

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 851**

51 Int. Cl.:

G06F 21/50 (2013.01)

B60W 50/14 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2017** **PCT/US2017/019403**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.09.2017** **WO17165074**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2017** **E 17711390 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2023** **EP 3433785**

54 Título: **Procedimientos y sistemas para utilizar información recogida de múltiples sensores para proteger un vehículo contra software malicioso y ataques**

30 Prioridad:

25.03.2016 US 201615081450

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

28.02.2024

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

GUPTA, RAJARSHI;
DAS, SAUMITRA MOHAN;
KRISHNAMURTHI, GOVINDARAJAN y
AHMADZADEH, SEYED ALI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 959 851 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

Procedimientos y sistemas para utilizar información recogida de múltiples sensores para proteger un vehículo contra software malicioso y ataques

5 Antecedentes de la invención

En los últimos años, las empresas de tecnología comenzaron a desarrollar e implementar tecnologías que ayudan a los conductores a evitar accidentes y permitir que un automóvil se conduzca solo. Los llamados "vehículos autónomos" incluyen sofisticados sistemas de sensores y procesamiento que controlan el vehículo en base a la información recogida de los sensores, procesadores y otros componentes electrónicos del automóvil, en combinación con información (por ejemplo, mapas, informes de tráfico, etc.) recibida de redes externas (por ejemplo, la "Nube"). A medida que las tecnologías de conducción autónoma y asistencia al conductor crezcan en popularidad y uso, también lo hará la importancia de proteger los vehículos de motor contra mal funcionamiento, software malicioso y ataques. Debido a estas tendencias emergentes, las soluciones nuevas y mejoradas que identifiquen, prevengan y respondan mejor a la información errónea, el software malicioso y los ataques cibernéticos a los vehículos modernos, como los vehículos autónomos y los automóviles sin conductor, serán beneficiosas para los consumidores. Desde ese punto de vista, los documentos US 2014/250531A1, y US 2015/271201A1 se consideran como la técnica previa relevante.

20 Sumario

Las diversas realizaciones incluyen procedimientos para analizar información de sensores para identificar un comportamiento anormal del vehículo, que incluyen monitorear a través de un procesador una pluralidad de sensores muy próximos al vehículo para recoger información de sensores, analizar la información de sensores recogida para generar un resultado de análisis, y usar el resultado del análisis generado para determinar si un comportamiento del vehículo es anormal. Algunas realizaciones pueden incluir generar un mensaje de comunicación en respuesta a determinar que el comportamiento del vehículo es anormal y enviar el mensaje de comunicación generado a una entidad externa.

En algunas realizaciones, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis puede incluir comparar la información del sensor recogida de un sensor de dispositivo móvil con la información del sensor recogida de un sensor de vehículo. En algunas realizaciones, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis puede incluir comparar la información del sensor recogida de dos o más de un sensor de vehículo estrechamente integrado, un sensor de vehículo poco integrado y un sensor que no es de vehículo. En algunas realizaciones, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis puede incluir comparar la información del sensor recogida de un primer tipo de sensor con la información del sensor recogida de un segundo tipo de sensor.

En algunas realizaciones, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis puede incluir generar un vector de comportamiento en base a la información del sensor recogida y aplicar el vector de comportamiento generado a un modelo clasificador de aprendizaje automático para generar el resultado del análisis.

En algunas realizaciones, el procesador puede ser un procesador de dispositivo móvil en un dispositivo móvil configurado para realizar operaciones que incluyen además determinar mediante el procesador del dispositivo móvil si el dispositivo móvil está dentro del vehículo y activar un sistema de monitoreo y análisis para recoger y analizar la información del sensor en respuesta a la determinación de que el dispositivo móvil está dentro del vehículo. En algunas realizaciones, el procesador puede ser un procesador de vehículo en el vehículo configurado para realizar operaciones que incluyen además determinar mediante el procesador del vehículo si un dispositivo móvil está dentro del vehículo, establecer un enlace de comunicación con el dispositivo móvil en respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo y recibir información del sensor del dispositivo móvil a través del enlace de comunicación.

Otras realizaciones incluyen un dispositivo informático que incluye un procesador configurado con instrucciones ejecutables por procesador para realizar operaciones de los procedimientos resumidos anteriormente. Otras realizaciones incluyen un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo instrucciones de software ejecutables por el procesador configuradas para hacer que el procesador de un dispositivo informático realice operaciones. Otras realizaciones incluyen un dispositivo informático que tiene medios para realizar funciones de los procedimientos resumidos anteriormente. La invención es como se define en las reivindicaciones adjuntas.

60 Breve descripción de las figuras

Las figuras adjuntas, que se incorporan en la presente memoria y constituyen parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones ejemplares de las reivindicaciones y, junto con la descripción general proporcionada anteriormente y la descripción detallada proporcionada a continuación, sirven para explicar las características de las reivindicaciones.

La Figura 1 es un diagrama de bloques del sistema de comunicación que ilustra los componentes de la red en un sistema basado en un vehículo de ejemplo que es adecuado para implementar las diversas realizaciones.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de componentes que ilustra los componentes lógicos de un sistema de control de vehículos adecuado para implementar las diversas realizaciones.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de un sistema de ejemplo en un chip que puede incluirse en un dispositivo informático de realización y configurarse para recoger y analizar información del sensor de acuerdo con diversas realizaciones.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra componentes lógicos de ejemplo y flujos de información en un dispositivo móvil configurado para usar técnicas de aprendizaje automático y basadas en el comportamiento para monitorear y analizar información del sensor de acuerdo con las diversas realizaciones.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un procedimiento de análisis de información de sensor para identificar un comportamiento anormal del vehículo de acuerdo con una realización.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un procedimiento de análisis de información de sensor para identificar un comportamiento anormal del vehículo de acuerdo con otra realización.

La Figura 7 es un diagrama de bloques de componentes de un dispositivo móvil adecuado para su uso en una realización.

Descripción detallada

Las diversas realizaciones se describirán en detalle con referencia a las figuras adjuntas. Donde quiera que sea posible, los mismos números de referencia se usarán a lo largo de todas las figuras para referirse a las mismas partes o a partes similares. Las referencias hechas a ejemplos e implementaciones particulares tienen fines ilustrativos y no pretenden limitar el ámbito de las reivindicaciones.

En resumen, las diversas realizaciones incluyen procedimientos, así como sistemas informáticos configurados para ejecutar los procedimientos, para monitorear y analizar información de sensores en un vehículo para identificar, prevenir, corregir o responder de otra manera eficientemente a diversas condiciones y comportamientos anormales en/del vehículo, como software malicioso, ataques cibernéticos, mal funcionamiento de sensores, mal funcionamiento del vehículo, ataques basados en vehículos (por ejemplo, ataques de odómetro, ataques de velocidad, ataques de engranajes, ataques de aceleración-freno, ataques de puertas, ataques de cableado, etc.) y fraude de operadores. Puede configurarse un sistema informático para monitorear un sensor dentro o cerca del vehículo para recoger la información del sensor, analizar la información recogida del sensor para generar un resultado del análisis y determinar si un comportamiento del vehículo es anormal en base al resultado del análisis generado. El sistema informático puede generar un mensaje de comunicación en respuesta a determinar que el comportamiento del vehículo es anormal y enviar el mensaje de comunicación generado a una entidad externa para su análisis.

El sistema informático puede ser, o puede implementarse en, un dispositivo informático móvil, los sistemas de control del vehículo o una combinación de los mismos. Los sensores monitoreados pueden incluir cualquier combinación de sensores de vehículo estrechamente integrados (por ejemplo, sensor de freno, etc.), sensores de vehículo poco integrados (por ejemplo, GPS posventa, cámara montada en el tablero, etc.) y sensores que no son del vehículo (por ejemplo, acelerómetro en el dispositivo móvil del pasajero, etc.).

Los términos "dispositivo informático móvil" y "dispositivo móvil" se utilizan indistintamente en la presente memoria para referirse a cualquiera o todos los teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, reproductores multimedia personales o móviles, asistentes de datos personales (PDA), ordenadores portátiles, tabletas, smartbooks, ultrabooks, ordenadores de bolsillo, receptores inalámbricos de correo electrónico, teléfonos celulares multimedia con acceso a Internet, controladores de juegos inalámbricos y dispositivos electrónicos personales similares que incluyen una memoria, un procesador programable para el cual el rendimiento es importante y que funcionan con batería.

El término "sistema en chip" (SOC) se utiliza en la presente memoria para referirse a un único chip de circuito integrado (IC) que contiene múltiples recursos y/o procesadores integrados en un único sustrato. Un único SOC puede contener circuitos para funciones digitales, analógicas, de señal mixta y de radiofrecuencia. Un único SOC también puede incluir cualquier número de procesadores de propósito general y/o especializados (procesadores de señales digitales, procesadores de módem, procesadores de video, etc.), bloques de memoria (por ejemplo, ROM, RAM, Flash, etc.) y recursos (por ejemplo, temporizadores, reguladores de tensión, osciladores, etc.). Los SOC también pueden incluir software para controlar los recursos y procesadores integrados, así como para controlar dispositivos periféricos.

En los últimos años, el automóvil moderno se transformó de un vehículo mecánico autopropulsado a un sistema electromecánico potente y complejo que incluye una gran cantidad de sensores, procesadores y SOC que controlan muchas de las funciones, características y operaciones del vehículo. Los vehículos modernos ahora también se equipan con un sistema de control del vehículo, que puede configurarse para recoger y utilizar información de los diversos sistemas y sensores del vehículo para automatizar todas o una parte de las operaciones del vehículo.

Por ejemplo, los fabricantes ahora equipan sus automóviles con un Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor (ADAS) que automatiza, adapta o mejora las operaciones del vehículo. El ADAS puede utilizar información recogida de los sensores del automóvil (por ejemplo, acelerómetro, radar, lidar, posicionamiento geoespacial, etc.) para detectar

automáticamente un peligro potencial en la carretera y asumir el control sobre todas o una parte de las operaciones del vehículo (por ejemplo, frenado, dirección, etc.) para evitar peligros detectados. Las características y funciones comúnmente asociadas con un ADAS incluyen control de crucero adaptativo, detección automática de carril, advertencia de cambio de carril, dirección automatizada, frenado automatizado y prevención automática de accidentes.

En un mundo de vehículos autónomos y semiautónomos, la introducción de software malicioso o el acceso no autorizado a algoritmos de control podría ser catastrófico. Para proteger los vehículos contra software malicioso y ataques, y tomar decisiones mejores o más informadas, el vehículo (o un dispositivo móvil en el vehículo) puede configurarse para monitorear y analizar la información recogida de varios sistemas y sensores independientes o heterogéneos para asegurar el funcionamiento adecuado o esperado antes de tomar una decisión de control o tomar una acción de respuesta.

