenado en un cruce, el enlace al final de la maniobra es el pertinente, a pesar de que el evento en su conjunto podría abarcar varios enlaces.

Un ejemplo adicional es que, cuando se consideran eventos en curva, puede ser deseable considerar sólo los eventos en curva que tienen una velocidad asociada que está por encima de un valor umbral. Un evento en curva a baja velocidad representa poco riesgo de derrape del vehículo y, por lo tanto, puede obtenerse menos información acerca del comportamiento del conductor a partir de este tipo de eventos. En contraste, los eventos en curva que se producen a velocidades altas pueden sugerir que el conductor no está reaccionando suficientemente a las curvas en la carretera (particularmente, si se detecta también un evento de frenado).

De esta manera, la agrupación de eventos por los aspectos de sus atributos, así como la agrupación por índice de perfil, permite el análisis de aspectos específicos del comportamiento que no serían posibles si los eventos de un tipo (por ejemplo, eventos de frenado) se agruparan globalmente.

La caracterización del comportamiento de conducción del conductor puede comprender la determinación de una o más puntuaciones numéricas, en el que cada puntuación proporciona una medida de un rasgo de personalidad respectivo que afecta al comportamiento del conductor u otra conclusión generada por la invención. Por ejemplo, puede determinarse una puntuación numérica para uno o más de entre "agresividad", "anticipación", "ritmo" y "suavidad", y/o puede determinarse una puntuación numérica que proporciona una medida global del comportamiento de conducción del conductor.

El atributo de un evento respectivo puede incluir al menos uno de entre: una hora de inicio del evento; una hora de final del evento; una duración del evento; una velocidad inicial (es decir, la velocidad del vehículo en el inicio del evento); una velocidad final (es decir, la velocidad del vehículo al final del evento); una ubicación inicial; una ubicación final; una tasa de aceleración o de frenado intermedia o máxima durante el evento. En el caso de un evento de frenado o de un evento de aceleración, por ejemplo, la ubicación en la que se produce un frenado máximo o una aceleración máxima puede ser un atributo del evento.

El procedimiento puede comprender la realización de una o más etapas de análisis sobre el perfil de análisis. Por ejemplo, el perfil de análisis puede ser comparado con un perfil de referencia, aunque la invención no se limita a esta etapa de análisis particular.

El índice de perfil puede ser derivado a partir de uno o más índices de enlace relacionados con la característica o las características del enlace que influyen en el comportamiento de un conductor de un vehículo que se desplaza a lo largo de ese enlace.

El índice de perfil puede ser derivado además a partir de uno o más índices que son dependientes del tiempo y/o dependientes del conductor.

Los eventos pueden incluir además uno o más eventos seleccionados de entre el grupo que consiste en: eventos de velocidad, eventos en curva, eventos de familiaridad y eventos de distancia.

Los uno o más índices de enlace pueden incluir al menos un índice que especifica una clasificación de carretera del enlace en el que ocurrió el evento.

La clasificación de carretera puede incluir al menos un tipo de carretera y una configuración de carreteras.

La determinación del perfil de conductor puede comprender agrupar los eventos tanto por tipo de evento como por índice de perfil.

El procedimiento puede comprender además derivar un perfil de análisis a partir del perfil de conductor, en el que el perfil de análisis tiene una granularidad más baja que el perfil de conductor.

Los puntos de datos en el perfil de conductor pueden ser clasificados, para al menos un índice de perfil, en función

de una pluralidad de posibles valores para el índice de perfil, y en el que la derivación del perfil de análisis comprende seleccionar los puntos de datos correspondientes a un subconjunto de posibles valores del índice de perfil.

5 Los puntos de datos en el perfil de conductor pueden ser clasificados, para al menos un índice de perfil, en función de una pluralidad de posibles valores para el índice de perfil, y en el que la derivación del perfil de análisis comprende combinar dos o más posibles valores del índice de perfil.

El procedimiento puede comprender además comparar el perfil de análisis con un perfil de referencia.

10 El perfil de referencia puede ser un perfil para uno o más conductores avanzados. De manera alternativa, el perfil de referencia puede ser un perfil para uno o más conductores de aproximadamente la misma edad y/o experiencia de conducción que el conductor.

Como una alternativa adicional, el perfil de referencia puede ser un perfil obtenido combinando al menos un primer perfil para un primer grupo de conductores y un segundo perfil para un segundo grupo de conductores.

15 La invención proporciona también un dispositivo para elaborar un perfil de un conductor, en el que el dispositivo está adaptado para: identificar los eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo, en el que los eventos incluye eventos de aceleración y/o eventos de frenado caracterizados por la velocidad a la que se estaba desplazando el vehículo cuando ocurrió el evento respectivo; seleccionar uno o más de los eventos en base a un índice de perfil asociado con un evento respectivo y en base a al menos un atributo derivado a partir del evento respectivo, en el que el índice de perfil está relacionado con al menos un enlace en el que el vehículo se estaba desplazando en un punto en el evento respectivo; determinar un perfil de conductor a partir de los eventos seleccionados; y caracterizar el comportamiento de conducción del conductor en base al perfil de conductor.

20

La invención proporciona también un medio legible por ordenador que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, causan que el procesador realice un procedimiento según el primer aspecto.

25 Un dispositivo para elaborar un perfil de un conductor puede comprender: medios para generar una red de enlaces a partir de un mapa de carreteras; y medios para generar, para un enlace, uno o más índices de enlace, en el que al menos un índice de enlace está asociado con un atributo que influye en el comportamiento de un conductor que atraviesa ese enlace.

30 Dicho dispositivo genera, para un enlace, al menos un índice de enlace relacionado con los atributos que influyen en el comportamiento de un conductor que atraviesa un enlace, por ejemplo cuando el conductor está en transición hacia (por ejemplo, incorporación) a ese enlace. Por ejemplo, los atributos tales como por ejemplo si un conductor debe girar con el fin de incorporarse a un enlace, o puede incorporarse un carril de tráfico, son importantes para analizar el comportamiento del conductor. Es conocida la inclusión de metadatos en los mapas de carretera comerciales diseñados para avisar a un conductor acerca de una maniobra futura (por ejemplo para proporcionar una advertencia anticipada de una curva cerrada), pero estos metadatos no se usan, y no son adecuados para su uso, en el análisis del comportamiento de un conductor. Por lo tanto, este aspecto de la invención adapta los metadatos para permitir un análisis posterior ("post-hoc") del comportamiento de un conductor. Sin embargo, estos factores no se consideran relevantes para la planificación del viaje y, por lo tanto, no se incluyen en los mapas de carretera digitales convencionales, pero son importantes para el comportamiento del conductor. Un índice de enlace generado según este aspecto de la invención permite de esta manera un análisis mejorado del comportamiento del conductor.

35

40 Es posible derivar un atributo o unos atributos que influyen en el comportamiento de un conductor que se incorpora a un enlace de la topología de una red.

Los índices de enlace pueden incluir índices asociados con uno o más de entre Categoría de Carretera, Longitud de Enlace, Número de Carriles, Densidad de Carretera, Categoría de Cruce, Curvatura de Carretera, Punto-Solo-Inicio-o-Final.

45 Los índices de enlace pueden incluir clasificación de carretera.

Un procedimiento de elaboración de un perfil de un conductor puede comprender: generar una red de enlaces a partir de un mapa de carreteras; y para un enlace, generar uno o más índices de enlace, en el que cada índice de enlace está asociado con un atributo que influye en el comportamiento de un conductor que atraviesa ese enlace. El procedimiento puede ser un procedimiento implementado por ordenador. La invención proporciona también un medio legible por ordenador que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, causan que el procesador realice dicho procedimiento.

50

- La presente invención puede generar un perfil altamente detallado del comportamiento del conductor, en una amplia diversidad de circunstancias y condiciones diferentes, y para una amplia diversidad de circunstancias y condiciones diferentes. La presente invención hace uso del contexto de los eventos tales como una fuerte frenada o aceleración o velocidad, etc., y por lo tanto puede proporcionar un perfil que contiene más información acerca del comportamiento de un conductor particular. Al proporcionar información más útil y detallada, un gestor de flota, por ejemplo, es capaz de identificar a los conductores que son los más agresivos, ponen poca atención o son ineficientes, y proporcionar formación para mejorar el nivel de su conducción. Esta capacidad de proporcionar formación específica conducirá a un menor uso de combustible, menor contaminación ambiental y una mayor seguridad.
- Otro procedimiento de elaboración de un perfil de un conductor comprende: determinar un perfil de conductor a partir de los eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo conducido por el conductor; comparar el perfil de conductor con un perfil de conductor de referencia; y determinar una medida del comportamiento del conductor en base a los resultados de la comparación. El procedimiento puede ser un procedimiento implementado por ordenador. La invención proporciona también un medio legible por ordenador que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, causan que el procesador realice dicho procedimiento.
- Otro dispositivo para elaborar un perfil de un conductor comprende: medios para determinar un perfil de conductor a partir de eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo conducido por el conductor; medios para comparar el perfil de conductor con un perfil de conductor de referencia; y medios para determinar una medida del comportamiento del conductor en base a los resultados de la comparación.
- Un dispositivo de la invención puede ser materializado como un procesador programado de manera adecuada para implementar cada uno de los medios citados.
- Las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento de la presente invención;
- La Figura 2 muestra dos ubicaciones que tienen diferentes densidades de carretera;
- La Figura 3 es una vista esquemática de un cruce de carreteras;
- La Figura 4 es una vista en planta esquemática de un cruce de carreteras;
- La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra la identificación de eventos en un comportamiento de un conductor;
- La Figura 6 ilustra la identificación de un "evento de aceleración";
- La Figura 7 ilustra la identificación de un "evento de frenado";
- La Figura 8 es una vista esquemática de un automóvil que pasa por una curva en una carretera;
- La Figura 9 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra la generación de un perfil de conductor;
- Las Figuras 10 (a) y 10 (b) son ilustraciones esquemáticas de una evaluación comparativa de un conductor;
- La Figura 11 ilustra un perfil de conductor típico generado por la presente invención;
- La Figura 12 ilustra un informe típico de una puntuación de conductor generada por la presente invención;
- La Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema según la presente invención;
- Las Figuras 14, 15 y 16 son diagramas de flujo de bloques que ilustran las principales etapas de los procedimientos según las realizaciones de la invención.
- La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento según una realización de la presente invención. En el procedimiento de la Figura 1, los datos son generados inicialmente en un vehículo de motor (no mostrado). Los datos son obtenidos preferiblemente mediante un sensor de posición independiente montado en el vehículo (es decir, un sensor de posición que es independiente del bus principal del vehículo). Esto permite que pueda usarse cualquier vehículo en la invención, proporcionando un sensor de posición adecuado en el vehículo. Un sensor adecuado es un sensor de GPS u otro sensor de determinación de posición que pueda registrar al

menos la posición del vehículo en tiempos de muestreo sucesivos. Por lo tanto, la salida del sensor es una secuencia de valores de, como mínimo, datos de posición y de tiempo que incluyen la posición del vehículo (por ejemplo, su latitud y longitud) y la hora y fecha pertinentes a las que el vehículo estaba en esa posición. Los datos pueden incluir también otra información, tal como la altura sobre el nivel del mar del vehículo, la velocidad y la dirección de desplazamiento del vehículo.

Si la invención es aplicada con un vehículo en el que hay disponibles datos adicionales, por ejemplo un vehículo que tiene sensores conectados al bus principal del vehículo, estos datos pueden ser usados también en la invención. Los ejemplos de datos que pueden ser proporcionados por sensores con conexiones cableadas al bus del vehículo incluyen datos de aceleración desde un acelerómetro, el ángulo de la dirección, y la posición del acelerador o el pedal de freno. Sin embargo, la invención puede ser implementada incluso si esta información no está disponible.

Los datos adquiridos desde el sensor de posición en el vehículo y, opcionalmente, los datos adquiridos desde cualquier sensor cableado, pueden ser transmitidos a una ubicación de procesamiento. Los datos pueden ser transmitidos de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los datos de posición pueden ser transmitidos a la ubicación de procesamiento en tiempo real o casi en tiempo real, por ejemplo mediante transmisiones inalámbricas. De manera alternativa, los datos de posición pueden ser almacenados en una memoria intermedia en el vehículo, en el que los datos son enviados periódicamente a la ubicación de procesamiento. Como una alternativa adicional, los datos pueden ser almacenados en el vehículo, y pueden ser descargados al final de un viaje, o al final del día.

En la Etapa 1 de la Figura 1, los conjuntos de datos de posición y de tiempo son asociados con un enlace, de un mapa 20 orientado al comportamiento, en el que se estaba desplazando el vehículo cuando se muestrearon los datos. Por ejemplo, esto puede realizarse de manera conveniente asignando, a un conjunto de datos de posición y de tiempo, un "ID de enlace" que identifica el enlace en el que el vehículo se estaba desplazando cuando se muestrearon los datos. Cuando los datos de posición son recibidos desde un vehículo, cada punto de datos es examinado para encontrar el enlace más cercano en el mapa 20, en un procedimiento al que se hace referencia a veces "ajuste de los datos en el mapa. La generación del mapa 20 orientado al comportamiento se describe con referencia a la Etapa 5 de la Figura 1.

Por lo tanto, la salida 21 de la Etapa 1 es una secuencia de valores de, como mínimo, los datos de posición, los datos de tiempo y el ID de enlace que indican la posición del vehículo (por ejemplo, su latitud y longitud), la hora y la fecha relevantes en las que el vehículo estaba en esa posición, y la identidad del enlace en el que se estaba desplazando el vehículo. Si hay otros datos disponibles, éstos también pueden ser incluidos.

Cabe señalar que la Etapa 1 puede ser realizada en la ubicación de procesamiento o puede ser realizada en el vehículo antes de que los datos sean transmitidos a la ubicación de procesamiento. La realización de la Etapa 1 en el vehículo requeriría que el procesador de a bordo del vehículo tuviese datos acerca de la geometría de los IDs de enlace del mapa 20 orientado al comportamiento con el fin de que puedan ser asociados a los datos de tiempo y de posición en la Etapa 1.

Cabe señalar también que la Etapa 1 puede comprender, de manera alternativa, asociar los conjuntos de datos de posición y de tiempo a un enlace de carretera en un mapa de carreteras digital convencional. En este caso, se requiere una etapa adicional (no mostrada) para asociar el enlace de carretera con un enlace en el mapa 20 orientado al comportamiento.

Cuando se procesan los datos, son sometidos inicialmente a un pre-procesamiento (Etapa 2 en la Figura 1) para eliminar cualquier dato obviamente poco fiable o dañado y para filtrar los datos. A continuación, los datos son procesados, en la Etapa 3, para identificar "eventos" en el comportamiento del conductor. Los eventos pueden estar relacionados con una o más características del comportamiento del conductor incluyendo, sin limitación, uno o más de entre: frenado, aceleración, velocidad y toma de curvas. Si hay disponibles datos desde los sensores cableados al bus del vehículo, pueden identificarse también otros eventos tales como la entrada de giro del volante. La Etapa 3 puede comprender también identificar un "evento de familiaridad", que registra que el vehículo ha sido conducido en una carretera de enlace específica en un día determinado, y/o determinar un "evento de distancia", que es un medio de estimación de la distancia total que ha recorrido un vehículo.

Según la invención, los eventos identificados en la Etapa 3 son correlacionados a continuación en la Etapa 4 con los datos relacionados con el enlace en el que ha ocurrido un evento respectivo, para generar un perfil 24 de conductor. Tal como se explica más adelante, un perfil de conductor es el conjunto de "Puntos de Datos de Perfil" generado a partir de todos los eventos para un conductor particular. Un perfil de conductor generado en la Etapa 4 puede ser salvado en una base de datos para su uso cuando sea necesario. La generación de los datos relacionados con los enlaces es llevada a cabo en la Etapa 5 del procedimiento de la Figura 1.

El punto de partida para la Etapa 5 es un mapa de carreteras digital de la zona relevante. Estos mapas digitales son bien conocidos, por ejemplo, para sistemas de navegación de vehículos. Sin embargo, están dirigidos a aplicaciones tales como la planificación del viaje y, por lo tanto, los datos proporcionados por un mapa digital están organizados en torno a atributos físicos relacionados, por ejemplo, con la importancia de una carretera para el enrutamiento del tráfico. Los atributos de los mapas digitales conocidos no están diseñados, y no son adecuados, para proporcionar información acerca de cómo se ve afectado el comportamiento de un conductor por una sección particular de carretera. Por lo tanto, la presente invención genera, en la Etapa 5, un nuevo mapa que está dirigido a proporcionar información acerca del comportamiento del conductor, y que por consiguiente es relleno con atributos que se usan para categorizar el comportamiento del conductor. En resumen, la invención define características de mapa denominadas "enlaces", y el mapa generado en la Etapa 5 es una red de enlaces. Tal como se describe a continuación, no es necesario que haya una correlación uno a uno entre los enlaces del mapa generado en la Etapa 5 y los enlaces de carretera del mapa 20 digital. Cada enlace tiene un conjunto relacionado de atributos denominados "índices de enlace", mostrados en general como 22, cada uno de los cuales es un atributo que influye en el comportamiento de un conductor. Los atributos de un enlace que no cambian, por ejemplo, el número de carriles que tiene un enlace, o la anchura y la curvatura de un enlace, pueden ser considerados como "atributos estáticos".

