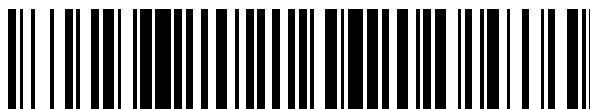


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 492**

51 Int. Cl.:

G08B 5/00 (2006.01)

G08B 21/02 (2006.01)

B60Q 1/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2011** **E 14003506 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016** **EP 2840561**

54 Título: **Métodos para determinar niveles de amenaza en diferentes zonas**

30 Prioridad:

27.07.2010 US 844295

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

21.02.2017

73 Titular/es:

RITE-HITE HOLDING CORPORATION (100.0%)
8900 North Arbon Drive
Milwaukee, WI 53223, US

72 Inventor/es:

BEGGS, RYAN P.;
BOERGER, JAMES C.;
HOFFMANN, DAVID J.;
MARKHAM, KEN;
MCNEILL, MATTHEW;
MUHL, TIMOTHY;
NELSON, KYLE;
OATES, JAMES y
SENFLEBEN, JASON

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 602 492 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

Métodos para determinar niveles de amenaza en diferentes zonas

5 CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

Esta divulgación se refiere en general a muelles de carga y, más particularmente, a métodos y aparatos para detectar y advertir a entidades próximas de interés.

10 ANTECEDENTES

Hay muchos entornos en los que es deseable aumentar la seguridad del trabajador. Los ejemplos de tales entornos incluyen áreas de muelle de carga, almacenes, centros de distribución e instalaciones similares. Además de que tales lugares habitualmente están llenos de gente, son ruidosos y están llenos de actividad y otras distracciones, la yuxtaposición de personas y vehículos (carretillas elevadoras, transpaletas, etc.) aumenta en gran medida los peligros potenciales. Las personas y los vehículos pesados en movimiento no interactúan sistemáticamente de este modo en otros entornos (por ejemplo en la calle con vías/carriles definidos para vehículos, aceras y pasos de cebra para peatones, señales de stop, semáforos, etc.), pero actualmente es el *statu quo* en los entornos enumerados. Como resultado son demasiado comunes los accidentes en los que carretillas elevadoras y similares golpean a individuos y los accidentes relacionados.

Varios factores pueden aumentar la probabilidad de que se produzcan tales accidentes. Un factor es el entorno lleno de gente, con mucho ajetreo, ruidoso y lleno de distracciones mencionado anteriormente. La presencia de tales distracciones puede impedir que un individuo en peligro se dé cuenta de y reaccione ante una situación peligrosa. Irónicamente, una fuente de tales distracciones son el sinnúmero de luces, luces estroboscópicas, bocinas y/o timbres previstos para advertir sobre tales peligros. Otro factor es la presencia de ángulos muertos. Un individuo que va caminando por un pasillo en una instalación de este tipo no puede ver peligros potenciales a la vuelta de la esquina al final del pasillo o en un ángulo a mitad del pasillo. La manera en que se usan las carretillas elevadoras para cargar y descargar camiones estacionados en un muelle de carga también crea ángulos muertos para el conductor de una carretilla elevadora. Normalmente, una carretilla elevadora se conduce hacia delante hacia el interior de un tráiler, y luego se conduce marcha atrás para salir del tráiler. Aunque se usan asientos giratorios y/o espejos montados en la carretilla elevadora en un intento por minimizar este problema, estas soluciones previstas no son completamente satisfactorias. De hecho, un individuo que pasa cualquier cantidad significativa de tiempo en una instalación de este tipo adopta normalmente la práctica de detenerse y mirar dentro de cada tráiler estacionado en un muelle de carga cuando cruza de un muelle a otro, por miedo a ser golpeado por una carretilla elevadora que esté dando marcha atrás en un ángulo muerto o sin prestar atención.

Los mecanismos actuales para impedir o minimizar la gravedad de estos tipos de accidentes entran en general en dos categorías. La primera categoría son los artículos de seguridad personal, normalmente algún tipo de vestimenta. Los ejemplos comunes incluyen cascos de protección, gafas de seguridad, zapatos o botas con punta de acero y chalecos de seguridad. La mayoría de estos artículos de vestimenta están previstos para minimizar el efecto de un accidente de este tipo. Un casco de protección, por ejemplo, puede amortiguar pero no impedir un golpe en la cabeza. Algunos chalecos de seguridad están previstos para ayudar a impedir accidentes, dado que pueden estar hechos de un material altamente reflectante o fluorescente de color brillante para aumentar la visibilidad de la persona que lo lleva puesto, de manera que un conductor de una carretilla elevadora u otra fuente de peligro pueda verlo. En general, estos artículos de seguridad son de eficacia limitada porque son pasivos. Por otro lado, sí proporcionan el beneficio de que los lleva la persona que se protege y se desplazan con la misma.

Además de tales artículos de seguridad personal o vestimenta, la otra categoría de dispositivos previstos para impedir o minimizar estos tipos de accidentes industriales son los sistemas de advertencia. Normalmente, se activa algún tipo de dispositivo de advertencia/señalización (una luz roja, una luz intermitente, una luz estroboscópica, una bocina, una campana, un timbre, etc.) en respuesta a la detección o captación de una condición peligrosa. Tal señalización en respuesta al sensor puede incluir una luz que se ilumina cuando se enciende un equipo. Otra señalización puede activarse mediante la detección o captación de una condición operativa peligrosa de un equipo, tal como la señalización de movimiento de un equipo que representa un peligro (por ejemplo una alarma de vehículo en movimiento para carretillas elevadoras). Otro dispositivo de seguridad para muelles de carga de ejemplo conocido como retenedor de vehículo está previsto para acoplarse al protector de impacto trasero (RIG) de un tráiler estacionado y que está descargándose/cargándose en el muelle de carga para impedir la condición peligrosa de que el tráiler salga del muelle mientras está descargándose/cargándose. En tales dispositivos de seguridad para muelles de carga se emplea un mecanismo de captación en un intento por determinar si el retenedor ha capturado de hecho el RIG. De ser así, una luz dentro del muelle se ilumina en verde para indicar que el tráiler está retenido y puede descargarse/cargarse de manera segura. Sin embargo, si el sensor no detecta la captura del RIG, se ilumina una luz de advertencia roja interior y/o suena una bocina para señalar que no es seguro descargar/cargar el tráiler. Otras formas de retención de vehículos están diseñadas para acoplarse a otras estructuras en el vehículo tales como las ruedas, el chasis, el carril del bogie, etc.

También existen sistemas para intentar advertir o bien a peatones o bien a carretillas elevadoras próximas sobre colisiones inminentes entre ambos. Aunque se han sumado una variedad de tecnologías de captación a la señalización de advertencia, tales sistemas no abordan completa o eficazmente la situación. Por ejemplo, las advertencias que proporcionan pueden experimentar una falta de especificidad. Esta falta de especificidad puede ser con respecto a lo que es el peligro. Una instalación dada puede tener tantas luces, bocinas y sirenas que para un individuo en peligro puede ser difícil asociar apropiadamente una advertencia dada con una amenaza dada. La falta de especificidad también puede referirse a quién está en peligro. Si, por ejemplo, está previsto un sistema de captación para detectar cuándo una persona ha entrado en un área designada grande, varias personas en una proximidad inmediata al área pueden oír o ver una advertencia y todas pueden tener un presentimiento de peligro por esa señal de advertencia, aunque sólo una de ellas haya entrado realmente en el área. Dado este ejemplo, un resultado más probable es que todos los individuos ignorarán la advertencia dado que no es posible especificar quién está en peligro. La falta de especificidad también puede aplicarse a la ubicación, dirección o distancia (en o bien distancia física o bien distancia temporal) del peligro inminente. Con relación a lo anterior, el momento del peligro puede transmitirse de manera imprecisa mediante la advertencia usada, sin que el individuo en peligro sepa si hay una amenaza generalizada que pueda producirse en cualquier momento, o si un daño potencial dado es inminente. Esto limita excesivamente la oportunidad de que el individuo amenazado realice una acción evasiva o correctiva apropiada con respecto a la amenaza. Adicionalmente, un presentimiento de peligro impreciso y/o constante puede dar como resultado la pérdida de productividad del personal afectado.

El documento US 2010/114405 A1 describe un sistema de control suplementario para un vehículo de manejo de material que comprende uno o más sensores que pueden definir múltiples zonas de detección sin contacto al menos hacia el frente de la dirección de avance de un vehículo teledirigido. El vehículo responde a la detección de objetos dentro de zonas designadas basándose en acciones predeterminadas, tales como frenar o detener el vehículo y/o llevar a cabo otra acción, tal como realizar una corrección de ángulo de dirección.

El documento US 2006/146520 A1 describe un sistema de marcado de suelo y un método según el preámbulo de la reivindicación 1. El sistema de marcado de suelo incluye un suelo que tiene una ubicación predeterminada destinada al uso de un carácter predeterminado, marcándose la ubicación predeterminada con luz incidente. El sistema de marcado de suelo incluye además una unidad de iluminación que tiene una fuente de luz para marcar luz sobre el suelo en una ubicación predeterminada. Un dispositivo de patronaje está dispuesto entre la fuente de luz y el suelo y está configurado y dispuesto para marcar al menos uno de un patrón gráfico y un color sobre el suelo en la ubicación predeterminada con la luz incidente. El al menos uno del patrón gráfico y el color marcados sobre el suelo mediante la unidad de iluminación y el dispositivo de patronaje forma un indicador y el indicador corresponde al carácter de uso del suelo en la ubicación predeterminada.

SUMARIO DE LA INVENCION

Según un aspecto, la presente invención proporciona un método para detectar y/o advertir de peligros para diferentes áreas de un edificio, según el contenido de la reivindicación independiente 1. Otro aspecto de la presente invención se refiere a un sistema para detectar y/o advertir de peligros para diferentes áreas de un edificio, según el contenido de la reivindicación independiente 15.

En las reivindicaciones dependientes, la siguiente descripción y los dibujos se exponen realizaciones preferidas de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 ilustra un sistema de ejemplo que tiene una zona de advertencia no modulada.

Las figuras 2A y 2B ilustran un sistema de ejemplo que tiene una zona de advertencia modificada.

Las figuras 3A y 3B ilustran un sistema de ejemplo que tiene otra zona de advertencia modificada.

Las figuras 4A y 4B ilustran un sistema de ejemplo que tiene otra zona de advertencia modificada adicional.

La figura 5 ilustra una visualización gráfica de ejemplo de un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

Las figuras 6A y 6B ilustran un sistema de detección de ejemplo basado en la proximidad descrito en el presente documento que usa luz visual para crear una zona de advertencia.

La figura 6C es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina que pueden ejecutarse para detectar un peligro particular en diferentes áreas de un edificio.

La figura 7 ilustra una instalación de ejemplo implementada con un sistema de ejemplo descrito en el presente

documento.

La figura 8 es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina descritas en el presente documento que pueden ejecutarse para implementar un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

La figura 9A ilustra una trayectoria de ejemplo basada en vectores de dos entidades de interés.

La figura 9B ilustra una trayectoria de ejemplo mejorada basada en vectores de las dos entidades de interés mostradas en la figura 9A.

La figura 9C es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina que pueden ejecutarse para implementar un discriminador de peligro que realiza un análisis predictivo.

La figura 10A ilustra una zona de advertencia proporcionada por otro sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

La figura 10B es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina para generar una señal de advertencia basándose en una zona de seguridad modificada.

La figura 10C es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina que pueden ejecutarse para determinar la posibilidad de una colisión entre entidades de interés.

La figura 11 ilustra un área de muelle de carga de ejemplo implementada con un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

La figura 12 ilustra gafas de ejemplo que pueden acoplarse de manera comunicativa a un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

La figura 13 ilustra un casco de protección de ejemplo y pulseras de ejemplo que pueden acoplarse de manera comunicativa a un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

La figura 14 ilustra un vehículo de ejemplo implementado con luces para proporcionar una zona de advertencia visualmente perceptible adyacente a un perímetro del vehículo.

La figura 15 ilustra otro casco de protección de ejemplo implementado con una pluralidad de modos de advertencia.

La figura 16 ilustra otro casco de protección de ejemplo adicional implementado con una pluralidad de modos de advertencia.

La figura 17 es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de ejemplo que puede ejecutar las instrucciones de ejemplo legibles por máquina de las figuras 6C, 8, 9C, 10A y 10B para implementar los sistemas de ejemplo descritos en el presente documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Una primera categoría de sistemas de captación para detectar o captar interacciones potencialmente peligrosas entre carretillas elevadoras y peatones (u otros vehículos, personas o equipos en una instalación) usa técnicas de detección o captación basadas en proximidad. En general, la tecnología de captación detecta y/o determina cuándo existe una condición potencialmente peligrosa basándose en la proximidad de, por ejemplo, una entidad potencialmente afectada (un peatón) y un elemento peligroso (por ejemplo una intersección sin visibilidad o una carretilla elevadora). Tal como se usa en el presente documento, tales situaciones potencialmente peligrosas (o de hecho peligrosas) se denominarán colectivamente “amenazas”. Por ejemplo, un sistema de captación puede determinar amenazas en una ubicación fija tal como una intersección sin visibilidad. Un primer sistema de ejemplo usa dos sensores ultrasónicos ubicados en una esquina, uno orientado en una primera dirección o “campo de cobertura” de un enfoque, y el otro orientado en una segunda dirección o campo de cobertura diferente de la primera dirección o campo de cobertura. Cuando el sistema detecta cuerpos o entidades de interés en ambos campos de cobertura, se proporciona una advertencia generalizada. La detección se basa en el retardo de tiempo entre el envío de la señal ultrasónica y la recepción de la señal reflejada desde un cuerpo. En otro ejemplo, un sistema incluye un aparato de captación montado por encima de una intersección para escanear u observar los pasillos que se aproximan a la intersección (por ejemplo, cuatro pasillos, tres pasillos, etc.). La detección de un objeto que se aproxima que es suficientemente grande (es decir no peatones) provoca una advertencia. El sistema puede discriminar entre objetos que se aproximan y que se retiran. Otro sistema de ejemplo usa células fotoeléctricas montadas cerca de ubicaciones potencialmente peligrosas en combinación con reflectores o cinta reflectante en la carretilla elevadora. El paso de la carretilla elevadora hace que la célula fotoeléctrica indique la proximidad de la

carretilla elevadora con respecto a la ubicación potencialmente peligrosa y desencadena advertencias generales. Sin embargo, la disposición actual de sistemas de advertencia generalizada y comunicación de amenaza tienen una utilidad limitada en esta función crítica de impedir o minimizar estos accidentes industriales potencialmente muy peligrosos. En estos casos, naturalmente, la advertencia es sólo generalizada e indicativa de una condición potencialmente peligrosa. Aun así, tales sistemas podrían tener alguna aplicación para la detección y comunicación más eficaces de amenazas. Por ejemplo, un área particularmente peligrosa es el área que rodea un nivelador de muelle cuando está cargándose o descargándose un camión, dado que las carretillas elevadoras que salen del camión están desplazándose marcha atrás o hacia atrás, y el operario puede no tener una visibilidad adecuada para ver a los peatones en el área. Un sistema con capacidad de determinar que 1) una carretilla elevadora está en el tráiler (o incluso abandonando el tráiler si se usa un sistema discriminador basado en la dirección) se combina con un medio para determinar la presencia o la aproximación de un peatón al área peligrosa alrededor del nivelador para desencadenar una advertencia. Esta advertencia es específica en cuanto a que indica que una carretilla elevadora está saliendo del tráiler. Adicional y alternativamente, la advertencia se dirige personalmente a la persona que se aproxima hacia el daño. Tales soluciones se dan a conocer en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente, con número de publicación 2008/0127435.

Existen muchos ejemplos de sistemas de captación de proximidad para objetos en movimiento tales como carretillas elevadoras con respecto a peligros tales como peatones. En algunos sistemas de este tipo, al personal potencialmente en peligro se le proporciona alguna forma de detector que puede determinar la intensidad de señal de una señal (normalmente una señal RF u otra señal electromagnética) enviada por el elemento peligroso (por ejemplo una carretilla elevadora). La detección de una intensidad de señal suficiente provoca una alarma, dado que es indicativa de la proximidad peligrosa de la carretilla elevadora. Se usan varias formas de radiación electromagnética para este tipo de sistema de cobertura. En un sistema conocido, una baliza de infrarrojos giratoria está situada sobre la carretilla elevadora y unos detectores de infrarrojos están situados o bien en ubicaciones fijas o bien en personal en movimiento. Cuando hay una proximidad suficientemente inmediata de la baliza y los detectores para desencadenar una detección, se generan advertencias.