Además, actualmente existe una variedad de ataques conocidos específicos de automóviles, incluidos ataques basados en odómetros, ataques basados en velocidad, ataques basados en engranajes, ataques de aceleración-freno, ataques basados en puertas y ataques de cableado activo. Un ataque al odómetro altera la distancia que informan los sensores del automóvil (por ejemplo, para taxis, etc.). Un ataque de velocidad altera la velocidad a la que informan los sensores del automóvil (por ejemplo, para cometer fraude a las compañías de seguros). Un ataque de marcha obliga al coche a cambiar de marcha incorrectamente. Un ataque de aceleración y frenado puede obligar al automóvil a aplicar los frenos de manera inadecuada (por ejemplo, al activar el sistema para evitar colisiones, etc.). Un ataque a la puerta puede desbloquear la puerta del automóvil sin el consentimiento del usuario, incluso cuando el automóvil está en movimiento. Un ataque de cableado hace que el automóvil encienda sin la llave (o el conocimiento/consentimiento del propietario). Detectar y prevenir estos y otros ataques será beneficioso para los propietarios/usuarios de automóviles.

En las diversas realizaciones, un sistema informático en un vehículo puede configurarse para monitorear una amplia variedad de sensores (incluidos sensores en dispositivos móviles) para recoger información de sensores, comparar la información de sensores recogida con información que se recoge de otros sensores (o con datos/ modelos de comportamiento, modelos clasificadores de aprendizaje automático, etc.) para generar un resultado de comparación/análisis, y utilizar los resultados generados para identificar un comportamiento anormal o sospechoso del vehículo (o determinar si el vehículo funciona como se espera, de acuerdo con sus patrones de funcionamiento normales, etc.). El sistema informático puede seleccionar y realizar diversas operaciones de actuación para informar, reparar, curar, aislar, restaurar o responder de otro modo a problemas, anomalías y comportamientos sospechosos del vehículo identificados. Por ejemplo, el sistema informático puede generar y enviar un mensaje de comunicación (por ejemplo, correo electrónico, SMS, etc.) al propietario del vehículo, un fabricante de software, el fabricante del vehículo, una agencia gubernamental (por ejemplo, la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en Carreteras (NHTSA), policía local, etc.) u otras entidades externas para notificarles sobre una condición o comportamiento sospechoso o anormal para que puedan tomar una acción de respuesta.

En algunas realizaciones, el sistema informático puede ser, o puede implementarse o incluirse en, un dispositivo móvil. El dispositivo móvil puede configurarse para enviar un mensaje de control al vehículo que incluye información adecuada para provocar que se activen sensores seleccionados (o el sistema de control del vehículo), recoger información del sensor y enviar la información recogida al dispositivo móvil. El dispositivo móvil también puede configurarse para determinar de forma inteligente si está en un vehículo y enviar el mensaje de control al vehículo en respuesta a determinar que está en el vehículo.

El dispositivo móvil puede determinar si está en un vehículo en base a la información recogida de sensores (por ejemplo, acelerómetros, micrófonos, etc.) y sistemas (por ejemplo, receptores GPS, transeptores de redes celulares, etc.) del dispositivo móvil. Por ejemplo, el dispositivo móvil puede usar información recogida de los circuitos de comunicaciones para determinar si puede establecerse un enlace de comunicación de corto alcance (por ejemplo, enlace Bluetooth, etc.) con el vehículo, y determinar que el dispositivo móvil está dentro de un vehículo cuando es posible establecer un enlace de comunicación de tan corto alcance. El dispositivo móvil también puede determinar que está dentro del vehículo en base a la información recogida de acelerómetros y un receptor GPS dentro del dispositivo móvil cuando el acelerómetro y los datos de ubicación indican que el dispositivo móvil viaja a una velocidad relativamente alta (es decir, mayor que caminar o velocidad de carrera) en o cerca de una carretera.

En respuesta a la determinación de que el dispositivo móvil está dentro de un vehículo, el dispositivo móvil puede activar un sistema de seguimiento y análisis (por ejemplo, una aplicación de seguimiento y análisis) para recoger información de los sensores del vehículo (por ejemplo, sensores del vehículo estrechamente integrados, sensores de vehículos poco integrados, etc.) y/o de sensores que no son de vehículos (por ejemplo, sensores en el dispositivo móvil, sensores en dispositivos portátiles, sensores de carretera fijos, etc.). El dispositivo móvil puede comparar o analizar la información recogida del sensor para generar el resultado de la comparación y utilizar el resultado de la comparación para identificar e informar condiciones o comportamientos sospechosos o anormales. Por ejemplo, el dispositivo móvil puede activar el sistema de seguimiento y análisis para recoger información del sensor del odómetro del vehículo (un sensor del vehículo estrechamente integrado), recoger información del sensor de un acelerómetro en el dispositivo móvil (un sensor que no es del vehículo), y comparar/analizar las lecturas del odómetro y del acelerómetro para determinar si el vehículo viaja aproximadamente a la misma velocidad que indica el velocímetro del

vehículo. El dispositivo móvil puede enviar un mensaje de comunicación a una empresa de taxis o de "viajes móviles", como UBER o LYFT, para notificarles de una inconsistencia detectada (por ejemplo, cuando la velocidad indicada por el velocímetro del vehículo se desvía significativamente de la velocidad medida por receptor GPS de un dispositivo móvil). Un informe de este tipo puede permitir a la empresa determinar si el vehículo se piratea o sufre un ataque basado en el odómetro.

En algunas realizaciones, el sistema informático puede implementarse o incluirse en el sistema de control del vehículo. Como ejemplo, el sistema de control del vehículo puede configurarse para recoger y comparar información del sensor del sensor de rotación de la rueda del vehículo (un sensor del vehículo estrechamente integrado) y el sistema de posicionamiento geoespacial (GPS) no original del vehículo (un sensor del vehículo poco integrado) y un acelerómetro en el dispositivo móvil del pasajero (un sensor que no es de vehículo). Si la información del sensor recogida del sensor de rotación de las ruedas del vehículo indica que el vehículo viaja a una velocidad mucho mayor que la información del sensor recogida del acelerómetro y del sistema GPS no original, el sistema de control del vehículo puede determinar que el vehículo experimenta un ataque de aceleración-frenado, muestra un mensaje de advertencia al conductor y desactiva los sistemas automáticos de frenado y/o prevención de accidentes del vehículo.

En diversas realizaciones, el sistema informático puede configurarse para utilizar técnicas de aprendizaje automático para comparar o analizar información de sensores que se recoge de diferentes tipos de sensores. Por ejemplo, el sistema informático puede configurarse para generar un primer vector de comportamiento en base a información de sensor que se recoge de un primer tipo de sensor, y generar un segundo vector de comportamiento en base a información de sensor que se recoge de un segundo tipo de sensor. El sistema informático puede aplicar el primer vector de comportamiento a un primer clasificador/modelo de comportamiento para generar un primer valor, y aplicar el segundo vector de comportamiento a un segundo clasificador/modelo de comportamiento para generar un segundo valor. En base a esta comparación, el dispositivo informático puede calcular un valor de diferencia que identifica o refleja la diferencia entre el primer valor y el segundo valor, y comparar el valor de diferencia con un valor umbral para determinar si el valor de diferencia indica un problema. El sistema informático puede marcar/etiquetar la información del sensor (o un comportamiento asociado con la información del sensor recogida) como sospechosa o anormal en respuesta a determinar que la diferencia entre el primer valor y el segundo valor excede el valor umbral. El sistema informático también puede determinar si debe realizarse una acción de respuesta en función de si la información del sensor (o el comportamiento del vehículo) se marca como sospechosa/anormal.

En diversas implementaciones, un procesador en el sistema informático puede acoplarse a todos (o muchos) de los sensores y sistemas del vehículo a través de enlaces cableados y/o inalámbricos, incluidos los dispositivos móviles de sus pasajeros. El procesador puede recoger información de una gran cantidad de sensores/sistemas diversos y dispares, y utilizar una combinación de la información recogida para determinar si hay anomalías en las salidas de los sensores, las salidas del sistema, las operaciones del sistema, etc.

Por ejemplo, el procesador puede recoger información del odómetro y un sistema GPS (el GPS del vehículo, GPS en el teléfono de un pasajero, etc.) y comparar los resultados para determinar si la distancia informada por el sensor del odómetro es consistente con la distancia recorrida, como lo indican los datos del GPS. De manera similar, el procesador puede comparar la información recogida de los acelerómetros del automóvil (o sensores de velocidad) con la información recogida de un acelerómetro en el teléfono de un pasajero para detectar un ataque de velocidad.

Como ejemplo adicional, el procesador puede recoger información de un micrófono (por ejemplo, integrado en el vehículo, en el dispositivo móvil de un pasajero, etc.), recoger información de un acelerómetro y utilizar esta combinación de datos para determinar si el vehículo experimenta un ataque de marcha en el que el vehículo se ve obligado a cambiar de marcha incorrectamente. Como otro ejemplo, el procesador puede usar información recogida de un acelerómetro independiente (por ejemplo, en el dispositivo móvil de un pasajero, en un dispositivo portátil, etc.) para determinar si el sensor de rotación de las ruedas del automóvil se pirateó para informar que el vehículo va más rápido de lo permitido, lo que podría causar que el vehículo aplique incorrectamente los frenos.

Como el número de sistemas y sensores en cada vehículo es muy grande, la información recogida de muchos de dichos sistemas puede correlacionarse entre sí. Los ejemplos anteriores son solo un pequeño subconjunto de la cantidad de sensores/sistemas que el procesador puede comparar, correlacionar o utilizar de otro modo para monitorear ataques.

Las diversas realizaciones pueden implementarse y usarse en una variedad de sistemas y soluciones basados en vehículos. Por ejemplo, las diversas realizaciones pueden implementarse en cualquier sistema informático que controle las operaciones, componentes, sensores, características o funciones de un vehículo, incluidos los sistemas de control de vehículos de automóviles y/o dispositivos informáticos de servidor desplegados en una red en la nube y configurados para monitorear o controlar las operaciones de los automóviles. Si bien las diversas realizaciones e implementaciones son particularmente útiles en sistemas basados en vehículos, las realizaciones pueden implementarse y usarse en cualquier sistema o dispositivo que incluya un procesador para ejecutar programas de aplicación, un sensor para recoger datos y circuitos de comunicaciones para enviar y recibir información.

Las diversas realizaciones pueden implementarse dentro de una variedad de sistemas de comunicación, como el sistema 100 basado en vehículo de ejemplo ilustrado en la Figura 1. Una red de telefonía celular típica 104 incluye una pluralidad de estaciones base celulares 106 acopladas a un centro de operaciones de red 108, que opera para conectar llamadas de voz y datos entre dispositivos móviles 102 (por ejemplo, teléfonos celulares, ordenadores portátiles, tabletas, etc.), sensores de carreteras 116, vehículos 118 y otros destinos de red, tales como a través de líneas telefónicas terrestres (por ejemplo, una red de sistema telefónico ordinario (POTS), no mostrada) e Internet 110. La red telefónica 104 también puede incluir uno o más servidores 114 acoplados a o dentro del centro de operaciones de red 108 que proporcionan una conexión a Internet 110.