Los atributos básicos de un enlace, tales como el número de carriles, la anchura o el límite de velocidad pueden ser derivados normalmente a partir del mapa de carreteras digital, ya que estas características se tienen en cuenta para la planificación del viaje/la navegación, que es el uso principal previsto de un mapa de carreteras digital. Según la presente invención, se derivan atributos de enlace adicionales para complementar estos atributos de enlace básicos, y los ejemplos de atributos de enlace derivados incluyen los siguientes:

Situación de la carretera, por ejemplo, curvatura (la curvatura de la carretera no se considera relevante para la planificación del viaje, pero es importante para el comportamiento del conductor);

Configuración de carreteras, por ejemplo, cuántas carreteras distintas hay en las cercanías, por ejemplo, una configuración de carreteras puede ser clasificada como "urbana" o "rural";

Atributos topológicos/de conectividad (por ejemplo, qué debe hacer un conductor para incorporarse a un enlace, tal como girar, o incorporarse a un carril de tráfico), una vez más, éstos no se consideran relevantes para la planificación del viaje, pero son importantes para el comportamiento del conductor.

Además, pueden generarse también datos relativos a otras características que pueden influir en el comportamiento del conductor, tales como el nivel de congestión, y éstos son mostrados generalmente como "atributos dinámicos" 23. Por ejemplo, un determinado enlace puede tener datos relacionados que identifican que este enlace está sometido a una alta congestión de tráfico en determinados momentos y determinados días de la semana. De esta manera, es posible definir un índice de nivel de congestión, que puede considerarse como un "índice dinámico" ya que su valor no es fijo, sino que varía con la hora del día. Cualquier atributo que puede variar con el tiempo y que influye en el comportamiento de conducción puede ser usado como un índice dinámico, y otro posible índice dinámico es el tiempo meteorológico (o, más generalmente, uno o más atributos del tiempo meteorológico, tales como si está lloviendo o no). El propio tiempo puede ser usado también como un atributo dinámico, ya que la hora del día puede afectar al comportamiento de un conductor. La familiaridad de un conductor con un enlace particular puede ser considerada también como un atributo dinámico del enlace.

Los índices de enlace y los índices dinámicos son usados en la determinación del Perfil de Conductor en la Etapa 4.

En general, sólo es necesario realizar la Etapa 5 una vez para cualquier área geográfica. Una vez que el procedimiento ha sido llevado a cabo para un área geográfica particular, los índices 22 de enlace (que se almacenan para su uso futuro) pueden ser usados para analizar el comportamiento de cualquier conductor que conduce un vehículo en esa área particular. Sin embargo, se apreciará que puede ser necesario actualizar los índices de enlace, por ejemplo, a medida que se construyen nuevas carreteras, a medida que cambian los patrones de tráfico, etc. (esto puede realizarse por ejemplo periódicamente, o cuando se construye una nueva carretera). En la Etapa 6, se genera un Perfil 25 de Análisis a partir del perfil de conductor para un conductor particular. Debido a que un Perfil de Conductor es generado a partir de todos los eventos asociados con un conductor, contendrá un gran número de puntos de datos y puede considerarse como un perfil de alta resolución. Aunque, en principio, puede usarse el perfil de conductor completo para la comparación del comportamiento de un conductor con otros conductores o el mismo conductor en otros momentos, el tamaño del perfil significa que la manipulación del perfil de conductor completo puede ser dificultosa. Por lo tanto, la invención propone el uso del perfil de análisis para un conductor, que se obtiene seleccionando partes del perfil de conductor relacionadas con ciertos eventos y/o combinando partes del perfil de conductor relacionadas con eventos diferentes. Por ejemplo, ciertas partes del perfil de conductor pueden ser seleccionadas para su uso en el análisis o la identificación de

ciertos comportamientos del conductor. De esta manera, el perfil de análisis de un conductor puede ser considerado como una versión de menor resolución, o menor granularidad, del perfil de conductor.

5 Por ejemplo, los eventos en el perfil de conductor pueden estar dispuestos en grupos, con un grupo para cada tipo de carretera. Los eventos que ocurren en enlaces de carretera de un tipo de carretera particular pueden ser examinados entonces por separado de los eventos que ocurren en enlaces de otros tipos de carretera. Además, los enlaces de carretera pueden ser clasificados también según su configuración, así como según su tipo de carretera. En el ejemplo mostrado en la Figura 11, los enlaces de carretera están clasificados en cuatro tipos de carretera ("nacional", "principal", "secundaria" y "local"), y en tres configuraciones de carretera ("urbana", "suburbana" y "rural"), proporcionando 12 combinaciones posibles. El comportamiento del conductor puede ser examinado por separado para cada una de estas 12 combinaciones de tipo de carretera y configuración de carretera.

10 Un índice 26 de análisis es usado para generar el perfil de análisis en la Etapa 6. El índice de análisis determina qué partes del perfil de conductor se seleccionan o se combinan, para su inclusión en el perfil de análisis. Pueden usarse fuentes externas para generar el índice 26 de análisis. Un índice de análisis generado en la Etapa 6 puede ser salvado en una base de datos para su uso cuando sea necesario.

15 El resultado de la Etapa 6 es un perfil de análisis de un conductor que, en cierto sentido, es "absoluto", ya que es derivado a partir de eventos identificados únicamente en el comportamiento del vehículo conducido por ese conductor particular. Sin embargo, puede ser más útil proporcionar un perfil "relativo", en el que el comportamiento de un conductor particular es comparado con una o más "referencias". Por lo tanto, el procedimiento comprende preferiblemente la etapa adicional de comparar el perfil de análisis para un conductor particular con uno o más perfiles de referencia, en la Etapa 8. La invención puede hacer uso de referencias externas, que pueden ser recuperadas desde una base de datos de referencias externas, y/o puede hacer uso de referencias internas. Como un ejemplo de una referencia interna, la Figura 1 muestra en la Etapa 7 la generación de un perfil de referencia a partir de perfiles de análisis para un grupo de conductores, por ejemplo a partir de perfiles de análisis para un grupo de referencia de conductores.

25 Cuando se usan uno o más perfiles de referencia internos en la Etapa 8, el perfil o los perfiles de referencia internos son generados previamente en la Etapa 7, y son almacenados en una base de datos de referencias internas. Si se usan referencias internas, el procedimiento de generación de las referencias internas en la Etapa 7 se requerirá en general sólo una vez, aunque posiblemente puede ser deseable realizar de nuevo la Etapa 7 cada cierto tiempo con el fin de afinar las referencias internas usadas, o para añadir nuevas referencias y/o eliminar algunas referencias.

30 Como un ejemplo, el comportamiento de conducción de un conductor que se sabe que tiene buen comportamiento de conducción, por ejemplo un conductor con un título de conducción avanzada, puede ser usado como referencia. En un ejemplo relacionado, la referencia puede estar basada en el comportamiento de conducción de una pluralidad de conductores que se sabe que tienen buen comportamiento de conducción.

35 Como otro ejemplo, el comportamiento de conducción de uno o más conductores diferentes que tienen aproximadamente la misma edad, o la misma experiencia de conducción, puede ser usado como referencia. Esto permite que el comportamiento de un conductor sea evaluado específicamente contra un grupo de conductores de edad/experiencia similares. De manera alternativa, el comportamiento de conducción de uno o más conductores diferentes que conducen la misma marca o modelo de vehículo puede ser usado como una referencia.

40 A partir de los resultados de la comparación del perfil de análisis para un conductor individual con las referencias, la invención proporciona un perfil 28 de resultados para ese conductor, relativo a las referencias. A continuación, este perfil 28 de resultados puede ser usado para calcular una Puntuación para el conductor, en la Etapa 9. El perfil de resultados puede ser emitido para su visualización y/o puede ser almacenado en una base de datos para uso futuro.

45 Debería entenderse que la Figura 1 presenta una visión general de la presente invención, y que no es necesario que todas las etapas del procedimiento se lleven a cabo a la vez, ni por la misma parte. Por ejemplo, en principio, no es necesario que el procedimiento de generación del mapa orientado al comportamiento en base a un mapa de carreteras digital, en la Etapa 5, y de derivación de los metadatos para los enlaces del mapa orientado al comportamiento, sea llevado a cabo por la misma parte que procesa los datos recibidos de los movimientos del vehículo para generar un perfil de conductor y puntuaciones del conductor. Una parte puede procesar los datos recibidos de los movimientos del vehículo para generar el perfil de conductor y/o las puntuaciones del conductor usando metadatos para un mapa orientado al comportamiento que ha sido generado previamente y/o ha sido generado por otra parte.

Por ejemplo, la Figura 14 es un diagrama de bloques esquemático que muestra las características principales de

un procedimiento requerido para caracterizar el comportamiento de conducción de un conductor, y estas características corresponden generalmente a la Etapa 3 de la Figura 1 (identificar eventos), la Etapa 4 de la Figura 1 (generar el perfil de conductor), y caracterizar el comportamiento del conductor usando el perfil de conductor (por ejemplo según una o más de las Etapas 6, 8 y 9 de la Figura 1).

- 5 De manera similar, la Figura 15 es un diagrama de bloques esquemático que muestra las características principales de un procedimiento para generar los índices de enlace, y estas características corresponden generalmente a la Etapa 5 de la Figura 1.

- 10 De manera similar, la Figura 16 es un diagrama de bloques esquemático que muestra las características principales de un procedimiento de caracterización del comportamiento de un conductor mediante la determinación de una medida del comportamiento del conductor, y estas características corresponden generalmente a la Etapa 4 de la Figura 1 (generar el perfil de conductor), la Etapa 8 de la Figura 1 (comparación con una referencia) y la Etapa 9 de la Figura 1 (determinación de una medida del comportamiento del conductor, tal como una o más puntuaciones de conductor).

- 15 Además, en principio, sería incluso posible que una parte llevase a cabo las Etapas 2, 3 y 4 de generación de un perfil de conductor individual, y que la misma parte hiciese que ese perfil de conductor esté disponible para que otras partes lo analicen y lo puntúen.

Como un ejemplo adicional, la etapa de comparación del perfil de conductor con referencias en la Etapa 8 puede ser llevada a cabo por la misma parte que ha generado las referencias internas en la Etapa 7; de manera alternativa, puede hacer uso de las referencias internas que han sido generadas previamente por otra parte.

- 20 A continuación, se describirán más detalladamente algunas de las etapas del procedimiento.

Generación de los metadatos del mapa (Etapa 5)

- 25 Hasta la fecha, los datos proporcionados por los proveedores de mapas de carreteras digitales se han organizado en torno a los atributos físicos. La segmentación de características está diseñada para maximizar la utilidad para aplicaciones tales como la planificación de viajes. El resultado es un conjunto de atributos que describen cosas como la importancia de una carretera para el enrutamiento del tráfico (por ejemplo, la "clase funcional" en los mapas NAVTEQ, o la "clase carretera funcional" en los mapas Tele Atlas). Los atributos suministrados por los proveedores de mapas digitales no están diseñados para informar acerca de cómo se ve influenciado el comportamiento del conductor por cada sección de carretera. Una sección poco usada de una autopista (por ejemplo, en la Cumbria rural) podría tener la misma clase funcional que una sección muy transitada de una autopista (por ejemplo, la M25 alrededor de Londres), pero serían percibidas de manera muy diferente por el conductor que se desplaza por las mismas. Para pronosticar cómo podría conducir una persona en una sección de carretera es necesario conocer qué características de esa carretera influyen sobre el comportamiento del conductor.

- 35 La invención adopta un enfoque diferente a la cartografía digital. La invención categoriza los elementos de una red de carreteras en base a las características e invariantes que influyen sobre los conductores para comportarse de maneras particulares.

- 40 La invención adopta una representación geométrica de la red de carreteras, con sus características físicas asociadas. A partir de esta, genera una nueva representación de mapa orientado al comportamiento del conductor con atributos que son usados para categorizar el comportamiento del conductor, por ejemplo para caracterizar si un conductor frena o acelera cuando atraviesa un enlace o durante la transición desde un enlace a otro y, si lo hace, cómo lo hace. Tal como se explica a continuación, cierta información en el mapa orientado al comportamiento del conductor puede ser derivada a partir de los metadatos en el mapa de carreteras original (tal como la longitud de enlace), mientras que otra información es generada específicamente para su uso en la invención.

- 45 La invención define las características del mapa denominadas *enlaces*, y el mapa que se genera es una red de enlaces, en el que cada enlace tiene un conjunto de atributos denominados *índices de enlace*.

Enlaces

- 50 El elemento canónico de la red de carreteras es el enlace. En la invención, los enlaces son segmentos de la red de carreteras usada por vehículos de motor. Están representados geoméricamente por una serie de puntos latitud, longitud conectados. Cada punto de la geometría puede incluir opcionalmente la altitud.

Los enlaces están delimitados en cada extremo con un cruce. La geometría del enlace define un cruce de

referencia en un extremo del enlace, y un cruce no de referencia en el extremo opuesto. Un enlace puede ser transitable por vehículos en cualquiera o en ambas direcciones.

5 Los enlaces pueden estar conectados a cero o más enlaces diferentes en cada cruce. La combinación de conectividad de enlace y dirección de desplazamiento permitida de los enlaces resulta en una representación de la red de carreteras transitable.

Cada enlace tiene un conjunto de atributos, denominados *índices de enlace*, asociados con el mismo que describen las características del enlace en términos de cómo se ve influenciado el comportamiento del conductor por el enlace.

10 Cabe señalar que un "enlace" no corresponde necesariamente de manera exacta con un enlace de carretera del mapa 20 digital. Por ejemplo, si un enlace de carretera contiene una sección de un solo carril y una sección de doble carril, la sección de un solo carril y la sección de doble carril pueden ser tratadas como enlaces diferentes en el mapa generado en la Etapa 5, ya que una carretera de un solo carril tiene diferentes características de conducción que una carretera de doble carril.

Índices de enlace

15 Para cada enlace, la invención define una serie de índices de enlace, cada uno de los cuales es un atributo que influye en el comportamiento de un conductor. Los ejemplos de posibles índices de enlace incluyen, pero no se limitan a:

- Categoría de Carretera
- Longitud de Enlace
- 20 • Número de Carriles
- Densidad de Carreteras
- Categoría de Cruce
- Curvatura de Carretera
- Punto-Solo-Inicio-o-Final

25 Algunos de los índices de enlace pueden ser derivados a partir de la información en el mapa de carreteras digital original. En algunos casos, puede ser posible usar la información en el mapa de carreteras digital original directamente, por ejemplo, si el mapa de carreteras digital contiene información acerca del número de carriles puede ser posible usar esta información directamente ya que (en la mayoría de los países) sólo hay un pequeño número de valores posibles para el número de carriles de un enlace. En la mayoría de casos, sin embargo, la información en el mapa de carreteras digital original puede no estar en la forma directamente adecuada para su uso en la presente invención y debe ser procesada, por ejemplo categorizada de alguna manera, antes de ser usada. Por ejemplo, los detalles acerca de la longitud del enlace y posiblemente la curvatura del enlace pueden estar contenidos en el mapa de carreteras digital original, pero la longitud del enlace y/o la curvatura del enlace pueden tomar potencialmente cualquier valor, de manera que la información en el mapa de carreteras acerca de la longitud del enlace y/o la curvatura del enlace puede no estar en una forma adecuada para su uso en la evaluación del comportamiento del conductor, de manera que todavía puede necesitarse cierto procesamiento. Por ejemplo, los enlaces pueden agruparse, por ejemplo para definir varios rangos de longitud o curvatura de enlace, tal como el ejemplo que tiene 8 rangos diferentes de longitud de enlace proporcionado a continuación, y cada enlace se clasifica en uno de los rangos de longitud de enlace y/o uno de los rangos de curvatura de enlace.

40 Sin embargo, otros índices de enlace usados en la presente invención no están contenidos en el mapa de carreteras digital original, y son construidos específicamente para su uso en la invención, usando los datos en el mapa de carreteras digital y posiblemente usando datos desde otras fuentes (tales como, por ejemplo, información acerca de los límites de velocidad). Típicamente, estos índices de enlace se refieren a características que no son relevantes para los propósitos de navegación/enrutamiento, y un ejemplo de índices de enlace construidos específicamente lo constituyen la categoría de cruce y la densidad de carreteras.

45

Categoría de Carretera

El índice Categoría de Carretera clasifica la importancia relativa de un enlace para el enrutamiento y la navegación entre 1 y 5, donde 1 sería una carretera tal como una autopista interurbana o carretera nacional, y 5 sería una carretera rural o residencial menor.

Longitud de Enlace

5 La longitud del enlace de carretera actual influye en el comportamiento del conductor de varias maneras. Si un conductor puede ver que un tramo de carretera de gran longitud en el sentido de la marcha no tiene cruces ni otros impedimentos, podría aumentar su velocidad. Por el contrario un enlace corto que termina en un cruce o tiene múltiples carreteras secundarias podría causar que un conductor sea más cauteloso. Los tramos de carretera más largos sin conexiones secundarias también son menos propensos a ser obstruidos por conductores que esperan para girar atravesando el tráfico en sentido contrario, o a ser obstaculizados por un tráfico más lento que acaba de incorporarse a la calzada.