En otro ejemplo, un generador de campo en una máquina móvil peligrosa genera un campo magnético, y los peatones portan detectores para detectar la presencia e intensidad de ese campo. Este sistema tiene el beneficio de que tanto los transmisores como los receptores son bucles de alambre que pueden crear campos magnéticos para una corriente aplicada, o detectar campos magnéticos para generar una corriente detectable. Un uso de ejemplo de señales RF incluye tanto peatones como el elemento peligroso con transceptores. Además, una unidad de procesamiento de señales en la máquina móvil peligrosa determina la distancia de un peatón (en una de tres coberturas basándose en la intensidad de señal) y está en comunicación con una unidad de control que controla determinados aspectos peligrosos del funcionamiento de la máquina basándose en la proximidad del peatón con respecto a la máquina. Tal funcionalidad podría aplicarse a los sistemas de esta divulgación, en éstos podrían controlarse los aspectos del funcionamiento de la carretilla elevadora basándose en datos sobre la proximidad del peatón u otros peligros con respecto a la máquina móvil peligrosa. Esto podría ser particularmente beneficioso en el contexto de colisiones potenciales que se producen a la vuelta de "esquinas sin visibilidad" (dado que una advertencia generalizada del área podría no llegar al peatón afectado); ralentizar o detener la carretilla elevadora para un peligro percibido podría ser beneficioso. Otro sistema basado en RF usa un transmisor óptico modulado para crear una zona de advertencia cónica por debajo de un peligro en movimiento. Otro sistema usa una señal RF en el equipo peligroso para enviar una señal de interrogación. Cualquier receptor de peatones en una cobertura apropiada (basándose, por ejemplo en la intensidad de señal) envía de vuelta su identificación (ID) asociada con ese receptor o peatón particular. Un procesador contiene una tabla de ID autorizadas y no autorizadas dentro de la zona de seguridad de la máquina. Para trabajadores autorizados, no se realiza ninguna acción; para trabajadores no autorizados se generan señales de advertencia en el vehículo y se envían al individuo en peligro. Este enfoque parece beneficioso para eliminar algunos aspectos "molestos" de advertir a personas a las que no es necesario advertir, aunque la realización de esta discriminación requeriría un procesamiento tal como se describirá a continuación. Otro sistema de ejemplo basado en RF permite que el elemento peligroso transmita diferentes señales (que van a detectarse por los peatones afectados) para diferentes amenazas, señales diferentes que pueden discriminarse por el receptor de peatones, y que pueden dar como resultado diferentes advertencias (audibles, visuales, táctiles) para diferentes amenazas.

Varios de los ejemplos mencionados anteriormente dan a conocer la modificación de la señal que se genera por el elemento móvil peligroso para transmitir más información específica de la amenaza. Una aplicación de este ejemplo se muestra en las figuras 2A y 2B que dan a conocer el cambio de una forma de una señal de advertencia transmitida desde una carretilla elevadora basándose en el modo de funcionamiento o movimiento de la carretilla elevadora, por ejemplo, una selección de marcha de la carretilla elevadora (por ejemplo, hacia delante, marcha atrás, neutro). Una indicación de la selección de marcha desde un detector se proporciona a un transmisor portado por la propia carretilla elevadora, que crea y/o transmite una señal de proximidad que se recibirá por un receptor portado por un peatón, receptor que puede determinar la intensidad de señal de la señal de proximidad recibida. El detector, por ejemplo, puede incluir un sensor para determinar una propiedad de movimiento de vehículo tal como, por ejemplo, si el selector de marcha de carretilla elevadora está en la posición hacia delante, la posición neutra y/o la posición hacia atrás y producir una salida o señal representativa de la propiedad de movimiento de vehículo (por

ejemplo, el selector de marcha está en la posición hacia delante). La señal se modula o genera basándose en esa selección de marcha (y/u otra indicación de actividad tal como movimiento) de la carretilla elevadora de manera que se crea una salida o zona de advertencia indicativa del modo de movimiento o el sentido en el que se desplaza la carretilla elevadora. La figura 1 muestra una zona de advertencia no modulada 10 que tiene una sección transversal circular dado que el transmisor genera un campo que irradia en todas las direcciones. Tal como se observa en las figuras 2A y 2B, una zona de advertencia 10' está desplazada hacia la parte delantera de la carretilla elevadora cuando se mueve hacia delante, y está desplazada hacia la parte trasera, cuando el selector de marcha está en marcha atrás. Esto puede ayudar a evitar alarmas molestas, por ejemplo para un peatón que está colocado detrás de una carretilla elevadora que está moviéndose hacia delante. Tal como se usan en el presente documento, los términos transmisor y receptor deben interpretarse ampliamente para abarcar al menos las diversas formas de radiación (magnética, RF, óptica, infrarroja, etc.) descritas anteriormente y a continuación.

De manera similar y con relación a lo anterior, la señal de proximidad generada por el transmisor en la carretilla elevadora se modula mediante la velocidad y/o el sentido de desplazamiento de la carretilla elevadora para modificar dinámicamente la forma del "campo" o la zona de advertencia de la señal de proximidad. Una carretilla elevadora que se mueve más rápido crea una zona más grande, una carretilla elevadora que se mueve hacia delante crea una forma de zona desplazada hacia la parte delantera de la carretilla elevadora, y viceversa para una carretilla elevadora en marcha atrás. Un ejemplo de este tipo se representa en las figuras 3A y 3B, mostrando la figura 3A la zona de advertencia 15 para una carretilla elevadora que se mueve relativamente lento, y mostrando la figura 3B la zona de advertencia 16 para una carretilla elevadora que se mueve relativamente rápido. Para un peatón fuera de cualquier campo de advertencia de las figuras 3A y 3B, pero al que se aproximan tales carretillas elevadoras, el campo o zona de advertencia de la figura 3B daría como resultado una recepción de la señal más temprana y con una intensidad de señal relativamente mayor en comparación con la de la señal desde la carretilla elevadora que se mueve más lento como en 3A.

El ejemplo de modular el "campo de advertencia" para una carretilla elevadora basándose en parámetros operativos tales como la selección de marcha o velocidad relativa se mejora usando la posición del volante de dirección de la carretilla elevadora como fuente de tal modulación. Las carretillas elevadoras pueden ser particularmente peligrosas debido al hecho de que se dirigen mediante las ruedas traseras en lugar de las ruedas delanteras como estamos acostumbrados comúnmente en otros vehículos (por ejemplo, automóviles, etc.). Por consiguiente, el movimiento o la acción de dirección de una carretilla elevadora puede ser potencialmente peligroso para un peatón desprevenido. Modular el "campo de advertencia" de una carretilla elevadora basándose en la posición o el sentido de giro del volante de dirección puede proporcionar una señalización de advertencia eficaz a un peatón no familiarizado con este movimiento. Un sensor monitoriza o bien la posición absoluta del volante de dirección o bien el sentido en el que está girándose, y la forma u orientación del campo de advertencia se modifica basándose en esa señal. En el ejemplo de la figura 4A se muestra un campo de advertencia de carretilla elevadora 20 que no se modula mediante una señal de dirección. La flecha curva 30 y la flecha recta 40 indican que cuando la carretilla elevadora está girando hacia la derecha del conductor, las ruedas traseras dirigidas girarán realmente hacia el peatón representado (a la izquierda del conductor) que puede no estar familiarizado con este movimiento inusual. Sin embargo, en el ejemplo de la figura 4B, el campo de advertencia 20' se muestra en una orientación "normal" (que se extiende en un sentido hacia delante desde la carretilla elevadora), pero también en una orientación girada en sentido antihorario debido al hecho de que el volante de dirección de la carretilla elevadora se ha girado hacia la derecha (lo que significa que las ruedas traseras se girarán hacia la izquierda). El campo de advertencia modulado puede incluir sólo el segundo lóbulo girado o ambos. Además, la zona de advertencia puede incluir un tercer lóbulo dirigido en una orientación horaria con respecto a la carretilla elevadora para advertir a alguien delante del vehículo sobre el giro inminente. En lugar de la señal de advertencia que se divide en lóbulos (que se realiza en este caso para fines ilustrativos), podría usarse una forma de campo único para proporcionar una indicación del movimiento de giro de la carretilla elevadora que se producirá pronto. La modulación del campo de advertencia para una carretilla elevadora que gira puede realizarse antes del movimiento real para que la advertencia tenga una característica prospectiva usando la posición de giro y la velocidad de giro del volante de dirección como señal de modulación. Una alternativa es proporcionar a la carretilla elevadora un interruptor de señal de giro de manera que la activación del interruptor de giro derecho por parte del operario de la carretilla elevadora (preparado para activar el interruptor varios segundos antes de iniciar el giro) serviría como desencadenante para modular el campo de advertencia de la manera de la figura 4B. Por tanto, en el presente documento se dan a conocer sistemas o aparatos de captación para modular una señal basada en proximidad con información pertinente a la amenaza (por ejemplo el estado del selector de marcha de la carretilla elevadora, o su velocidad o sentido) para permitir una advertencia más eficaz basándose en esa información pertinente a la amenaza.

Adicional o alternativamente, la modulación de la señal de proximidad no sólo cambia la forma del campo, sino que también codifica información adicional. Por ejemplo, si el campo se modifica según la velocidad de la carretilla elevadora, la velocidad se codifica en la señal modulada. Un detector/receptor está configurado para detectar y/o recibir la presencia de la señal y también decodifica la velocidad del peligro que se aproxima, proporcionando así información pertinente a la amenaza que se usa para modificar apropiadamente la señal de advertencia (por ejemplo, diferentes niveles de advertencia para diferentes niveles de amenaza). En otro ejemplo, la señal de proximidad puede estar configurada para transmitir información sobre el peligro a múltiples transmisores en la

carretilla elevadora, por ejemplo, uno dirigido en el sentido hacia delante y uno dirigido en el sentido hacia atrás. Los dos transmisores envían diferentes señales de proximidad, ambas de las cuales podrían recibirse por un receptor o detector de peatones. El detector puede proporcionar una salida indicativa de un vehículo en proximidad al peatón. Una salida puede decodificarse o generarse como señal de advertencia de una carretilla elevadora que se aproxima en un sentido o bien hacia delante o bien hacia atrás. Dadas las limitaciones de visibilidad impuestas a un conductor de carretilla elevadora mientras se desplaza marcha atrás (retrocede), la detección de un peatón de la señal de sentido hacia atrás podría crear una advertencia más urgente que la detección de una señal de sentido de movimiento hacia delante. La modulación de la señal de proximidad para indicar la velocidad también podría conseguirse aumentando la tasa de repetición de la señal de detección de proximidad con velocidad. En lugar de emitir un campo constante, se emiten ráfagas, y la tasa de ráfagas aumenta con la velocidad del vehículo. Por tanto, basándose en la tasa de ráfagas el detector podría determinar la velocidad a la que se aproxima la carretilla elevadora. Si se desea podría proporcionarse una señalización de advertencia diferente para diferentes intervalos de velocidad al peatón.

Los sistemas basados en proximidad descritos hasta ahora utilizan o se basan generalmente en la intensidad de señal para determinar la existencia o el nivel de una amenaza. Aunque tal proximidad puede ser información útil para un peatón amenazado, los sistemas basados en proximidad pueden mejorarse añadiendo una componente de direccionalidad proporcionando información tanto de distancia como direccional entre un elemento peligroso y un peatón potencialmente afectado. En un ejemplo de un sistema de este tipo, una carretilla elevadora incluye una disposición de antenas direccionales que comprende, por ejemplo, tres antenas separadas espaciadas con una distancia y una orientación conocidas. La disposición permite formar una señal de interrogación que se enviará mediante la carretilla elevadora a cualquier transpondedor de peatones en la cobertura. Esa formación es indicativa de la dirección, la velocidad y/u otra propiedad de la carretilla elevadora, en la misma línea mencionada anteriormente. Unos receptores o detectores portados por peatones (de manera ilustrativa en forma de distintivos portátiles) pueden detectar la señal de interrogación y responder (de nuevo, tal vez sólo cuando la señal de interrogación es de una intensidad adecuada). La señal de respuesta se recibe por la disposición, en la que las múltiples antenas permiten la resolución direccional de esa señal recibida mediante, por ejemplo, triangulación u otras técnicas similares conocidas por los expertos en la técnica. Combinar tal información direccional con una técnica para determinar la distancia (por ejemplo midiendo el retardo de tiempo entre la transmisión de la señal de interrogación y la recepción de una señal de respuesta dentro de algún intervalo de tiempo permitido máximo para evitar detecciones molestas), permite que un procesador asociado con el sistema determine la posición del peatón con alguna especificidad dado que se conocería su distancia y dirección. Entonces se visualiza la ubicación determinada de peatones (u otros objetos o peligros que pueden tener transpondedores) al operario de la carretilla elevadora en una visualización gráfica, tal como se muestra en la figura 5. La visualización gráfica de la figura 5 muestra la carretilla elevadora FT y peligros potenciales tales como, por ejemplo, círculos P que representan peatones y cuadrados F que representan otras carretillas elevadoras. También puede usarse un procesamiento de la información de posición recibida con respecto a la carretilla elevadora para proporcionar una advertencia específica de la amenaza al operario de la carretilla elevadora (por ejemplo una advertencia auditiva de la dirección y la distancia o el tiempo para una colisión potencial con el peatón detectado), o realizar una acción correctiva (por ejemplo activar los frenos de la carretilla elevadora para impedir una colisión). Dada la existencia de un canal de comunicación, el procesador también puede formular y enviar una advertencia específica de la amenaza al peatón afectado (por ejemplo, diferentes niveles de advertencia basándose en la proximidad y/o el sentido de la carretilla elevadora) y realizar una discriminación de manera que se evita advertir a peatones no afectados (por ejemplo no se advierte a peatones que están cerca de que la carretilla elevadora está alejándose).

Otro ejemplo de un sistema de detección basado en proximidad para peligros usa luz visual para crear un campo de advertencia que puede detectarse mediante sensores, pero que también es visible para el ojo. Tal como se representa en las figuras 6A y 6B, una carretilla elevadora FT está dotada de una o más fuentes de luz 40. De manera ilustrativa, se prevén cuatro fuentes de luz (delantera, posterior, izquierda y derecha), con la capacidad de proyectar luz tanto roja como verde. Para un funcionamiento normal de la carretilla elevadora (es decir cuando está conduciéndose en un sentido generalmente hacia delante a través de la instalación sin peligros detectados), la fuente de luz hacia delante 40 se ilumina en verde para proyectar una señal cónica 50 sobre el suelo delante de la carretilla elevadora. En este caso, la luz delantera se ilumina cuando la carretilla elevadora está moviéndose en un sentido hacia delante. Alternativamente se usa una forma diferente para la señal hacia delante que incluye una señal hacia delante cuya forma se modula mediante la velocidad de la carretilla elevadora (como en los ejemplos anteriores, la forma se extendería más hacia delante o sería mayor en el sentido hacia delante para una mayor velocidad de la carretilla elevadora en ese sentido). Una manera de conseguir esta modulación es dotar a las fuentes de luz 40 de aberturas ajustables, lentes y/o un posicionamiento ajustable de manera que pueda modularse la forma y la dirección de las fuentes de luz basándose en entradas de otras fuentes tales como, por ejemplo, una indicación de velocidad y sentido recibida desde la carretilla elevadora, aunque podrían usarse otras fuentes. En otra alternativa, mostrada en la figura 6B, todas las fuentes de luz se iluminan en verde en esta condición de la carretilla elevadora moviéndose generalmente hacia delante a través de la instalación, creando en efecto una "zona de seguridad" alrededor de la carretilla elevadora. La iluminación verde (o bien sólo en el sentido hacia delante, o bien rodeando la carretilla elevadora, o bien tomando otras formas) sirve como indicación visual para el conductor de la carretilla elevadora de que el camino que está siguiendo es "seguro" (no se ha detectado ninguna interacción de

peatones), y también como indicación visual para peatones en los alrededores de que el camino de la carretilla elevadora es “seguro” en tanto que no se han detectado peatones en proximidad inmediata. La proyección y la capacidad para percibir estas “señales de luz” pueden mejorarse pintando el suelo de la instalación con una pintura reflectante o añadiendo arenilla reflectante al suelo de hormigón cuando se vierte.

La luz proyectada desde la(s) fuente(s) 40 puede servir como función doble de no sólo proporcionar una señalización, sino también de ser un campo de advertencia que puede servir como base de captación basada en proximidad de condiciones peligrosas. Como ejemplo de un sistema de este tipo mostrado en la figura 6A, las botas de trabajo 60 de los peatones en una instalación están dotados de sensores de luz 62 que están diseñados para detectar luz de una longitud de onda o longitudes de onda específicas y por encima de una intensidad designada. En este ejemplo, los detectores están diseñados para detectar las luces verde y roja proyectadas por las fuentes de luz 40 de la carretilla elevadora FT de la figura 6A. Por consiguiente, si una carretilla elevadora que avanza a través de la instalación se acerca lo suficiente a un peatón (u otro peligro, tal como un objeto estacionario equipado de manera similar) para ser potencialmente peligroso, el sensor de luz 62 se activará mediante la luz desde una o más de las fuentes de luz 40. Esta activación puede servir como fuente de una señal de advertencia formulada apropiadamente para el peatón afectado tal como una advertencia audible de que hay una carretilla elevadora en una proximidad inmediata y potencialmente peligrosa. En un sistema mejorado de este tipo, los peatones y las carretillas elevadoras están dotados de dispositivos de comunicación para permitir una señalización entre los mismos. En un sistema de este tipo, la detección del campo de advertencia mediante el sensor de luz 62 también daría como resultado una señal que se envía a la carretilla elevadora indicativa de un peatón en una proximidad inmediata potencialmente peligrosa. La recepción de una señal de este tipo haría entonces que algunas o todas las fuentes de luz 40 en la carretilla elevadora cambiaran al color rojo, proyectando por tanto un color rojo sobre el suelo que rodea o es adyacente a la carretilla elevadora. Este color rojo sirve como indicación visual para el conductor de la carretilla elevadora de una situación potencialmente peligrosa. Además sirve como señal visual adicional para el peatón afectado (u otros peatones en el área) de que existe una condición peligrosa. Dado que el campo de advertencia que ahora rodea o es adyacente a la carretilla elevadora es rojo, y dado que los sensores de luz 62 de manera ilustrativa en las botas de trabajo de los peatones también pueden detectar la luz roja, tal detección mediante los sensores 62 puede ser indicativa de una situación inminentemente peligrosa (dado que el cambio del campo de advertencia de luz a rojo ya se desencadenó mediante una detección de un peatón dentro de alguna proximidad no segura predefinida). El resultado de tal detección sería entonces una advertencia especializada prevista para transmitir la inmediatez de la amenaza en lugar de una advertencia más generalizada para crear conciencia en el peatón. De manera similar, si la detección de la luz roja mediante un sensor de luz en el peatón se comunica a la carretilla elevadora, podría realizarse una acción tal como emitir destellos sobre el campo de advertencia que rodea o es adyacente a la carretilla elevadora para proporcionar una indicación visual tanto al conductor de la carretilla elevadora como al peatón de la inmediatez del peligro.