Los vehículos 118 pueden incluir componentes de hardware y/o softwares adecuados para monitorear y recoger información de sensores de los diversos sensores del vehículo. Ejemplos de sensores del vehículo que pueden monitorearse incluyen el velocímetro del vehículo, el sensor de velocidad de las ruedas, el medidor de torsión, el sensor de velocidad de la turbina, el sensor de reluctancia variable, el sistema de sonar, el sistema de radar, el medidor de la relación aire-combustible, el sensor de agua en combustible, el sensor de oxígeno, el sensor de posición del cigüeñal, palpador de bordillo, sensor de temperatura, sensor de efecto Hall, sensor de presión absoluta del colector, sensores de fluidos (por ejemplo, sensor de refrigerante del motor, sensor de fluido de la transmisión, etc.), sensor de control de la presión de los neumáticos, sensor de flujo de aire masivo, sensor de velocidad, sensor de posición del acelerador, sensor de monitoreo de punto ciego, sensor de estacionamiento, parlantes, cámaras, micrófonos, acelerómetros, brújulas, receptores GPS y otros sensores similares para monitorear las condiciones físicas o ambientales dentro y alrededor del vehículo.

Los vehículos 118 pueden incluir circuitos de comunicaciones para comunicarse con un servidor de red 120, que puede implementarse como un servidor dentro de la infraestructura de red de una red de proveedor de servicios en la nube 122 y conectarse a Internet 110 y la red telefónica 104. Los vehículos 118 también pueden incluir circuitos de comunicaciones para comunicarse con uno o más sistemas 124 basados en satélites o espaciales, tales como un sistema de posicionamiento global (GPS) u otro sistema de navegación o posicionamiento.

Las comunicaciones entre el servidor de red 120, los sensores de carretera 116 y los vehículos 118 pueden lograrse a través de la red telefónica 104, Internet 110, una red de proveedor de servicios en la nube 122, redes privadas (no ilustradas) o cualquier combinación de las mismas. Las comunicaciones entre los vehículos 118 y la red telefónica 104 pueden lograrse a través de enlaces de comunicación inalámbrica de área amplia bidireccional 112, tales como tecnologías de comunicación de telefonía celular. Están disponibles o se contemplan en el futuro una serie de diferentes servicios y estándares de comunicación celular y móvil, todos los cuales pueden usarse para comunicaciones de las diversas realizaciones. Dichos servicios y estándares incluyen, por ejemplo, proyecto de asociación de tercera generación (3GPP), sistemas de evolución a largo plazo (LTE), tecnología de comunicación móvil inalámbrica de tercera generación (3G), tecnología de comunicación móvil inalámbrica de cuarta generación (4G), sistema global para comunicaciones móviles (GSM), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), 3GSM, servicio general de radio por paquetes (GPRS), sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA) (por ejemplo, cdmaOne, CDMA1020TM), velocidades de datos mejoradas para la evolución GSM (EDGE), sistema de teléfono móvil avanzado (AMPS), AMPS digital (IS-136/TDMA), datos de evolución optimizados (EV-DO), telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitales (DECT), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX), red de área local inalámbrica (WLAN), Acceso protegido Wi-Fi I y II (WPA, WPA2) y red digital mejorada integrada (iden). Cada una de estas tecnologías implica, por ejemplo, la transmisión y recepción de mensajes de voz, datos, señalización y/o contenido.

El dispositivo móvil 102 puede configurarse para determinar si está dentro de un vehículo 118 en base a la información recogida de los sensores 102 del dispositivo móvil. El dispositivo móvil 102 puede activar un sistema de monitoreo y análisis para recoger y analizar información del sensor en respuesta a determinar que está dentro de uno de los vehículos 118. El sistema de monitoreo y análisis puede monitorear sensores (del vehículo 118, en el dispositivo móvil 102, sensor de carretera 116, etc.) para recoger información del sensor, analizar la información del sensor recogida para generar un resultado del análisis, usar el resultado del análisis generado para determinar si un comportamiento del vehículo 118 es anormal, generar un mensaje de comunicación en respuesta a determinar que el comportamiento es anormal, y enviar el mensaje de comunicación generado a una entidad externa (por ejemplo, servidor de red 120, etc.).

El servidor de red 120 puede enviar datos e información de control a los vehículos 118, que pueden recibir y utilizar la información para realizar una operación de respuesta o proporcionar una función. Por ejemplo, cada uno de los vehículos 118 puede incluir un Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor (ADAS) que se controla por un sistema de control del vehículo. El sistema de control del vehículo puede recibir y utilizar la información del servidor de red 120 para determinar que hay un cambio en las circunstancias (por ejemplo, un peligro detectado, un cambio en el patrón de tráfico, un cierre de carretera, etc.), e instruir al Sistema ADAS para alterar las operaciones del vehículo (por ejemplo, frenado, dirección, etc.). El sistema de control del vehículo también puede configurarse para recibir un mensaje de control desde el servidor de red 120 y, en respuesta, activar varios sensores (por ejemplo, acelerómetro, radar, lidar, receptor GPS, sensores de superficie de carretera, etc.) para recoger y enviar información del sensor al servidor de red 120. Además, el sistema de control del vehículo puede configurarse para recoger e informar

información del vehículo al servidor de red 120 periódicamente, bajo demanda, de forma continua, repetida, en respuesta a un activador, en respuesta a la detección de la ocurrencia de un evento, etc.

Los sensores de carretera 116 pueden configurarse para recoger y enviar información de sensor a los vehículos 118 o al servidor de red 120, tal como en respuesta a recibir un mensaje de control desde el servidor de red 120, en respuesta a recibir un mensaje de solicitud de información de los vehículos 118, en respuesta a la detección de una condición o evento (por ejemplo, un cambio repentino en la velocidad del vehículo, etc.), periódicamente, etc. Los vehículos 118 pueden informar la información recibida de los sensores de carretera 116 al servidor de red 120 o al dispositivo móvil 102, y/o usar la información recibida para tomar decisiones mejores o más informadas, como si ordenar al sistema ADAS que aplique los frenos. El servidor de red 120 o el dispositivo móvil 102 pueden usar la información recibida de los sensores de carretera 116 (por ejemplo, información del vehículo) para tomar decisiones de control. El servidor de red 120 o el dispositivo móvil 102 también pueden usar la información recibida de los sensores de carretera 116 (por ejemplo, información de sensores) para corroborar la información recibida de otros sensores, tal como la información del vehículo recibida de los otros sensores de carretera 116 o vehículos 118.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de componentes de un vehículo de ejemplo 118 que incluye un sistema de control de vehículo 130 y varios sensores adecuados para interactuar con un dispositivo informático servidor 120 de acuerdo con diversas realizaciones. El sistema vehicular puede incluir el sistema de control del vehículo 130 acoplado a una variedad de sistemas y subsistemas del vehículo, tales como un sistema ambiental 132 (por ejemplo, un sistema de aire acondicionado), un sistema de navegación 134, un sistema de comunicaciones e información y entretenimiento 136, un sistema de control del motor 138, un sistema de control de transmisión 142 y una variedad de sensores 144. El sistema de control del motor 138 puede acoplarse a uno o más sensores de pedal 140. El sistema de control del vehículo 130 puede comunicarse con un dispositivo informático servidor 120 mediante el uso del sistema de comunicaciones de voz/datos 136, que puede acoplarse a una antena 154 para enviar y recibir datos a través de varias redes inalámbricas de área amplia, así como recibir transmisiones inalámbricas. El sistema de control del vehículo 130 y el sistema de comunicaciones de voz/datos 136 pueden acoplarse a un altavoz 152 para generar sonido dentro del vehículo. El sistema de navegación 134 puede acoplarse a una pantalla 150 para mostrar el estado/control del vehículo e información de navegación (por ejemplo, un mapa). Los sistemas y sensores de cada vehículo 130-144 pueden comunicarse con uno o más sistemas a través de uno o más enlaces de comunicación, que pueden incluir enlaces de comunicación por cable (por ejemplo, un bus compatible con el protocolo de red de área del controlador (CAN), conexión de bus de serie universal (USB), conexión Firewire, etc.) y/o enlaces de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un enlace Wi-Fi®, enlace Bluetooth®, enlace ZigBee®, enlace ANT+®, etc.).

La variedad de sensores 144 acoplados al sistema de control del vehículo 130 puede incluir cualquiera de: velocímetro del vehículo, un sensor de velocidad de rueda, un medidor de torsión, un sensor de velocidad de turbina, un sensor de reluctancia variable, un sistema de sonar, un sistema de radar, un sensor medidor de relación de aire-combustible, un sensor de agua en combustible, un sensor de oxígeno, un sensor de posición del cigüeñal, un palpador de bordillo, un sensor de temperatura, un sensor de efecto Hall, un sensor de presión absoluta del colector, varios sensores de fluidos (por ejemplo, sensor de refrigerante del motor, sensor de fluido de transmisión, etc.), un sensor de monitoreo de presión de neumáticos, un sensor de flujo de aire masivo, un sensor de velocidad, un sensor de monitoreo de punto ciego, un sensor de estacionamiento, cámaras, micrófonos, acelerómetros, brújulas, un receptor GPS y otros sensores similares para monitorear las condiciones físicas o ambientales dentro y alrededor del vehículo.

Además de los sensores y sistemas 132-144 del vehículo, los sensores incluidos en los dispositivos electrónicos del ocupante, como un dispositivo móvil 102 y/o dispositivos portátiles 160, como un reloj inteligente, pueden sondearse o usarse de otro modo para recoger datos en diversas realizaciones. Los dispositivos móviles 102 y los dispositivos portátiles 160 (por ejemplo, un reloj inteligente) incluyen varios sensores que pueden detectar condiciones que pueden ser beneficiosas para monitorear inconsistencias en los datos de los sensores y las configuraciones del sistema. Los datos de los sensores de los dispositivos móviles 102 y los dispositivos portátiles 160 pueden comunicarse a un sistema de control de vehículo 130 a través de una variedad de enlaces de comunicación inalámbricos 162 (por ejemplo, Bluetooth). En realizaciones en las que la recopilación y el análisis de datos de sensores se implementan en el dispositivo móvil 102 de un usuario, los datos de sensores del vehículo pueden comunicarse al dispositivo móvil 102 a través de un primer enlace de comunicación inalámbrico 162, y los datos de sensores del dispositivo portátil 160 pueden comunicarse al dispositivo móvil 102 a través de un segundo enlace de comunicación inalámbrica 164.

Los sistemas antes mencionados se presentan simplemente como ejemplos, y los vehículos pueden incluir uno o más sistemas adicionales que no se ilustran para mayor claridad. Los sistemas adicionales pueden incluir sistemas relacionados con otras funciones adicionales del sistema vehicular, incluidos instrumentación, bolsas de aire, control de crucero, otros sistemas de motor, sistemas de estacionamiento con control de estabilidad, monitoreo de la presión de los neumáticos, frenos antibloqueo, suspensión activa, nivel y/o gestión de la batería, y una variedad de otros sistemas.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de arquitectura de sistema en chip (SOC) 300 que puede usarse en dispositivos móviles 102 que implementan las diversas realizaciones. El SOC 300 puede incluir varios procesadores heterogéneos, tales como un procesador de señales digitales (DSP) 303, un procesador de módem 304, un procesador de gráficos 306, un procesador de visualización móvil (MDP) 307, un procesador de aplicaciones 308 y un procesador de recursos y

un procesador 317 de gestión de recursos y energía (RPM). El SOC 300 también puede incluir uno o más coprocesadores 310 (por ejemplo, coprocesador vectorial) conectados a uno o más de los procesadores heterogéneos 303, 304, 306, 307, 308, 317. Cada uno de los procesadores puede incluir uno o más núcleos y un reloj interno/independiente. Cada procesador/núcleo puede realizar operaciones independientemente de los otros procesadores/núcleos. Por ejemplo, el SOC 300 puede incluir un procesador que ejecuta un primer tipo de sistema operativo (por ejemplo, FreeBSD, LINUX, OS X, etc.) y un procesador que ejecuta un segundo tipo de sistema operativo (por ejemplo, Microsoft Windows). En algunas realizaciones, el procesador de aplicaciones 308 puede ser el procesador principal del SOC 300, la unidad central de procesamiento (CPU), la unidad de microprocesador (MPU), la unidad aritmética lógica (ALU), etc. El procesador de gráficos 306 puede ser una unidad de procesamiento de gráficos (GPU).