10 En el análisis del comportamiento del conductor, la información acerca de la velocidad de cruceo habitual de una conducción puede ser derivada a partir de los datos obtenidos en enlaces relativamente largos, ya que en un enlace largo un conductor normalmente acelerará hasta su velocidad de cruceo preferida y mantendrá una velocidad cercana a la misma (suponiendo que la carretera no es muy congestionada). Por el contrario, la información acerca de los hábitos de aceleración y de frenado del conductor es derivada generalmente mejor a partir de los datos obtenidos en enlaces relativamente cortos, ya que éstos son más propensos a requerir que un conductor frene y acelere.

15 Por encima de un cierto umbral, la longitud del enlace deja de tener un efecto notable, por ejemplo, un conductor probablemente se comportará de manera diferente en un enlace de 15 m que en uno de 3 kilómetros, pero normalmente no se comportará de manera diferente en un enlace de 3 kilómetros que en uno de 5 kilómetros.

20 La invención agrupa las longitudes de enlace y les asigna un índice numérico. La agrupación y el número de índices pueden cambiar dependiendo de la aplicación y/o del país en el que se va a aplicar la invención. Un ejemplo de asignación de índices a longitudes de enlace a partir de una aplicación en el Reino Unido es:

Rango de longitud (m)	Índice
0 - 30	0
30 - 78,125	1
78,125 - 156,25	2
156,25 - 781.25	3
781,25 - 1.406,25	4
1.406,25 - 1.953,125	5
1.953,125 - 2.500	6
2.500+	7

25 De manera alternativa, el índice Longitud de Enlace puede ser calculado también usando percentiles. En esta realización, los enlaces son ordenados por longitud, y a los enlaces se les asigna un índice Longitud de Enlace en función de su posición en este orden, por ejemplo, para una escala de Longitud de Enlace de 10 puntos, el 10% de los enlaces más cortos tendría índice 0 y el 10% de los enlaces más largos tendría el índice 9.

Número de Carriles

30 El comportamiento del conductor se ve influido por el número de carriles disponibles en el sentido de la marcha. En una carretera de un solo carril (el más común) los conductores sólo pueden viajar tan rápido como el vehículo que los precede a menos que lo adelanten, y la capacidad para realizar un adelantamiento depende de muchos factores. En una carretera de múltiples carriles, los conductores pueden realizar adelantamientos mucho más fácilmente y seguir a su velocidad preferida, hasta que el nivel de congestión aumenta hasta el nivel en el que el comportamiento del conductor es restringido de nuevo por los vehículos circundantes.

35 La invención asigna un índice al número de carriles que tiene una carretera en el sentido de la marcha:

Número de carriles en el sentido de la marcha	Índice
---	--------

1	1
2-3	2
4+	3

Densidad de Carreteras

El índice Densidad de Carreteras caracteriza el número relativo de enlaces de carretera dentro de un área determinada circundante a un enlace en comparación con otros enlaces en el mapa.

5 Los índices de Densidad de Carreteras de rango corto (100m-500m) son una medida del número de enlaces de carretera que un conductor puede ver físicamente o que pueden influir directamente en el tráfico en la ubicación inmediata.

Los índices de Densidad de Carreteras de rango medio y largo son una medida de cómo la topología de la red de carreteras influye en el comportamiento del conductor en un sentido más general. Pueden indicar lo metropolitana que es la región que rodea el enlace.

10 Las densidades de carreteras se describen usando un diámetro. Para calcular los índices Densidad de Carreteras para todos los enlaces en un mapa, a un diámetro determinado:

- Para cada enlace, uno a uno, se realiza un recuento de todos los enlaces que se encuentran dentro de un círculo centrado en el enlace.
- Se determina el enlace con el recuento máximo

15 • Para cada enlace, uno a uno, se convierte su recuento a un índice aplicando una escala basada en el recuento máximo.

20 La Figura 2 muestra una gran área urbana con pueblos más pequeños, más rurales, que la rodean. Se muestran dos áreas con círculos de 2,5 kilómetros y 10 km de radio. El número de vías de carretera que están dentro de los círculos de 2,5 km es similar para ambas áreas, pero el número de enlaces de carretera dentro del radio de 10 kilómetros es muy diferente.

Combinando un índice de corto alcance con un índice de Densidad de Carreteras de mayor alcance es posible pronosticar el efecto de las dos influencias diferentes sobre el enlace de carretera.

Aplicación de escala a la Densidad de Carreteras

25 Es posible convertir los recuentos de enlaces a índices Densidad de Carreteras en más de una manera, dependiendo de la aplicación. La resolución del índice puede elegirse para adaptarse a la aplicación, las escalas comunes son un índice de 8 puntos (valores 0-7) o un índice de 32 puntos (valores 0-31).

30 El procedimiento más simple es la escala lineal, en el que a un enlace se le asigna un índice en proporción a su recuento en comparación con el recuento máximo. Por ejemplo, si el recuento máximo en una escala de 100 metros es de 100 enlaces, y se está calculando un índice de 10 puntos, entonces a un enlace con un recuento de 35 se le asignaría un índice de 3, y a un enlace con un recuento de 72 se le asignaría un índice de 7.

35 El índice Densidad de Carreteras puede ser calculado también usando percentiles. Todos los enlaces están ordenados por recuento de enlaces a esa escala de densidad, y se les asigna un índice en base a su posición en este orden. Por ejemplo, para un índice de Densidad de Carreteras de 10 puntos a 100m el 10% de los enlaces con el menor número de enlaces dentro de un círculo de 100 metros de diámetro alrededor del mismo tendrían el índice 0 y el 10% de los enlaces con el mayor número de enlaces dentro de un círculo de 100m de diámetro tendrían el índice 9.

Categoría de Cruce

Un cruce es:

- el punto en el que dos o más enlaces se encuentran
- el final de un enlace Punto-Solo-Inicio-o-Final

La invención no define los cruces como entidades independientes en su representación de mapa. El cruce es sólo de interés en la manera en la que afecta al comportamiento del conductor en los enlaces adyacentes.

Las características de un cruce son capturadas como un par de índices Categoría de Cruce, uno para cada extremo de cada enlace. El índice Categoría de Cruce en cada extremo de un enlace es independiente, y no es necesariamente el mismo, incluso para dos enlaces adyacentes donde comparten un cruce.

5 Como un ejemplo, la Figura 3 muestra un cruce en forma de T que comprende tres enlaces. Los enlaces 1 y 2 son la continuación de una carretera sin restricciones en el sentido de la marcha, y el enlace 3 perpendicular es un stop o un ceda el paso, en un ángulo oblicuo. La manera en la que el cruce influye en el comportamiento del conductor depende de qué enlace usa el conductor para acercarse al cruce.

10 Si el conductor se aproxima al cruce usando el enlace 1 o el enlace 2 y se está desplazando en línea recta, habrá poca influencia en el desplazamiento hacia adelante desde el cruce a menos que haya actividad en el cruce (por ejemplo un vehículo saliendo).

Si un conductor se aproxima al cruce usando el enlace 3, entonces hay múltiples influencias sobre el comportamiento. Normalmente, el conductor no tiene preferencia al final del enlace, y debe reducir la velocidad. El ángulo entre el enlace actual y los otros dos enlaces afectará a la velocidad de cualquier maniobra.

Tipos de índice de Categoría de Cruce

Nombre	Descripción
Prioridad	El conductor tiene prioridad en el cruce en el sentido de la marcha
Ceda el paso	El conductor debe ceder paso al tráfico en los otros enlaces del cruce, o no hay conectividad al final del enlace (carretera sin salida)
Rotonda	El enlace es parte de una rotonda

15 Cada enlace tiene dos índices Categoría de Cruce, uno para cada extremo. El índice Categoría de Cruce puede ser diferente en cada extremo de un enlace.

Cómo se asignan los índices Categoría de Cruce

Prioridad

20 La Figura 4 muestra cuatro enlaces que se encuentran en un solo cruce. Los enlaces 1 y 2 son las carreteras más importantes, y los enlaces 3 y 4 son las menos importantes. El tráfico en los enlaces 1 y 2 tiene preferencia en el cruce; su índice Categoría de Cruce para el extremo de enlace en este cruce es *prioridad*.

El extremo de entrada de una calle de un solo sentido recibe el índice Categoría de Cruce *prioridad*, ya que no hay tráfico en la dirección opuesta, por lo que el tráfico puede incorporarse al enlace sin impedimentos.

Un extremo de enlace recibe un índice Categoría de Cruce *prioridad* si sólo tiene otro enlace conectado al mismo.

25 Ceda el paso

En el cruce de la Figura 4, un vehículo en el enlace 3 o el enlace 4 debe ceder el paso al tráfico en los enlaces 1 y 2 independientemente de si desea unirse al enlace 1 o el enlace 2 o cruzar al enlace 4. El índice Categoría de Cruce para los enlaces 3 y 4 los extremos de cruce es *ceda el paso*.

30 Los enlaces que se unen a rotondas (pero no forman parte de la rotonda) reciben el índice Categoría de Cruce *ceda el paso* en el extremo que se une a la rotonda.

Rotonda

Los enlaces que forman parte de una rotonda reciben el índice Categoría de Cruce *rotonda* en ambos extremos.

Curvatura de carretera

35 La curvatura de una carretera tiene una gran influencia en el comportamiento del conductor. El radio de curvatura es un factor importante que afecta a la rapidez con la que un conductor puede tomar una curva. Esta información permite a la invención medir y evaluar el comportamiento de frenado cuando los conductores se desplazan a través de curvas.

Los grandes cambios de dirección en un tramo corto de un enlace de carretera causarán que los vehículos se desplacen más lentamente.

Se usa la geometría del enlace y se calcula la suma de todos los ángulos a mediad que cambia la dirección del enlace. Se usa el índice Curvatura de Carretera combinado con el índice "Longitud de Enlace" como una medida de curvatura por unidad de longitud de un enlace de carretera. Los valores asignados a las diferentes cantidades de curvatura son específicos de la aplicación, a continuación se proporciona un ejemplo.

5

Curvatura (grados)	total	Valor del índice
0 - 40		0
40 - 100		1
100+		2

Punto-Solo-Inicio-o-Final

10 Este índice indica si un enlace puede ser una parte intermedia de un recorrido de un vehículo contiguo, o puede ser sólo el punto de inicio o final.

Si un enlace bidireccional no tiene conectividad vehicular en un extremo, entonces es una carretera sin salida o "cul-de-sac". Este se denomina Punto-Solo-Inicio-o-Final, ya que el enlace no es útil como una parte intermedia de un solo viaje.

15 Un enlace unidireccional no puede ser un Punto-Solo-Inicio-o-Final, ya que debe ser posible unir el enlace en un extremo con el fin de salir del mismo en el otro.

Transición a un enlace

20 Tal como se ha indicado, en algunas realizaciones la invención genera uno o más índices de enlace relacionados con atributos que influyen en el comportamiento de un conductor que realiza una transición a un enlace (es decir, se incorpora a un enlace), tales como si un conductor puede haber girado para incorporarse a un enlace, o puede incorporarse a un carril de tráfico. Dicho índice de enlace puede ser derivado a partir de la topología de la red de carreteras. El índice "Categoría de Cruce" descrito anteriormente es un ejemplo de un índice de enlace que se refiere a atributos que influyen en el comportamiento de un conductor que se incorpora a un enlace.

25 En general, es probable que el comportamiento de un conductor que se aproxima a un cruce dependa del enlace en el que el conductor se está aproximando al cruce. Por ejemplo, en el caso del cruce en forma de T mostrado en la Figura 3, un conductor que se aproxima en el enlace 1 puede pasar recto al enlace 2 o puede girar a la derecha al enlace 3, un conductor que se aproxima en el enlace 2 puede pasar directamente recto al enlace 1 o puede girar a la izquierda al enlace 3, mientras que un conductor que se aproxima en el enlace 3 tiene que detenerse, o al menos ceder el paso, antes de girar a la derecha al enlace 2 o a la izquierda al enlace 1. De esta manera, se espera que un conductor que se aproxima en el enlace 3 mostrará un "evento de frenado bajo" (es decir, frenado a baja velocidad), como consecuencia de la necesidad de detenerse o ceder el paso antes de girar a la izquierda o la derecha. Un conductor que se aproxima a una velocidad segura en el enlace 1 con la intención de pasar a través del cruce al enlace 2 no necesitaría frenar (suponiendo que los enlaces no tienen curvas muy cerradas), a menos que sea obstruido por otro vehículo (por ejemplo, uno que ha frenado antes de girar o que está esperando para girar). Por consiguiente, se esperaría que el comportamiento del conductor varíe dependiendo de en qué enlace se está aproximando el conductor al cruce.

35 Un mapa de carreteras digital convencional no incluye información relacionada con el comportamiento de un conductor que se aproxima a un cruce, ya que esta no es relevante para la planificación de un viaje. Los índices de enlace relacionados con factores que influyen en el comportamiento de un conductor que se aproxima a un cruce, tales como el índice "Categoría de Cruce", son creados específicamente para su uso en la presente invención.

40 **Filtrado (Etapa 2)**

Diferentes fuentes de datos tienen diferentes características. Estas características pueden manifestarse de muchas maneras, por ejemplo:

- requiriendo una gran cantidad de tiempo para adquirir la señal GPS
- exhibiendo una propensión a desconexiones o reflexiones
- teniendo una baja sensibilidad, lo que resulta en que se comunica con un menor número de satélites que otros dispositivos

5 La causa de estas diferencias podría ser fundamental, por ejemplo, un “chipset” (conjuntos de chips) diferente de GPS o circuitos de peor calidad. Podría ser medioambiental, por ejemplo, un conductor podría instalar de manera rutinaria la unidad GPS con una visión restringida del cielo. Podría ser también debido a factores tales como las condiciones meteorológicas imperantes u obstrucciones tales como obstrucciones por árboles o edificios altos.

10 El objetivo de la etapa de filtrado específico de la fuente, Etapa 2 de la Figura 1, es normalizar los datos de entrada en la mayor medida posible, de manera que pueda realizarse una comparación entre los datos desde fuentes diferentes. Se intenta eliminar los datos poco fiables de las etapas de procesamiento, y mejorar la estabilidad de los datos de los que se sospecha que puedan estar afectados por ruido o interferencias.

15 La naturaleza del filtrado aplicado puede variar con el tipo de evento que debe ser identificado en la Etapa 3. Algunos eventos no requieren ningún filtrado en absoluto de los datos entrantes, algunos eventos pueden requerir la aplicación de valores umbrales simples, y algunos eventos pueden requerir un filtrado más complejo.

Eliminación de datos erróneos o no fiables

Cuando se tiene acceso a los datos detallados de la fuente de GPS tales como el flujo NMEA no procesado desde el chipset del GPS, se pueden filtrar los datos de la fuente exhaustivamente usando una diversidad de medidas.

- 20 • **Validez** Algunas sentencias NMEA incluyen un campo de estado que indica la validez de los datos. Los datos no válidos pueden ser descartados.
- **Satélites** Puede elegirse descartar los datos basados en observaciones de un bajo número de satélites
- **xDOP** Los diversos valores de dilución de precisión (Dilution of Precision, DOP) pueden ser usados para descartar datos que tienen un valor DOP que es demasiado alto (por ejemplo, precisión insuficiente)
- 25 • **Punto de GPS lento** Si un dispositivo requiere una cantidad de tiempo significativa para adquirir un punto de GPS, puede ignorarse la primera parte de cada pista para reducir la probabilidad de datos inexactos

Ejemplo - Un filtro simple de cambio de velocidad

30 Un ejemplo de un filtro simple es un filtro en el que todos los puntos de datos que contienen una velocidad entre el mínimo y el máximo, y que han cambiado en menos de un valor umbral desde el punto de datos anterior, son pasados a la etapa de detección de eventos. El resto de puntos de datos son bloqueados. Un ejemplo de las características de un filtro de este tipo es:

Valor umbral	Valor
Velocidad mínima permitida	1 km/h
Velocidad máxima permitida	200 km/h
Máximo cambio de velocidad entre puntos de datos	30 km/h

Mejora de datos con ruido

35 Además de eliminar mediante filtrado los datos de baja calidad, la Etapa 3 del procedimiento de la Figura 1 puede comprender también la aplicación de una o más etapas de procesamiento previo a los datos recibidos desde el vehículo, por ejemplo para aumentar la relación señal a ruido de los datos. Una de las técnicas que la invención puede usar para mejorar los datos con ruido es la aplicación de un filtro Kalman. El filtro Kalman hace uso del conocimiento del comportamiento del sistema físico (es decir, las ecuaciones que rigen el movimiento de un coche) para mejorar las estimaciones de posición y de velocidad.

40 Identificación de evento (Etapa 3)

En la invención, un *Evento* es la unidad canónica del comportamiento de un conductor que la invención identifica en un conjunto de datos de conductor. Un Evento es la caracterización de una acción o maniobra discreta del conductor (por ejemplo, aceleración hasta la velocidad de cruce, o desplazamiento en una curva), junto con sus métricas asociadas.