Los ejemplos descritos anteriormente que usan luz visible como base de un sistema de captación de peligro basado en proximidad pueden aplicarse o implementarse con otros sistemas. Por ejemplo, un accidente industrial particularmente común es que una carretilla elevadora atropelle el pie de una persona, lo que se produce más a menudo cuando una carretilla elevadora estacionaria cerca de un peatón comienza a moverse. Para abordar esta situación específica, podría dotarse una carretilla elevadora de fuentes de luz 40 como las mostradas en la figura 6A. En este ejemplo, sin embargo, las fuentes de luz podrían ser de un único color, o incluso una luz no visible (por ejemplo una luz infrarroja), y siempre se proyectarían en un campo de advertencia que rodea la carretilla elevadora, tal como un campo de advertencia circular. Alternativamente, dado que este accidente es el más común con una carretilla elevadora estacionaria, el campo de advertencia podría proyectarse sólo cuando la carretilla elevadora es estacionaria (o bien detectando una falta de movimiento, o bien determinando que el selector de marcha está en la posición neutra). En cualquier caso, las botas de trabajo de los peatones están equipadas con sensores de luz diseñados para detectar la longitud de onda de la luz proyectada mediante las fuentes de luz por encima de un nivel de iluminación dado indicativo de una proximidad no segura (o potencialmente no segura) predeterminada a la carretilla elevadora. Siempre que un peatón esté suficientemente cerca de la carretilla elevadora para que los sensores de luz capten el campo de advertencia, puede proporcionarse una señal de advertencia al peatón, a la carretilla elevadora o a ambos. Esto puede ser particularmente eficaz si el campo de advertencia se genera sólo cuando la carretilla elevadora es estacionaria, dado que la recepción de la señal de advertencia por el peatón indica que está cerca de la carretilla elevadora, y preferiblemente crea conciencia de la situación para que sea precavido con que la carretilla elevadora comienza a moverse. Como mejora adicional, un canal de comunicación entre el peatón y la carretilla elevadora recibiría una indicación del sensor de luz detectando la condición peligrosa, lo que da como resultado una acción correctiva. Por ejemplo, podría impedirse que la carretilla elevadora se mueva si se produce tal detección, o podría proporcionarse una señal de advertencia al operario de la carretilla elevadora de que un peatón está en una proximidad peligrosamente inmediata. Puede ser que el operario pueda identificar visualmente al peatón afectado y obviar la advertencia para comenzar a mover la carretilla elevadora, o el sistema podría bloquearse de manera que no sea posible ningún movimiento de la carretilla elevadora hasta que el peatón se aleje del campo de advertencia de la carretilla elevadora (por ejemplo, a una distancia lo suficientemente lejos de la carretilla elevadora) de manera que entonces la carretilla elevadora en movimiento no le ponga en peligro.

El aspecto de señalización del sistema basado en luz visible también puede aplicarse de otras maneras. Aunque se

usó la carretilla elevadora que proyecta luz sobre el suelo tanto para la señalización visual como para la detección de peligro mediante los sensores de luz en las botas de trabajo, el ejemplo no se limita a ello. De hecho, la proyección de luces verde y roja (o un color adicional) alrededor de la carretilla elevadora podría aplicarse independientemente del sistema que se usa para la captación de peligros. De nuevo, tal señalización es beneficiosa porque puede proporcionar la misma indicación de peligro, o no, tanto al operario de la carretilla elevadora dentro del campo de luz de color, como al peatón (u otro operario de la carretilla elevadora) sin ese campo de luz de color.

El uso de color también puede aplicarse de manera diferente para conseguir algunos de los objetivos de seguridad de esta divulgación. Sin embargo, en lugar de tener una carretilla elevadora que porta fuentes de luz, este ejemplo divide una instalación dada en diferentes zonas que tienen niveles de seguridad diferentes. Una zona puede ser un área generalmente abierta en el centro de un espacio de almacén en la que normalmente sólo están presentes carretillas elevadoras y entran pocos peatones. Otra zona puede ser el área de muelle de carga de un almacén, en la que normalmente se encuentran tanto peatones como carretillas elevadoras. Una tercera zona puede ser un pasillo en el que están presentes carretillas elevadoras, que está justo más allá de las puertas hacia salas de reunión, oficinas u otros espacios sólo para personas (estos pueden ser pasillos particularmente peligrosos). El suelo de las diferentes zonas está pintado en cada caso de un color particular (elegido para ser indicativo del nivel de peligro con respecto a un peligro particular) en este ejemplo colisiones entre peatones y carretillas elevadoras. Dado que la primera zona abierta descrita anteriormente es generalmente un área de poco peligro con respecto a tales colisiones, el suelo de esa área puede pintarse de un primer color, de manera ilustrativa azul. El área o la zona de muelle de carga es de un nivel de peligro relativamente mayor y por tanto puede pintarse de amarillo. Finalmente, la zona o pasillo fuera del área de salas de reunión es peligrosa de manera potencialmente alta y por tanto puede pintarse de rojo. Debe observarse Para esta exposición que el término "pintar" o "pintado" debe interpretarse ampliamente para incluir no sólo pintura real, sino además, por ejemplo añadir un agente colorante, tal como una arenilla de color al hormigón cuando se vierte o cualquier otra manera para conseguir el efecto deseado de colorear el suelo de un color particular. Por tanto, el hecho de pintar o colorear el suelo en las diversas áreas sirve como indicación visual tanto para peatones como para operarios de la carretilla elevadora sobre el nivel de amenaza potencial en esa área. Alternativamente, podría proporcionarse una indicación basada en la zona que usa color modulando los colores de luces de techo en las diversas zonas, para un efecto similar.

Además de proporcionar una indicación visual, la coloración del suelo también puede usarse para modificar el funcionamiento de la carretilla elevadora para tener en cuenta el nivel de amenaza potencial. A este respecto, la carretilla elevadora puede estar dotada de un detector de color que puede detectar si la carretilla elevadora está en un área azul de "bajo peligro", un área amarilla de "peligro elevado" o un área roja "altamente peligrosa". Basándose en el tipo de zona en el que entonces se encuentra la carretilla elevadora, pueden modificarse parámetros operativos de la carretilla elevadora. Por ejemplo, en una zona azul, no puede realizarse ninguna modificación. Sin embargo, en una zona amarilla, puede imponerse una limitación de velocidad a la carretilla elevadora. En una zona roja, la carretilla elevadora podría volverse inoperativa al entrar en la zona hasta que se lleve a cabo y verifique un protocolo de seguridad particular.

Las zonas diferentes también podrían usarse para modificar los parámetros operativos de otros sistemas además de sólo la carretilla elevadora. Podrían usarse diferentes mecanismos de captación para detectar peligros en diferentes zonas. Por ejemplo, un sistema de detección de peligro sofisticado y robusto podría requerir grandes cantidades de energía eléctrica o potencia de cálculo para ser eficaz. Si un sistema de este tipo se porta con un peatón, el consumo de energía es un problema, dado que también debe portarse una fuente de alimentación tal como baterías y una fuente de cálculo tal como un procesador. Por consiguiente, para limitar el consumo de energía, es deseable usar sólo este sistema en áreas de alto peligro. Si el peatón porta un detector de color, algunos sistemas de ejemplo están programados para sólo activar y alimentar el sistema de detección de peligro cuando el peatón está en una zona de alto peligro (por ejemplo, la zona roja) y para usar uno o más sistemas de detección de peligro diferentes en zonas menos peligrosas (por ejemplo, la zona azul). Algunos ejemplos aplican el mismo enfoque a las carretillas elevadoras o para proporcionar advertencias en las que se presentan diferentes tipos de advertencias a personas potencialmente en peligro dependiendo de en qué zona de nivel está la persona. También se da el caso de que pueden establecerse "zonas" de otras maneras además de colorear el suelo en zonas dadas. Generalmente pueden proporcionarse zonas en una instalación según el peligro potencial relacionado con eventos específicos (tales como colisiones entre carretillas elevadoras y peatones), y que pueden modificarse protocolos operativos, un esquema de detección de peligro, esquema de comunicación de amenaza, etc. basándose en la zona de actividad o interacción.

La figura 6C es un diagrama de flujo representativo de instrucciones de ejemplo legibles por máquina 6000 que pueden ejecutarse para implementar un sistema para detectar y/o advertir sobre peligros de diferentes maneras para diferentes áreas de un edificio. En el bloque 6002, el sistema determina niveles de amenaza para un peligro en respectivas de diferentes áreas de un edificio. Por ejemplo, las diferentes áreas pueden ser áreas "altamente peligrosas", áreas "relativamente poco peligrosas", etc. Esta determinación puede realizarse basándose en datos históricos (por ejemplo, número de accidentes en un área dada), datos empíricos (por ejemplo, tipos de ubicaciones que se espera que tengan un riesgo de colisión elevado) o en una entrada manual (por ejemplo, clasificaciones). Independientemente de cómo los niveles de amenaza se asignen a las áreas, el sistema asigna dos o más sistemas de detección de peligro diferentes para su uso en diferentes áreas del edificio (bloque 6004). Por ejemplo, un primer

sistema de detección puede tener una primera capacidad para detectar un peligro particular y un segundo sistema de detección puede tener una segunda capacidad diferente de la primera capacidad para detectar el peligro particular (bloque 6004). Por ejemplo, el primer sistema de detección puede ser un sistema de detección de peligro sofisticado y robusto para su uso en áreas de edificio identificadas en el bloque 6002 como áreas de peligro relativamente alto y el segundo sistema de detección puede ser un sistema de detección de peligro menos sofisticado (y probablemente menos costoso en cuanto a costes y/o recursos de cálculo) que puede usarse en áreas de relativamente poco peligro tal como se definió en el bloque 6002. Una vez que se despliegan los sistemas según la asignación realizada en el bloque 6004, el sistema emplea el primer sistema de detección para monitorizar el peligro particular en una primera área asignada a un primer nivel de amenaza (bloque 6006) y el sistema emplea el segundo sistema de detección para monitorizar el peligro particular en una segunda área asignada a un segundo nivel de amenaza (6008). En algunos ejemplos, el sistema modifica los parámetros operativos (por ejemplo, limitar la velocidad) de una carretilla elevadora basándose en el área en la que está ubicada la carretilla elevadora (bloque 6010). Por ejemplo, cuando se entra en la primera área (por ejemplo, un área considerada un área de amenaza relativamente alta), el primer sistema de detección robusto puede tener la capacidad para ejecutar automáticamente un límite de velocidad mediante una señal de control electrónico en la carretilla elevadora o puede enviar una advertencia adecuada a la carretilla elevadora que está en una zona de peligro alto.

En el bloque 6012, el sistema determina si es momento de reevaluar las amenazas de zona asignadas a las áreas. De ser así, el control vuelve al bloque 6002. De no ser así, el control avanza al bloque 6014.

En el bloque 6014, el sistema determina si ha recibido una orden de apagarse. De ser así, las instrucciones de la figura 6C terminan. De otro modo, el control vuelve al bloque 6006 para continuar monitorizando amenazas.

Cualquiera o todos los bloques 6006 y 6008 pueden implementarse mediante la figura 4C.

También pueden emplearse otras maneras para determinar "zonas" de diferentes niveles de amenaza. Por ejemplo, una zona puede considerarse más peligrosa que otra basándose en la densidad de tráfico o población, representando posiblemente una mayor densidad una mayor amenaza. La creación de zonas basándose en la densidad de población puede realizarse estadísticamente (tal como monitorizando áreas a lo largo del tiempo y asignando densidades a diversas áreas basándose en los resultados) o dinámicamente de manera que el área de una zona de "densidad alta" más peligrosa puede cambiar a lo largo del tiempo para reflejar circunstancias cambiadas en un parámetro dado como la densidad de población. También puede haber una componente temporal para una zona dada considerada más o menos peligrosa. Por ejemplo, en una operación que sólo carga tráileres en terceros turnos, el muelle de carga puede designarse sólo como zona de "alto riesgo" durante este tiempo y designarse de "bajo riesgo" en otros momentos.

Al menos algunos de los sistemas de captación descritos anteriormente se basan principalmente en la intensidad de señal para determinar la proximidad y, por tanto, la existencia de un peligro. En algunos casos, la captación de proximidad se mejora mediante el procesamiento de señal para indicar la dirección así como la distancia con respecto al peligro. También se han descrito algunos procesamiento de estas señales para discriminar entre el nivel y la inmediatez de la amenaza. Aun así, un sistema que se basa en datos de posición relativa tiene limitaciones potenciales en la resolución, la precisión, el tiempo de respuesta, etc., aunque con la ventaja de una implementación relativamente económica. Un sistema que permitiría una determinación más precisa y más absoluta de la posición, dirección, velocidad, etc. puede proporcionar una mayor fidelidad de advertencia, aunque probablemente con un costo aumentado en cuanto al coste de componentes y a la complejidad del sistema.

Captación de ubicación absoluta

Otros sistemas de ejemplo incluyen tecnología de ubicación absoluta para mejorar la determinación de la proximidad de un elemento peligroso (por ejemplo una carretilla elevadora) y un objeto o persona amenazado (por ejemplo un peatón). En tales sistemas, ambas entidades tienen normalmente la capacidad para determinar su ubicación absoluta mediante, por ejemplo, tecnología de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y/o una o más otras tecnologías. El acrónimo "AL" se usará en el presente documento como término general para tales sistemas de ubicación absoluta. Conocer la ubicación absoluta de ambas entidades permite que se determine su proximidad y que se realice una acción apropiada (por ejemplo advertencia de peligro) si esa proximidad es indicativa de una situación peligrosa. Por consiguiente, el primer sistema de ejemplo descrito en el presente documento se basa en la proximidad (en cuanto a determinar amenazas) mejorado mediante tecnología de AL. Por ejemplo, en un sistema de este tipo, tanto una máquina de movimiento de tierra como objetos en sus alrededores (vehículos, peatones) tienen capacidad de AL. Existe un canal de comunicación entre la máquina y los objetos a través del cual los objetos transmiten su ubicación autodeterminada a la máquina. Un procesador en la máquina traduce la información de ubicación en una representación gráfica de la máquina y los objetos en proximidad. Los objetos también pueden transmitir un identificador, que permite no sólo mostrar su posición, sino también una indicación del tipo de objeto que son en la interfaz gráfica. En este caso, el operario, provisto de esta información, puede realizar una acción apropiada basándose en las proximidades representadas. Este sistema también puede estar configurado para determinar la precisión de la ubicación de posición del objeto y modificar la visualización basándose en esa

información, dando como resultado una menor precisión de la posición que el objeto se represente mayor y viceversa. Adicional o alternativamente, el sistema puede modificar la visualización basándose en otra información sobre el objeto. Por ejemplo, si el objeto proporciona un único identificador, la máquina (en este ejemplo) podría contener información de consulta (por ejemplo, una tabla de consulta) sobre ese objeto tal como, por ejemplo, su autorización para estar en áreas determinadas, o en una proximidad determinada con respecto a una carretilla elevadora, el nivel de preparación de seguridad recibida, si esa persona es un supervisor o empleado con un conciencia elevada de los peligros, si esa persona ha estado en un número alto de accidentes, etc. La visualización puede modificarse entonces basándose en esta información, por ejemplo, alguien con autorización se representa como pequeño (dado que su autorización sugiere una preparación adecuada sobre asuntos de seguridad y por tanto un riesgo reducido con respecto a otros peatones menos preparados), mientras que el novato o persona propensa a accidentes recibiría un icono más grande (indicativo de que requiere una zona de seguridad personal mayor dado su estado). Además, el sistema podría mejorarse proporcionando también información específica de la amenaza sobre la proximidad o el potencial de peligro de vuelta a los objetos afectados, tal como se comentará en más detalle a continuación en la sección sobre comunicación.