El SOC 300 puede incluir circuitos analógicos y circuitos personalizados 314 para gestionar datos de sensores, conversiones de analógico a digital, transmisiones de datos inalámbricas y para realizar otras operaciones especializadas, como el procesamiento de señales de audio y vídeo codificadas para su representación en un navegador web. El SOC 300 puede incluir además componentes del sistema y recursos 316, tales como reguladores de voltaje, osciladores, bucles de bloqueo de fase, puentes periféricos, controladores de datos, controladores de memoria, controladores de sistema, puertos de acceso, temporizadores y otros componentes similares utilizados para soportar los procesadores y clientes de software (por ejemplo, un navegador web) que se ejecutan en un dispositivo informático. El SOC 300 también incluye circuitos especializados (CAM) 305 que incluyen, proporcionan, controlan y/o gestionan las operaciones de una o más cámaras (por ejemplo, una cámara principal, cámara web, cámara 3D, etc.), los datos de visualización de vídeo de la cámara microprograma, procesamiento de imágenes, preprocesamiento de vídeo, interfaz de vídeo (VFE), JPEG en línea, códec de vídeo de alta definición, etc. El CAM 305 puede ser una unidad de procesamiento independiente y/o incluir un reloj interno o independiente.

Los componentes y recursos del sistema 316, los circuitos analógicos y personalizados 314 y/o CAM 305 pueden incluir circuitos para interactuar con dispositivos periféricos, tales como cámaras, pantallas electrónicas, dispositivos de comunicación inalámbrica, chips de memoria externa, etc. Los procesadores 303, 304, 306, 307, 308 pueden interconectarse a uno o más elementos de memoria 312, componentes y recursos del sistema 316, circuitos analógicos y personalizados 314, CAM 305 y procesador RPM 317 a través de un módulo de interconexión/bus 324, que puede incluir una serie de puertas lógicas reconfigurables y/o implementar una arquitectura de bus (por ejemplo, CoreConnect, AMBA, etc.). Las comunicaciones pueden proporcionarse por interconexiones avanzadas, como redes en chip (NoC) de alto rendimiento.

El SOC 300 puede incluir además un módulo de entrada/salida (no ilustrado) para comunicarse con recursos externos al SOC, tales como un reloj 318 y un regulador de voltaje 320. Los recursos externos al SOC (por ejemplo, el reloj 318, el regulador de voltaje 320) pueden compartirse por dos o más de los procesadores/núcleos del SOC internos (por ejemplo, un DSP 303, un procesador de módem 304, un procesador de gráficos 306, un procesador de aplicaciones 308, etc.).

En una realización, el SOC 300 puede incluirse en un dispositivo informático, que puede incluirse en un automóvil. El dispositivo informático puede incluir enlaces de comunicación para comunicarse con una red telefónica, Internet y/o un servidor de red. La comunicación entre el dispositivo informático y el servidor de red puede lograrse a través de la red telefónica, Internet, red privada o cualquier combinación de las mismas.

El SOC 300 también puede incluir componentes de hardware y/o software adicionales que sean adecuados para recoger datos de sensores, incluidos altavoces, elementos de interfaz de usuario (por ejemplo, botones de entrada, pantalla táctil, etc.), conjuntos de micrófonos, sensores para monitorear condiciones físicas (por ejemplo, ubicación, dirección, movimiento, orientación, vibración, presión, etc.), cámaras, brújulas, receptores GPS, circuitos de comunicaciones (por ejemplo, Bluetooth®, WLAN, WiFi, etc.) y otros componentes conocidos (por ejemplo, acelerómetro, etc.) de dispositivos electrónicos módem.

Además del dispositivo informático móvil 102 y el SOC 300 discutidos anteriormente, las diversas realizaciones pueden implementarse en una amplia variedad de sistemas informáticos, que pueden incluir un único procesador, múltiples procesadores, procesadores multinúcleo o cualquier combinación de los mismos.

La Figura 4 ilustra una implementación en la que un dispositivo móvil 102 se equipa con un sistema de análisis y monitoreo de comportamiento 400 configurado para realizar operaciones de análisis y monitoreo de comportamiento en tiempo real para identificar rápida y eficientemente comportamientos y aplicaciones de software que no son benignos (o inconsistentes, anormales, malicioso, etc.). Al utilizar técnicas de aprendizaje automático y basadas en el comportamiento, el sistema de análisis y monitoreo del comportamiento puede identificar, prevenir, corregir y/o responder de otro modo a los problemas identificados sin tener un impacto significativo, negativo o perceptible por el usuario en la capacidad de respuesta, el rendimiento o características del consumo de energía del dispositivo móvil 102. En algunas realizaciones, el sistema de análisis y monitoreo del comportamiento 400 puede incluirse en el vehículo 118 y/o en un sistema de control del vehículo 130 (discutido anteriormente con referencia a la Figura 2).

Con referencia a la Figura 4, el sistema de análisis y monitoreo del comportamiento 400 puede incluir un componente observador 402, un componente extractor 404, un componente analizador 406 y un componente actuador 408. El componente observador 402 puede configurarse para recoger información del sensor de los diversos sensores y componentes del dispositivo, y comunicar la información recogida al componente extractor 404.

El componente extractor 404 puede usar la información del sensor recogida para generar estructuras de información de vectores de comportamiento (en la presente memoria "vectores de comportamiento") que representan o caracterizan cada una de ellas la información del sensor o un comportamiento asociado con la información del sensor recogida. Cada vector de comportamiento puede encapsular una o más "características". Cada característica puede incluir un número o símbolo abstracto que representa toda o una parte de la información del sensor o el comportamiento asociado con la información del sensor recogida. Además, cada característica puede asociarse con un tipo de datos que identifica un rango de valores posibles, operaciones que pueden realizarse sobre esos valores, significados de los valores, etc. Un dispositivo informático puede utilizar el tipo de datos para determinar cómo debe medirse, analizarse, ponderarse, utilizarse, etc., la característica (o el valor de la característica).

El componente extractor 404 puede comunicar (por ejemplo, a través de una operación de escritura en memoria, llamada de función, etc.) los vectores de comportamiento al componente analizador 406, que puede aplicar los vectores de comportamiento a modelos clasificadores para generar resultados de análisis que pueden usarse para determinar si el comportamiento de un vehículo es benigno o no benigno (o normal o anormal, sospechoso o no sospechoso, etc.). Un modelo clasificador puede ser un modelo de comportamiento que incluye datos y/o estructuras de información (por ejemplo, nodos de decisión, árboles, tocones, listas de componentes, etc.) que pueden utilizarse por el procesador de un dispositivo informático para evaluar un factor, característica o realización específica del comportamiento del vehículo. Un modelo de clasificador también puede incluir criterios de decisión para monitorear o analizar una serie de características, factores, puntos de datos, entradas, API, estados, condiciones, comportamientos, aplicaciones de software, procesos, operaciones y componentes en el dispositivo informático.

Un modelo clasificador completo puede ser un modelo de datos sólido que se genera en función de un gran conjunto de datos de entrenamiento, que puede incluir, probar o evaluar miles de características y miles de millones de entradas. Un modelo de clasificador ajustado puede ser un modelo de datos más enfocado que se genera a partir de un conjunto de datos reducido que incluye o prioriza pruebas sobre las características/entradas que son más relevantes para determinar si el comportamiento de un dispositivo móvil en particular no es benigno. Un modelo de clasificador ajustado generado localmente es un modelo de clasificador ajustado que se genera en el dispositivo informático. Un modelo de clasificador de características reducido puede ser un modelo de clasificador enfocado y ajustado que se genera en base a un modelo de clasificador más robusto para incluir solo un subconjunto de los nodos de decisión en el modelo de clasificador más robusto que evalúa las características determinadas como más importantes para determinar si el comportamiento de un vehículo es anormal (o no benigno, etc.).

El componente analizador 406 puede notificar al componente actuador 408 cuando determina con un alto grado de confianza (por ejemplo, en base a que los resultados del análisis exceden un valor umbral, etc.) que un comportamiento es anormal (o no benigno, no como se esperaba, sospechoso, etc.). En respuesta, el componente actuador 408 puede realizar diversas operaciones para curar, reparar, aislar o solucionar de otro modo los problemas identificados.

Monitorear, analizar y responder de otro modo a cada posible comportamiento anormal puede consumir una cantidad significativa de los recursos limitados de procesamiento, memoria o energía del dispositivo. Por ejemplo, puede haber miles de características/factores y miles de millones de puntos de datos que requieren monitoreo o análisis. Para reducir la cantidad de características, factores y puntos de datos que requieren evaluación, el sistema de análisis y monitoreo del comportamiento puede realizar operaciones progresivas, dinámicas y/o adaptativas. Por ejemplo, el sistema puede configurarse para utilizar modelos clasificadores de diferentes niveles de complejidad (o "delgadez") para evaluar progresivamente el comportamiento de los vehículos en etapas. Esto permite que el sistema informático (por ejemplo, dispositivo móvil, etc.) renuncie a realizar operaciones espurias y reduce el número de vectores de comportamiento que genera o utiliza el sistema.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para generar y utilizar una familia de modelos clasificadores que incluye un modelo clasificador inicial y uno o más modelos clasificadores posteriores. El modelo de clasificador inicial puede ser un modelo de clasificador ajustado (o un modelo de características reducidas) que se centra en evaluar un subconjunto específico de todas las características, factores y puntos de datos que de otro modo requerirían análisis al clasificar un comportamiento. Dicho de otra manera, el modelo clasificador inicial puede incluir nodos de decisión para evaluar un conjunto inicial de factores/características que se determina que tienen una alta probabilidad de permitir que el sistema determine si un comportamiento es benigno o no benigno con un alto grado de confianza. Cada modelo de clasificador posterior puede ser un clasificador más robusto que incluya un mayor número de nodos de decisión y/o evalúe un subconjunto mayor de características, factores y puntos de datos que su modelo de clasificador anterior.