5 Cada evento tiene un tipo, un código de tiempo que identifica la hora y opcionalmente la fecha en las que ocurre el evento, un ID de enlace y algunas Métricas de Evento. El Tipo de Evento es una descripción de la acción o maniobra discreta del conductor (por ejemplo, aceleración hasta la velocidad de cruce, o desplazamiento en una curva). El Tiempo de Evento es la hora a la que ocurrió el evento. El ID de Enlace de Evento es el ID de Enlace único del mapa 20 orientado al comportamiento, con enlaces, en el que ocurrió el evento. Las Métricas de Evento son siempre un conjunto de mediciones que caracterizan el Evento. Las mediciones que conforman las Métricas de Evento son dependientes del evento y se describen de manera más completa más adelante.

Hay muchos eventos diferentes que la invención puede reconocer en la Etapa 3 del procedimiento de la Figura 1. La estrategia básica usada para identificar eventos es la misma para todos los tipos de evento.

15 La Figura 5 es un diagrama de flujo de bloques que muestra las etapas principales de la etapa de identificación de eventos. Tal como se ha explicado anteriormente, la entrada al procedimiento de identificación de eventos son los datos de posición desde un vehículo que se ha asociado con (o "ajustado a") un enlace de carretera del mapa 20 orientado al comportamiento. Tal como se ha explicado también anteriormente, los datos de posición desde el vehículo pueden ser filtrados para que sean adecuados para la detección de eventos. La naturaleza de este filtrado varía con el tipo de evento que se está buscando. Algunos eventos no requieren ningún tipo de filtro en absoluto, algunos requieren la aplicación de valores umbrales simples, y algunos requieren un filtrado más complejo.

20 A continuación, los eventos de uno o más tipos diferentes son identificados mediante el examen de los datos, en busca de características que coincidan con el evento en cuestión. Cuando se encuentra un patrón que coincide en los datos, se emite un evento del tipo correspondiente, junto con sus características y el ID de enlace desde el mapa digital en el que tuvo lugar el evento.

25 El resultado del procedimiento de la Figura 5 es una lista de eventos, sus características asociadas y su ID de enlace asociado. Estos eventos caracterizan comportamientos interesantes y notables del conductor durante el viaje o los viajes cubiertos por los datos de entrada.

Información de evento común

30 Todos los eventos de cualquier tipo están asociados con un ID de enlace de un enlace del mapa 20 orientado al comportamiento.

35 La mayoría de los eventos, a excepción de los eventos de familiaridad, están asociados también con un código de tiempo. Un código de tiempo se deriva a partir de una fecha y una hora, por ejemplo asignando un número entre 0 y 6 para el día de la semana (donde 0 es Domingo), un número entre 0 y 23 para la hora del día y cuantificando los minutos para proporcionar un número que es cualquiera de entre (0, 15, 30 o 45). De esta manera, en este ejemplo, a la fecha y hora "2010-05-05 18:12:00", que resulta ser un miércoles, se asignaría el código de tiempo "3:18:00" y el código de tiempo "6:12:00" se asignaría a un evento que tuvo lugar el sábado en algún momento entre las 12 y las 12:15 del mediodía.

40 Tal como se ha indicado anteriormente, un evento está asociado también con al menos un "atributo" de evento (denominado también una "métrica" de evento). Uno o más de entre el atributo o los atributos de evento pueden ser usados en la selección de algunos eventos para su uso en el análisis mientras que se excluye el uso de otros eventos en un análisis adicional.

Eventos de velocidad

Los eventos de velocidad son uno de los eventos más simples y representan la velocidad instantánea del vehículo en cada punto de datos.

45 Se emite un evento de velocidad para cada punto de datos que llega al detector. El evento contiene el ID de enlace, el código de tiempo y para su métrica de evento incluye la velocidad en kilómetros por hora.

Eventos de aceleración

Un "evento de aceleración" representa un aumento significativo en la velocidad del vehículo desde una velocidad a una velocidad más alta. Los pequeños cambios en la velocidad no se registran.

Se emite un evento de aceleración cuando se observa que la velocidad del vehículo ha incrementado en más de un determinado valor umbral (definido por el “mínimo cambio total en la velocidad”).

5 Un evento de aceleración puede ser clasificado según una velocidad de vehículo asociada con el evento. En un ejemplo sencillo, si la velocidad de inicio del evento es inferior un valor umbral, entonces el evento puede clasificarse como un evento de aceleración "baja", por ejemplo, una salida desde el estado parado o una aceleración al alejarse de un cruce. Si la velocidad de inicio del evento es superior al valor umbral, entonces el evento se clasifica como un evento de aceleración "alta", por ejemplo, aceleración hasta las velocidades de las carreteras principales después de desplazarse a velocidades residenciales. La Figura 6 muestra la velocidad representada en función del tiempo, e indica un evento de aceleración "baja" y un evento de aceleración "alta". En la Figura 6, el umbral entre un evento de aceleración "baja" y un evento de aceleración "alta" se establece a aproximadamente 45 km/h, pero la invención no está limitada en este sentido.

La invención tampoco está limitada a una única velocidad de umbral, y es posible que haya dos o más velocidades de umbral de manera que un evento de aceleración pueda ser clasificado en una de entre tres o más clases de velocidad.

15 Un posible conjunto de parámetros para definir un evento de aceleración podría ser tal como se indica a continuación:

Parámetro	Valor
Cambio total mínimo en la velocidad	10 km/h
Velocidad máxima de inicio para los eventos "bajos"	45 km/h
Velocidad mínima de inicio para los eventos "altos"	45 km/h
Duración mínima del evento de aceleración	3 segundos
Duración máxima del evento de aceleración	200 segundos

20 La velocidad del vehículo debe aumentar al menos 1 kilómetro por hora cada segundo. Para poner esto en contexto, es equivalente a un tiempo de aceleración de 0 a 100 kilómetros por hora de 1 minuto y 40 segundos, una velocidad de aceleración que es probable que superen incluso los conductores altamente preocupados por la eficiencia del combustible.

25 Se emite un evento de aceleración para cada aumento de velocidad que satisface los valores umbral. El evento contiene el ID de enlace del primer punto de datos que forma el evento, el código de tiempo del primer punto de datos, el tipo de evento de aceleración (es decir, "alto" o "bajo") y, como la Métrica de Evento asociada con un evento de aceleración, la aceleración máxima en kilómetros/hora/s detectada durante el evento.

Eventos de frenado

Un "evento de frenado" representa una reducción significativa de la velocidad del vehículo desde una velocidad a una velocidad más baja. Los pequeños cambios en la velocidad no se registran. Se emite un evento de frenado cuando se observa que la velocidad del vehículo disminuye estrictamente más de un valor umbral.

30 Un evento de frenado puede ser clasificado según una velocidad de vehículo asociada con el evento. En un ejemplo sencillo, si la velocidad final del evento es superior a un valor umbral, entonces el evento puede clasificarse como un evento de frenado "alto", por ejemplo, la reducción de velocidad al pasar desde una carretera principal a una calle residencial con un límite de velocidad más bajo. Si la velocidad final del evento es inferior al valor umbral, entonces el evento se clasifica como un evento de frenado "bajo", por ejemplo, que llega a punto muerto, o se aproxima a un cruce en el que es posible que el vehículo tenga que parar. La Figura 7 muestra la velocidad representada en función del tiempo, e indica un evento de frenado "bajo" y un evento de frenado "alto". En la Figura 7 el valor umbral entre un evento de frenado "bajo" y un evento de frenado "alto" se establece a aproximadamente 15 km/h, pero la invención no está limitada en este sentido.

40 La invención tampoco está limitada a una única velocidad de umbral, y es posible que haya dos o más velocidades de umbral, de manera que un evento de frenado pueda ser clasificado en una de entre tres o más clases de velocidad.

Un posible conjunto de parámetros para definir un evento de aceleración son los que se indican a continuación:

Parámetro	Valor
Cambio total mínimo en la velocidad	10 km/h
Velocidad final máxima para eventos "bajos"	15 km/h
Velocidad final mínima para eventos "altos"	15 km/h
Duración mínima del evento de aceleración	3 segundos
Duración máxima del evento de aceleración	200 segundos
Reducción mínima de la velocidad en cada punto de datos	1 km/h

La velocidad del vehículo debe disminuir por lo menos 1 km/h cada segundo.

5 Se emite un evento de frenado para cada reducción de la velocidad que satisface los valores umbral de la invención. El evento contiene el ID de enlace del último punto de datos que forma el evento, el tiempo del último punto de datos, el tipo (alto o bajo) y, como la métrica del evento, la desaceleración máxima en km/h/s detectada durante el evento.

Eventos en curva

10 Un "evento en curva" caracteriza el comportamiento de un conductor al pasar por una curva suficientemente rápido como para que sus elecciones tengan un impacto sobre la estabilidad y la seguridad del vehículo. Las curvas muy suaves (radio de curvatura grande) pueden ser pasadas en general con seguridad a velocidades más altas que las curvas cerradas (radio de curvatura pequeño).

15 Cuando se pasa una curva, es importante que un conductor mantenga el vehículo equilibrado. Un vehículo en movimiento es más estable cuando su peso está distribuido uniformemente, moviéndose en una línea recta a velocidad constante (Roadcraft, ISBN 978 0 11 702168 6). Cuando un conductor gira el volante, las fuerzas que cambian la dirección del vehículo son debidas a la fricción entre las ruedas delanteras y la superficie de la carretera. La aceleración, el frenado y el giro, todos ellos, reducen la adherencia del neumático, de esta manera, cuanto más frena o acelera un conductor durante una curva, menos adherencia de neumático está disponible para realizar el giro.

20 La invención usa múltiples mediciones de la velocidad y la posición del vehículo para categorizar el comportamiento del conductor en las curvas.

La invención emite un evento en curva cuando los datos de posición indican que el vehículo ha pasado por una curva de interés. La Figura 8 es una vista en planta esquemática de un vehículo pasando por una curva en la carretera.

25 Un evento en curva comienza cuando el vehículo está circulando por encima de un umbral mínimo de velocidad, la dirección de giro del vehículo (la dirección de giro) es la misma para dos puntos consecutivos, y el radio de curvatura en el segundo punto está entre los umbrales mínimo y máximo. La dirección de giro y el radio de curvatura se vuelven a calcular en cada punto de datos subsiguiente.

30 El evento en curva termina cuando la dirección de giro cambia, el radio de curvatura ya no está entre los umbrales o la velocidad del vehículo cae por debajo de un umbral mínimo. Se requieren un mínimo de tres puntos de datos de posición para un evento en curva.

Deben cumplirse las siguientes condiciones antes de que el evento sea considerado válido:

El cambio máximo en la orientación del vehículo debe ser al menos igual al ángulo de giro mínimo.

El radio de curvatura en cada punto, con la excepción del primer y el último, debe ser menor que el radio de curvatura máximo permitido.

35 El radio de curvatura en cada punto debe ser mayor que el radio de curvatura mínimo permitido.

El giro no debe exceder nunca el ángulo de giro máximo permitido.

Cuando la dirección de giro cambia, el cambio en el giro no debe superar el cambio máximo permitido en el ángulo

de giro.

Los radios de curvatura mínimo y máximo permitidos en cada punto se definen como funciones de la velocidad en ese punto. El radio (r_{\min}) mínimo y el radio (r_{\max}) máximo están definidos por las relaciones:

$$r_{\min} : R_{\min} < r_{\min} = v^2/\mu g < R_{\max}$$

5 $r_{\max} : R_{\min} < r_{\max} = 3r_{\min} < R_{\max}$

donde v es la velocidad del vehículo en metros por segundo, μ es una aproximación al coeficiente de fricción en el mejor de los casos entre un neumático de coche liso y una carretera seca (0,9) (Jones & Childers, Contemporary College Physics, McGraw Hill), y g es la aceleración debida a la gravedad en la superficie de la tierra.

10 En estas relaciones, R_{\min} y R_{\max} son valores umbral. Si el valor de r_{\min} calculado según $r_{\min} = V^2/\mu g$, o el valor de r_{\max} calculado según $r_{\max} = 3r_{\min}$, es menor de R_{\min} metros, se establece a R_{\min} metros y si es mayor de R_{\max} metros se establece a R_{\max} metros. Estos valores umbral eliminan los eventos en curva fantasma que son el resultado de ruido en los datos de posición. De esta manera, el radio de curvatura máximo permitido a una velocidad determinada se define como el menor de entre tres veces r_{\min} a esa velocidad o R_{\max} metros.

Un ejemplo de los parámetros para un evento en curva podría ser:

Parámetro	Valor
Tiempo máximo entre puntos consecutivos	1 s
Velocidad mínima de entrada a la curva	10 km/h
Velocidad mínima en la curva	5 km/h
Radio de curvatura mínimo R_{\min}	5 m
Radio de curvatura máximo R_{\max}	75 m
Ángulo de giro mínimo	30 grados
Ángulo de giro máximo	60 grados
Cambio máximo de ángulo de giro	40 grados

15

Se calcula la desaceleración máxima medida sobre todas las duraciones de tiempo (de longitud especificada por el parámetro de intervalo de tiempo) durante el evento. En algunas realizaciones, la invención no emite eventos (es decir, no hace uso de los mismos en el análisis) cuando el vehículo no desacelera (o acelera) en absoluto en las curvas, ya que un conductor que atraviesa una curva a una velocidad constante es de menor interés para la el comportamiento del conductor.

20

El evento en curva emitido contiene el ID de enlace del último punto de datos que forma el evento y el tiempo del último punto de datos del evento. La métrica de evento asociada con el evento es la desaceleración máxima detectada durante el evento.

25

Cuando un evento en curva está acompañado de una desaceleración, puede denominarse un evento de "frenado en curva". Dicho evento es un tipo de evento de frenado particular, y puede ser usado para caracterizar el comportamiento de un conductor ya que el paso de, o la entrada a, una curva a una velocidad que es demasiado alta para la estabilidad y la seguridad del vehículo, con la consiguiente necesidad de frenar durante el paso de la curva, es frecuentemente indicativo de un conductor que ha tomado tarde la decisión de frenar para la curva. Esto es particularmente probable que sea cierto para un evento de "frenado en curva" que termina con el vehículo siguiendo desplazándose a una velocidad alta, ya que esto sugiere que el conductor ha reducido su velocidad como consecuencia de la curva (mientras que un evento de frenado en curva que termina con el vehículo desplazándose a una velocidad baja podría sugerir que el conductor se ha encontrado con una obstrucción).

30

Un evento de "frenado en curva" puede ser considerado como la combinación de un evento de frenado y un evento en curva (el evento de frenado y el evento en curva coinciden, o al menos se superponen, en el tiempo y la ubicación).

35

Por el contrario, cuando un evento de giro va acompañado de aceleración, dicho un evento puede ser usado

también para caracterizar el comportamiento de un conductor, ya que una aceleración suave saliendo de una curva es frecuentemente una característica de un conductor avanzado. Dicho evento puede ser considerado como un tipo particular de evento de aceleración.

Eventos de familiaridad

5 Un "evento de familiaridad" es uno de los eventos más simples, y registra que el vehículo ha sido conducido en una carretera de enlace específica en un día determinado.

Se emite un evento de familiaridad para cada cambio ID de enlace de carretera detectado en los datos de entrada. El evento contiene el ID de enlace y un número que representa el día concreto al que corresponde el punto de datos. Para un evento de familiaridad, el ID de enlace y el día actúan también como las Métricas de Evento.

10 Si se observa un conductor en el mismo ID de enlace múltiples veces en un día, entonces se eliminan los duplicados durante la etapa de combinación (véase la sección "Combinación de eventos por ID de enlace"). Esto proporciona un máximo de un evento de familiaridad por ID de enlace de carretera por día.

Eventos de distancia

15 Un "evento distancia" es un medio para estimar la distancia total que ha recorrido un vehículo. Cada evento de distancia suma la distancia recorrida por un vehículo a través de una serie contigua de puntos de datos de entrada. La suma de una serie de eventos de distancia es la distancia total recorrida.

20 Se emite un evento de distancia cuando se detecta una discontinuidad en la hora o la ubicación en el flujo de datos. En evento de distancia contiene la distancia total recorrida para los datos válidos de ese evento. Si la distancia entre dos puntos de datos parece ser tal que el vehículo habría viajado a una velocidad poco realista, entonces no se confía en esos puntos de datos y son tratados como una discontinuidad en la ubicación.

Umbral	Valor
Velocidad efectiva máxima permitida entre puntos de datos	200 km/h

Un evento de distancia tiene como sus Métricas de Evento la distancia total recorrida para los datos válidos de ese evento.

Perfiles de conductor (Etapa 4)

25 Tal como se ha explicado anteriormente, la salida de la Etapa 3 del procedimiento de la Figura 1 es un conjunto de eventos para un conductor, en el que cada evento tiene un tiempo, un tipo de evento, al menos un atributo de evento (o métrica de evento), y un ID de enlace asociado que identifica el enlace en el que ocurre el evento. En la Etapa 4 del procedimiento de la Figura 1, estos eventos son usados para generar un *Perfil de Conductor* para el conductor. La Figura 9 ilustra las principales etapas de la generación de un *Perfil de Conductor*.