Otro sistema de ejemplo que usa AL que tiene un elemento peligroso (normalmente un vehículo de emergencia, que no es necesariamente peligroso por sí mismo, sino cuando está en camino a una emergencia y requiere un camino despejado) puede determinar por sí mismo la naturaleza de la zona de seguridad que es necesario crear a su alrededor (por ejemplo, basándose en su ubicación, velocidad, dirección, trayecto hacia la emergencia, etc.) y difundir una señal con tal información. Su capacidad para formular y difundir un mensaje de este tipo se facilita mediante la presencia de un sistema de AL. Por consiguiente, la señal difundida incluirá normalmente coordenadas de tipo AL que delinean la zona de seguridad que rodea el vehículo de emergencia y que se extienden a lo largo de su camino proyectado, de manera temporalmente o bien estática o bien dinámica. Las entidades receptoras también tienen capacidad de AL. Por tanto reciben y decodifican la señal difundida, que incluye información sobre los límites de la zona de peligro y basándose en su posición de AL entonces actual determinan si están o no en la zona de peligro. Entonces puede realizarse una acción apropiada basándose en esa determinación (por ejemplo una señal de advertencia generada). Dada la existencia de tecnología de AL en estos sistemas son posibles niveles significativos de sofisticación. Por ejemplo, un sistema mostró la entidad receptora como generando instrucciones de evasión de peligro específicas para vehículos afectados en el camino de un vehículo de emergencia (“carretilla elevadora aproximándose desde el norte detrás de usted, hágase a un lado a la izquierda y deténgase” “carretilla elevadora aproximándose a usted desde delante, proceda con vigilancia” etc.). Tal como se describirá a continuación, tal advertencia/instrucción específica de la amenaza es deseable, dando un aspecto “personal” de la zona de seguridad personal. Dado que la señal de advertencia difundida puede crearse (o modularse) basándose en información específica de la amenaza y dado que los receptores pueden programarse para conocer su propio estado y posición (basándose en AL), el elemento emisor puede crear de manera eficaz múltiples zonas simultáneamente. En el ejemplo de interacción peatón/carretilla elevadora, la carretilla elevadora envía información basándose en su velocidad, dirección y trayecto que identifica una zona de peligro dinámica. Adicionalmente, la carretilla elevadora también podría enviar esa información con un nivel de amenaza para determinados tipos de personal (por ejemplo gerentes, supervisores, individuos altamente preparados y/u otros empleados que están autorizados para estar en una localización de otro modo peligrosa basándose en la tarea actual que están realizando), y otro nivel de amenaza mayor para otro personal. Además, el tamaño y la forma de las dos zonas recién mencionadas podrían elegirse para ser diferentes, presumiblemente una zona de seguridad mayor para personal menos preparado. Tal como se mencionó, varios de estos sistemas de ejemplo incluían la capacidad para tener en cuenta la ruta que se tomará para crear la forma y el tamaño de la zona de advertencia. Tal funcionalidad es muy deseable en el contexto de la seguridad para la carretilla elevadora/peatón dado que un riesgo significativo en esta aplicación se crea mediante pasillos y esquinas sin visibilidad estrechos, por ejemplo entre estantes. Si la capacidad de procesamiento en la carretilla elevadora puede determinar o tener en cuenta la disposición de estantes con respecto a su propio trayecto actual o proyectado, esa disposición (y los riesgos aumentados concomitantes) podría incluirse en la lógica de formular la naturaleza de la zona de peligro difundida. Además, en circunstancias apropiadas, la señal difundida podría incluir algún tipo de indicación de que no sólo hay un peligro, sino que implica una esquina o un callejón sin visibilidad permitiendo enviar o transmitir un mecanismo correctivo o de advertencia intensificado al receptor una vez que la señal está decodificada. Tales advertencias de nivel intensificado son significativas en esta aplicación, dado que puede ser que la persona amenazada no pueda percibir la amenaza inminente incluso cuando se le avisa, pero una advertencia de “callejón sin visibilidad” podría aliviar el problema. Mejor aun es la capacidad para proporcionar información más precisa sobre la dirección e inminencia de la amenaza. Sin embargo, proporcionar esto puede requerir que el receptor de la señal porte una capacidad de procesamiento mejorada, lo que puede ser indeseable dadas las limitaciones de tamaño y potencia. Es deseable compensar esos requisitos mientras se proporciona aún la funcionalidad deseada.

Al menos algunos de los ejemplos anteriores incluían un elemento de envío que determinaba la naturaleza de la amenaza y la zona apropiada. Sin embargo, de nuevo, con una potencia de procesamiento adecuada en la ubicación del receptor, esto no es necesario. En otro ejemplo, dos o más entidades de interés (por ejemplo, dos vehículos) pueden estar implementados con capacidad de AL. La primera entidad de interés envía información de ubicación, velocidad, rumbo, etc. Esta información se recibe por la segunda entidad de interés, que compara esta información con la suya propia (velocidad, rumbo, etc.) para determinar si hay un riesgo de colisión u otro peligro. En

algunos ejemplos, la primera entidad de interés corresponde a una carretilla elevadora y la segunda entidad de interés a un peatón, pero en el interés de mantener las necesidades de cálculo significativas del peatón, esto puede invertirse. Si, por ejemplo, cada peatón tuviera una unidad de AL, junto con un acelerómetro relativamente simple u otro dispositivo de determinación de velocidad/rumbo, la unidad de AL podría difundir periódicamente esta información. Las carretillas elevadoras tendrían una plataforma de potencia y tamaño adecuados para la potencia de cálculo necesaria para recibir tales señales periódicas y, basándose en la posición y el movimiento de los peatones, determinar si existieran peligros. Podría notificarse al operario de la carretilla elevadora para que realice una acción preventiva/correctiva. Además, dada la existencia de un canal de comunicación, la carretilla elevadora podría comunicar de vuelta una advertencia específica de la amenaza o personalizada mejorada de otro modo a los peatones afectados. Como anteriormente, si se incluyera un mapeo de la instalación en la programación dada a la carretilla elevadora, podrían tenerse en cuenta situaciones especialmente peligrosas al realizar esta función, tales como peatones por callejones o esquinas "sin visibilidad", y apreciarse el peligro aumentado y realizar una acción apropiada o enviar advertencias apropiadas (o ambos) en base a esto.

Los ejemplos descritos anteriormente se basan, todos, generalmente en objetos en movimiento (por ejemplo tanto peatones como carretillas elevadoras) que tienen capacidad de AL así como, en algunos casos, capacidad de procesamiento local. Por ejemplo, en los sistemas de ejemplo en los que el vehículo de emergencia envía una señal mediante GPS u otras coordenadas de la zona de seguridad relevante que lo rodea, el vehículo tiene la capacidad de procesamiento integrada para tomar los datos de AL y otros datos (por ejemplo su ruta) y calcular la forma y el tamaño de la zona. De manera similar, el objeto receptor tiene la capacidad de procesamiento para recibir y decodificar la señal, y comparar la señal recibida con su propia posición determinada mediante AL. Son posibles otros sistemas en los que no es necesario que tal capacidad de AL y/o de procesamiento esté presente en todos los objetos móviles. Por ejemplo, un sistema de AL centralizado podría recibir una señal transmitida por los objetos móviles y determinar y realizar un seguimiento de la ubicación de todos los objetos. Tales sistemas se describirán a continuación. También son posibles sistemas híbridos que combinan estos tipos de funcionalidad.

Un sistema híbrido de este tipo podría emplearse usando capacidad de AL para algunos objetos, en combinación con un sistema de AL centralizado para una funcionalidad del sistema mejorada. Por ejemplo, un sistema de este tipo emplea vehículos tales como carretillas elevadoras que obtienen su posición usando tecnología de visión de máquina para decodificar códigos de barras montados en el techo que leen cuando atraviesan una instalación. Los códigos de barras pueden ser etiquetas de identificación (en cuyo caso la ubicación se consulta mediante el sistema montado en el vehículo una vez que la ID está decodificada) o pueden ser etiquetas codificadas con la información de posición real. En el último caso, el procesador en el vehículo decodifica esa información de posición directamente leyendo la etiqueta. En cualquier caso, el vehículo determina su propia ubicación de esta manera, así como su sentido de desplazamiento (realizándose esto calculando, por ejemplo, la orientación angular de la etiqueta leída y correlacionándola con un sentido de desplazamiento). Una vez realizado este cálculo (de manera o bien programada o bien a demanda), el vehículo se comunica de manera inalámbrica con un procesador central, equipado de manera ilustrativa para monitorizar y realizar un seguimiento de la ubicación del vehículo. En una versión mejorada también puede programarse información sobre la instalación (la ubicación de las paredes, estantes, etc.) en el procesador central, de manera que la ubicación del vehículo (y cualquier otro vehículo que transmite información de AL) puede mostrarse en el contexto de la instalación física en una pantalla activa (por ejemplo, una pantalla LCD). Adicional o alternativamente, puede usarse la información de AL sobre los vehículos para mejorar la seguridad de los peatones en la instalación. Esto puede realizarse, por ejemplo, creando zonas dentro del almacén (por ejemplo, presumiblemente en el software ejecutado por el procesador). El procesador usa la información de AL y direccional para determinar cuándo un vehículo está aproximándose a una zona de este tipo. Entonces el sistema puede realizar una acción de mejora de la seguridad tal como iluminar luces de advertencia para advertir a los peatones en o que se aproximan al área de que está aproximándose una carretilla elevadora, y tal vez su dirección de aproximación. Otra acción de mejora de la seguridad mostrada es la activación de compuertas de seguridad u otras barreras para impedir el acceso por parte de peatones a la zona de peligro mientras la carretilla elevadora está en la zona de peligro y/o cuando la carretilla elevadora se aproxima a la zona de peligro.

Podría usarse tal tecnología basada en AL para mejorar su funcionalidad y proporcionar algunas de las características y beneficios de un sistema de zona de seguridad personal. Un ejemplo es dotar a los peatones de la capacidad de visión de máquina que forma los aspectos de AL de este enfoque. En esencia, esto haría que tanto las carretillas elevadoras como los peatones fueran visibles y pudiera realizarse un seguimiento de los mismos en y por el procesador central. Entonces podrían escribirse rutinas de software para procesar estos datos y buscar situaciones potencialmente peligrosas, tales como colisiones. Sin embargo, tal como se observó anteriormente, se percibe que el coste y la complejidad de tales sistemas que son lo suficientemente portátiles para portarse todo el tiempo por un peatón son probablemente demasiado altos. Sí existen otras tecnologías que permitirían potencialmente realizar una AL de todos los objetos (carretillas elevadoras y peatones), y se discutirán a continuación. En cambio, por ejemplo, puede usarse un sistema de AL como el dado a conocer para carretillas elevadoras solamente, porque las carretillas elevadoras tienen normalmente el tamaño y el acceso a la potencia necesarios para permitir la realización de una AL práctica. Esa información de AL se proporcionará al procesador central que podrá realizar un seguimiento del movimiento de las carretillas elevadoras a través de la instalación con el mapeo demostrado de la estructura de la instalación (paredes, estantes, etc.). Donde este ejemplo difiere de los

sistemas existentes es en cómo se usa la información de AL en el procesador central para determinar situaciones peligrosas y proporcionar advertencias más eficaces y, preferiblemente, más personalizadas de esos peligros. Por ejemplo, la figura 7 ilustra una carretilla elevadora F que se mueve entre dos hileras de estantes R hacia una intersección 70 sin visibilidad doble (sin visibilidad en ambos sentidos laterales) con la ruta P. En lugar de usar el procesador central para iluminar una baliza en la intersección y proporcionar una advertencia generalizada que podría no verse o ignorarse fácilmente, una alternativa es que el procesador central formule una advertencia específica de la amenaza y/o de la ubicación basándose en el peligro específico para su transmisión a peatones afectados (por ejemplo los que están dentro del área de peligro potencial). Los peatones potencialmente afectados tendrían la capacidad para recibir las advertencias específicas de la amenaza. Por ejemplo, si el pasillo por el que está desplazándose la carretilla elevadora se designa como pasillo 6, dada la capacidad de AL y de seguimiento del procesador central, puede formular una advertencia tal como "Carretilla elevadora aproximándose a intersección desde el pasillo 6, rumbo al norte, tenga cuidado" para su transmisión a peatones que se aproximan a esa intersección sin visibilidad desde cualquier dirección a lo largo de la ruta P. Entonces se transmitiría ese mensaje a algunos medios para comunicar ese mensaje a los peatones potencialmente afectados.

Puede ser deseable que este mensaje se transmita sólo a peatones que realmente podrían sufrir un daño por la carretilla elevadora que se aproxima a esa intersección. Hay diferentes métodos o maneras para conseguir ese fin. Una categoría de tales enfoques serían sistemas de comunicación "pasivos", en los que la advertencia específica de la amenaza se transmite independientemente de si se han detectado peatones en peligro de alguna manera. Por ejemplo, la advertencia podría difundirse mediante transmisores RF convencionales 72a, b colocados de manera ilustrativa en los extremos de los estantes R adyacentes a la intersección 70, y cualquier receptor RF dentro de una cobertura dada podría detectar la señal. De manera ilustrativa, la forma o cobertura de campo de esa transmisión podría modularse basándose en la naturaleza de la amenaza para advertir selectivamente a peatones en una determinada proximidad o dirección con respecto a la amenaza. El procesador central podría usar datos de posición y rumbo de AL para determinar el tamaño del área adyacente, por ejemplo, a la intersección del pasillo 6 dentro de la cual los peatones podrían sufrir un daño si la carretilla elevadora continúa su trayectoria entonces actual (denominada en este contexto "zona de peligro"). El tamaño de esa área se reduciría presumiblemente conforme la carretilla elevadora F se acerca a la intersección 70. Además del propio mensaje de advertencia, el procesador central también podría proporcionar al transmisor RF la información sobre el tamaño y la forma de la zona de peligro. La señal de advertencia transmitida no sólo transmitiría el mensaje, sino que sólo se difundiría para recibirse con una intensidad de señal adecuada por sólo esos receptores en la zona de peligro. Una disposición de este tipo puede situar un transmisor RF en o adyacente a la "zona de peligro" en cuestión que podría abarcar el procesador central.

Otra manera de transmitir una advertencia generalizada, pero específica de la ubicación es usar sonido direccional. Por ejemplo, puede usarse ultrasonido para crear haces focalizados de energía de onda desde una fuente de tamaño razonable tal como, por ejemplo, el tamaño de un altavoz convencional. El haz focalizado mantiene su integridad para distancias largas, de manera que sólo los individuos que se encuentran en el camino del haz reciben las ondas. A medida que se propagan las ondas de frecuencia ultrasónica, interactúan entre sí y con el aire circundante de maneras predecibles. Por tanto, una señal de entrada de audio puede convertirse en un haz de sonido direccional ultrasónico que interactuará consigo mismo y el aire para dar como resultado que el oyente escuche una reproducción de la señal de audio original. Dada la capacidad para colimar y focalizar este sonido, puede dirigirse a áreas físicas muy específicas, por ejemplo, un área en la que se desearía advertir a un peatón sobre un peligro concomitante. Volviendo al ejemplo de la figura 7, unos generadores de sonido direccionales están montados en 72a y 72b y apuntan a áreas potencialmente peligrosas basándose en la aproximación de la carretilla elevadora F a la intersección 70, y el procesador central formularía advertencias apropiadas basándose en la posición de AL de los vehículos que se aproximan. La modulación de la forma y el tamaño de la advertencia de sonido direccional podrían proporcionarse basándose en la velocidad y posición del vehículo (por ejemplo reduciéndose el área de advertencia conforme se aproxima el vehículo).

En un sistema de comunicación "activo", se generan advertencias (generales o específicas de peatones en peligro) sólo cuando existe el potencial de peligro basándose no sólo en la aproximación o presencia de la carretilla elevadora, sino también en la presencia captada de un individuo amenazado. En un sistema de este tipo se requerirán algunos medios para detectar la presencia de un individuo de este tipo. Algunos sistemas de ejemplo emplean sensores de movimiento o presencia tales como, por ejemplo, el sensor I-Zone usado por Rite-Hite Doors, Inc. de Milwaukee, Wisconsin para detectar la presencia de objetos en movimiento adyacentes a una puerta de alta velocidad que se cierra. Una lente semicilíndrica con secciones alternantes cubiertas y descubiertas divide el campo de visión de un sensor IR pasivo en áreas de detección en forma de abanico espaciadas. Según la lógica, tiene que detectarse una señal IR por áreas de detección consecutivas dentro de un periodo de tiempo dado para desencadenar un evento de detección de un objeto en movimiento. Pueden emplearse otras formas de detección de presencia/movimiento. Un sensor de este tipo está instalado en la intersección potencialmente peligrosa 70 de la figura 7 (aunque éste es sólo un ejemplo ilustrativo). Una carretilla elevadora que se aproxima (tal como se determina por el procesador central de AL) "activa" el sensor. En algunos ejemplos, el sensor puede captar continuamente un área y enviar señales de salida, y las señales de salida pueden ignorarse hasta que el área se active. En otros ejemplos, el sensor sólo se enciende cuando el área se "activa" o se capta una condición peligrosa.

De cualquier manera, la aproximación potencialmente peligrosa de una carretilla elevadora al área monitorizada lo “activa” para la detección de personas. Un evento de detección de este tipo puede desencadenar una advertencia generalizada, o una advertencia específica de peatones amenazados suponiendo que existe un canal de comunicación adecuado para permitirlo. La seguridad podría mejorarse comunicando también la detección de la persona en la zona activada de vuelta al conductor de la carretilla elevadora o incluso imponiendo un control de velocidad al vehículo en tal situación.

Con relación a lo anterior, podría usarse otra tecnología para determinar si hay peatones en la zona de peligro (por ejemplo radar RFID, triangulación con RFID, GPS real o localizado, o detección de banda ultraancha (UWB)). Como anteriormente, tales sistemas de detección podrían monitorizar continuamente una intersección peligrosa (por ejemplo, la intersección 70 de la figura 7) y la señal de salida podría ignorarse hasta que un sistema de AL centralizado detecte una carretilla elevadora que se aproxima F. Alternativamente, el sistema de AL centralizado podría “activar” tales sistemas de detección sólo cuando la carretilla elevadora F se aproxima a la intersección 70 y se detecta una situación potencialmente peligrosa. Una vez que se detectan los peatones en peligro, se envían advertencias específicas de la amenaza a los mismos. Si se usa un sistema (por ejemplo, RFID) que también permite la identificación del peatón, podría transmitirse una advertencia verdaderamente personal (por ejemplo, Tom, una carretilla elevadora está aproximándose).