El sistema puede aplicar vectores de comportamiento al modelo clasificador inicial para generar resultados de análisis iniciales, determinar si los resultados del análisis inicial indican si el comportamiento es anormal (o no benigno, etc.) con un alto grado de confianza, clasificar el comportamiento como sospechoso en respuesta a la determinación de

que el comportamiento no puede clasificarse como normal o anormal con un grado de confianza suficientemente alto (determinado al comparar un valor de confianza con un valor umbral, etc.), aplicar los mismos o diferentes vectores de comportamiento a modelos clasificadores progresivamente más grandes o más robustos para generar resultados de análisis nuevos o adicionales en respuesta a la determinación de que el comportamiento es sospechoso), y determinar si los resultados de análisis nuevos/adicionales indican si el comportamiento es normal o anormal (o benigno o no benigno) con un alto grado de confianza (un valor de confianza que supera un umbral). El sistema puede realizar estas operaciones de forma continua o repetida hasta que los resultados del análisis indiquen con un alto grado de confianza que el comportamiento es normal o anormal (o benigno o no benigno), hasta que se utilicen todos los modelos clasificadores de la familia, hasta que se alcanza un umbral de procesamiento o consumo de batería, etc.

La Figura 5 ilustra un procedimiento 500 para analizar información del sensor para identificar un comportamiento anormal o sospechoso del vehículo de acuerdo con diversas realizaciones. El procedimiento 500 puede realizarse mediante un procesador o núcleo de procesamiento (por ejemplo, cualquiera de un sistema de control de vehículo 130 ilustrado en la Figura 2, o un procesador de módem 304, un procesador de aplicaciones 308, un coprocesador 310 y un procesador de RPM 317 ilustrado en Figura 3) en un sistema informático, como por ejemplo un dispositivo móvil o un sistema de control de vehículos.

En el bloque 502, el procesador puede monitorear una variedad de sensores independientes y/o heterogéneos en un vehículo, incluida cualquier combinación de sensores de vehículo, sensores de dispositivos móviles y sensores de carretera. En el bloque 504, el procesador puede recoger información del sensor de dos o más tipos diferentes de sensores (por ejemplo, odómetro, acelerómetro, etc.). En una realización, el procesador puede configurarse para recoger datos de sensores de una multitud de fuentes diferentes a través de un bus CAN incluido en el vehículo. El bus CAN puede diseñarse, configurarse o disponerse para permitir que diferentes tipos de sensores/fuentes se comuniquen e intercambien información del sensor. En algunas realizaciones, el procesador puede configurarse además para filtrar los datos recopilados en base a la criticidad de los datos y/o en base a los sensores, fuentes o componentes que se monitorean o protegen. Por ejemplo, para detectar un comportamiento anómalo en los sensores de freno o velocímetro, el procesador puede ignorar u omitir la información recibida del sistema de control climático para reducir la cantidad de información que se recoge y analiza y mantener un conjunto manejable de fuentes de información, y/o centrar las operaciones en los sensores/fuentes que tienen la mayor probabilidad de proporcionar información útil para identificar o evaluar un comportamiento anómalo de los sensores de freno o velocímetro.

En el bloque 506, el procesador puede comparar o analizar información del sensor recogida de dos o más tipos diferentes de sensores para generar resultados de comparación o análisis. En algunas implementaciones, esta comparación puede incluir comparar la información del sensor recogida desde un sensor de dispositivo móvil con la información del sensor recogida desde un sensor de vehículo. En algunas implementaciones, esta comparación puede incluir comparar información del sensor recogida de dos o más de un sensor de vehículo estrechamente integrado, un sensor de vehículo poco integrado y un sensor que no es de vehículo. En algunas implementaciones, esta comparación puede incluir comparar la información del sensor recogida de un primer tipo de sensor con la información del sensor recogida de un segundo tipo diferente de sensor. Al recoger datos de múltiples sensores del vehículo y/u otros dispositivos externos, el procesador puede diversificar la entrada a un motor analítico de datos y/o componente analizador y, como resultado, generar resultados de análisis/comparación más precisos.

En el bloque 508, el procesador puede usar el resultado de comparación/análisis generado para evaluar una condición o comportamiento del vehículo. En el bloque de determinación 510, el procesador puede determinar si la condición o el comportamiento es sospechoso o anormal en base a los resultados de la evaluación, comparación o análisis. En respuesta a determinar que la condición o comportamiento no es sospechoso o anormal (es decir, bloque de determinación 510 = "No"), el procesador puede continuar el monitoreo los sensores en el bloque 502. En respuesta a determinar que la condición o comportamiento es sospechoso o anormal (es decir, bloque de determinación 510 = "Sí"), el procesador puede generar y enviar un mensaje de comunicación a una entidad externa o realizar otra acción de respuesta en el bloque 512. Por ejemplo, en respuesta a determinar que la información del velocímetro es sospechosa o anómala en el bloque 510, el procesador puede desactivar el mecanismo de control de cruce del vehículo y presentar un mensaje de advertencia al usuario, operador o pasajero del vehículo en el bloque 512.

La Figura 6 ilustra otro procedimiento 600 para analizar información del sensor para identificar un comportamiento anormal o sospechoso del vehículo. El procedimiento 600 puede realizarse por un procesador o núcleo de procesamiento (por ejemplo, cualquiera de un sistema de control de vehículo 130 ilustrado en la Figura 2, o un procesador de módem 304, un procesador de aplicaciones 308, un coprocesador 310 y un procesador de RPM 317 ilustrado en la Figura 3) en un sistema informático, como un dispositivo móvil o un sistema de control de vehículos.

En el bloque 602, el procesador puede monitorear sensores para detectar diversos eventos, condiciones y solicitudes. Por ejemplo, el procesador puede monitorear los circuitos de comunicación para detectar una solicitud para establecer un enlace de comunicación con un dispositivo móvil o vehículo. Como otro ejemplo, el procesador puede monitorear un acelerómetro para detectar un evento de movimiento.

En el bloque de determinación 604, el procesador puede determinar si un dispositivo móvil está dentro del vehículo (por ejemplo, en base a una solicitud de conexión, información de movimiento, etc.). Por ejemplo, el procesador puede

determinar si hay un nuevo dispositivo móvil disponible al detectar la conectividad Bluetooth combinada con la detección de movimiento a través de lecturas del acelerómetro. En respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo (es decir, bloque de determinación 604 = "Sí"), el procesador puede recoger datos de sensores de sensores seleccionados en el dispositivo móvil en el bloque 606. Ejemplos de datos de sensores que pueden recogerse desde dispositivos móviles incluyen datos de acelerómetro, información de GPS, datos de velocidad, datos de dirección e información de nivel de ruido.

Además de recoger sensores de dispositivos móviles o en respuesta a determinar que el dispositivo móvil no está dentro del vehículo (es decir, bloque de determinación 604 = "No"), el procesador puede recoger datos de sensores de sensores seleccionados en el vehículo en el bloque 608.

En el bloque 610, el procesador puede comparar o analizar la información del sensor recogida para determinar si una condición o comportamiento del vehículo es sospechoso (o anormal, inconsistente, no benigno, etc.). Por ejemplo, el procesador puede utilizar información recogida de sensores internos del vehículo para generar un resultado de análisis que indique que las ventanas se encuentran cerradas. Luego, el procesador puede comparar este resultado con el análisis de la información del nivel de ruido recogida desde el dispositivo móvil y la información de velocidad (detectada en el dispositivo móvil y/o desde un sensor del vehículo) que indica que es probable que una ventana o puerta se encuentre abierta. En respuesta, el procesador puede determinar que existe una discrepancia en la información y que la condición o el comportamiento del vehículo son sospechosos.

En el bloque de determinación 612, el procesador puede determinar si la condición o comportamiento es sospechoso o anormal en base a los resultados de comparación o análisis. En respuesta a determinar que la condición o comportamiento no es sospechoso o anormal (es decir, bloque de determinación 612 = "No"), el procesador puede continuar el monitoreo los sensores en el bloque 602. En respuesta a determinar que la condición o comportamiento es sospechoso o anormal (es decir, bloque de determinación 612 = "Sí"), el procesador puede generar y enviar un mensaje de comunicación a una entidad externa o realizar otra acción de respuesta en el bloque 614.

Las diversas realizaciones pueden implementarse en una variedad de dispositivos informáticos, un ejemplo de los cuales se ilustra en la Figura 7 en forma de teléfono inteligente. Un teléfono inteligente 700 puede incluir un procesador 702 acoplado a una memoria interna 704, una pantalla 712 y un altavoz 714. Además, el teléfono inteligente 700 puede incluir una antena para enviar y recibir radiación electromagnética que puede conectarse a un enlace de datos inalámbrico y/o a un transceptor de teléfono celular 708 acoplado al procesador 702. Los teléfonos inteligentes 700 normalmente también incluyen botones de selección de menú o interruptores basculantes 720 para recibir entradas del usuario.

Un teléfono inteligente típico 700 también incluye un circuito de codificación/decodificación de sonido (CODEC) 706, que digitaliza el sonido recibido desde un micrófono en paquetes de datos adecuados para la transmisión inalámbrica y decodifica los paquetes de datos de sonido recibidos para generar señales analógicas que se proporcionan al altavoz para generar sonido. Además, uno o más del procesador 702, el transceptor inalámbrico 708 y el CODEC 706 pueden incluir un circuito de procesador de señal digital (DSP) (no se muestra por separado).

Los procesadores 702 pueden ser cualquier microprocesador programable, microordenador o chip o chips de procesador múltiple que puedan configurarse mediante instrucciones de software (aplicaciones) para realizar una variedad de funciones, incluidas las funciones de las diversas realizaciones que se describen a continuación. En algunos dispositivos móviles, pueden proporcionarse múltiples procesadores 702, tales como un procesador dedicado a funciones de comunicación inalámbrica y un procesador dedicado a ejecutar otras aplicaciones. Normalmente, las aplicaciones de software pueden almacenarse en la memoria interna 704 antes de acceder a ellas y cargarse en el procesador 702. El procesador 702 puede incluir memoria interna suficiente para almacenar las instrucciones del software de aplicación.

Las diversas realizaciones ilustradas y descritas se proporcionan simplemente como ejemplos para ilustrar diversas características de las reivindicaciones. Sin embargo, las características mostradas y descritas con respecto a cualquier realización dada no se limitan necesariamente a la realización asociada y pueden usarse o combinarse con otras realizaciones que se muestran y describen. Además, no se pretende que las reivindicaciones se limiten por ninguna realización ejemplar.

Las descripciones del procedimiento anterior y los diagramas de flujo del proceso se proporcionan meramente como ejemplos ilustrativos y no pretenden requerir o implicar que las etapas de las diversas realizaciones deben realizarse en el orden presentado. Como se apreciará por un experto en la técnica las etapas en las realizaciones anteriores pueden realizarse en cualquier orden. Las palabras tales como "entonces," "a continuación," "siguiente," etc. no se destinan a limitar el orden de las etapas; esas palabras simplemente se usan para guiar al lector a través de la descripción de los procedimientos. Cualquier referencia a elementos de reivindicación en singular, por ejemplo, al usar los artículos "un", "una", "el" o "la", no debe interpretarse como una limitación del elemento al singular.

Los diversos bloques lógicos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con las realizaciones divulgadas en la presente memoria pueden implementarse como hardware electrónico, software de ordenador o

combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos, y etapas ilustrativas se han descrito anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas en el sistema en general. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como que provocan una desviación del ámbito de las reivindicaciones.

El hardware utilizado para implementar las diversas lógicas, bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con las realizaciones divulgadas en la presente memoria puede implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica de transistores o puertas discretas, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un multiprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencionales. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un multiprocesador, una pluralidad de multiprocesadores, uno o más multiprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración similar. Alternativamente, algunas etapas o procedimientos pueden realizarse por circuitos que son específicos de una función dada.