30 Inicialmente se genera un *Índice de Perfil* para cada evento, tal como la Etapa 1 de la Figura 9. El *Índice de Perfil* de un evento es generado a partir del ID de enlace y la hora/la fecha asociadas con el evento, y un *Índice de Perfil* es una combinación de Índices 22 de Enlace para el evento, y cualquier Índice Dinámico. Los Índices de Enlace para un Evento son simplemente los Índices de Enlace para el ID de Enlace que está asociado con ese Evento. Estos índices son una propiedad del enlace. Los Índices Dinámicos para un Evento son una función del conductor, el enlace y el tiempo. Los Índices Dinámicos que se usan típicamente son Familiaridad y Tiempo. Pueden usarse otros tipos de Índices Dinámicos, tales como el estado de congestión de un enlace o el tiempo atmosférico en el momento del evento. El Índice de Perfil es una agregación de índices de enlace para el enlace apropiado y cualquier índice dinámico.

35 El Índice de Familiaridad indica si el conductor estaba familiarizado o no con el enlace en el que ha ocurrido un Evento en el momento en el que ocurrió el Evento.

40 La invención usa los Eventos de Familiaridad de un conductor para mantener un registro de en qué enlaces y en qué días se ha observado el conductor. Si se ha observado que el conductor ha usado un enlace frecuente y recientemente (en comparación con el tiempo del Evento en cuestión) entonces se dice que el Evento ha ocurrido en un enlace Familiar. Si se ha observado que el conductor no ha usado un enlace frecuentemente, o no ha sido observado recientemente en el enlace, entonces se dice que el Evento ocurrió en un enlace No Familiar. El Índice de Familiaridad es un indicador booleano, que indica si un conductor ha sido observado o no regularmente en un enlace particular. Se representa, de manera conveniente, mediante un número, por ejemplo, en el que 1 significa que el conductor estaba familiarizado con el enlace en el momento del Evento, y 0 significa que no estaba

familiarizado con dicho enlace.

5 Los umbrales usados para determinar la familiaridad pueden ser ajustados para adaptarse al contexto en el que se usa. Típicamente, se considerará que un conductor está familiarizado con un enlace si ha sido observado en ese enlace en al menos 10 días diferentes en el año anterior al Evento, y al menos una vez en los 28 días anteriores. Si ha sido observado menos de 10 veces en el año anterior o fue observado por última vez más de 28 días antes del evento, se consideraría como no familiar.

El Índice de tiempo es un código numérico que indica la hora del día y el día de la semana en los que ha ocurrido un Evento.

10 Tal como se ha explicado anteriormente, puede ser deseable seleccionar algunos eventos para su uso en el análisis y excluir otro evento, en base a uno o más atributos de los eventos. En principio, esta selección puede ser realizada en cualquier punto en el procedimiento de análisis. Puede ser computacionalmente más eficiente si la selección de los eventos es realizada antes de la etapa de generación del índice de perfil, tal como se ha descrito anteriormente, de manera que no se genere un índice de perfil para un evento que no es usado en un análisis posterior. Sin embargo, en principio, es posible generar un índice de perfil para cada atributo y, posteriormente, seleccionar los eventos.

15 La asignación de códigos numéricos puede cambiarse para adaptarse a las diferentes necesidades de los clientes. A continuación se muestra un ejemplo. En este ejemplo, los códigos se usan para categorizar los períodos de máxima y mínima actividad entre semana, y también períodos durante el viernes y el sábado por la noche que se reconocen como momentos de mayor riesgo de accidentes.

Intervalo temporal	Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab
00:00-04:30	9	0	0	0	0	0	8
04:30-06:30	10	1	1	1	1	1	10
06:30-09:30	10	2	2	2	2	2	10
09:30-16:00	10	3	3	3	3	3	10
16:00-19:00	10	4	4	4	4	4	10
19:00-22:00	10	5	5	5	5	5	10
22:00-00:00	10	6	6	6	6	7	9

20 Cada evento seleccionado para el análisis es indexado entonces con su índice de perfil apropiado en la Etapa 2 de la Figura 9, para convertir aquellos eventos de entre los Eventos de conductor que se seleccionan para su posterior análisis en Eventos Indexados por Perfil.

25 Un "Evento Indexado por Perfil" tiene un tipo de evento y una métrica de evento asociados; sin embargo, en lugar de tener una hora/fecha y un ID de enlace asociados, tiene un índice de perfil asociado que identifica una o más características del evento, tales como el tipo de carretera y/o la categoría de carretera, las condiciones climáticas, etc. Es decir, en este punto se dispone de un conjunto de eventos en el que cada evento (o agregado de eventos) está asociado con un índice de perfil (en lugar de un ID de enlace y un código de tiempo específicos). Muchos eventos compartirán un índice de perfil común. Este hecho es importante, ya que permite comparar el comportamiento diario de los conductores que circulan por el mismo tipo de carreteras en condiciones similares, independientemente de la ubicación exacta por la que circulan.

A continuación, en la Etapa 3 de la Figura 9, todos los Eventos Indexados por Perfil con el mismo Índice de Perfil son agregados a un único Punto de Datos de Perfil. Un Punto de Datos de Perfil es una agregación de todos los Eventos Indexados por Perfil que comparten el mismo tipo de Evento e Índice de Perfil.

35 Para crear un Punto de Datos de Perfil a partir del conjunto de todos los Eventos Indexados por Perfil, los Eventos Indexados por Perfil son agrupados por tipo de Evento e Índice de Perfil. Para cada grupo de Eventos Indexados por Perfil que comparten el mismo tipo de Evento e Índice de Perfil se combinan sus Métricas de Evento para proporcionar un único conjunto de estadísticas que caracterizan las Métricas de Evento de todos los Eventos constituyentes.

5 Las Métricas de Evento de múltiples eventos similares pueden ser combinadas para proporcionar un conjunto de medidas estadísticas que caracterizan globalmente la distribución de Eventos. Hay muchas maneras en las que puede realizarse esto, y la mejor manera depende de la naturaleza de las Métricas de Evento, y del uso que se hará de las Métricas de Punto de Datos de Perfil. A continuación, se muestra un ejemplo que usa la media y la desviación estándar.

Ejemplo - Combinación de Puntos de Datos de Perfil

Partiendo de tres eventos de velocidad indexados por perfil con las características siguientes:

Tipo	Índices de Enlace	de Índice de Familiaridad	Índice de Tiempo	Velocidad (km/h)
Velocidad	123456	1	2	40
Velocidad	123456	1	2	45
Velocidad	123456	1	2	50

Estos eventos pueden ser combinados para proporcionar un único Punto de Datos de Perfil con las características siguientes:

Tipo	Índices de enlace	Índice de familiaridad	Código de tiempo	Recuento	Velocidad media (km/h)	Desv. Est. de la velocidad
Velocidad	123456	1	2	3	45	4,0825

10

Las Métricas de Evento para los eventos de Velocidad consisten únicamente en el valor de velocidad. Las Métricas del Punto de Datos de Perfil para los eventos combinados consisten en el recuento, la media y la desviación estándar de las Métricas de Evento constituyentes.

15 En este ejemplo, la media y la desviación estándar se calculan para un conjunto de Eventos Indexados por Perfil y son usadas como las Métricas del Punto de Datos de Perfil. Otras medidas estadísticas pueden ser calculadas y usadas como Métricas de Punto de Datos de Perfil, tales como máximos, mínimos, percentiles y asimetría.

20 A continuación, se genera el Perfil de Conductor a partir de los Puntos de Datos de Perfil para un conductor. El Perfil de Conductor es el conjunto completo de Puntos de Datos de Perfil generados para ese conductor, procesando todos los eventos del conductor. Los Eventos están agrupados y agregados, de manera que normalmente se esperaría un número significativamente menor de Puntos de Datos de Perfil en un Perfil de Conductor que los Eventos usados para crearlo.

El Perfil de Conductor puede ser almacenado como un archivo de texto simple o binario que contiene detalles del Punto de Datos de Perfil o, de manera similar, puede ser cargado en una base de datos para su análisis.

25 Un perfil de conductor es generado normalmente para un período de tiempo específico, por ejemplo, puede obtenerse un perfil de conductor mensual a partir de los eventos recogidos para un conductor particular en el transcurso de un mes.

Como un ejemplo, una sección de muestra de un perfil de conductor puede tener el siguiente aspecto:

Índice de perfil				Estadísticas		
Tipo de evento	Índice de evento	Índice de tiempo	Índice de familiaridad	Recuento	Media	Desviación estándar
Aceleración alta	513130	3	1	13	4,500	0,408
Aceleración baja	413131	4	1	5	3,325	0,250
Aceleración baja	313131	8	0	3	5,25	0,984
Velocidad	513130	3	1	80	50,2	7,424
Frenado alto	224341	2	0	1	3,2	0,000
Curva	311230	10	0	1	2,162	0,000

5 Se observa que, asociada con cada tipo de evento e índice de perfil, hay una estadística que consiste en un recuento, un valor medio de alguna métrica y la desviación estándar de la métrica. La métrica es la misma que la usada para el tipo de evento a partir del cual se ha derivado la entrada de perfil, por ejemplo, para eventos de velocidad se refiere a una velocidad en kilómetros por hora.

10 Debido a que pueden combinarse fácilmente los perfiles de esta forma, un perfil para un conductor puede ser actualizado cada vez que llega un nuevo dato. También puede ser comparado con otro perfil mirando las estadísticas en cada perfil asociado con el evento y el índice de perfil de interés. De esta manera, el perfil de un conductor puede ser comparado con un perfil anterior para ese conductor, para supervisar los resultados de la formación, o el perfil de un conductor puede ser comparado con un perfil para otro conductor.

15 Por ejemplo, pueden tomarse todos los eventos asociados con un conductor específico durante un mes natural y crear un perfil básico de un mes. Si se desea, pueden combinarse tres de estos perfiles mensuales para producir un perfil trimestral o doce para crear un perfil anual. A continuación, pueden generarse y compararse métricas de puntuación derivadas a partir de estos diversos perfiles para detectar, por ejemplo, si el comportamiento de un conductor ha cambiado notablemente con relación a su comportamiento hace unos meses, o si ha mejorado recientemente con relación a su comportamiento típico en el último año.

20 Otra posibilidad importante es que los perfiles para diferentes conductores pueden ser combinados, por ejemplo generando un único perfil que mide el comportamiento típico de un grupo de conductores expertos. De hecho, el hacerlo es fundamental para la manera en la que una realización de la invención genera métricas de puntuación de conductor.

Etapas para generar puntuaciones de conductor a partir de perfiles

25 Esta sección describe las etapas para generar una puntuación de conductor en base a un perfil (Etapas 6-9 de la Figura 1).

30 El "Perfil de Conductor" 24 contiene muchos cientos de mediciones "absolutas" diferentes del comportamiento del conductor bajo una gran diversidad de circunstancias diferentes. Aunque en principio es posible comparar los perfiles de conductor completos, la cantidad de datos en un perfil de conductor significa que, en la práctica, esto puede ser computacionalmente intensivo. En muchos casos, es deseable caracterizar el perfil de Conductor de alguna manera, o extraer cierta información desde el perfil de conductor completo, para facilitar la tarea de comparar perfiles de conductor. Esta sección describe un posible procedimiento y una posible configuración para extraer conclusiones particulares acerca del comportamiento del conductor y puntuarlas en base a la información contenida dentro de un Perfil de Conductor.

Descripción general del procedimiento de puntuación

35 Este procedimiento implica extraer desde el Perfil de Conductor, mediciones de eventos muy específicos, por ejemplo eventos de velocidad, de aceleración y de frenado, en función de una diversidad de contextos de carretera

diferentes. Las Métricas de Punto de Datos de Perfil específicas son seleccionadas y combinadas para generar el "Perfil de Análisis" 25 para un conductor individual. A continuación, este nuevo perfil que contiene mediciones inequívocas del comportamiento de un individuo puede ser comparado con un "Perfil de Referencia" y, a continuación, se extraen conclusiones en base a esta comparación y se almacenan en el "Perfil de Resultados" 28. Típicamente, el perfil de Referencia representa mediciones a partir de un conductor o un grupo de conductores ideales o preferibles.

Este procedimiento se divide en varias etapas;

1. Crear un Perfil de Análisis a partir del Perfil de Conductor para un conductor individual.
2. Comparar el Perfil de Análisis con un Perfil de Referencia y generar el Perfil de Resultados
3. Generar puntuaciones de conductor en base a la información en el Perfil de Resultados

Generar el Perfil de Análisis - Etapa 6 de la Figura 1

La primera etapa del procedimiento de puntuación es generar el Perfil de Análisis para un conductor individual. Este perfil debería contener medidas de conducción sin ambigüedades de manera que puedan extraerse comparaciones y conclusiones a partir de la información dentro del mismo. Para conseguir esto, sólo se toma determinada información a partir del Perfil de Conductor. La selección de los Puntos de Datos de Perfil relevantes es controlada por el Índice 26 de Análisis.

El Índice 26 de Análisis determina el subconjunto del Índice de Perfil que debería ser usado para realizar la puntuación. Si un Índice de Perfil de alta granularidad es convertido en un Índice de Análisis de menor granularidad, los datos se combinan y se calculan nuevas métricas. Por ejemplo, si el Índice de Perfil especifica 7 tipos de longitud de enlace de carretera diferentes (tal como en el ejemplo anterior), pero el Índice de Análisis sólo especifica 2 tipos de longitud de enlace (tal como en la tabla siguiente), entonces las Métricas del Punto de Datos de Perfil deben combinarse correctamente para conseguir la nueva granularidad.

La tabla siguiente muestra un ejemplo de una definición de índice de Análisis.

Nombre	Tipo 0	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Longitud de Carretera	Menos de 78 m	Más de 78 m		
Curvatura de Carretera	Recta	Carretera con curvas		
Tipo de Cruce	Ceda el paso	Carretera		
Tipo de Carretera	Nacional/Carretera principal	Principal/Carretera A	Secundaria/Carretera B	Carretera local
Configuración de Carreteras	Rural	Suburbana	Urbana	
Familiaridad	No familiar	Familiar		
Hora del día	Fuera de horas punta	Horas punta		

Todos los tipos de eventos a partir del Perfil de Conductor son procesados según el Índice de Análisis. Estos eventos incluyen:

- Eventos de velocidad
- Eventos de frenado en curva
- Eventos de frenado a velocidades bajas
- Eventos de frenado a velocidades altas
- Eventos de aceleración desde una velocidad baja

- Eventos de aceleración desde una velocidad alta

La combinación del Índice de Análisis y los Eventos significa que hay disponibles mediciones específicas con relación a las interacciones entre el conductor y la red de carreteras subyacente y otras condiciones externas.

Comparar el Perfil de Análisis con el Perfil de Referencia y generar el perfil de resultados - Etapa 8 de la Figura 1

5 El Perfil 27 de Referencia es un perfil totalmente lleno (en términos de todas las combinaciones del Índice de Referencia que tienen datos) que puede ser comparado directamente con el Perfil de Análisis de un conductor individual.

10 En esta etapa, cada Punto de Datos de Análisis es comparado con el Punto de Datos de Referencia correspondiente y se genera un "estado" de resultado y se almacena en el Perfil de Resultados. El estado se refiere a diversos umbrales creados a partir de la Métrica de Punto de Datos de Referencia. Por ejemplo, la Figura 10 (a) muestra un ejemplo en el que se crean "bandas" inferior, dentro y superior en torno a la Métrica del Punto de Datos de Referencia de manera que el estado para esta comparación podría ser; inferior a la referencia, dentro de la referencia o superior a la referencia.

15 En este ejemplo, el cálculo del estado de una comparación usa sólo tres tipos de estado pero en otras realizaciones este procedimiento de puntuación puede soportar múltiples puntos de umbral permitiendo más de tres tipos de estado.

20 La Figura 10 (b) muestra un ejemplo que soporta múltiples puntos de umbral que permiten más de tres tipos de estado. En el ejemplo mostrado en la Figura 10 (b), se usan múltiples Perfiles de Referencia para definir los umbrales de Referencia, proporcionando de esta manera una comparación más sofisticada con el Perfil de Análisis. En este ejemplo, se muestran cuatro tipos de estado, creados mediante la aplicación de tres umbrales generados mediante la combinación de los Puntos de Datos de Perfil de Referencia a partir de un Perfil de Referencia de Conductor Avanzado (el ideal) y un Perfil de Referencia generado usando datos de todos los conductores de todos los niveles (Perfil de Grupo).

25 Los umbrales t1, t2 y t3 pueden ser creados, por ejemplo, usando la media e intervalos de confianza o multiplicadores porcentuales de los Puntos de Datos de Perfil de Referencia a partir de los diversos Perfiles de Referencia de la manera siguiente:

$$t1 = \text{media ideal} - (\text{desv. est. ideal} * 2,33)$$

$$t2 = \text{media ideal} + (\text{desv. est. ideal} * 1,28)$$

$$t3 = \text{media de grupo} + (\text{desv. est. de grupo} * 1,28)$$

30 En este ejemplo, los cuatro tipos de estado son; inferior a ideal, dentro del ideal, dentro del grupo y superior al grupo.

Cuando se utilizan cuatro tipos de estado, puede hacerse que los Resultados de Distribución de Estado reflejen una mayor puntuación para los resultados en el estado "Dentro del Ideal" con relación al estado "Dentro de Grupo".