En otros ejemplos, en lugar de usar un sistema de AL para identificar que la carretilla elevadora F está aproximándose a la intersección 70, podrían usarse otros sistemas tales como una célula fotoeléctrica/reflector descrito anteriormente. La detección de la aproximación de una carretilla elevadora podría “activar” un sistema para detectar personas en el área de peligro. Por tanto, puede no ser necesario un sistema completo para monitorizar completamente (por ejemplo, cada pulgada cuadrada) una instalación. Más bien, puede ser posible identificar un área de alto riesgo, como la intersección 70, e invertir en un sistema de detección/captación relativamente más robusto y sofisticado, para que esa ubicación trabaje junto con una captación de nivel menor para conseguir una seguridad mejorada. De hecho, puede implementarse una instalación industrial con una diversidad de los regímenes de captación/detección de ejemplo descritos en el presente documento, junto con canales y técnicas de comunicación asociados. De esta manera, pueden realizarse elecciones sobre la captación y comunicación apropiadas en áreas dadas, dados los riesgos de peligro percibidos en las diversas áreas. Por tanto, puede implementarse un sistema que esté adaptado para diferentes partes de una instalación que tienen diferentes niveles de riesgo (por ejemplo, intersecciones sin visibilidad y puertas que se abren a caminos de pasillos de carretillas elevadoras que son particularmente peligrosos, mientras que generalmente un espacio de suelo abierto lo es menos). Empleando diferentes regímenes de captación/comunicación (a continuación se describirán algunos más de ellos) puede implementarse un sistema optimizado en el que se selecciona e implementa el régimen apropiado basándose en el riesgo percibido de peligro en diferentes áreas de la instalación.

En el presente documento se han descrito diferentes ejemplos de sistemas basados en AL de carretillas elevadoras, por ejemplo usando el sistema de visión de máquina mencionado anteriormente. El primer ejemplo era “pasivo” porque se proporcionaban advertencias generales en áreas potencialmente peligrosas a las que se aproximaba un vehículo sin considerar si un individuo estaba allí o no. El siguiente nivel era un sistema “activo” para determinar la presencia de un individuo en un área potencialmente peligrosa y proporcionar una advertencia sólo en esa situación. La captación puede emplear dispositivos de captación de presencia/movimiento o dispositivos de AL que también pueden facilitar la formulación y transmisión de advertencias personales eficaces. En otros ejemplos, descritos a continuación, se ubican todos los objetos y/o se realiza un seguimiento de los mismos.

Tal como con los sistemas de ubicación absoluta basados en proximidad y más limitados descritos anteriormente, están disponibles diferentes tipos de elementos o tecnologías para ubicar y realizar un seguimiento de las entidades de interés (por ejemplo, carretillas elevadoras y peatones). Tales sistemas de ejemplo ya se han descrito con respecto a carretillas elevadoras, y la tecnología de visión de máquina usada en tales sistemas puede estar configurada o adaptada también para peatones. Sin embargo, en ese contexto, puede ser óptimo invertir la ubicación de los marcadores de ubicación (códigos de barras, etc.) y las cámaras que los observan de manera que los códigos de barras se muevan con las entidades de las que se realiza un seguimiento y las cámaras estén montadas fijamente en el techo. Esto impide la necesidad de que cada peatón tenga que portar el peso y los aparatos electrónicos asociados y la fuente de alimentación tanto de una cámara como de componentes de red. Sin embargo, los problemas de visibilidad con códigos de barras en personas podrían limitar este enfoque. Sin embargo, otros sistemas ópticos o basados en cámaras para ubicar y realizar un seguimiento de personas podrían estar adaptados para esta aplicación. Por ejemplo existen tecnologías de cámara y procesamiento de imágenes con el fin de ubicar y realizar un seguimiento de compradores en entornos de venta al por menor, para determinar qué tipos de escaparates les atraen y para estudiar patrones de compra y tiempo de espera. Generalmente estos sistemas emplean un procesamiento de imágenes para imágenes de vídeo en bruto para buscar patrones de imagen asociados con personas. Entonces se realiza un seguimiento de un patrón de imagen para un individuo dado conforme se mueve por todo el espacio. Entonces pueden aplicarse algoritmos a los datos de imagen para extraer información útil sobre patrones de movimiento y tiempos de espera en ubicaciones particulares. Entonces tales sistemas pueden correlacionar ubicaciones con escaparates de productos específicos para proporcionar una retroalimentación e información útil para la mercadotecnia. Otros usos de esta tecnología incluyen aplicaciones de

seguridad y de monitorización de pacientes. Tales sistemas pueden tener un nivel muy alto de sofisticación, aunque éste puede producirse a expensas de requerimientos de tiempo y potencia de procesamiento relativamente grandes, así como costes relativamente altos. Sin embargo, un beneficio es que no es necesario que las entidades de interés estén equipadas con algún equipo especial para permitir su ubicación y un seguimiento de las mismas.

Existen y están surgiendo otras tecnologías en el contexto automotor que podrían tener aplicación en este caso. Estas tecnologías están dirigidas principalmente a evitar colisiones entre vehículos (particularmente cuando uno está en el ángulo muerto del otro), pero están expandiéndose a aplicaciones más amplias para proporcionar una advertencia o realizar una acción correctiva para obstrucciones y/o peatones. Un vehículo dado puede estar equipado con una pluralidad de diferentes tecnologías para servir a estos diversos fines.

Otros sistemas aplicables a los ejemplos dados a conocer en el presente documento requieren que alguna forma de equipo o etiqueta se porte por las entidades de interés, aunque pueden proporcionar una ubicación y seguimiento con alta fidelidad. Los sistemas RFID son un ejemplo. En ese caso, las entidades de interés están dotadas cada una de una etiqueta RFID legible, preferiblemente de un único identificador. Puede proporcionarse una disposición de lectores en la instalación, que periódicamente interrogan a las etiquetas. La ubicación puede determinarse mediante triangulación u otras técnicas conocidas para los expertos en la técnica incluyendo técnicas de radar RFID. Para el seguimiento de personas, el uso de esta tecnología y de tecnología relacionada se emplea para el seguimiento de pacientes en instalaciones médicas. En ese contexto, se han visto diferentes tecnologías aplicadas dependiendo de si el seguimiento de individuos se realiza dentro o fuera del edificio. También es necesario elegir sobre si usar etiquetas pasivas o activas, dado que los requisitos de potencia para las entidades de las que se realiza un seguimiento pueden ser diferentes basándose en esa elección. Los datos de ubicación y seguimiento recopilados a partir de un sistema de este tipo se monitorizan para garantizar que los pacientes permanezcan en áreas autorizadas y no se salgan de las mismas. Puede proporcionarse una señalización de advertencia de una situación de este tipo o bien a un operario del sistema o bien al propio individuo si puede realizar una acción correctiva por sí mismo. También se ha demostrado la aplicación de esta tecnología para realizar un seguimiento de carros de la compra en una tienda de comestibles al por menor usando técnicas de radar RFID para ubicar y realizar un seguimiento activo de hasta cientos de carros en tiempo real.

Otro sistema de ejemplo que emplea una tecnología que es similar, pero que se da a conocer como no sujeta a las aplicaciones de cobertura limitada de RFID es la tecnología de banda ultraancha (UWB). En este caso, las entidades de interés de las que se realiza un seguimiento también portan etiquetas como en el entorno RFID. Una disposición de interrogadores de UWB están distribuidos por toda la instalación y usan una variedad de técnicas (por ejemplo triangulación, procesamiento Doppler, etc.) para ubicar y realizar un seguimiento de entidades basándose en la respuesta de las etiquetas a las señales de interrogación. Ejemplos de uso de la tecnología UWB incluyen entornos de redes sociales, en los que el procesador central no sólo ubica y realiza un seguimiento de todos los individuos, sino que también realiza un procesamiento de características almacenadas para cada individuo de manera que se identifica cuándo dos individuos en proximidad inmediata comparten un interés común. Un canal de comunicación desde el procesador central informa a uno o ambos individuos de la coincidencia de intereses para brindarles la oportunidad de tener una interacción directa. Algunos ejemplos proporcionan la información a un individuo en una pantalla de visualización "frontal" integrada en sus gafas.

Tal como se mencionó anteriormente, la gran flexibilidad y optimización de estas diversas tecnologías de captación y/o ubicación y seguimiento pueden implementarse de manera beneficiosa porque la tecnología óptima puede seleccionarse para una aplicación dada. Diferentes partes de una instalación pueden representar un menor riesgo de accidente, y por tanto pueden monitorizarse mediante una opción de tecnología de menor nivel (y probablemente de menor precio). De manera similar, una tecnología dada puede ser más adecuada para la captación o ubicación/seguimiento de una entidad dada (por ejemplo una carretilla elevadora o una persona). En ese caso, podrían usarse tecnologías separadas para monitorizar la ubicación de carretillas elevadoras frente a personas. También puede ser posible usar un nivel de tecnología para una ubicación "en bruto" (por ejemplo RFID) y para cambiar entonces a otra tecnología (por ejemplo basándose en visibilidad) para una ubicación "más fina" (por ejemplo cuando las entidades están separadas menos de diez pies (3,048 m)). Dadas estas realidades y la conveniencia de poder proporcionar el sistema de seguridad más eficaz y fiable al mejor precio, un aspecto de esta divulgación es la identificación de tecnologías de captación/ubicación/seguimiento apropiadas, combinadas con un conocimiento de aplicación de los tipos y la naturaleza de los peligros en diferentes partes de una instalación para crear un sistema integrado de tal vez una, pero probablemente varias tecnologías de este tipo que proporcione una manera rentable de lograr los objetivos de seguridad deseados.

Los sistemas de ejemplo descritos en el presente documento pueden emplearse con captación/ubicación/seguimiento para proporcionar sistemas de seguridad industriales mejorados. Además, pueden analizarse los datos generados por los sistemas de ejemplo con respecto a las entidades de interés para determinar la posibilidad de peligros y para permitir la formulación de una acción de respuesta apropiada (por ejemplo, en forma de advertencias). Para esta descripción, este análisis de los datos con respecto a las entidades de interés se denominará "discriminación de peligro" y se realizará mediante lo que se denomina un "discriminador de peligro".

Algunos de los sistemas de ejemplo descritos anteriormente emplean un bajo nivel o forma simple de discriminación de peligro. En el sistema de ejemplo que emplea sistemas de captación basados en proximidad, la discriminación de peligro se produjo en forma de detección de intensidad de señal por encima de un umbral determinado. En el caso de las carretillas elevadoras que envían señales RF que se detectan mediante receptores portados por individuos, la detección de esa intensidad de señal por encima del umbral sirvió como discriminación de peligro porque el umbral se seleccionó de tal manera que la detección era indicativa de una proximidad potencialmente peligrosa de la carretilla elevadora transmisora. En ese caso, la discriminación de peligro se distribuyó y realizó localmente mediante la entidad potencialmente en peligro, en este caso el peatón. Este tipo de discriminación de peligro distribuida también podría situar la discriminación de peligro en la carretilla elevadora. En el ejemplo descrito anteriormente en relación con la figura 5, una carretilla elevadora incluía una disposición de antenas direccionales, que proporcionaban una entrada a una GUI que representaba las ubicaciones de los peatones con respecto a la carretilla elevadora (figura 5). Con sólo la GUI, el criterio del operario de la carretilla elevadora representaría el discriminador de peligro, pero el procesador necesario para generar la visualización también podría realizar una discriminación de peligro. En ese caso, por ejemplo, el procesador detecta cuándo un peatón captado está dentro de la proximidad de la carretilla elevadora considerada peligrosa. Obsérvese que la discriminación de peligro en este contexto no se limita a interacciones de carretilla elevadora/peatón, sino que podría aplicarse a interacciones entre carretillas elevadoras, o entre una carretilla elevadora y un objeto fijo. El discriminador podría programarse para aplicar diferentes umbrales para diferentes amenazas. Por ejemplo, el umbral de distancia para identificar que la proximidad de otra carretilla elevadora es peligrosa es menor que el umbral para un peatón, dado que la carretilla elevadora que se aproxima tiene la capacidad para moverse más rápido que un peatón. Preferiblemente, el discriminador de peligro tendría la flexibilidad para programarse con diferentes operaciones para diferentes situaciones de esta manera. Otro ejemplo de la carretilla elevadora que realiza una discriminación de peligro sería un caso en el que los peatones llevan puestas etiquetas RFID y la carretilla elevadora está equipada con un lector y una capacidad para determinar, por ejemplo, el retardo de tiempo entre el envío de una señal de interrogación y la recepción de la respuesta para dar una indicación de la ubicación del peatón. El discriminador de peligro considera que un retardo de tiempo por debajo de un umbral es indicativo de un peatón en una proximidad peligrosa a la carretilla elevadora. Pueden aplicarse otras operaciones de discriminación de peligro.

Sin embargo, la discriminación de peligro basada en la proximidad no está limitada a una manera distribuida. La proximidad podría ser la métrica pertinente para un discriminador de peligro centralizado que usa como entrada datos de ubicación/seguimiento detallados sobre todas las entidades de interés. De nuevo, dependiendo de la aplicación, esos datos pueden proporcionarse por diferentes tecnologías de captación/ubicación/seguimiento para diferentes entidades de interés. Aun así, el discriminador centralizado podría programarse para usar una operación o un discriminador de peligro de proximidad para discriminar peligros. Por ejemplo, el discriminador centralizado puede acceder a una base de datos de disposición de instalación y puede estar configurado para calcular la distancia entre diferentes entidades de interés para determinar cuándo la proximidad entre entidades de interés es indicativa de un peligro potencial. De nuevo, las interacciones entre diferentes entidades de interés (carretilla elevadora/peatón frente a carretilla elevadora/carretilla elevadora) pueden requerir diferentes umbrales u operaciones para determinar la existencia de una situación potencialmente peligrosa. Además, ya se realice la discriminación de peligro basada en proximidad de manera distribuida o centralizada, puede ser deseable establecer múltiples umbrales para interacciones específicas de entidades. Por ejemplo, en el caso de una interacción entre una carretilla elevadora y un peatón, el discriminador de peligro puede programarse para considerar que una primera proximidad es potencialmente peligrosa y requerir una atención continua por parte del discriminador, pero que no llega hasta el nivel en el que se indica alguna acción correctiva (por ejemplo señalización de advertencia). Si un análisis posterior (dentro de algún periodo de tiempo significativo) de la proximidad de las entidades indica que están incluso más cerca, y por debajo de un segundo umbral predeterminado, el discriminador puede programarse para considerar esa proximidad como un peligro potencial relativamente mayor, y por tanto iniciar un primer nivel de señal de advertencia (el término "iniciar" se usa ampliamente en este caso, dado que el propio discriminador puede no generar la señal de advertencia real, sino que podría proporcionar un nivel de salida o señal cuando se detecta ese nivel de amenaza, señal que podría usarse por otro componente o subsistema para formular y proporcionar realmente la advertencia). Finalmente, si las entidades continúan acercándose en un periodo temporalmente significativo, tal como lo indica el análisis posterior de los datos de proximidad, el discriminador podría programarse para determinar que esta proximidad se sitúa por debajo de un tercer umbral, y es indicativa de una colisión inminente. Entonces una determinación de este tipo iniciaría o desencadenaría un nivel incluso mayor de acción correctiva tal como proporcionar una advertencia más contundente o discernible, o activar los frenos o desactivar el motor de la carretilla elevadora para impedir su movimiento adicional. Los beneficios de un enfoque en fases de este tipo en la discriminación y advertencia de peligro incluyen la reducción de advertencias molestas, de que los peatones y operarios de la carretilla elevadora obtengan una advertencia de nivel de notificación cuando la amenaza es baja y de una advertencia de nivel que requiere atención inmediata cuando el peligro es realmente inminente, con la esperanza de que prestarán atención y responderán a esta última, mientras que la anterior al menos creó conciencia. De hecho, en el escenario descrito anteriormente, algún nivel de proximidad potencialmente peligrosa tal como lo determina el discriminador de peligro ni siquiera da como resultado alguna advertencia, siempre que la amenaza de peligro potencial no aumente cuando los datos se analicen en un momento posterior.

En algunos ejemplos, la discriminación de peligro basada en proximidad solamente puede no tener en cuenta las

realidades físicas de una situación o un peligro tal como la presencia de una estructura (paredes de edificio, columnas, estantes de almacenamiento) que impediría eficazmente una colisión entre una carretilla elevadora y un peatón que de otro modo están en una proximidad peligrosamente inmediata. En algunos ejemplos, se aplican diferentes técnicas para solucionar esta debilidad, dependiendo de la tecnología de captación empleada. Para una aplicación en la que una carretilla elevadora está transmitiendo RF que va a detectarse basándose en la intensidad de señal mediante detectores portados por peatones, puede añadirse una protección de RF a los obstáculos fijos o a la estructura de manera que la RF no se transmita a través de esos obstáculos. En el caso de una carretilla elevadora que porta un lector RFID o UWB y que envía señales de interrogación a etiquetas portadas por peatones, los obstáculos fijos podrían estar dotados de etiquetas asignadas a ID para las que los lectores están programados de modo que se reconozcan como obstáculos que el discriminador de peligro debe tener en cuenta cuando determina la existencia de una amenaza. Pueden usarse otras técnicas directas en regímenes de discriminación de peligro de ubicación/seguimiento centralizados. En ese contexto, el discriminador de peligro puede programarse con un mapeo de la ubicación de los obstáculos fijos por toda la instalación. Entonces el discriminador de peligro podría incluir una etapa para determinar si un obstáculo de este tipo está presente entre dos entidades de interés.

En la figura 8 se muestra un diagrama de flujo representativo de instrucciones legibles por máquina que pueden ejecutarse para implementar un sistema de ejemplo descrito en el presente documento.