En una o más realizaciones ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, microprograma o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones o códigos ejecutables por el procesador en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador o en un medio de almacenamiento no transitorio legible por el procesador. Las etapas de un procedimiento o algoritmo divulgado en la presente memoria pueden incorporarse en un módulo de software ejecutable por procesador que puede residir en un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador o legible por procesador. Los medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador o por procesador pueden ser cualquier medio de almacenamiento al que pueda acceder un ordenador o un procesador. A modo de ejemplo, pero sin limitación, dichos medios no transitorios legibles por ordenador o legibles por procesador pueden incluir RAM, ROM, EEPROM, memoria FLASH, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda acceder un ordenador. Disco magnético y disco óptico, tal como se utiliza en la presente memoria, incluyen discos compactos (CD), discos láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), disquetes y discos Blu-ray donde los discos magnéticos generalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos ópticos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se incluyen dentro del ámbito de los medios no transitorios legibles por ordenador y legibles por procesador. Adicionalmente, las operaciones de un procedimiento o algoritmo pueden residir como una o cualquier combinación o conjunto de códigos y/o instrucciones en un medio legible por procesador y/o medio legible por ordenador no transitorios, que pueden incorporarse en un producto de programa informático.

La descripción anterior de las realizaciones divulgadas se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o utilice las reivindicaciones. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de las reivindicaciones. Por lo tanto, las presentes reivindicaciones no pretenden limitarse a las realizaciones mostradas en la presente memoria, sino que se les debe otorgar el ámbito más amplio consistente con las siguientes reivindicaciones y los principios y características novedosas divulgadas en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para analizar información de sensores para identificar un comportamiento anormal del vehículo, que comprende:

determinar si un dispositivo móvil se encuentra dentro de un vehículo;
 monitorear a través de un procesador una pluralidad de sensores muy próximos al vehículo para recoger información de los sensores;
 en respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo, activar un sistema de monitoreo y análisis para recoger y analizar la información del sensor de la pluralidad de sensores, la información de la pluralidad de sensores incluye información de un sensor de dispositivo móvil y de uno o más un sensor de vehículo estrechamente integrado y un sensor de vehículo poco integrado;
 analizar la información del sensor recogida para generar un resultado de análisis al comparar la información del sensor del dispositivo móvil con la información de uno o más del sensor del vehículo estrechamente integrado y el sensor del vehículo poco integrado, en el que el análisis comprende:
 aplicar un vector de comportamiento generado a un modelo clasificador de aprendizaje automático para generar el resultado del análisis, en el que el vector de comportamiento generado se basa en la información del sensor recogida; y

utilizar el resultado del análisis generado para determinar si un comportamiento del vehículo es anormal.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:

generar un mensaje de comunicación en respuesta a determinar que el comportamiento del vehículo es anormal; y
 enviar el mensaje de comunicación generado a una entidad externa.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis comprende comparar la información del sensor recogida desde un sensor de dispositivo móvil con la información del sensor recogida desde el sensor del vehículo estrechamente integrado y/o el sensor del vehículo poco integrado.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis comprende comparar la información del sensor recogida de dos o más de:

el sensor del vehículo estrechamente integrado;
 el sensor del vehículo poco integrado; o
 el uno o más sensores que no son de vehículos.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis comprende comparar la información del sensor recogida de un primer tipo de sensor con la información del sensor recogida de un segundo tipo de sensor.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el procesador es un procesador de dispositivo móvil en un dispositivo móvil.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el procesador es un procesador de vehículo en el vehículo, comprendiendo además el procedimiento:

establecer un enlace de comunicación con el dispositivo móvil en respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo; y
 recibir información del sensor del dispositivo móvil a través del enlace de comunicación.

8. Un dispositivo informático que comprende:

un procesador configurado con instrucciones ejecutables por procesador para realizar operaciones que comprenden:

determinar si un dispositivo móvil se encuentra dentro de un vehículo;
 monitorear una pluralidad de sensores muy próximos al vehículo (118) para recoger información de los sensores;
 en respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo, activar un sistema de monitoreo y análisis para recoger y analizar la información del sensor de la pluralidad de sensores, la información de la pluralidad de sensores incluye información de un sensor de dispositivo móvil y de uno o más un sensor de vehículo estrechamente integrado y un sensor de vehículo poco integrado;

analizar la información del sensor recogida para generar un resultado de análisis al comparar la información del sensor del dispositivo móvil con la información de uno o más del sensor del vehículo estrechamente integrado y el sensor del vehículo poco integrado, en el que el análisis comprende:

aplicar un vector de comportamiento generado a un modelo clasificador de aprendizaje automático para generar el resultado del análisis, en el que el vector de comportamiento generado se basa en la información del sensor recogida; y

usar el resultado del análisis generado para determinar si un comportamiento del vehículo (118) es anormal.

9. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que el procesador se configura con instrucciones ejecutables por el procesador para realizar operaciones que comprenden, además:

generar un mensaje de comunicación en respuesta a determinar que el comportamiento del vehículo es anormal; y

enviar el mensaje de comunicación generado a una entidad externa.

10. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que el procesador se configura con instrucciones ejecutables por el procesador para realizar operaciones de manera que el análisis de la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis comprenda comparar la información del sensor recogida desde un sensor de dispositivo móvil con la información del sensor recogida del sensor del vehículo estrechamente integrado y/o del sensor del vehículo poco integrado.

11. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que el procesador se configura con instrucciones ejecutables por el procesador para realizar operaciones de manera que, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis, comprenda comparar la información del sensor recogida de dos o más de:

el sensor del vehículo estrechamente integrado;
el sensor del vehículo poco integrado; o
el uno o más sensores que no son de vehículos.

12. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que el procesador se configura con instrucciones ejecutables por el procesador para realizar operaciones de manera que, analizar la información del sensor recogida para generar el resultado del análisis, comprenda comparar la información del sensor recogida de un primer tipo de sensor con la información del sensor recogida de un segundo tipo de sensor.

13. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que:
el dispositivo informático es un dispositivo móvil.

14. El dispositivo informático de la reivindicación 8, en el que:

el dispositivo informático se integra en el vehículo; y
el procesador se configura con instrucciones ejecutables por el procesador para realizar operaciones que comprenden, además:

establecer un enlace de comunicación con el dispositivo móvil en respuesta a determinar que el dispositivo móvil está dentro del vehículo; y
recibir información del sensor del dispositivo móvil a través del enlace de comunicación.

15. Un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo instrucciones de software ejecutables por el procesador configuradas para hacer que el procesador de un dispositivo informático realice operaciones correspondientes a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