35 Tal como se muestra en el diagrama, los umbrales de referencia superior e inferior se calculan a partir de la Métrica del Punto de Datos de Perfil de Referencia. Un posible procedimiento de cálculo es usar intervalos de confianza o multiplicadores porcentuales. En este ejemplo, los umbrales de referencia superior e inferior se calculan usando intervalos de confianza de la manera siguiente:

$$\text{Umbral de Referencia Superior} = \text{Valor medio de la Métrica del Punto de Datos de Referencia} + (0,5 \times \text{desv. est. de la Métrica del Punto de Datos de Referencia})$$

40
$$\text{Umbral de Referencia Inferior} = \text{Valor medio de la Métrica del Punto de Datos de Referencia} - (0,5 \times \text{desv. est. de la Métrica del Punto de Datos de Referencia})$$

45 Si no hay datos suficientes o no hay datos en el Punto de Datos de Análisis, entonces no puede realizarse ninguna comparación y el resultado se establece a "sin datos". De manera alternativa, puede emplearse un esquema de emergencia o respaldo para utilizar datos de otras áreas del Perfil de Análisis o los Perfiles de Conductor para permitir una comparación (esta es una característica opcional de la invención).

El Perfil de Resultados resultante contiene múltiples comparaciones de tipo de evento según el Índice de Resultados (que es idéntico al Índice de Análisis).

Generar puntuaciones de conductor - Etapa 9 de la Figura 1

A continuación, un subconjunto de información a partir del Perfil de Resultados es seleccionado y asociado con una serie de "Ensayos de Comportamiento de Conducción". Estos ensayos están actualmente definidos como:

- 5 • "Sp" - Velocidades en secciones rectas largas de una carretera sin atascos (proporciona una preferencia de velocidad).
- "Bc" - Fuerzas de frenado en curvas y giros (proporciona una indicación de lo bien que un conductor planea su velocidad/frenado cuando se aproxima a curvas)
- "Bj" - Frenado a una velocidad baja para cruces (proporciona una medida de la agresividad y la planificación)
- 10 • "Br" - Frenado a una velocidad alta en carreteras rectas abiertas (proporciona una medida de la manera en la que el conductor interactúa con el tráfico)
- "Aj" - Aceleración desde una velocidad baja al alejarse de cruces (proporciona una medida de la agresividad)
- 15 • "Ar" - Aceleración desde una velocidad alta en carreteras rectas largas abiertas (proporciona una medida de la agresividad y los adelantamientos)

Cada uno de los ensayos anteriores representa un tipo importante de maniobra de conducción que, cuando es evaluado contra el contexto del área circundante, proporciona una buena indicación de las preferencias y la personalidad del conductor.

20 Cabe señalar que el procedimiento de puntuación de conductor no está limitado a estos ensayos específicos. Pueden usarse también otros ensayos, como o en lugar de los ensayos enumerados, y pueden añadirse otros ensayos con el tiempo y pueden usarse para mejorar los resultados de puntuación.

25 La tabla siguiente muestra la lista de ensayos específicos de Comportamiento de Conductor y los tipos de eventos relevantes asociados y los tipos de Índices de Resultados. Estos ensayos se calculan para cada Tipo de Carretera y Configuración de Carreteras (4 tipos y 3 tipos respectivamente en este ejemplo, proporcionando 12 conjuntos de resultados), o al menos para todas las combinaciones de Tipo de carretera y de configuración de carreteras para las que hay datos significativos disponibles, para obtener una imagen completa del comportamiento del conductor en todos los tipos de carreteras y configuraciones. Opcionalmente, todo el conjunto de ensayos puede ser realizado por separado para carreteras familiares y carreteras no familiares seleccionando los datos según el Tipo de Familiaridad en el Índice de Resultados.

Nombre del ensayo de Comportamiento de Conductor	Evento requerido	Longitud de Carretera	Curvatura de Carretera	Tipo de Cruce	Hora del Día
"Sp" –Preferencia de velocidad	Velocidad	1	0	1	1
"Bc" – Frenado en giros y curvas	Frenado al tomar una curva	Todos los tipos	1	1	Todos los tipos
"Bj" – Frenado en cruces	Frenado a velocidad baja	Todos los tipos	0	0	Todos los tipos
"Br" – Frenado en carreteras abiertas	Frenado a velocidad alta	1	0	1	Todos los tipos
"Aj" - Aceleración desde cruces	Aceleración desde velocidad baja	Todos los tipos	0	0	1
"Ar" - Aceleración en carreteras abiertas	Aceleración desde velocidad alta	1	0	1	Todos los tipos

Nota: La longitud de Carretera, la Curvatura de Carretera, el Tipo de Cruce y la Hora del Día son "tipos" dentro del Índice de Resultados. Pueden incluirse tipos de índice adicionales en este procedimiento de puntuación según sea necesario.

5 La Figura 11 muestra un ejemplo de los resultados que puede proporcionar la invención. Todo el conjunto de Ensayos de Comportamiento del Conductor, tal como se muestra en la Figura 11, se conoce como "Matriz de Ensayos de Comportamiento de Conductor", ya que contiene toda la información relevante para el conductor. En este ejemplo, se proporcionan resultados para cuatro tipos de carreteras diferentes (en este ejemplo "nacional", "principal", "secundaria" y "local" y tres configuraciones de carreteras diferentes (en este ejemplo "urbana", "suburbana" y "rural"), pero la invención no está limitada a este formato particular. Se muestran los estados de los resultados de los ensayos para cada ensayo (de esta manera, para seis ensayos en este ejemplo), para cada combinación de tipo de carretera y configuración de carreteras. El Diagrama de Matriz de Comportamiento de Conductor puede mostrar, en principio, los resultados absolutos para el conductor, pero más preferiblemente puede mostrar los resultados para el conductor con relación a una referencia. Los resultados pueden ser presentados usando un código de colores (por ejemplo, el color verde indica "inferior a ideal", el color azul indica "dentro del ideal", el color rojo indica "superior a ideal", el color gris indica "datos insuficientes"), de manera que el comportamiento del conductor pueda evaluarse rápidamente.

15 Cabe señalar que en la Figura 11 se indican la distancia recorrida y el porcentaje de la distancia total que el conductor ha conducido en cada una de las categorías tipo de carretera y configuración de carreteras. La invención puede realizar este cálculo de manera continua y el valor calculado puede ser usado por el sistema de puntuación (tal como se describe a continuación).

20 A continuación, los resultados de los Ensayos de Comportamiento de Conductor, tal como se ha descrito anteriormente, son analizados adicionalmente para generar puntuaciones de conductor.

Conversión de la Matriz de Ensayos de Comportamiento de Conductor en Puntuaciones de Conductor

25 La etapa siguiente consiste en crear un conjunto de valores que indican la cantidad de entre todo el conjunto de resultados que están en cualquier estado particular. Los resultados deben ser ponderados también en función de la distancia total recorrida dentro de la combinación tipo de carretera/configuración de carreteras. Los cálculos resultantes proporcionarán los "Resultados de Distribución de Estado" siguientes:

- % de Sp en el estado "por encima de la referencia" (color rojo en el diagrama ejemplar)
- % de Sp en el estado "dentro de la referencia" (color azul en el diagrama ejemplar)
- 30 • % de Sp en el estado "por encima de referencia" (color verde en el diagrama ejemplar)
- % de Bc en el estado "por encima de la referencia"
- % de Bc en el estado "dentro de la referencia"
- % de Bc en el estado "por encima de la referencia"
- % de Aj en el estado "por encima de la referencia"
- 35 • % de Aj en el estado "dentro de la referencia"
- % de Aj en el estado "por encima de la referencia"
- % de Ar en el estado "por encima de la referencia"
- % de Ar en el estado "dentro de la referencia"
- % de Ar en el estado "por encima de la referencia"
- 40 • % de Bj en el estado "por encima de la referencia"
- % de Bj en el estado "dentro de la referencia"
- % de Bj en el estado "por encima de la referencia"
- % de Br en el estado "por encima de la referencia"
- % de Br en el estado "dentro de la referencia"

- % de Br en el estado "por encima de la referencia"

Estos valores porcentuales representan el porcentaje de la Matriz de Ensayos de Comportamiento de Conductor en cada uno de los tipos de estado particular (rojo, azul o verde). Por ejemplo, si toda la Matriz de Comportamiento de Conductor se encuentra en el estado "dentro de la referencia", entonces todas las líneas anteriores que muestran "% de XX en el estado dentro de la referencia" serán el 100% (donde "XX" representa cada tipo de Evento en la lista).

Generar puntuaciones de personalidad a partir de los valores "Distribución de Estados"

La invención proporciona puntuaciones de conductor según ciertas características relacionadas con el comportamiento del conductor. Por ejemplo, en una realización, la invención puede generar las siguientes Puntuaciones de Conductor en las características siguientes:

- Agresividad - el nivel de agresividad de un conductor
- Anticipación - la anticipación que muestra un conductor al conducir
- Suavidad - la suavidad de su conducción (la experiencia del pasajero)
- Ritmo – el ritmo en tráfico que consigue un conductor en comparación con el resto
- Puntuación de Conductor Experto - lo cerca que está un conductor del ideal, en todos los aspectos

Se usa una Matriz de Ponderación de Puntuación (tal como se muestra a continuación) para calcular los factores de puntuaciones de personalidad según la ponderación/mapeo a partir de las puntuaciones porcentuales de la "Distribución de Estados".

Matriz de Ponderación de Puntuación

Puntuaciones de conductor:	Agresividad	Anticipación	Ritmo	Suavidad	Conductor experto
D.M. Valor a partir de la Etapa 4					
Sp (dentro)			100%		10%
Sp (superior)	40%				
Sp (inferior)			(10%)		
Aj (dentro)				25%	15%
Aj (superior)	15%				
Aj (inferior)				(25%)	
Bj (dentro)		20%		25%	15%
Bj (superior)	15%				
Bj (inferior)		(20%)		(25%)	(10%)
Ar (dentro)				25%	15%
Ar (superior)	15%				
Ar (inferior)				(25%)	
Br (dentro)		20%		25%	20%
Br (superior)	15%				
Br (inferior)		(20%)		(25%)	(20%)
Bc (dentro)		60%			25%

Puntuaciones de conductor:	Agresividad	Anticipación	Ritmo	Suavidad	Conductor experto
Bc (superior)					
Bc (inferior)		(60%)			(20%)
MAX TOTAL en cada categoría Métrica de Conductor Clave	100%	100%	100%	100%	100%

(Nota: "dentro", "inferior" y "superior" se refieren a los valores generados por la comparación con la referencia tal como se muestra en la Figura 10(a); pueden requerirse tipos de estado adicionales en un caso en el que se usan múltiples referencias, tal como se muestra en la Figura 10 (b))

- 5 Las cifras entre paréntesis muestran las zonas en las que los valores fuera del "ideal" todavía pueden contribuir a la puntuación global.

Para usar esta tabla, los valores generados son introducidos en la columna de la izquierda y, a continuación (para la puntuación de conductor deseada) los coeficientes de ponderación porcentuales en la columna son usados para calcular la puntuación porcentual global.

- 10 La ventaja de este procedimiento es incluso más evidente cuando se usan más de tres tipos de estado, ya que es posible clasificar los resultados con un nivel de granularidad más fino.

La Figura 12 muestra un ejemplo de cómo pueden mostrarse los resultados.

- 15 El dial central muestra la Puntuación de Conductor Experto, por ejemplo, como un porcentaje. La pantalla muestra también las puntuaciones del conductor para ciertas características tales como, por ejemplo, "Ritmo", "Anticipación", "Agresividad" y "Suavidad".

- 20 La Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato 10 programable según la presente invención. El aparato comprende un procesador 11 de datos programable con una memoria 12 de programa, por ejemplo en la forma de una memoria de sólo lectura (Read Only Memory, ROM), que almacena un programa para controlar el procesador 11 de datos para que lleve a cabo cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente, por ejemplo generar el mapa orientado al comportamiento, generar un perfil de conductor, o puntuar y analizar un perfil de conductor. El aparato comprende además una memoria 13 de lectura/escritura no volátil para almacenar, por ejemplo, cualquier dato que deba ser retenido en ausencia de suministro de energía. Una memoria de "trabajo" o temporal para el procesador de datos es proporcionada por una memoria 14 de acceso aleatorio (Random Access Memory, RAM). Hay provista una interfaz 15 de entrada, por ejemplo, para recibir órdenes y datos. Hay provista una interfaz 16 de salida, por ejemplo, para visualizar información relacionada con el progreso y el resultado del procedimiento. Los datos a procesar pueden ser suministrados a través de la interfaz 15 de entrada o, de manera alternativa, pueden ser recuperados desde un almacenamiento 17 de datos legible por máquina. De esta manera, cuando se genera el mapa orientado al comportamiento, se introduciría un mapa de carreteras digital a través de la interfaz 15 de entrada, y el mapa orientado al comportamiento resultante podría ser emitido a través de la interfaz 16 de salida. Cuando se genera un perfil de conductor, los datos de posición y opcionalmente otros datos podrían ser introducidos a través de la interfaz 15 de entrada o podrían ser recuperados desde la memoria 17 de datos, y el perfil de conductor resultante podría ser emitido a través de la interfaz 16 de salida; de manera alternativa, el perfil de conductor resultante puede ser sometido a un procesamiento adicional en el que las puntuaciones del conductor son emitidas a través de la interfaz 16 de salida.

- 35 El programa para hacer funcionar el sistema y para llevar a cabo cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente en la presente memoria está almacenado en la memoria 12 de programa, que puede materializarse como una memoria de semiconductora, por ejemplo del tipo ROM bien conocido. Sin embargo, el programa puede ser almacenado en cualquier otro medio de almacenamiento adecuado, tal como un soporte 12a de datos magnético, tal como un "disquete", un CD-ROM o un DVD-ROM 12b.

40 Glosario

Enlace

Un segmento de la red de carreteras transitable usado por vehículos de motor, identificado de manera única mediante un ID de enlace.

Evento

Una acción o maniobra discreta del conductor. Cada evento tiene un tipo (por ejemplo, velocidad, aceleración, frenado), un ID de enlace del mapa donde ocurrió el evento, la hora a la que ocurrió el evento y un conjunto de Métricas de Evento.

5 *Métrica de Evento*

Una o más mediciones que caracterizan a un Evento. La métrica depende del tipo de evento y puede incluir, por ejemplo, la velocidad instantánea, la aceleración máxima, la duración del evento, etc.

Índices de Enlace

10 Un conjunto de atributos orientados al comportamiento asociados con un enlace de carretera, que son normalmente independientes de la hora y del conductor.

Índices Dinámicos

Un conjunto de índices que pueden cambiar con el tiempo y/o el conductor. Estos pueden incluir, por ejemplo, la fecha y la hora del día, si el conductor está familiarizado o no con el enlace de carretera y el nivel de congestión de una carretera.

15 *Índice de Perfil*

Una combinación de Índices de Enlace para un enlace e Índices Dinámicos basados en la hora/fecha, el conductor y la ubicación de un evento.

Evento Indexado por Perfil

20 Un Evento específico con un Índice de Perfil correspondiente, determinado a partir del conductor y el ID de Enlace y la hora a la que ocurrió el evento.

Punto de Datos de Perfil

Una agregación de uno o más Eventos Indexados por Perfil, agrupados por Índice de Perfil. Cada Punto de Datos de Perfil tiene un tipo, un Índice de Perfil y Métricas de Punto de Datos de Perfil.

Métricas de Punto de Datos de Perfil

25 Una agregación de las Métricas de Evento desde todos los Eventos que conforman un Punto de Datos de Perfil. Las Métricas de Punto de Datos de Perfil son frecuentemente medidas estadísticas de la distribución de las Métricas de Evento, tales como la media y la varianza, pero podrían ser otras medidas, tales como los valores máximos o percentiles.

Perfil de Conductor

30 Un conjunto de Puntos de Datos de Perfil que contiene todos los Puntos de Datos de Perfil generados por un conductor.

Índice de análisis

Un subconjunto de Índices de Perfil seleccionados para identificar los comportamientos de conducción específicos. Pueden agruparse múltiples índices de Perfil para crear un único Índice de Análisis.

35 *Punto de Datos de Análisis*

Una agregación de uno o más Puntos de Datos de Perfil, agrupados por Índice de Análisis. Cada Punto de Datos de Análisis tiene un tipo, un Índice de Análisis y Métricas de Punto de Datos de Análisis. Los Puntos de Datos de Análisis y sus Métricas son medidas agregadas de las Métricas de Evento más valiosas para los propósitos de puntuar el comportamiento del conductor.

40 *Métricas de Punto de Datos de Análisis*

Una agregación de las Métricas de Punto de Datos de Perfil a partir de todos los Puntos de Datos de Perfil que conforman un Punto de Datos de Análisis.

Perfil de Análisis

Un conjunto de Puntos de Datos de Análisis que contiene todos los Puntos de Datos de Análisis generados por un conductor.

Punto de Datos de Referencia

5 Un Punto de Datos de Análisis para un conductor de referencia. Se usa cuando se genera el Estado de Comparación de Umbral durante el procedimiento de puntuación. Las referencias pueden basarse en valores absolutos o pueden ser generadas mediante programación a partir de los Eventos de un conjunto de conductores de referencia reales.

Métricas de Punto de Datos de Referencia

Las Métricas de Punto de Datos de Análisis para un Punto de Datos de Referencia.