Las instrucciones de ejemplo legibles por máquina de la figura 8 comienzan la ejecución en el bloque 80 en el que se reciben datos de ubicación para las dos entidades de interés (por ejemplo una carretilla elevadora y un peatón) como entradas. Por ejemplo, unos sensores y/o dispositivos de detección pueden estar acoplados de manera comunicativa a un procesador, que recibe señales desde los sensores en el bloque 80. Basándose en las señales recibidas, el discriminador de peligro determina si las entidades están en una proximidad peligrosa (bloque 90). Si el discriminador de peligro determina que la ubicación de las entidades de interés no está en una proximidad peligrosa, el control vuelve al bloque 80 para esperar la siguiente entrada de datos (por ejemplo, desde los sensores). Si el discriminador de peligro determina que la ubicación de las entidades de interés está en una proximidad peligrosa (bloque 90), el control avanza al bloque 100, en el que se identifican ubicaciones de obstáculos fijos mediante, por ejemplo, referencia a una tabla de consulta (por ejemplo, datos recuperados mediante un dispositivo de almacenamiento de datos). En el bloque 110, los datos de ubicación de las entidades de interés se comparan con los de los obstáculos fijos para determinar si un obstáculo fijo está presente entre las entidades de interés. Si el discriminador de peligro determina que un obstáculo fijo está presente entre las entidades de interés (bloque 110), el discriminador de peligro determina que no existe una condición potencialmente peligrosa y el control vuelve al bloque 80. Si el discriminador de peligro determina que un obstáculo fijo no está presente entre las entidades de interés (bloque 110), se indica una condición de peligro, y el control inicia una advertencia (bloque 120). El control vuelve entonces al bloque 80.

Además de proporcionar este tipo de mejora para la detección basada en proximidad, un sistema de ubicación/seguimiento central puede proporcionar otros beneficios que no puede proporcionar un sistema basado en proximidad distribuido (por ejemplo uno basado sólo en la detección de intensidad de señal). Por ejemplo, la capacidad de procesamiento necesaria para realizar un seguimiento a lo largo del tiempo permite que el discriminador de peligro en un sistema de este tipo incluya un aspecto de análisis predictivo dentro de su operación. En la figura 9A se ilustra un ejemplo de esta capacidad predictiva. Aquí, un primer punto de datos de una carretilla elevadora F y un peatón P se representan mediante círculos abiertos. Los segundos puntos de datos (tomados después en algún intervalo predeterminado) se representan mediante círculos cerrados. Obsérvese que la separación entre los puntos de datos para la carretilla elevadora es mayor que para el peatón lo que indica que la carretilla elevadora se mueve a una velocidad mayor. En este ejemplo, el discriminador de peligro puede determinar tanto la velocidad como la dirección de ambas entidades y calcular un vector de trayectoria V para cada entidad. El discriminador de peligro compara los dos vectores de trayectoria V (subdesignados "p" para el peatón y "f" para la carretilla elevadora) para establecer si el movimiento continuado sobre ese vector daría como resultado una colisión, y, de ser así, iniciar una acción correctiva. Sin embargo, de manera realista, el movimiento de tales entidades continúa raras veces sobre el mismo vector por un tiempo extendido. Por consiguiente, una mejora para un análisis de vector puro se denominará en el presente documento expansión de vector de trayectoria que mejora el valor predictivo del análisis vectorial. Con esta técnica, el vector de trayectoria de cada entidad se expande según un factor de expansión predeterminado. El factor de expansión puede calcularse basándose en una variedad de factores, tales como el intervalo de velocidad de la entidad (grande para carretillas elevadoras, pequeño para peatones), la capacidad de aceleración de la entidad (de nuevo grande para carretillas elevadoras, pequeña para peatones), la agilidad de la entidad (menor para una carretilla elevadora, mayor para peatones si se define como la capacidad para cambiar de dirección con un desplazamiento lineal relativamente menor) y posiblemente otros factores. Según la técnica, siempre que se calcule un vector de trayectoria V para una entidad dada, entonces el factor de expansión se aplica matemáticamente para dar como resultado un vector de trayectoria expandido E, tal como se representa en la figura 9B y subdesignado "vp" para un vector-peatón y "vf" para un vector-carretilla elevadora. Una comparación de las dos figuras demuestra el valor potencial de este tipo de análisis. Según la operación en bruto de la figura 9A, los vectores no se intersecan, y por tanto no se indicaría una situación potencialmente peligrosa. Sin embargo, en el ejemplo de la figura 9B, la expansión de los vectores de trayectoria da como resultado una superposición 130, que podría interpretarse por el discriminador como indicativa de una

situación potencialmente peligrosa. En el ejemplo actual, los vectores de trayectoria V se expanden. En lugar de aplicar un factor de expansión a los vectores, por ejemplo, podrían analizarse los vectores no expandidos. En lugar de requerir una superposición de los vectores, podría indicarse una condición peligrosa mediante una proximidad de los vectores dentro de una cobertura dada (por ejemplo, se expande la condición indicativa de un peligro, en lugar de los propios vectores de trayectoria). En este ejemplo, se predetermina la proximidad indicativa de una condición peligrosa basándose en una variedad de factores tales como el intervalo de velocidad de entidad, la aceleración, la agilidad, etc.

La figura 9C es un diagrama de flujo que ilustra instrucciones de ejemplo legibles por máquina 9000 que pueden ejecutarse para implementar un sistema que incluye un análisis predictivo tal como el ilustrado en las figuras 9A y 9B. El sistema está dotado de sensores apropiados para detectar las características de presencia y movimiento de objetos y personas tal como se explicó anteriormente. También está dotado de una plataforma de procesador para recibir los datos recopilados por los sensores y para ejecutar las instrucciones de la figura 9C para identificar amenazas de colisión y transmitir sistemas de advertencia correspondientes. Para facilitar la explicación, el diagrama de flujo de la figura 9C no aborda la recopilación de datos, sino que más bien se enfoca en la detección de amenazas de colisión y la transmisión de señales de advertencia correspondientes. Sin embargo, debe entenderse que el sistema recopila constantemente o de manera sustancialmente constante datos que representan características de movimiento y/o posiciones actuales y se procesan según el diagrama de flujo de la figura 9C. Por tanto, también debe entenderse que el sistema ejemplificará múltiples versiones de las instrucciones representadas por la figura 9C (por ejemplo, múltiples hilos funcionando, cada uno, en conjuntos correspondientes (por ejemplo, pares) de objetos en una proximidad suficiente para merecer una comparación) ejecutándose en paralelo para identificar rápidamente amenazas y emitir señales de advertencia en un tiempo útil para impedir colisiones. Con este fin, el sistema analiza objetos usando una prueba de proximidad inicial para identificar conjuntos de objetos móviles dentro de una distancia de interés (por ejemplo, 50 pies (15,24 m)) y sin barrera (por ejemplo, una pared) entre los mismos para identificar conjuntos de objetos que van a analizarse. Entonces se genera una instancia de la figura 9C para cada conjunto identificado de objetos. Cada instancia puede persistir (y, por tanto, monitorizar y analizar continuamente los objetos en su conjunto) hasta que haya objetos activos insuficientes (por ejemplo, en movimiento) en el conjunto correspondiente para hacer que la colisión sea una posibilidad, o puede terminar al analizar todas las combinaciones de objetos en su conjunto una vez y emitir cualquier advertencia necesaria. Este procedimiento de identificar conjuntos de objetos y generar nuevas instancias de la figura 9C se ejecuta repetidamente para garantizar que las amenazas de colisión se identifiquen de manera oportuna. El procedimiento de generar nuevas instancias de hilos puede iniciarse según el tiempo, eventos o realizarse de manera continua. La frecuencia con la que se ejecuta el procedimiento dependerá de si las instancias de la figura 9C están destinadas a persistir o a terminar tras un número finito de ejecuciones (por ejemplo, una). Una manera de ejemplo de implementar un sistema para generar instancias de la figura 9C se mostró y describió anteriormente en relación con la figura 8. Sin embargo, si la figura 8 está adaptada para esta función, el bloque 120 de la figura 8 debe sustituirse por instrucciones para generar un conjunto de objetos en una proximidad peligrosa y para generar una instancia de la figura 9C para su análisis.

Ahora, con un enfoque en una instancia de la figura 9C, en el bloque 902, si se capta que dos o más entidades de interés están en proximidad entre sí, el sistema toma una muestra del movimiento de cada entidad en el conjunto de objetos (por ejemplo, personas, vehículos, etc.) que se analizan en al menos dos periodos o puntos en el tiempo. Por ejemplo, el sistema recibe primeros puntos de datos para cada una de las entidades de interés y segundos puntos de datos para cada una de las entidades de interés en un intervalo predeterminado de tiempo a partir de los primeros puntos de datos (bloque 902). El movimiento de una entidad correspondiente puede basarse, por ejemplo, en la velocidad y/o la dirección de la respectiva entidad. El sistema genera entonces una trayectoria para cada entidad en el conjunto basándose en la muestra de movimiento determinada por el sistema (bloque 904). En el bloque 906, el sistema expande la trayectoria de cada entidad basándose en al menos una característica de movimiento de esa entidad. Por ejemplo, el sistema aplica un factor de expansión para determinar un vector de trayectoria expandido para cada entidad de interés (bloque 906). El factor de expansión puede calcularse, por ejemplo, basándose en una variedad de factores, tales como el intervalo de velocidad de la entidad (grande para carretillas elevadoras, pequeño para peatones), la capacidad de aceleración de la entidad, la agilidad de la entidad, etc. En el bloque 908, se analiza entonces el vector de trayectoria expandido de cada entidad con respecto a la superposición con el vector de trayectoria expandido de las otras entidades en el conjunto para evaluar la posibilidad de una colisión. Si se detecta una superposición entre cualquiera de las dos zonas de seguridad modificadas (bloque 910), se transmite una señal de advertencia a las entidades con las zonas de seguridad superpuestas (bloque 912). Si no hay ninguna superposición (bloque 910), entonces no se genera ninguna señal de advertencia.

La instancia de la figura 9C determina luego si alguna entidad debe retirarse de su conjunto de objetos (por ejemplo, una entidad ha abandonado la habitación, se ha movido detrás de una pared, se ha movido fuera de la distancia umbral de todos los demás objetos, etc.) o añadirse a su conjunto de objetos (por ejemplo, un objeto ha entrado en la habitación, se ha movido desde detrás de una pared, etc.) (bloque 914). De ser así, el conjunto se modifica (bloque 916). Si no se garantizan modificaciones del conjunto (bloque 914) o después de que el conjunto se haya modificado (bloque 916), el sistema determina si la presente instancia (por ejemplo, hilo) de la figura 9C va a persistir (por ejemplo, más de un objeto permanece en el conjunto de manera que las colisiones todavía son una posibilidad) (bloque 918). Si va a persistir, el control vuelve al bloque 902. De otro modo, se termina esta instancia

de la figura 9C.

Un ejemplo alternativo para usar un régimen de ubicación/seguimiento centralizado para entidades de interés usa una técnica de discriminación de peligro que implica un análisis similar a los diagramas de Venn para determinar situaciones potencialmente peligrosas. En este ejemplo, el procesador central dibuja figuras alrededor de las entidades de interés indicativas de una zona de seguridad alrededor de la entidad. Aunque la figura de zona de seguridad más simple para tal uso es un círculo, también son posibles otras figuras de zona de seguridad que tienen en cuenta factores sobre la entidad. Por ejemplo, la dirección determinada de movimiento de una entidad de interés podría alterar la forma de la figura de zona de seguridad. Tal como se muestra en la figura 10, la entidad peatón P está moviéndose hacia la derecha en la figura. Por consiguiente, la figura de zona de seguridad para esa entidad de interés se calcula estando desplazada en esa dirección, por ejemplo, como forma oblonga con una mayor área delante del en lugar de detrás del peatón P. El tamaño y la forma de la figura de zona de seguridad se modifican basándose en el historial de movimiento reciente de la entidad. En otros ejemplos, el tamaño y/o la forma se modifican basándose en otra información tal como el nivel de preparación o la experiencia de la entidad de interés dada (estando almacenada tal información, por ejemplo en una tabla de consulta accesible para el procesador). En ese caso, un individuo con mayor preparación podría tener una figura de zona de seguridad relativamente menor dado que su conciencia de seguridad aumentada como resultado de la preparación podría reducir el área en la que otras entidades podrían representar una amenaza para él. Una modificación similar del tamaño y la forma de la figura de zona de seguridad también podría llevarse a cabo para una carretilla elevadora u otras entidades vehiculares con, por ejemplo, la velocidad promedio del vehículo a lo largo del tiempo. Para un conductor de carretilla elevadora "rápido", la figura de zona de seguridad es relativamente mayor, dado que su mayor velocidad representa un peligro potencial en un área mayor. La discriminación de peligro se lleva a cabo por el procesador calculando y actualizando figuras de zona de seguridad para todas las entidades de interés. Un discriminador de peligro busca entonces dinámicamente superposiciones de las figuras de zona de seguridad (tal como la figura de zona segura 140 en la figura 10) para determinar peligros potenciales. Esto es análogo a los diagramas de Venn en los que las regiones superpuestas de figuras de zona de seguridad bidimensionales representativas de espacios de conjunto son indicativas de elementos de conjunto comunes para los espacios representados por las figuras de zona de seguridad. El discriminador de peligro podría buscar simplemente cualquier superposición entre las figuras de zona de seguridad de todas las entidades e iniciar una acción correctiva cuando se encuentra una superposición. Sin embargo, en otros ejemplos, cuando se encuentra una superposición por primera vez, el sistema (por ejemplo, mediante un procesador) monitoriza el desarrollo del tamaño y la forma de la superposición de las figuras de zona de seguridad para estas dos entidades. Presumiblemente, conforme las entidades se acercan, la superposición aumentaría. El procesador podría programarse para iniciar mayores niveles de advertencia basándose en una determinación de un aumento en el tamaño o cambio en la forma de la superposición indicativa de mayor peligro. Podría usarse una técnica similar para tener en cuenta obstáculos fijos (paredes, estantes, etc.). En ese escenario, el procesador se programa con las coordenadas de tales obstáculos, dado que la presencia de un obstáculo entre dos entidades puede reflejar una situación en la que no pueden colisionar en sus trayectorias actuales basándose en la presencia del obstáculo. En tales ejemplos, el procesador está programado para ignorar una superposición en las figuras de zona de seguridad de dos entidades de interés. Esto se realiza, por ejemplo, ignorando una superposición para un obstáculo interpuesto y/o modificando dinámicamente la forma de las figuras de zona de seguridad para que las entidades tengan en cuenta su proximidad a un obstáculo fijo, en la medida que la presencia de ese obstáculo afecta a las posibles trayectorias del camino para esa entidad.

La técnica de las figuras de zona de seguridad también podría combinar la superposición real de figuras con su proximidad relativa. Por ejemplo, una proximidad inmediata de figuras sin superposición podría hacer que el procesador monitorice esas entidades para una reducción de esa proximidad, hasta e incluyendo su superposición real. Potencialmente, el procesador podría programarse para iniciar una acción correctiva (advertencia, señalización, etc.) basándose sólo en tal proximidad de figuras en lugar de esperar a que la amenaza llegue al punto en el que las figuras se superponen realmente. De manera similar, el procesador podría programarse con un funcionamiento determinativo basándose en patrones de movimiento pasados de las entidades para predecir caminos de movimiento probables y en consecuencia modificar las figuras de zona de seguridad. Potencialmente, tal análisis también podría llevar a que el procesador inicie una acción correctiva antes de que se produzca realmente una situación potencialmente peligrosa, dando tal vez como resultado que se inicie una advertencia de bajo nivel para crear conciencia de las entidades de un peligro potencial basándose en su posición actual, y el camino probable de tales entidades basándose en el historial.

La figura 10B es un diagrama de flujo que ilustra instrucciones de ejemplo legibles por máquina 1000 que pueden ejecutarse para implementar un sistema tal como el ilustrado en las figuras 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B y/o 10A. La figura 10C es otro diagrama de flujo de ejemplo que ilustra instrucciones de ejemplo legibles por máquina 1020 que pueden ejecutarse para implementar un sistema tal como el ilustrado en la figura 10A. Los sistemas implementados por las instrucciones legibles por máquina que se ilustran en las figuras 10B y 10C pueden usarse con los sistemas de ejemplo descritos anteriormente en relación con las figuras 6C, 8 y/o 9C.

Los sistemas implementados por las instrucciones legibles por máquina que se ilustran en las figuras 6C, 8, 9C, 10B y 10C están dotados de sensores apropiados para detectar la presencia y las características de movimiento de

objetos y personas tal como se explicó anteriormente. También están dotados de una plataforma de procesador para recibir los datos recopilados por los sensores y para ejecutar las instrucciones de, por ejemplo, las figuras 10B y 10C para identificar amenazas de colisión y/o transmitir señales de advertencia correspondientes. Para facilitar la explicación, los diagramas de flujo de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y 10C no abordan la recopilación de datos, sino que más bien se enfocan en la detección de amenazas de colisión y/o la transmisión de señales de advertencia correspondientes. Sin embargo, debe entenderse que el sistema recopila constantemente o de manera sustancialmente constante datos que representan características de movimiento y/o posiciones actuales y se procesan según los diagramas de flujo de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C. También debe entenderse que los sistemas ejemplificarán múltiples versiones de las instrucciones representadas por las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C (por ejemplo, múltiples hilos funcionando, cada uno, en conjuntos correspondientes (por ejemplo, pares) de objetos en una proximidad suficiente para merecer una comparación) ejecutándose en paralelo para identificar rápidamente amenazas y emitir señales de advertencia en un tiempo útil para impedir colisiones. Con este fin, los sistemas analizan objetos usando una prueba de proximidad inicial para identificar conjuntos de objetos móviles dentro de una distancia de interés (por ejemplo, 50 pies (15,24 m)) y sin barrera (por ejemplo, una pared) entre los mismos para identificar conjuntos de objetos que van a analizarse. Entonces se genera una instancia de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C para cada conjunto identificado de objetos. Cada instancia puede persistir (y, por tanto, monitorizar y analizar los objetos en su conjunto) hasta que haya objetos activos insuficientes (por ejemplo, en movimiento) en el conjunto correspondiente para hacer que la colisión sea una posibilidad, o puede terminar al analizar todas las combinaciones de objetos en su conjunto una vez y emitir cualquier advertencia necesaria. Este procedimiento de identificar conjuntos de objetos y generar nuevas instancias de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C se ejecuta repetidamente para garantizar que las amenazas de colisión se identifiquen de manera oportuna. El procedimiento de generar nuevas instancias de hilos puede iniciarse según el tiempo, eventos o realizarse de manera continua. La frecuencia con la que se ejecuta el procedimiento dependerá de si las instancias de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C están destinadas a persistir o a terminar tras un número finito de ejecuciones (por ejemplo, una). Una manera de ejemplo de implementar un sistema para generar instancias de las figuras 10B y/o 10C se mostró y describió anteriormente en relación con la figura 8. Sin embargo, si la figura 8 está adaptada para esta función, el bloque 120 de la figura 8 debe sustituirse por instrucciones para generar un conjunto de objetos en una proximidad peligrosa y para generar una instancia de las figuras 10B o 10C para su análisis.