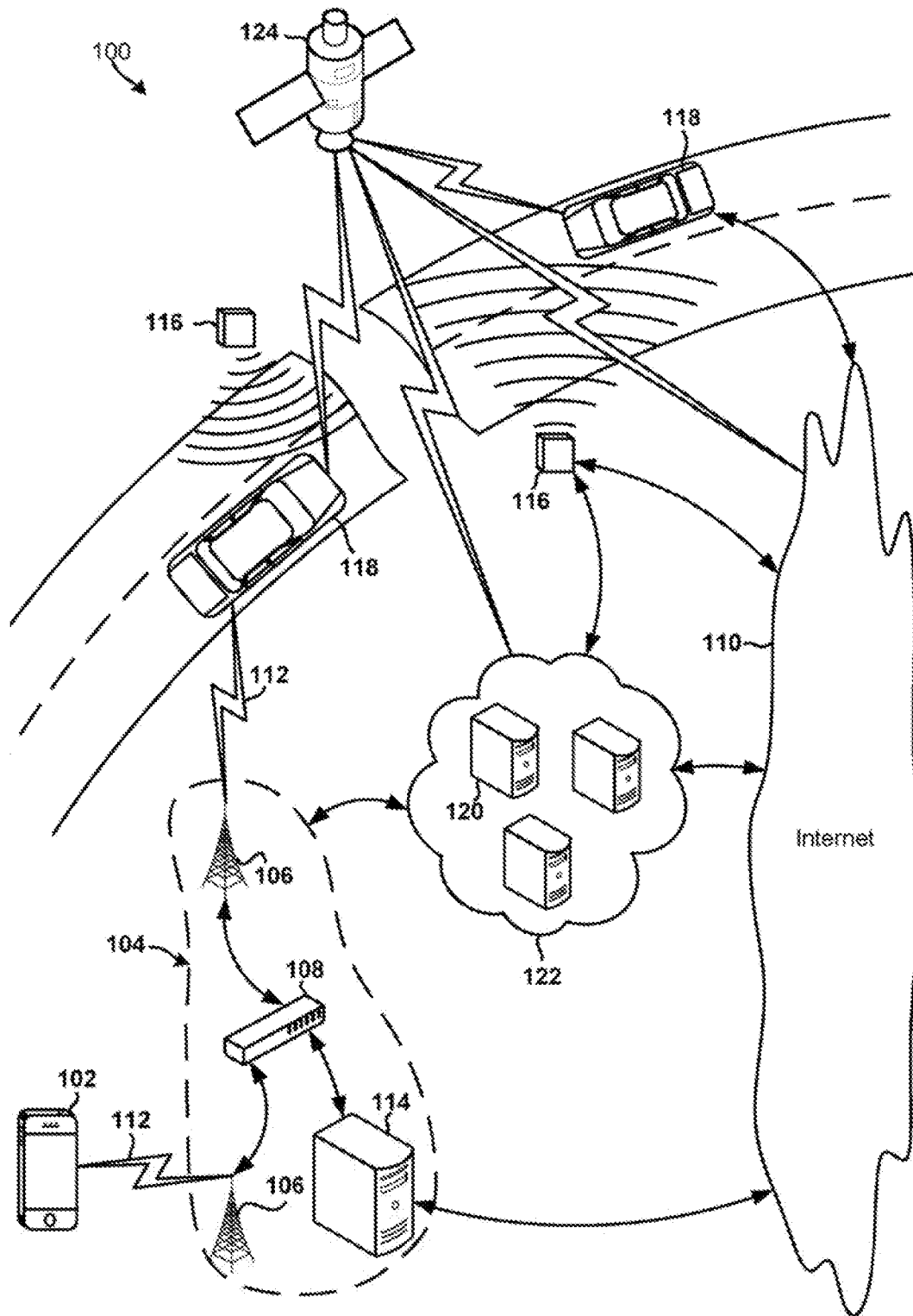


Figura 1

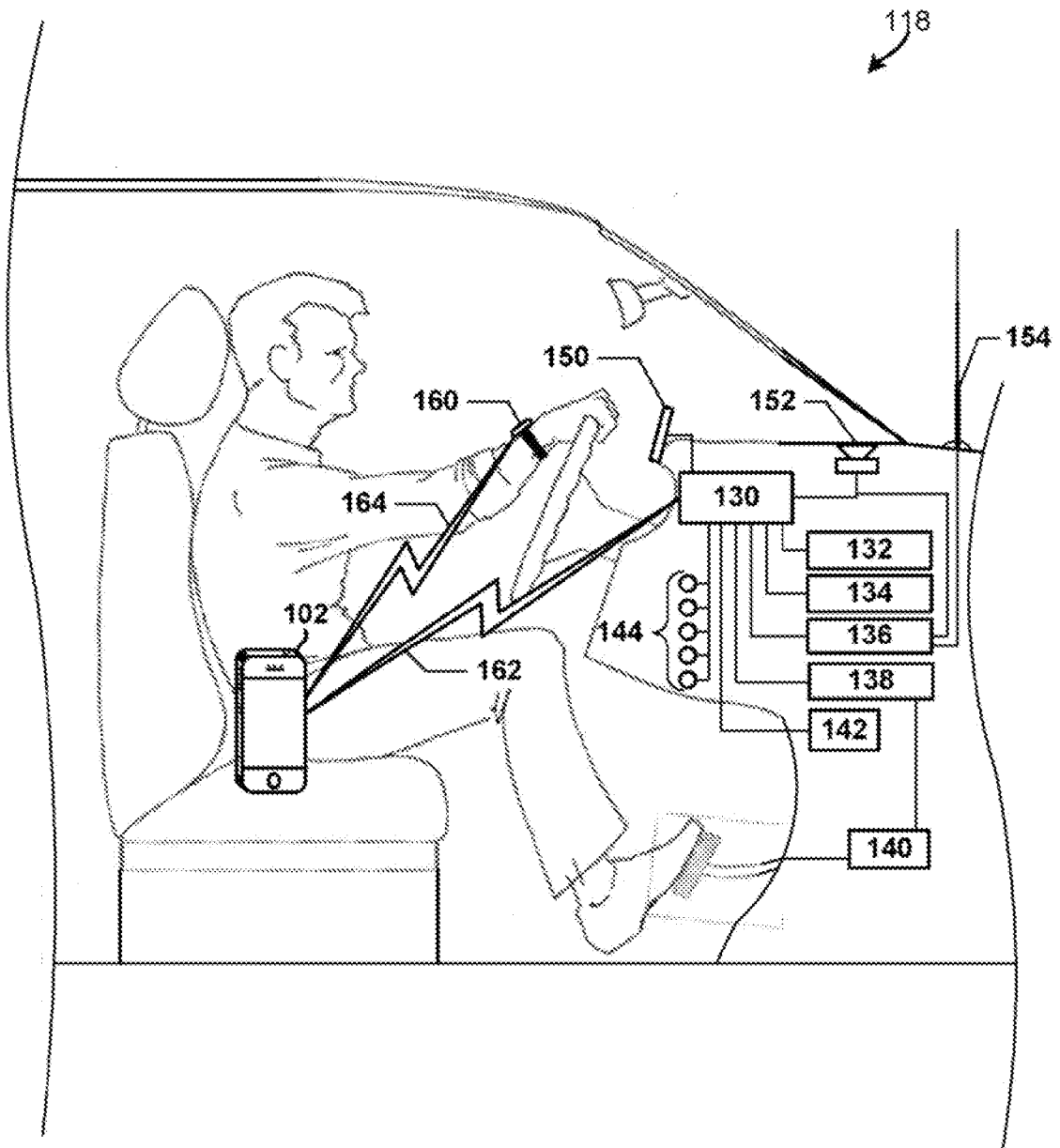


Figura 2

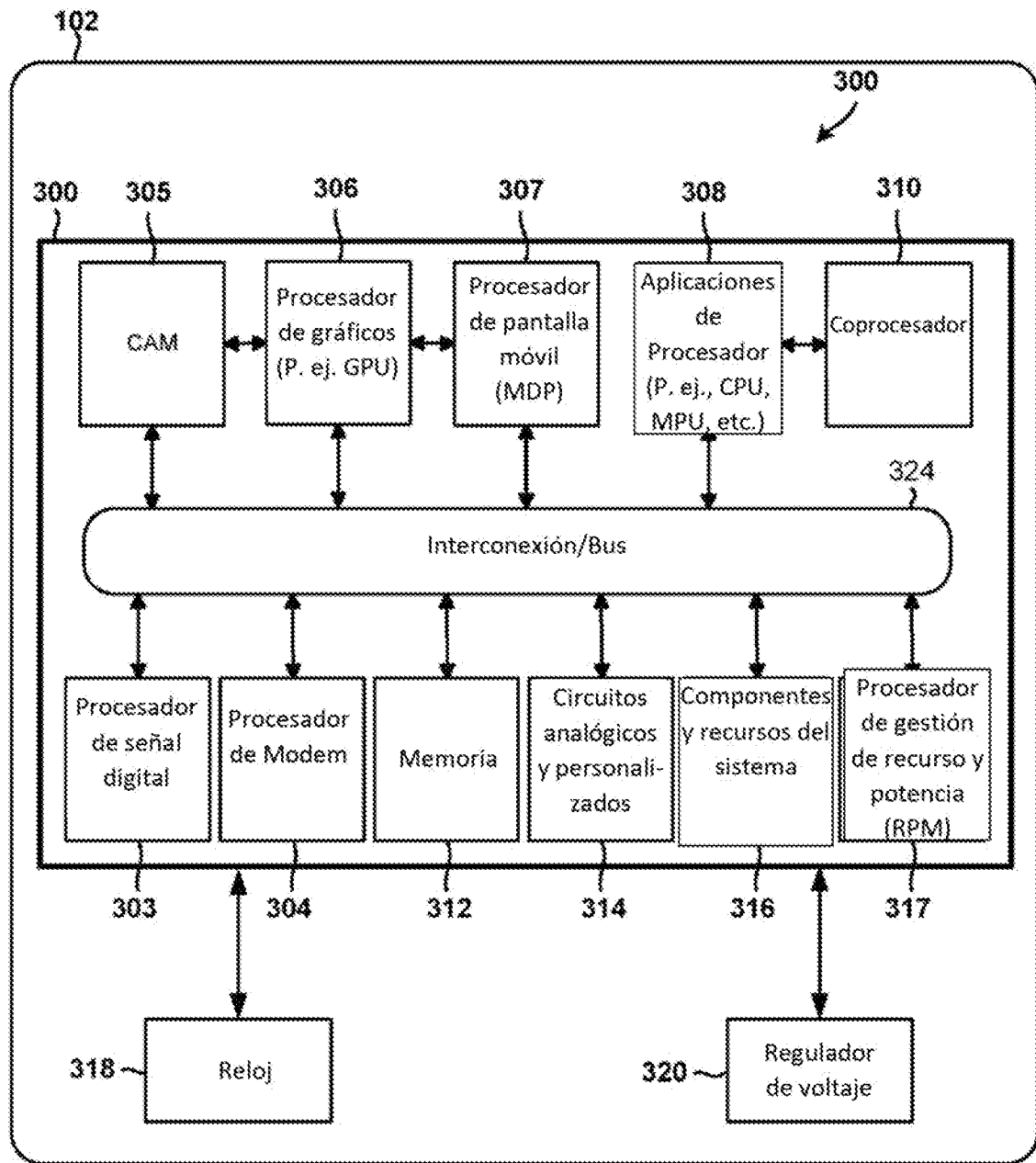


Figura 3

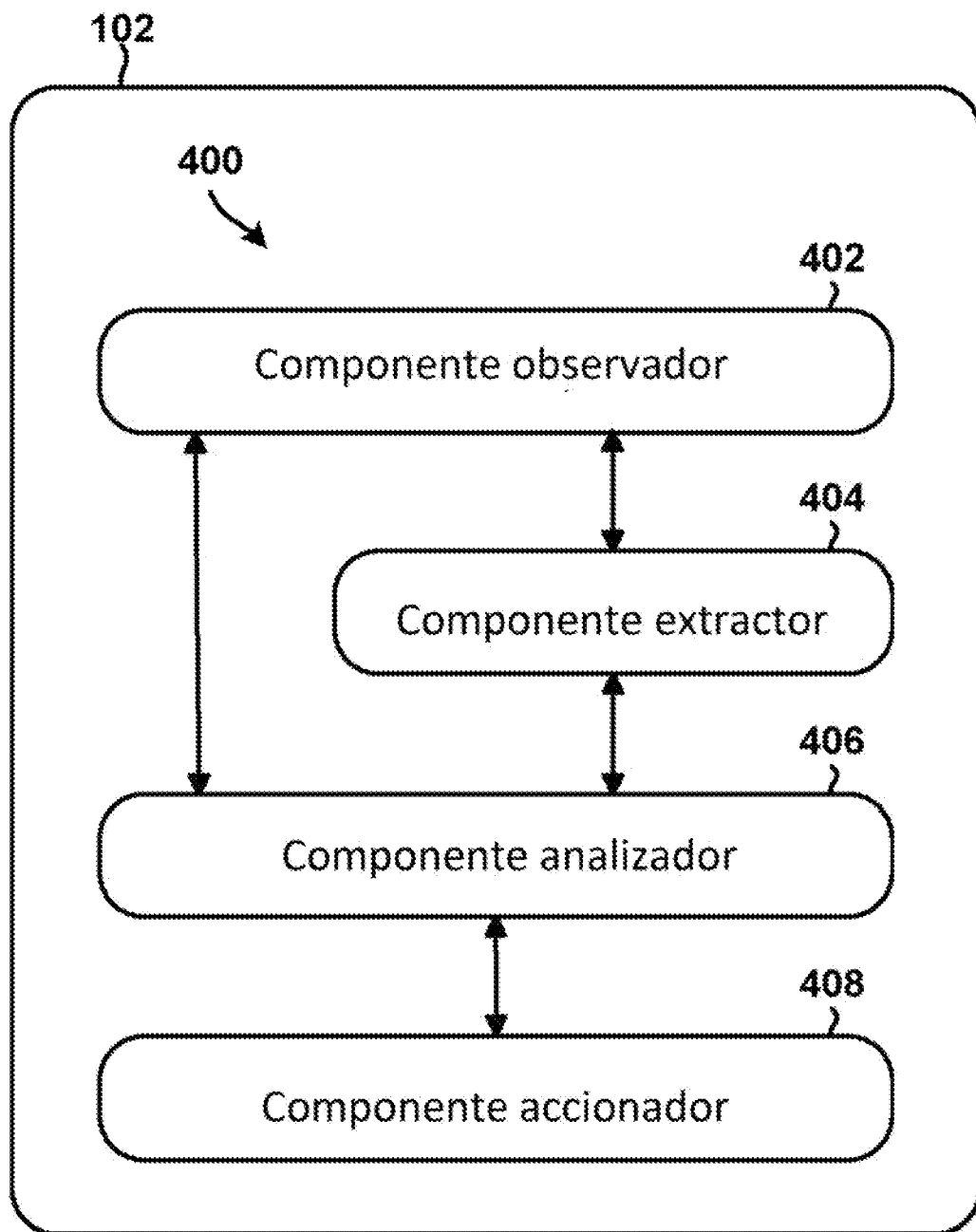