10 *Umbrales de Referencia*

Un conjunto de valores límite para las Métricas de Punto de Datos de Referencia de un Punto de Datos de Referencia. Estos son típicamente valores de umbral superior e inferior, pero pueden incluir también múltiples niveles por encima y/o por debajo de los valores de las Métricas de Punto de Datos de Referencia.

Perfil de referencia

15 Un conjunto de Puntos de Datos de Referencia y sus Métricas y Umbrales asociados que representan un conductor sintético para los propósitos de puntuación comparativa.

Estado de Comparación de Umbral

20 El resultado de la comparación de un Punto de Datos de Análisis de un conductor con el Umbral de Referencia correspondiente. Se genera cuando se calcula una puntuación de conductor. Los valores dependen de la Referencia y los valores de Estados de Comparación de Umbral típicos pueden incluir "superior", "dentro" e "inferior".

Índice de Perfil de Resultados

Un Índice de Análisis usado para indexar los Estados de Comparación de Umbral en un Perfil de Resultados

Punto de Datos de Perfil de Resultados

25 El resultado de la comparación de un Punto de Datos de Análisis con un Punto de Datos de Referencia usando sus Umbrales de Referencia. Contiene un Índice de Perfil de Resultados, un Tipo de Evento y un Estado de Comparación de Umbral.

Perfil de Resultados

Un conjunto de todos los Puntos de Datos de Perfil de Resultados para un conductor.

30 *Ensayos de Comportamiento de Conductor*

Un conjunto de maniobras de conducción específicas y condiciones asociadas que representan áreas clave usadas en el procedimiento de puntuación.

Matriz de Ensayos de Comportamiento de Conductor

35 Todo el conjunto de Ensayos de Comportamiento de Conductor en todos los tipos de carretera y configuraciones de carreteras.

Resultados de Distribución de Estados

Los valores calculados a partir de la Matriz de Ensayos de Comportamiento de Conductor que proporcionan un análisis del porcentaje del número de ensayos en toda la matriz en cualquier estado particular y ponderados por la distancia recorrida en cualquier "celda" tipo de carretera particular y configuración de carreteras en la matriz

40 *Puntuaciones de Conductor*

Una puntuación numérica que proporciona una medida de un rasgo de la personalidad u otra conclusión generada por la invención.

Matriz de Ponderación de Puntuación

Esta mapea la relación entre los Resultados de Distribución de Estados y las Puntuaciones de Conductor deseadas

Tipo de Carretera:

- 5 Un atributo de un enlace de carretera que describe su importancia para el tráfico; un valor de entre nacional, principal, secundaria o local

Configuración de Carreteras:

Un atributo de un enlace de carretera que describe lo metropolitana que es su zona circundante; un valor de entre urbana, suburbana o rural

Clasificación de Carretera:

- 10 Una combinación única de Tipo de Carretera y Configuración de Carreteras, por ejemplo, nacional rural o urbana secundaria

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento implementado por ordenador para elaborar un perfil de un conductor, que comprende:
 - 5 identificar (3) eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo, en el que los eventos incluyen eventos de aceleración y/o eventos de frenado caracterizados por la velocidad a la que se estaba desplazando el vehículo cuando ocurrió el evento respectivo;
 - seleccionar uno o más de los eventos en base a un índice de perfil asociado con un evento respectivo y a al menos un atributo derivado a partir del evento respectivo, en el que el índice de perfil está relacionado con al menos con un enlace en el que el vehículo se estaba desplazando en un punto durante el evento respectivo;
 - determinar (4) un perfil (24) de conductor a partir de los eventos seleccionados; y
 - 10 caracterizar (9) el comportamiento de conducción del conductor en base al perfil de conductor.
2. Procedimiento según reivindicación 1, en el que el atributo derivado a partir de un evento respectivo incluye al menos uno de entre: una hora inicial del evento; una hora final del evento; una duración del evento; una ubicación inicial del evento; una ubicación final del evento; una ubicación intermedia del evento; una velocidad inicial; una velocidad final; o una tasa de aceleración o de frenado máxima.
- 15 3. Procedimiento según reivindicación 1, en el que el índice de perfil es derivado a partir de uno o más índices (22) de enlace relacionados con la característica o las características del enlace que influyen en el comportamiento de un conductor de un vehículo que se desplaza a lo largo de ese enlace.
4. Procedimiento según reivindicación 3, en el que el índice de perfil es derivado además a partir de uno o más índices que son dependientes del tiempo y/o dependientes del conductor.
- 20 5. Procedimiento según reivindicación 1, 2, 3 o 4, en el que los eventos comprenden además uno o más eventos seleccionados de entre el grupo que consiste en: eventos de velocidad, eventos en curva, eventos de familiaridad y eventos de distancia.
6. Procedimiento según reivindicación 3, 4 o 5, en el que los uno o más índices (22) de enlace incluyen al menos un índice que especifica una clasificación de carretera del enlace en el que ocurrió el evento y, opcionalmente, en el que la clasificación de carretera incluye al menos uno de entre tipo de carretera y configuración de carreteras.
- 25 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación (4) del perfil de conductor comprende agrupar los eventos tanto por tipo de evento como por índice de perfil.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende además derivar (6) un perfil (25) de análisis a partir del perfil de conductor, en el que el perfil de análisis tiene una granularidad menor que el perfil de conductor.
- 30 9. Procedimiento según reivindicación 8, en el que los puntos de datos en el perfil de conductor son clasificados, para al menos un índice de perfil, en función de una pluralidad de posibles valores para el índice del perfil, y en el que la derivación del perfil de análisis comprende seleccionar puntos de datos correspondientes a un subconjunto de posibles valores del índice de perfil.
- 35 10. Procedimiento según reivindicación 8 o 9, en el que los puntos de datos en el perfil de conductor son clasificados, para al menos un índice de perfil, en función de una pluralidad de posibles valores para el índice de perfil, y en el que la derivación del perfil de análisis comprende combinar dos o más valores posibles del índice de perfil.
- 40 11. Procedimiento según reivindicación 8, 9 o 10, y que comprende además comparar (8) el perfil de análisis con un perfil (27) de referencia.
12. Procedimiento según reivindicación 11, en el que el perfil (27) de referencia es un perfil para uno o más conductores avanzados o en el que el perfil de referencia es un perfil para uno o más conductores de aproximadamente la misma edad y/o experiencia de conducción que el conductor.
- 45 13. Procedimiento según reivindicación 11, en el que el perfil (27) de referencia es un perfil obtenido mediante la combinación de al menos un primer perfil para un primer grupo de conductores y un segundo perfil para un segundo grupo de conductores.
14. Un dispositivo para elaborar un perfil de un conductor, en el que el dispositivo está adaptado para:

identificar (3) eventos en los datos que representan el movimiento de un vehículo, en el que los eventos incluyen eventos de aceleración y/o eventos de frenado caracterizados por la velocidad a la que se estaba desplazando el vehículo cuando ocurrió el evento respectivo;

5 seleccionar uno o más de los eventos en base a un índice de perfil asociado con un evento respectivo y a al menos un atributo derivado a partir del evento respectivo, en el que el índice del perfil está relacionado con al menos un enlace en el que el vehículo se estaba desplazando en un punto durante el evento respectivo;

determinar (4) un perfil (6) de conductor a partir de los eventos seleccionados; y

caracterizar (9) el comportamiento de conducción del conductor en base al perfil (6) de conductor.

10 15. Un medio (12, 12a, 12b) legible por ordenador que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, causan que el procesador realice un procedimiento según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