Ahora, con un enfoque en una instancia de la figura 10B, en el bloque 1002, el sistema crea una zona de seguridad que rodea al menos una entidad en el conjunto de objetos (por ejemplo, una o más personas, uno más vehículos, etc.) que se analizan. El tamaño y/o la forma de la zona de seguridad se modifica entonces basándose en una o más características de movimiento de la al menos una entidad tal como, por ejemplo, la dirección de desplazamiento de esa entidad (bloque 1004). Por ejemplo, el sistema puede modificar la zona de seguridad basándose en una o más de la dirección de desplazamiento de la entidad (por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 2A y 2B), la velocidad de la entidad (por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 3A y 3B), la dirección de movimiento de la entidad (por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 4A y 4B) y/o cualquier otra característica de movimiento de la entidad de interés. En el bloque 1006, entonces se analiza la zona de seguridad modificada de la entidad. Una señal de advertencia se transmite o genera para alertar o proporcionar una advertencia a otras entidades dentro de la zona de seguridad modificada sobre la presencia o proximidad de esa entidad basándose en la zona de seguridad modificada (bloque 1008). Si no hay otra entidad dentro de la zona de seguridad modificada, entonces no se genera ninguna advertencia (por ejemplo, recibida por un receptor portado por un peatón). El sistema determina si la presente instancia (por ejemplo, hilo) de la figura 10B va a persistir (bloque 1010). Si va a persistir, el control vuelve al bloque 1002. De otro modo, se termina esta instancia de la figura 10B.

Ahora, con un enfoque en una instancia de la figura 10C, en el bloque 1022, el sistema crea una zona de seguridad que rodea cada entidad en el conjunto de objetos (por ejemplo, una o más personas, uno o más vehículos, etc.) que se analizan. El sistema modifica entonces la zona de seguridad de cada entidad basándose en una o más características de movimiento de esa respectiva entidad (bloque 1024). Por ejemplo, el tamaño y/o la forma de la zona de seguridad de cada entidad pueden modificarse basándose en una primera característica de movimiento de la entidad correspondiente tal como, por ejemplo, la velocidad de la respectiva entidad. Adicional o alternativamente, puede modificarse el tamaño de cada zona de seguridad basándose en una segunda característica de movimiento de la correspondiente entidad tal como, por ejemplo, la dirección de desplazamiento de la respectiva entidad. Adicional o alternativamente, la zona de seguridad puede modificarse basándose en una tercera característica de movimiento tal como, por ejemplo, una posición de una dirección de vehículo y/o cualquier otra característica de movimiento de una entidad de interés. La zona de seguridad modificada de cada entidad se analiza entonces con respecto a la superposición con la zona de seguridad modificada de las otras entidades en el conjunto para evaluar la posibilidad de una colisión (bloque 1028). Si se detecta una superposición entre cualquiera de las dos zonas de seguridad modificadas (bloque 1028), se transmite una señal de advertencia a las entidades con las zonas de seguridad superpuestas (bloque 1030). Si no hay ninguna superposición (bloque 1028), entonces no se genera ninguna señal de advertencia.

La instancia de la figura 10C determina luego si debe retirarse alguna entidad de su conjunto de objetos (por ejemplo, una entidad ha abandonado la habitación, se ha movido detrás de una pared, se ha movido fuera de la distancia umbral de todos los demás objetos, etc.) o añadirse a su conjunto de objetos (por ejemplo, un objeto ha

entrado en la habitación, se ha movido desde detrás de una pared, etc.) (bloque 1032). De ser así, el conjunto se modifica (bloque 1034). Si no se garantizan modificaciones del conjunto (bloque 1032) o después de que el conjunto se haya modificado (bloque 1034), el sistema determina si la presente instancia (por ejemplo, hilo) de la figura 10C va a persistir (por ejemplo, más de un objeto permanece en el conjunto de manera que las colisiones todavía son una posibilidad) (bloque 1036). Si va a persistir, el control vuelve al bloque 1022. De otro modo, se termina esta instancia de la figura 10C.

En los ejemplos de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y 10C, las instrucciones legibles por máquina comprenden uno o más programas para su ejecución por un procesador tal como el procesador 1712 mostrado en el ordenador de ejemplo 1700 comentado anteriormente en relación con la figura 17. El programa puede realizarse en un software almacenado en un medio legible por ordenador tal como un CD-ROM, un disco flexible, un disco duro, un disco versátil digital (DVD) o una memoria asociada con el procesador 1712, aunque todo el programa y/o partes del mismo podrían ejecutarse alternativamente por un dispositivo diferente del procesador 1712 y/o realizarse en firmware o hardware dedicado. Además, aunque el programa de ejemplo se describe con referencia a los diagramas de flujo ilustrados en las figuras 6C, 8, 9C, 10B y 10C, pueden usarse alternativamente muchos otros métodos para implementar el sistema de ejemplo dado a conocer en el presente documento. Por ejemplo, puede cambiarse el orden de ejecución de los bloques y/o pueden cambiarse algunos de los bloques descritos, eliminarse o combinarse.

Tal como se mencionó anteriormente, los procedimientos de ejemplo de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y 10C pueden implementarse usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador) almacenadas en un medio legible por ordenador tangible tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de sólo lectura (ROM), un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), una caché, una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o cualquier otro medio de almacenamiento en el que se almacena información por cualquier duración (por ejemplo, por periodos de tiempo extendidos, permanentemente, casos breves, para el almacenamiento en memoria intermedia temporal y/o para el almacenamiento en caché de la información). Tal como se usa en el presente documento, el término medio legible por ordenador tangible se define expresamente para incluir cualquier tipo de almacenamiento legible por ordenador y para excluir señales de propagación. Adicional o alternativamente, los procedimientos de ejemplo de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C pueden implementarse usando instrucciones codificadas (por ejemplo, instrucciones legibles por ordenador) almacenadas en un medio legible por ordenador no transitorio tal como una unidad de disco duro, una memoria flash, una memoria de sólo lectura, un disco compacto, un disco versátil digital, una caché, una memoria de acceso aleatorio y/o cualquier otro medio de almacenamiento en el que se almacena información por cualquier duración (por ejemplo, por periodos de tiempo extendidos, permanentemente, casos breves, para el almacenamiento en memoria intermedia temporal y/o para el almacenamiento en caché de la información). Tal como se usa en el presente documento, el término medio legible por ordenador no transitorio se define expresamente para incluir cualquier tipo de medio legible por ordenador y para excluir señales de propagación. Para cualquiera de las técnicas de discriminación de peligro descritas en el presente documento, la determinación de una situación potencialmente peligrosa puede no dar como resultado el inicio de una acción correctiva en forma de advertencias directas. Más bien, el procesador central podría programarse para realizar otra acción correctiva. En el ejemplo representado en la figura 11, un peatón P está a punto de entrar en un área de mucho tráfico potencialmente peligrosa cuando entra en el área de muelle de carga LD. Suponiendo que el procesador tiene algunos medios para controlar directa o indirectamente una barrera accionable B, tal como una compuerta o puerta de seguridad, el procesador puede determinar que la entrada del peatón P en el área de muelle de carga LD no es segura y accionar la barrera antes de que el peatón P entre en el área. El accionamiento de la barrera no sólo impediría físicamente la entrada, sino también serviría como forma de advertencia al peatón. Si estuviera acoplado, por ejemplo, con un aparato de señalización (por ejemplo, luces), el cierre de la barrera también podría sensibilizar a los conductores de carretillas elevadoras sobre la presencia de un peatón. En un intento por garantizar el respeto por la situación peligrosa, el sistema podría impedir que la barrera se abriera hasta alguna forma de reconocimiento del peligro por parte del peatón. Por ejemplo, se le podría pedir que introdujera un código de seguridad o que esperara la recepción de una advertencia audible en el sitio antes de que se abra la compuerta. También es concebible una situación en la que los operarios de carretillas elevadoras pueden abrir la barrera, pero sólo después de alguna forma de reconocimiento del peligro, y entonces sólo abrir la barrera cuando percibe que la condición es segura, tal como mediante una inspección visual del área, o mediante el contacto verbal directo u otro con el peatón afectado.

Comunicación de amenazas

Tras haber descrito varias técnicas tanto de captación como de discriminación de peligro para mejorar la calidad de detección de interacciones carretilla elevadora/peatón potenciales (por ejemplo colisiones), ahora se hace referencia al aumento de la seguridad en este entorno mediante la mejora de la comunicación de peligros y/o información relacionada con lo que provoca una acción correctiva para entidades de interés afectadas. Además de detectar más eficazmente los peligros tal como se dio a conocer anteriormente, puede mejorarse el lograr este objetivo teniendo medios para dirigir información de advertencia y/o información de acción correctiva a un individuo afectado (y, tal vez, no a individuos no afectados) a través de un canal o canales de comunicación que tienen una perceptibilidad mejorada con respecto a los canales convencionales o a través de un uso más eficaz de los canales existentes. También puede lograrse proporcionando una mejor calidad de información a un individuo afectado, incluyendo

especificaciones sobre el peligro potencial que podrían permitirle realizar una acción correctiva o evasiva. Estas especificaciones podrían incluir detalles sobre la propia amenaza, detalles sobre la ubicación o dirección de la amenaza y/o información temporal o de inminencia sobre el peligro. Aunque se desea un sistema que logre todos estos objetivos, la seguridad podría mejorarse proporcionando cualquiera de ellos o subcombinaciones del total. Por toda esta parte de la descripción, se asumirá que existe un sistema de captación y discriminación de peligro y que puede interactuar con los dispositivos y técnicas de comunicación de amenaza descritos.

Con referencia en primer lugar a los canales de comunicación con perceptibilidad mejorada, un problema con los sistemas de advertencia convencionales (luces de colores o intermitentes o estroboscópicas, bocinas, timbres, etc.) es que las personas tienden a hacerse insensibles frente a los mismos debido a su ubicuidad. Además, normalmente son advertencias generales de área, en lugar de enfocarse en un individuo que está realmente amenazado. Dado que las advertencias están en todas partes y son generalizadas, tienden a ignorarse con el tiempo. Además, con respecto al canal auditivo, los dispositivos de protección auditiva requeridos en algunas ubicaciones pueden limitar considerablemente la eficacia de este canal. Las mejoras en los modos de comunicación existentes aumentan su perceptibilidad.

Las comunicaciones auditivas o basadas en sonido de amenazas a un peatón en peligro (u otro individuo) se hacen más eficaces permitiendo que el propio peatón en peligro seleccione las advertencias o la comunicación que recibirá. Un ejemplo de esto permite que un individuo seleccione las advertencias reales que recibiría seleccionando el contenido para diferentes pistas en un reproductor de MP3 que portará consigo y que será la fuente de sus advertencias personalizadas. Una manera de permitir una selección de advertencias personalizada de este tipo es que un peatón grabe realmente advertencias de sus elecciones y con su propia voz para proporcionar advertencias para situaciones dadas. Se le proporciona una lista de qué pistas de las grabaciones de MP3 se reproducen para diferentes niveles de situaciones peligrosas (por ejemplo Pista 1: carretilla elevadora estacionaria aproximándose; Pista 2: carretilla elevadora aproximándose a alta velocidad, etc.) y entonces el usuario podría grabar advertencias que son relevantes o llamativas para él. De esta manera, un usuario puede seleccionar palabras de advertencia o inflexiones del habla que llamarían su atención. Por ejemplo, un usuario puede elegir incluir su propio nombre (tal vez gritado) en una pista de advertencia para un peligro inminente, "JOHN SMITH, peligro. Muévete ¡AHORA!". Una analogía coloquial de esto es cómo un padre puede llamar de manera normalmente más fácil la atención de su hijo usando su primer nombre, segundo nombre y apellido. Un usuario en peligro respondería a advertencias urgentes con el mismo nivel de atención. En otros ejemplos, el supervisor de un empleado graba las pistas de advertencia, de nuevo con la idea de que una orden de un supervisor (incluso si está grabada) podría obtener una respuesta más eficaz que una voz no familiar que haga la advertencia. Una alternativa a grabar pistas de advertencia completas para cualquier situación es grabar frases o palabras individuales y entonces proporcionar al usuario el hardware y la lógica para poder unir estas piezas entre sí para formar una advertencia relevante dependiendo de la situación peligrosa encontrada. En analogía a seleccionar el tono de llamada en un teléfono móvil, a una persona también se le podría presentar un menú de advertencias enlatadas o pregrabadas, con la capacidad para seleccionar aquellas que son más llamativas.

Otro ejemplo para transmitir eficazmente advertencias auditivas u otra comunicación usa sonido negativo o silencio. Si los peatones potencialmente en peligro tienen un reproductor de MP3 con advertencias grabadas, también podrían usar el reproductor de MP3 para escuchar música. Cuando se produce una condición peligrosa que requiere advertir al peatón, la primera etapa de comunicación de la amenaza puede ser detener la reproducción de música. Alternativamente, en lugar de reproducir música cuando no hay ninguna advertencia, también podría proporcionarse un generador de ruido blanco siendo el cese de ruido blanco en el momento de una advertencia un medio para atraer la atención del usuario. Dado que podría haber repercusiones negativas para la seguridad para peatones u otros en una instalación industrial que escuchan música o ruido blanco, no se recomienda tal práctica, sino que se presenta como ejemplo de una manera para mejorar la captación eficaz de la atención de un usuario cuando es necesario transmitirle una advertencia.

Otro modo de comunicación de amenaza de ejemplo con perceptibilidad mejorada dado a conocer en el presente documento son las advertencias visuales. En lugar de basarse en luces montadas en la pared o el techo para advertencias generalizadas del área, la perceptibilidad se mejora en estos ejemplos porque la comunicación de amenaza visual está personalizada para un individuo que está amenazado, o tal vez la fuente de la amenaza (una máquina o un individuo que la hace funcionar). En el caso de una comunicación de amenaza visual personalizada, las gafas de seguridad están dotadas de una fuente de luz integrada. En la figura 12 se muestra una vista esquemática de un par de gafas de seguridad de ejemplo 200. A lo largo de las monturas superiores 210 de cada ocular está prevista una fuente de luz 220 que se extiende longitudinalmente, tal como un cable de fibra óptica de emisión lateral. Una fuente de luz, tal como un LED multicolor (por ejemplo, rojo y verde) se porta en otra parte por la persona, junto con aparatos electrónicos de control y una fuente de alimentación, tal como una batería de 12 V, todos representados esquemáticamente en la caja funcional 230. Parte o todo el contenido de la caja funcional 230 podría portarse en las gafas (por ejemplo los LED), en la persona que las lleva puestas o incluso en otra parte. Dependiendo de dónde estén qué componentes y qué aparatos electrónicos adjuntos estén presentes, podrían usarse conexiones o bien por cable o bien inalámbricas entre los componentes. Los controles y las gafas podrían programarse para responder a diversas situaciones peligrosas (detectadas mediante cualquiera de las técnicas de

captación y discriminación de peligro descritas anteriormente) presentando una señalización de luz a la persona que lleva puestas las gafas altamente perceptible por su proximidad al ojo de la persona que las lleva puestas. Pueden usarse diferentes colores u otras modulaciones de la salida de luz desde los cables de fibra óptica 220 para transmitir diferentes amenazas o niveles de peligro al usuario. Estos se comentarán en mayor detalle a continuación.

5 Como alternativa al cable de fibra óptica activado por LED, la fuente de luz que se extiende longitudinalmente también podría ser una disposición pequeña de LED.

Aunque el consumo de energía para crear la advertencia visual y alimentar al procesador necesario para una advertencia compleja de este tipo es alto, también podrían incorporarse pantallas de visualización "frontal" en gafas de seguridad dado que tales pantallas se incorporan actualmente en las gafas protectoras usadas por pilotos de aviones militares. Una pantalla de visualización frontal de este tipo proyectaría realmente un contenido de advertencia de manera que aparecería delante de la persona que las lleva puestas. Ese contenido de advertencia podría ser en forma de palabras, iconos, símbolos, etc. y podría incorporar otras características para mejorar la perceptibilidad tales como colores, cambios en intensidad y similares.

Otro ejemplo de comunicación de amenaza visual de perceptibilidad mejorada hace realmente del peatón potencialmente en peligro la fuente de la señal de advertencia. En este ejemplo, cuando un sistema de captación y discriminación de peligro detecta una condición peligrosa (tal como una carretilla elevadora que conduce peligrosamente cerca de un peatón), alguna parte del peatón se ilumina. En el dibujo representativo mostrado en la figura 13, no sólo se ilumina una disposición de luces 250 en el casco de seguridad H del peatón, sino también unas pulseras 260 en cada uno de sus brazos. La intención es que el peatón sea una advertencia visual de la situación peligrosa para la fuente del peligro, la carretilla elevadora y su operario a través de la iluminación de las luces. Pero, dado que el peatón probablemente no puede ver la disposición de luces en su casco (a menos que tal vez la señalización de luz también esté unida a sus gafas de seguridad tal como se describió anteriormente), las luces en las pulseras 260 en sus brazos están previstas para transmitirle también el peligro potencial de manera perceptible.