Figura 4

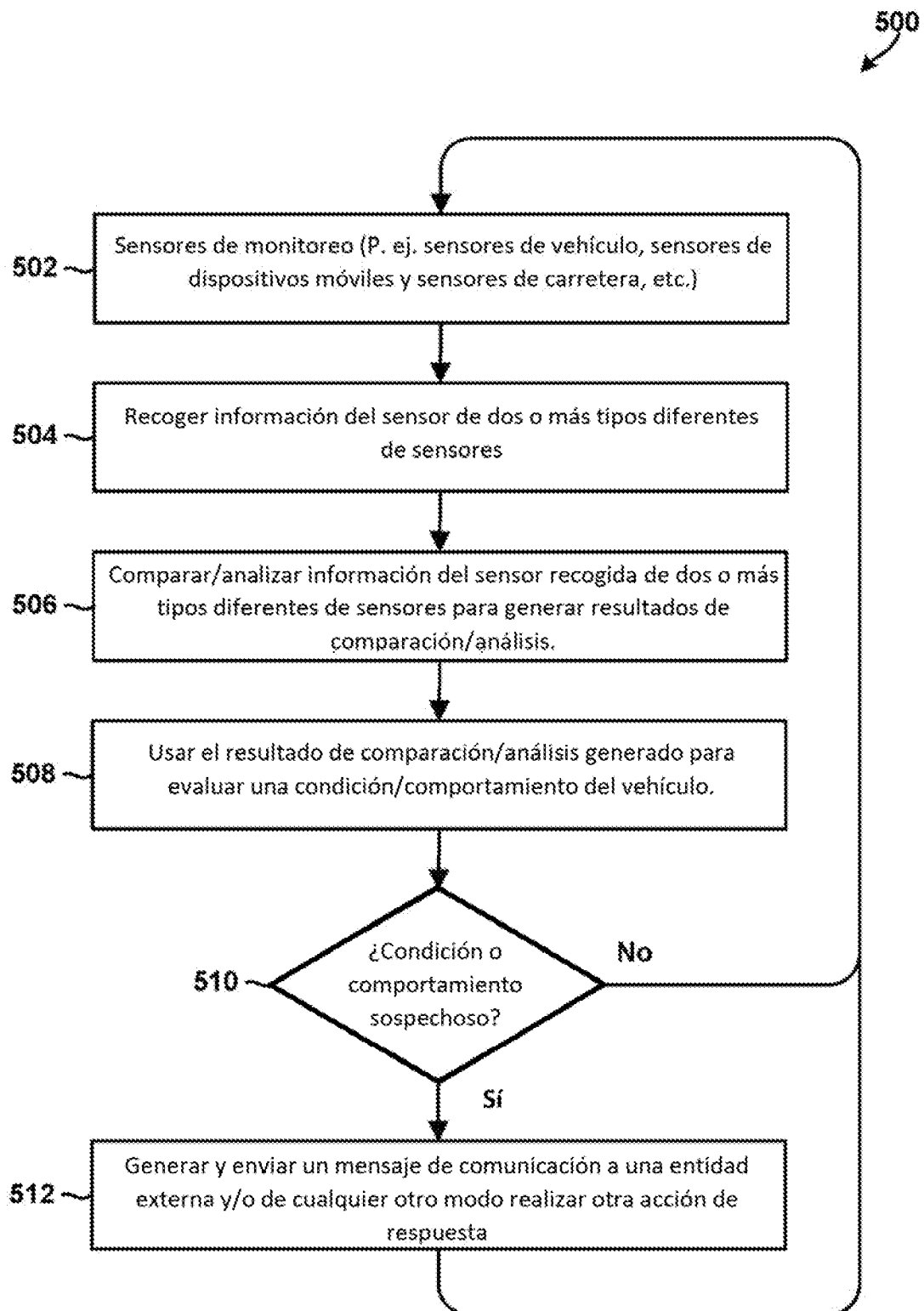


Figura 5

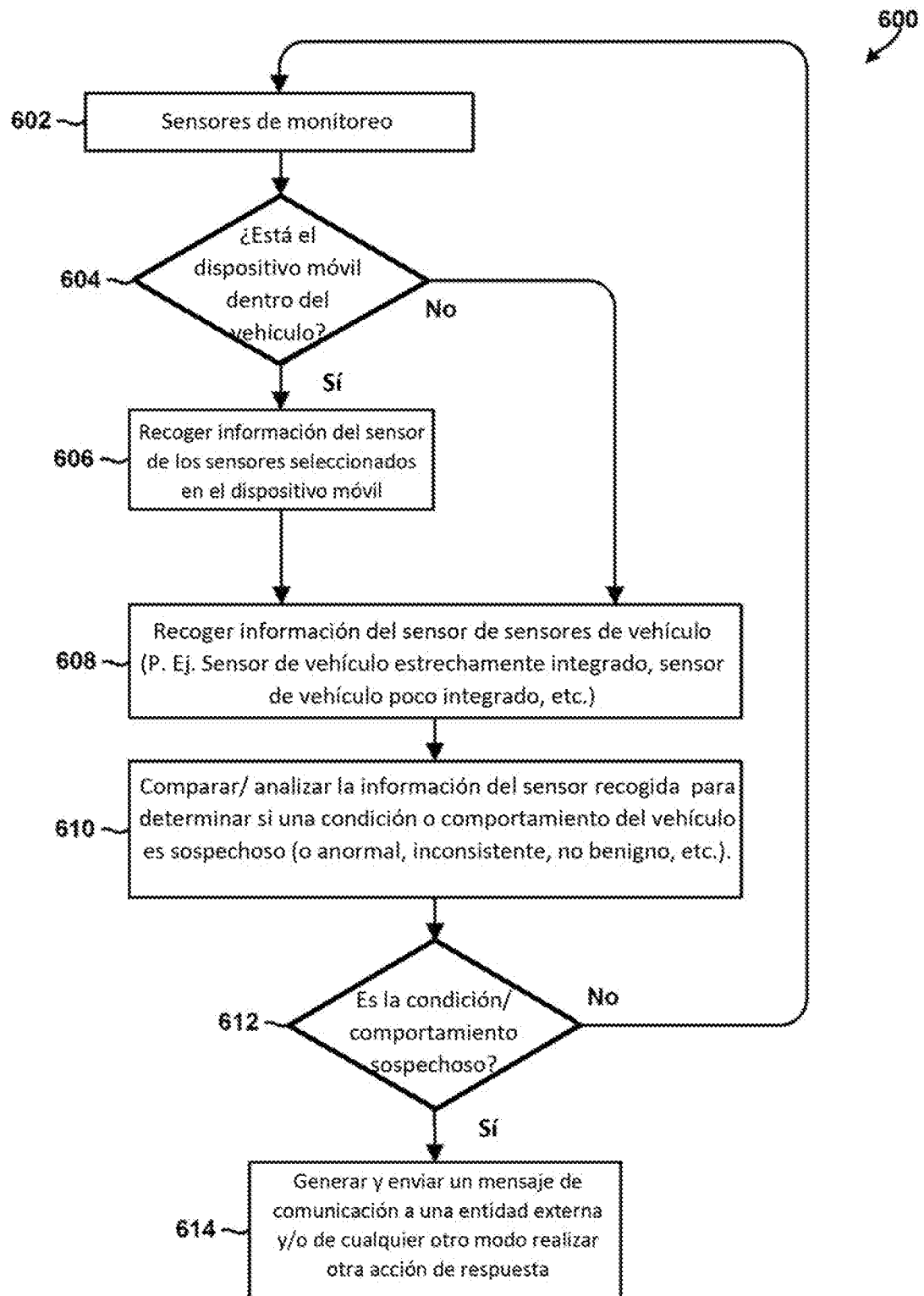


Figura 6

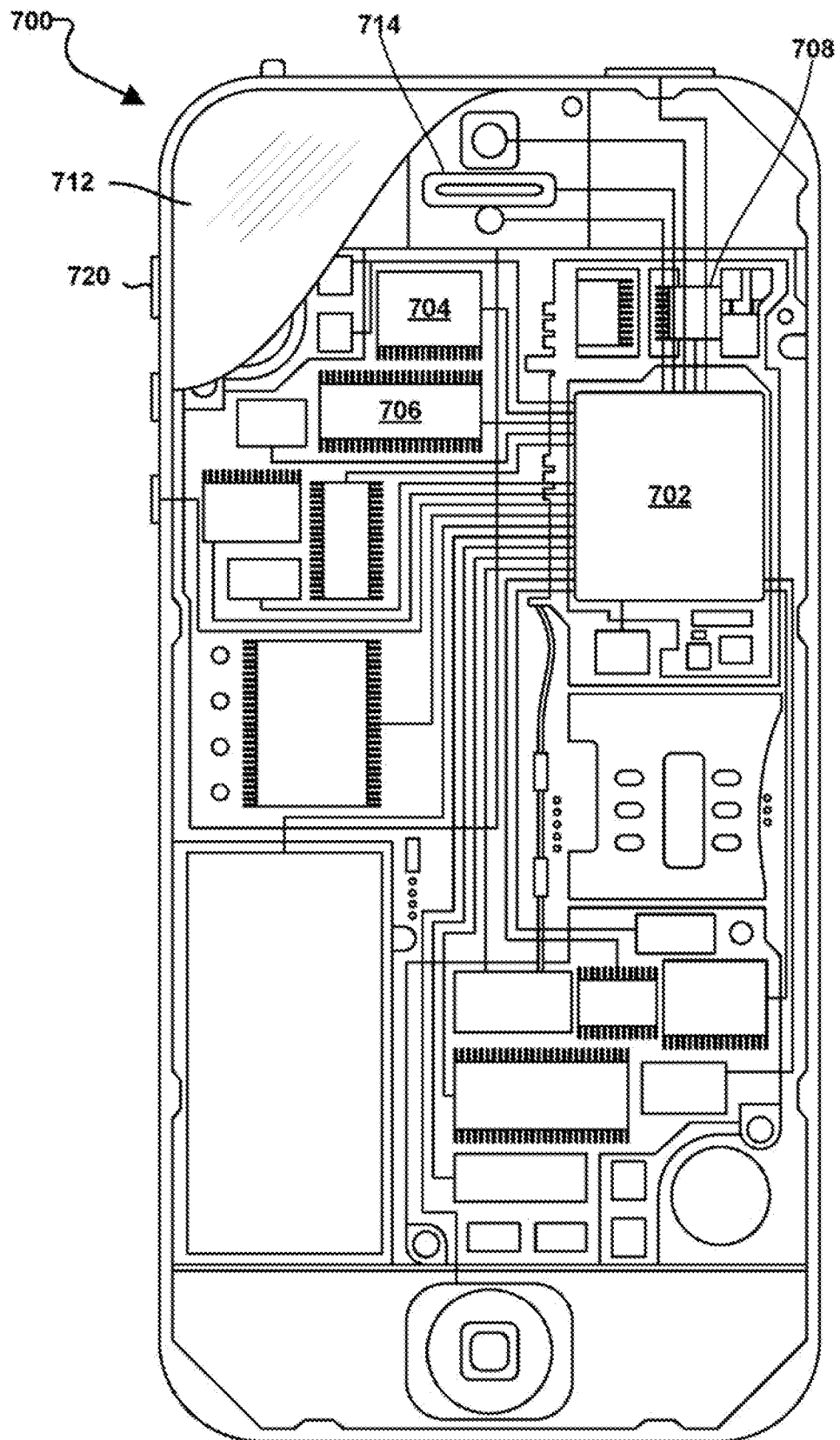


Figura 7