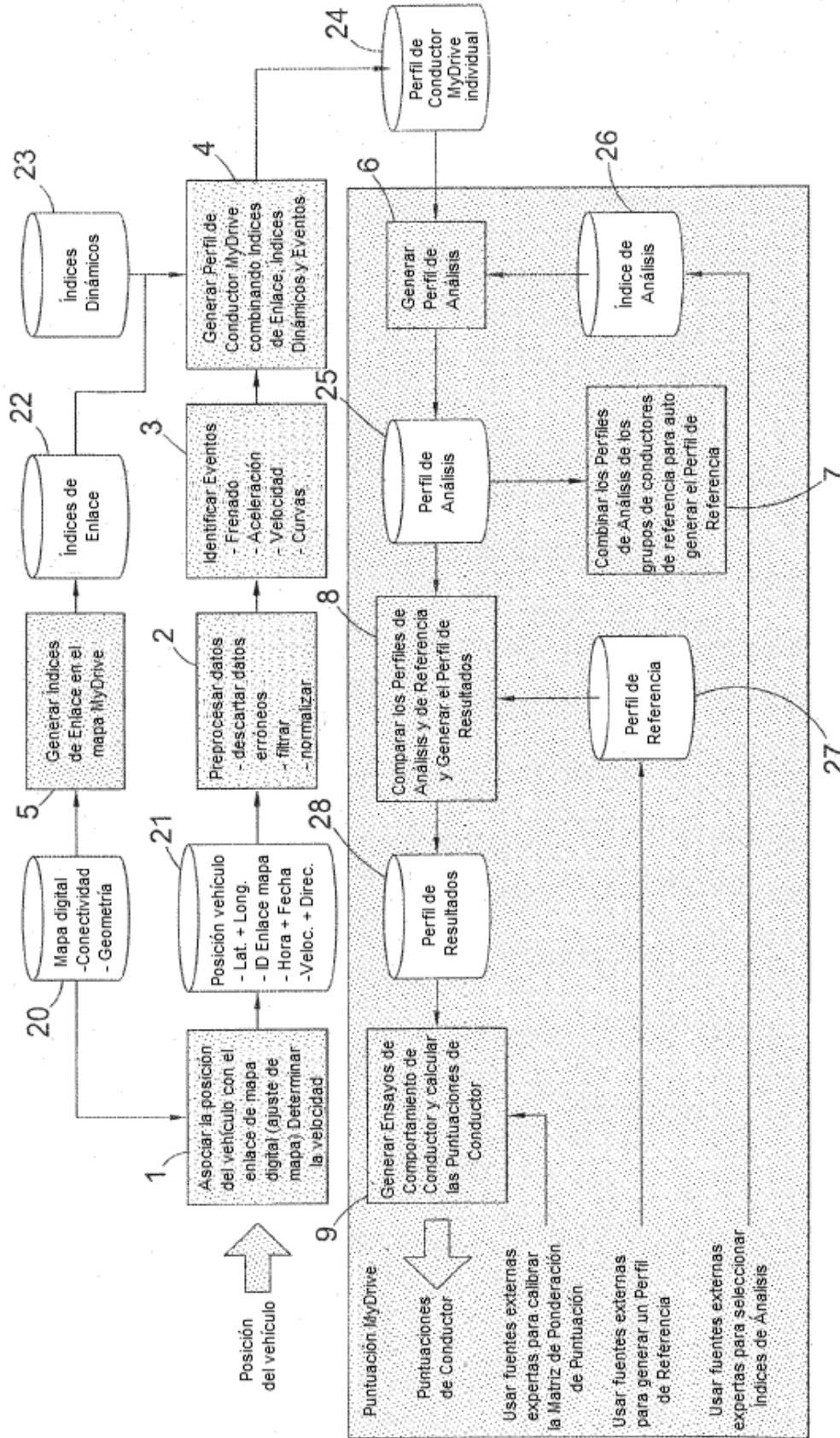


Fig. 1

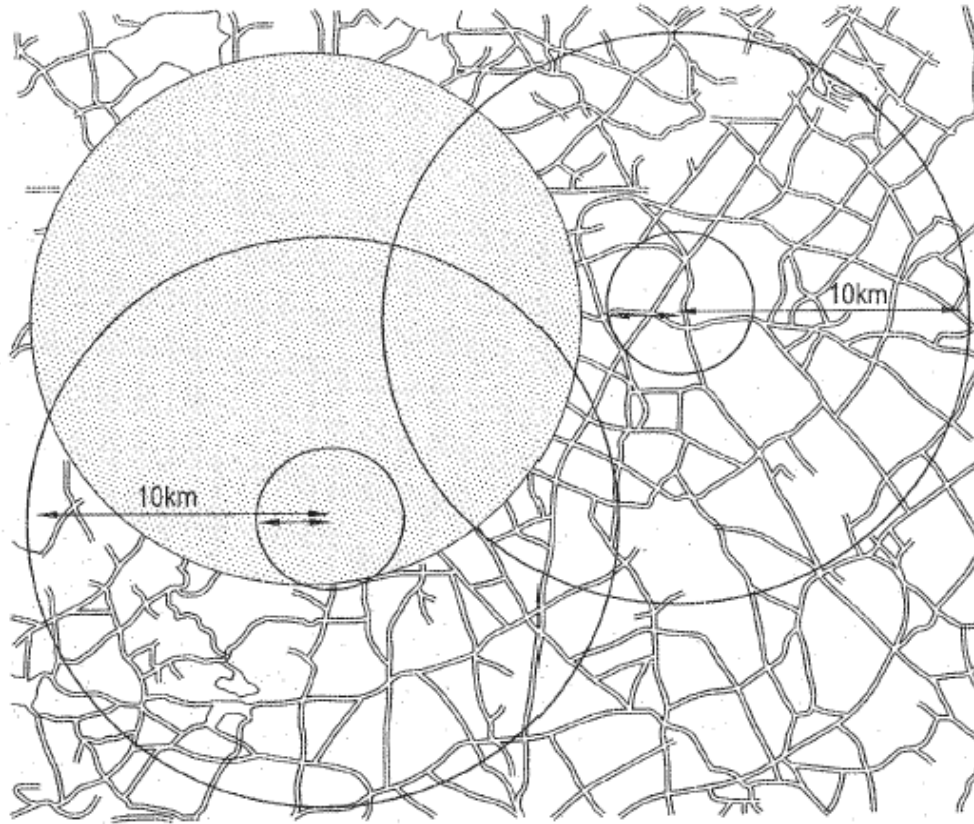


Fig. 2

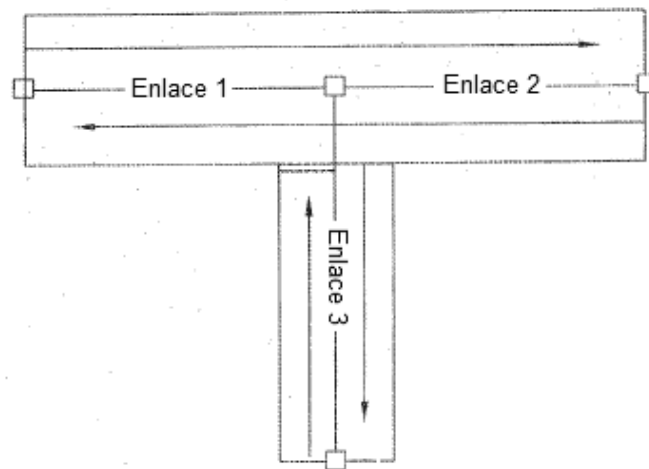


Fig. 3

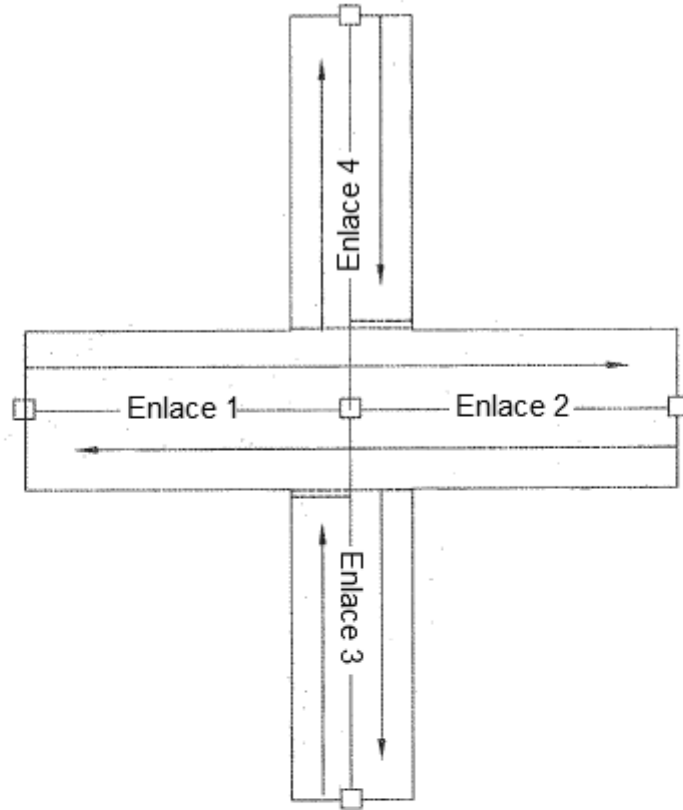


Fig. 4

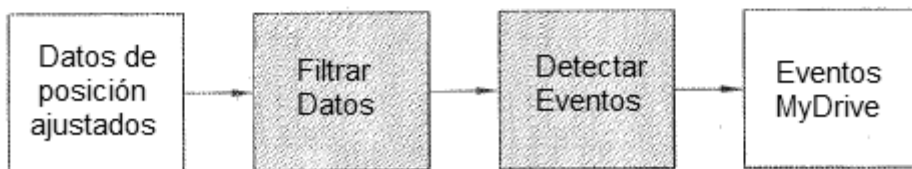


Fig. 5

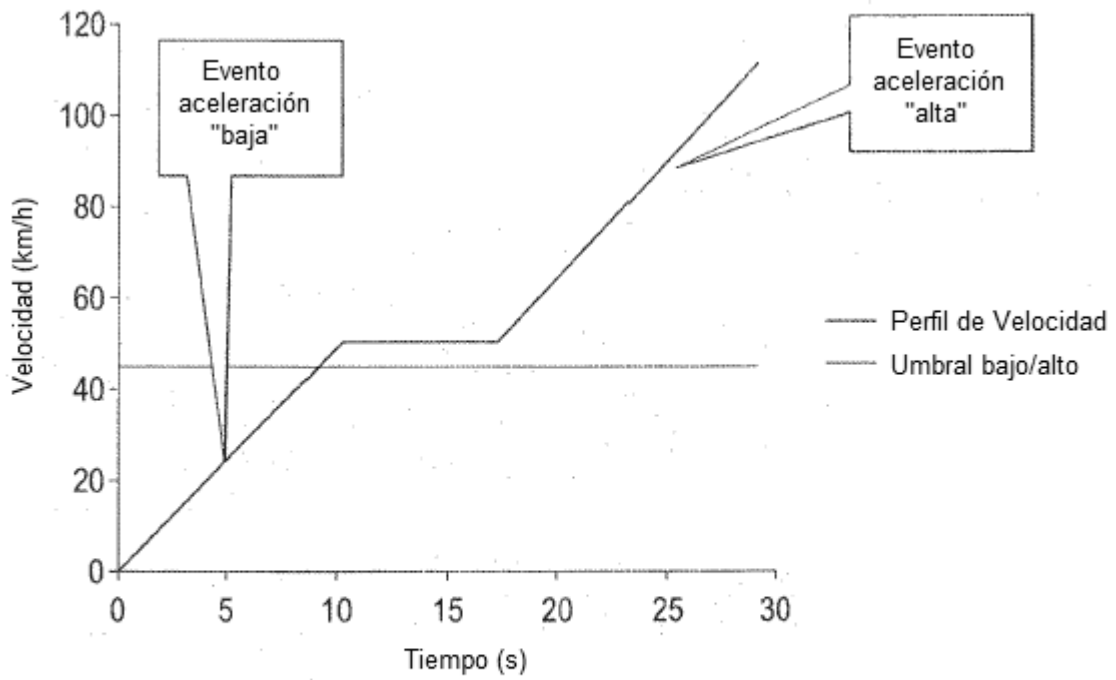


Fig. 6

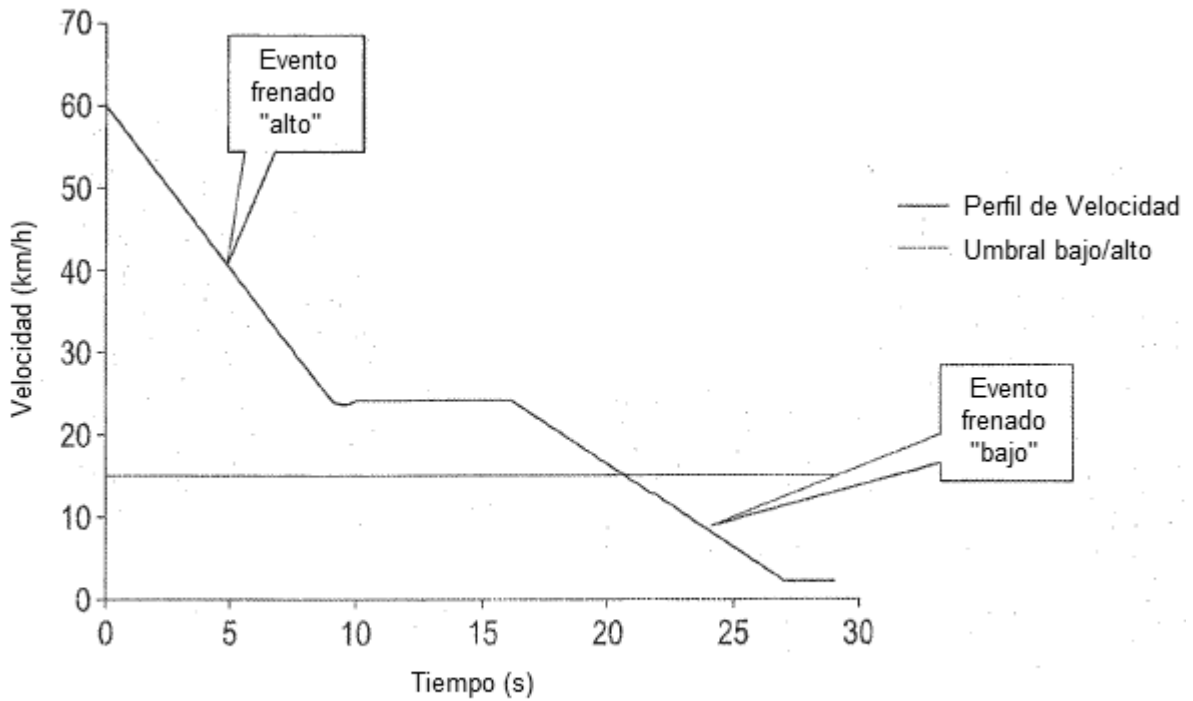


Fig. 7

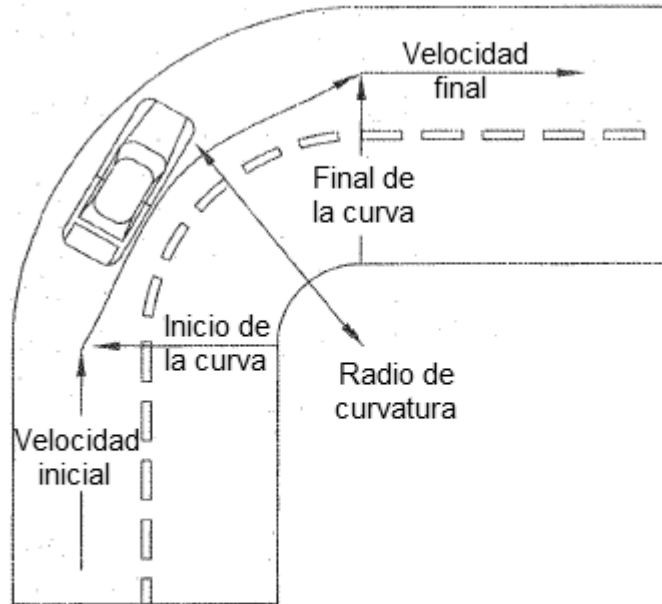


Fig. 8



Fig. 9

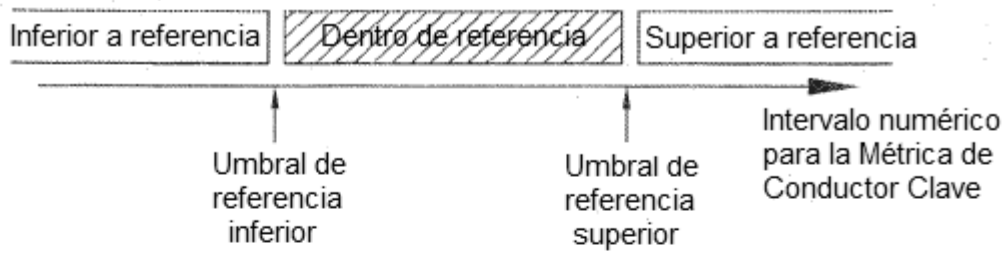


Fig. 10A

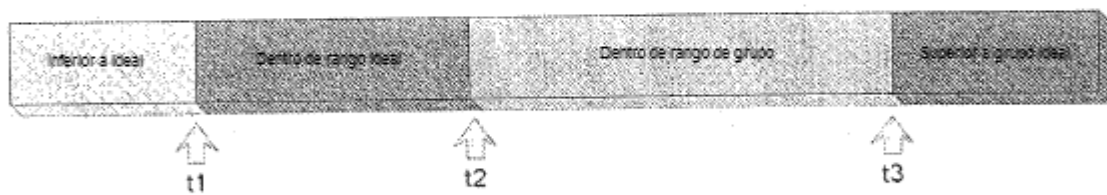


Fig. 10B

Tipos de carretera		Nacional	Principal	Secundaria	Local
Rural		4595km(25%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	1453km(9%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	230km(1%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	239km(1%) Sp Aj Bj Bc Ar Br
	Suburbana	4223km(26%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	1548km(10%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	143km(1%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	112km(1%) Sp Aj Bj Bc Ar Br
Urbana		880km(5%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	2306km(14%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	363km(2%) Sp Aj Bj Bc Ar Br	99km(1%) Sp Aj Bj Bc Ar Br

Fig. 11

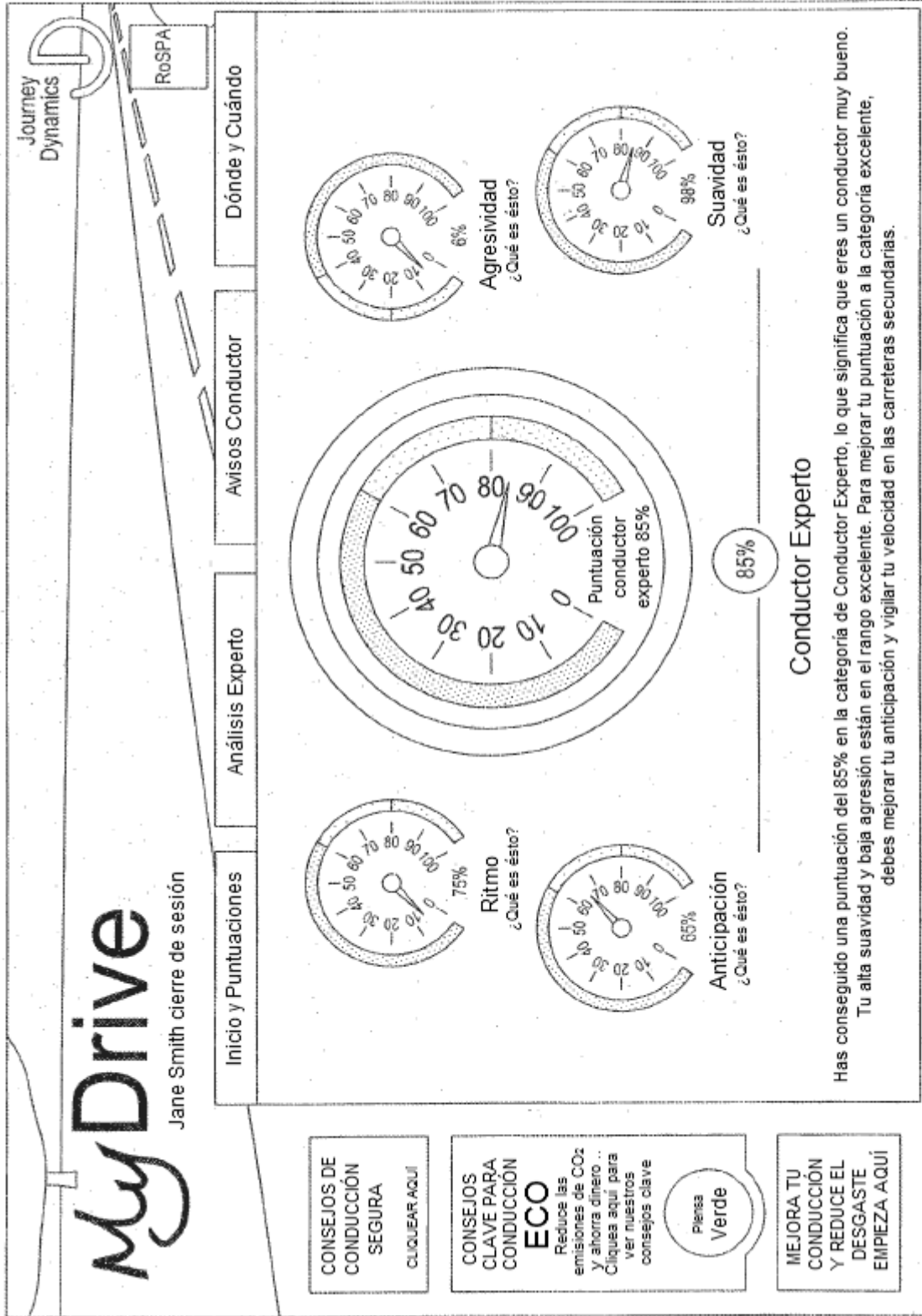


Fig. 12

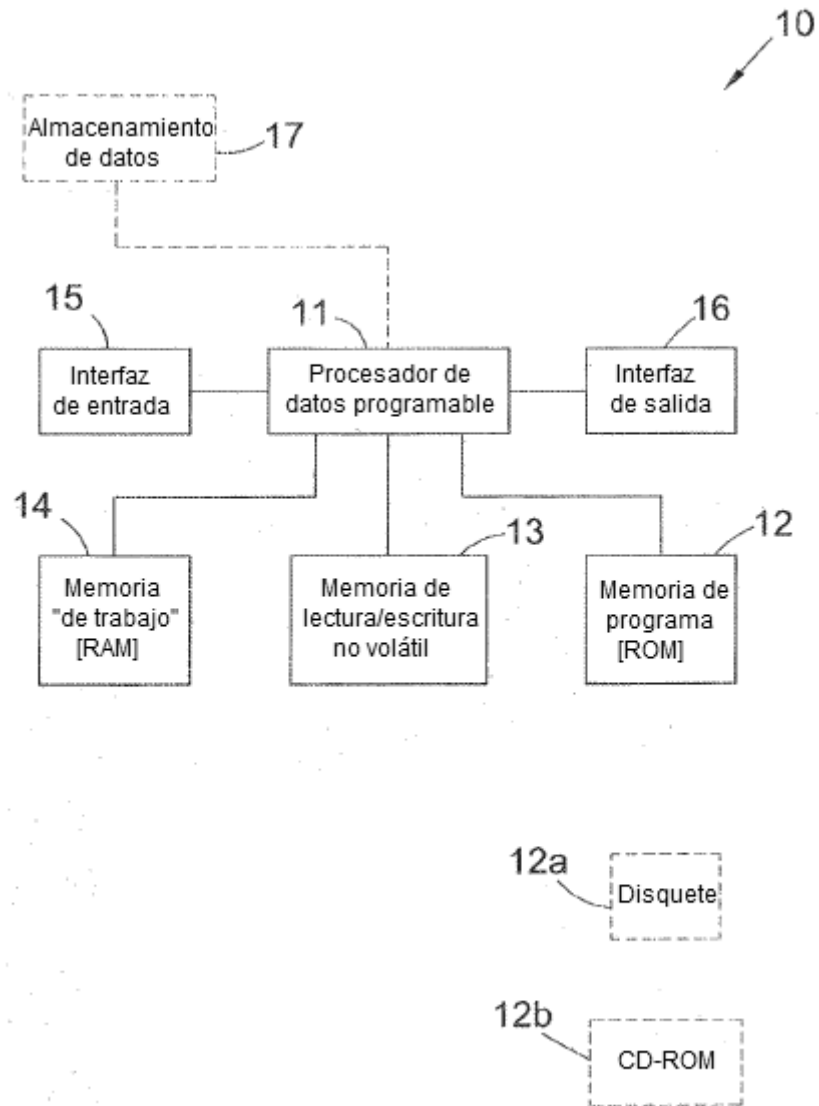


Fig. 13

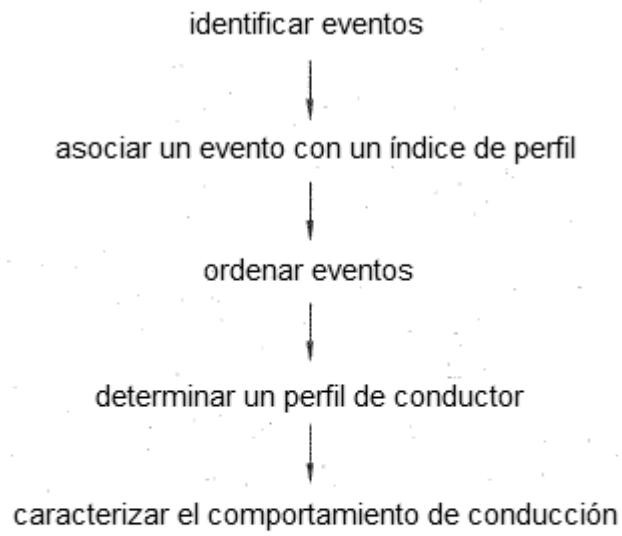


Fig. 14

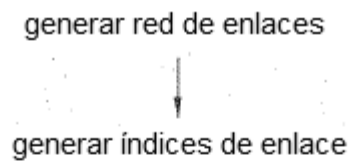


Fig. 15

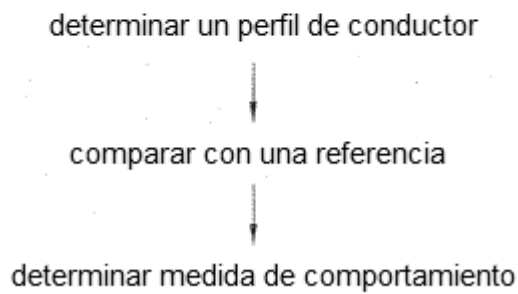


Fig. 16