La comunicación de amenaza de perceptibilidad visual mejorada también puede portarse por el elemento peligroso, en este ejemplo una carretilla elevadora. La carretilla elevadora FT representada en la figura 14 incluye una fuente de luz 300 que se extiende longitudinalmente en parte o todo el perímetro inferior del vehículo. La fuente de luz podría ser un cable de fibra óptica de emisión lateral activado por LED, una disposición de LED o cualquier otra fuente de luz adecuada. Dado que estas luces están en una carretilla elevadora con acceso a una fuente de alimentación mayor y más consistente, también podrían usarse fuentes de luz convencionales. En cualquier caso, la fuente de luz 300 puede proporcionar una advertencia visual a peatones en los alrededores proyectando luz sobre el suelo que rodea la carretilla elevadora FT, tal como se muestra en 310. En circunstancias de funcionamiento normales (en las que el sistema de captación y discriminación de peligro no detecta una situación potencialmente peligrosa), la luz proyectada podría ser verde. Esto es una indicación visual para el operario de la carretilla elevadora de que la situación en los alrededores de la carretilla elevadora es segura, y una indicación visual para otros en la instalación (si tienen una visibilidad de modo que pueden ver el color) de que existe una condición segura. Una vez que se detecta una situación peligrosa o potencial, la disposición de luces 300 proyecta un color diferente, por ejemplo, el color rojo. De nuevo, esto sirve como indicación visual perceptible no sólo para el conductor de la carretilla elevadora, sino también para peatones potencialmente afectados en los alrededores. Esta señal de luz también puede modularse usando técnicas descritas anteriormente. Por ejemplo, podría modularse la forma de una señal de luz roja proyectada mediante la velocidad de la carretilla elevadora o el estado de giro para ser relativamente mayor en una dirección de mayor peligro potencial.

Otro modo de comunicación que se beneficia de la perceptibilidad mejorada es el modo táctil. Aunque la mayor parte de la comunicación táctil ya es personal (dado que el sentido del tacto no se extiende más allá del cuerpo como los sentidos de la vista y el oído), la perceptibilidad podría mejorarse realizando estudios fisiológicos para determinar las partes del cuerpo que son más sensibles a estímulos táctiles (vibración, ligero choque eléctrico, calor, frío, etc.). Sin el beneficio de tales estudios, una idea es incorporar la comunicación táctil en la vestimenta ya usada por personas en entornos industriales (por ejemplo chalecos de seguridad, cascos de protección, gafas de seguridad).

Un modo de comunicación que se relaciona con la sensación táctil es la velocidad de la carretilla elevadora. Si la determinación de una situación peligrosa por parte de un sistema de captación y discriminación de peligro (por ejemplo un peatón en proximidad inmediata, el paso de la carretilla elevadora a través de un portal, una carretilla elevadora que retrocede fuera de un tráiler con un peatón en los alrededores del muelle de carga) diera como resultado que la velocidad de la carretilla elevadora se reduce (tal vez hasta cero), esa reducción en la velocidad serviría como indicación táctil para el conductor de la carretilla elevadora de la condición peligrosa. De manera interesante, la reducción en la velocidad bien podría servir como advertencia visual para los peatones en los alrededores de que existe una condición peligrosa, suficientemente peligrosa para provocar una reducción automática de la velocidad de la carretilla elevadora. La combinación de esa reducción en la velocidad con otro modo o advertencia (por ejemplo una advertencia visual basada en luz o auditiva) podría ser incluso más eficaz.

En otros ejemplos adicionales, la mejora de la perceptibilidad de advertencia se combina con modos de advertencia existentes (y tal vez mejorados tal como se describió anteriormente). Tal como se muestra en la figura 15, un casco

de protección 400 proporciona una pluralidad de (por ejemplo, tres) diferentes modos de advertencia. Unos auriculares 410 están incorporados en el casco 400 para proporcionar una capacidad de advertencia auditiva. Unas fuentes táctiles 420 están montadas en el interior del casco 400 para acoplarse a la cabeza de la persona que lo lleva puesto y transmitir señales táctiles (por ejemplo vibración, ligera estimulación eléctrica, calor, frío). El casco de protección 400 también incluye gafas de seguridad integrales 430 con alguna forma de característica de pantalla de visualización frontal o iluminación para proporcionar una advertencia visual perceptible a la persona que lo lleva puesto. Como alternativa, el casco de protección 400 podría proporcionar sólo advertencias visuales y auditivas, aunque las fuentes táctiles integradas en un chaleco u otro artículo de vestimenta podrían proporcionar advertencias táctiles. Para facilitar una disposición de este tipo, podría crearse una red en la persona, por ejemplo, incluyendo transpondedores Zigbee (o transpondedores con capacidad para comunicación inalámbrica a través de otros protocolos o similares) tanto en el chaleco como en el casco de protección 400.

Independientemente de cómo se implementen tales advertencias de múltiples modos en hardware, la presencia de múltiples modos de advertencia presenta oportunidades para mejorar la perceptibilidad de las advertencias generadas de ese modo. Se proporciona una mejora mediante la manera en que los diversos modos de advertencia se organizan para la gravedad creciente de la inminencia de una amenaza. Pueden proporcionarse advertencias de bajo nivel (previstas para crear conciencia en lugar de provocar una acción) mediante uno primero de los modos, por ejemplo táctil. El siguiente nivel de advertencia (inminencia aumentada de la situación peligrosa) puede proporcionarse mediante un segundo modo, por ejemplo auditivo. Finalmente, el mayor nivel de advertencia (para un evento potencialmente catastrófico inminente como una colisión) puede ser un tercer modo tal como una advertencia visual. Se proporciona una preparación apropiada al personal para reconocer la jerarquía de amenazas representada por los diversos modos de comunicación de amenaza: en este ejemplo la vibración de las fuentes táctiles significa "tenga cuidado", las advertencias auditivas significan "esté preparado para realizar una acción" y las advertencias visuales significan "realice una acción correctiva o evasiva inmediatamente".

Otra alternativa al ejemplo anterior en el que los diversos modos de comunicación se usaron en serie a medida que aumentaba la inminencia de la amenaza es usar los modos en paralelo o al menos en combinaciones para mejorar la perceptibilidad. En algunos ejemplos, los modos se usan de manera aditiva. El primer nivel de advertencia usa un modo (por ejemplo advertencia táctil), mientras que el segundo añade otro modo (por ejemplo modo visual). Finalmente, para el mayor nivel de advertencia, se usan los tres modos juntos añadiendo una advertencia auditiva. Este ejemplo supone sólo tres niveles de advertencia y de hecho que hay niveles de advertencia, en lugar de sólo transmitir diferentes peligros con diferentes combinaciones de modos, lo que es también una característica que puede proporcionarse mediante un esquema de advertencia de múltiples modos. El esquema también puede usarse con diferentes combinaciones de modos que están previstos para transmitir diferentes advertencias. Táctil/Visual puede significar una advertencia mientras que Táctil/Auditiva significa otra advertencia y así sucesivamente. Proporcionar a un sistema el hardware para advertencias de múltiples modos así como la capacidad para controlar ese hardware para presentar diversas combinaciones y secuencias de advertencias en todos esos modos mejorará la perceptibilidad de esas advertencias. La determinación de la metodología de advertencia de múltiples modos apropiada para conseguir la perceptibilidad deseada puede facilitarse realizando estudios clínicos de respuesta humana. Los resultados de tales estudios podrían revelar la metodología de advertencia de múltiples modos óptima para situaciones peligrosas dadas, o revelar la metodología de advertencia óptima para los modos de advertencia individuales descritos anteriormente.

Otro ejemplo para mejorar la perceptibilidad del canal de comunicación es proporcionar un sistema con la capacidad para garantizar que el canal de comunicación que se usa puede captarse por encima de las señales de fondo ya presentes en ese canal. Tal como se mencionó anteriormente, el entorno industrial está lleno de advertencias tanto visuales como auditivas, así como luces y sonidos procedentes de maquinaria, operaciones de planta, manejo de material y similares. Por consiguiente, una característica de un sistema de advertencia de modo auditivo perceptible es incluir un dispositivo de medición del nivel de presión sonora (SPL) para determinar el nivel de ruido de fondo por encima del cual debe oírse una alarma. En la figura 16 se representa un ejemplo de un casco de protección con un SPL 501 de este tipo. El casco de protección 500 también incluye auriculares integrales 510. Finalmente se proporciona un dispositivo de control en forma de bloque funcional 520. El dispositivo de control puede aceptar la salida del SPL (el nivel de ruido de fondo) y producir la señal de advertencia auditiva apropiada a un volumen de 15 - 25 dB por encima del nivel de ruido de fondo. Se ha determinado mediante estudios fisiológicos que 15 - 25 dB es el nivel óptimo por encima del ruido ambiental para garantizar que la advertencia se oiga, sin ser tan alta que el oyente apague la alarma. También es deseable en el contexto de un sistema de advertencia de múltiples modos fijar un límite superior razonable en el dispositivo de control 520 para garantizar que no se presenten niveles de sonido dañinos para la audición para la persona que los lleva puestos. En esa situación, el dispositivo de control 520 está programado para usar diferentes modos de comunicación para transmitir la advertencia. De manera similar, el mismo casco de protección 500 también puede estar dotado de una fuente de luz 540 que se extiende longitudinalmente por debajo del pico del casco. En ese caso, el dispositivo de control 520 o el sensor 501 puede captar niveles de luz ambiental (tal como con un resistor dependiente del nivel de luz) y producir un nivel de luz de la fuente de luz 540 que está suficientemente por encima del nivel de luz ambiental que verá la persona que lo lleva puesto.

La perceptibilidad de la comunicación de amenaza se mejora también modulando la comunicación de amenaza basándose en la inminencia de la amenaza. Independientemente del modo (o los modos) de la comunicación de amenaza, la señal se modula para transmitir una señal diferente a medida que aumenta la inminencia de la amenaza. Un ejemplo de esto en el contexto de una advertencia auditiva es el volumen. Conforme la amenaza se vuelve más inminente, el volumen de la advertencia aumenta. El tono de una advertencia auditiva (ya sea un único tono o una señal de audio compleja como habla) también podría modularse de esta manera. Para una advertencia auditiva repetida, la periodicidad de la repetición puede modularse para transmitir una inminencia de amenaza creciente presumiblemente con ciclos más cortos que indican un peligro más inmediato. El ritmo también podría modularse para un sonido de múltiples pulsos, por ejemplo con mayor síncope del pulso que es indicativa de una amenaza más inminente. Además, una o varias de estas formas de modulación podrían combinarse para mejorar adicionalmente la perceptibilidad. El suministro de todos estos elementos de modulación juntos podría transformar la señal de advertencia en algo similar a una señal musical. Un ejemplo coloquial de estas diversas modulaciones auditivas que se combinan para transmitir la inminencia creciente de una amenaza es la banda sonora de la película "Tiburón". El tempo, el ritmo, el volumen y el tono se modulan para transmitir el peligro del tiburón que se acerca y finalmente ataca. Esta música es claramente perceptible para el oyente y el uso de técnicas de modulación similares puede hacer que las advertencias auditivas en el entorno industrial sean igualmente perceptibles.

De manera similar, los otros modos de comunicación de amenaza pueden modularse mediante la inminencia de la amenaza de manera similar. Para el modo visual, el brillo, color y la tasa de destellos son sinónimos de volumen, tono y tempo (tasa de repetición) para el sonido y el ritmo de la luz también puede modularse. De hecho, tanto el sonido como la luz podrían modularse (o bien de la misma manera o bien de manera diferente) con una inminencia de la amenaza creciente. Por ejemplo, las advertencias de tono y las advertencias de destello de luz podrían ser simultáneas para bajos niveles de amenaza, pero tener algún nivel de alternación o de hecho síncope para altos niveles de amenaza. Las sensaciones táctiles podrían modularse de manera similar de nuevo o bien de forma aislada o bien en combinación con otros modos de comunicación de amenaza.

Aunque la inminencia de una amenaza es un aspecto de la amenaza que puede especificarse en la(s) advertencia(s) presentada(s) a la persona en peligro, también pueden transmitirse aspectos adicionales de la amenaza para mejorar la comunicación de la amenaza. A continuación se presentarán varios ejemplos de advertencias específicas de la amenaza. Un tema de las advertencias específicas de la amenaza es proporcionar suficiente información a la persona en peligro para que esa persona (por ejemplo un peatón bajo amenaza de ser golpeado por una carretilla elevadora) disponga de información adecuada sobre la naturaleza de la amenaza para que pueda aplicar un criterio para evitar el peligro o librarse de la condición peligrosa. Para estos ejemplos, se presentarán técnicas basadas en comunicación auditiva (sonido). Sin embargo, tal como se mostró anteriormente, emitir comunicaciones de advertencia en múltiples modos (por ejemplo auditivo, visual y táctil) puede ser beneficioso y esos tipos adicionales de advertencias también podrían emplearse para transmitir advertencias específicas de la amenaza. Además, todos los ejemplos relacionados con advertencias para la "persona en peligro" de ejemplo de un peatón amenazado podrían aplicarse igualmente a otras personas implicadas en la situación, tales como operarios de carretillas elevadoras (u otro vehículo), transeúntes, etc.

En el área de las advertencias específicas de la amenaza auditivas puede realizarse una mejora en las advertencias convencionales. Con referencia al ejemplo de un peatón equipado con un receptor RF con capacidad para recibir y decodificar señales RF transmitidas por una carretilla elevadora, un sistema convencional podría proporcionar alguna advertencia al peatón cuando la intensidad de señal aumenta por encima de un umbral determinado indicativo de una proximidad peligrosa de la carretilla elevadora. Una advertencia de este tipo transmite sólo información limitada y puede no ser adecuada para permitir que el peatón realice una acción correctiva o evasiva eficaz. Más bien, una comunicación más eficaz de esa amenaza transmitiría algo sobre su naturaleza. Por ejemplo, supóngase que o bien: 1) la carretilla elevadora tiene la capacidad para transmitir una señal RF modulada por su estado de movimiento (las señales transmitidas son diferentes cuando la carretilla elevadora es estacionaria frente a cuando está moviéndose, e indicativas de la velocidad y dirección del movimiento) o bien 2) que el receptor en el peatón tiene la capacidad para realizar tales determinaciones basándose en la(s) señal(s) recibida(s) desde la carretilla elevadora, o una combinación de estas funcionalidades. En ese escenario supuesto, una advertencia específica de la amenaza proporcionaría una advertencia real diferente basándose en si la carretilla elevadora estaba moviéndose hacia el peatón o si la carretilla elevadora estaba estacionaria y el peatón simplemente se movió lo suficientemente cerca para estar dentro de una proximidad que de otro modo sería peligrosa si la carretilla elevadora no estuviera estacionaria. Para la situación menos peligrosa de un peatón que acerca a una carretilla elevadora estacionaria, puede no darse ninguna advertencia en absoluto. Alternativamente, puede darse una advertencia para crear conciencia del peatón dado que está cerca de la carretilla elevadora y puede comenzar a moverse en cualquier momento. Para una carretilla elevadora en movimiento que se aproxima peligrosamente a un peatón, podría comunicarse una advertencia de mayor nivel de peligro inminente. Si las advertencias se comunican al peatón de manera auditiva, estas diferentes advertencias (o indicaciones de acción correctiva) para diferentes niveles de amenaza podrían producirse en una variedad de maneras. En un escenario, se han grabado varias advertencias para varias diferentes amenazas en algunos medios y se portan con el peatón. Un ejemplo podría ser un reproductor de MP3 con pistas pregrabadas. Una unidad con capacidad para procesar cualquier señal enviada desde la carretilla elevadora modulada con información específica de la amenaza o con capacidad para traducir

señales no moduladas desde la carretilla elevadora para determinar la propia amenaza también podría determinar qué advertencia debería transmitirse al peatón. La pista 1 del reproductor de MP3 podría ser “Está en una proximidad peligrosa a una carretilla elevadora detenida, tenga cuidado”, mientras que la pista 2 podría ser “PELIGRO. Carretilla elevadora aproximándose rápidamente, ¡posible colisión!”. Dependiendo de la información específica de la amenaza determinada por el procesador, produciría una orden de control para el reproductor de MP3 para reproducir la pista pregrabada pertinente al peligro determinado. En otros ejemplos, un procesador puede estar dotado de un posible vocabulario amplio (por ejemplo 50 ó 100 palabras que podrían usarse en una advertencia en el contexto de interés) y una lógica para formular advertencias unirá tales palabras entre sí dependiendo de la naturaleza de la amenaza que determine el procesador. Esto permitiría el aumento de la especificidad de la advertencia de amenaza, particularmente para casos en los que puede transmitirse información de amenaza más precisa y detallada al procesador mediante los sistemas de captación y/o ubicación de peligro descritos anteriormente. Además, el vocabulario podría modificarse dinámicamente a lo largo del tiempo para mantener las advertencias “actualizadas” para el oyente.

Otros tipos de información específica de la amenaza pueden transmitirse a un peatón en peligro además de la existencia o naturaleza específica de una amenaza, o la inminencia del peligro. Para un sistema de captación/ubicación con capacidad para determinar la inminencia de una amenaza, la identidad del conductor de la carretilla elevadora podría ser información útil para el peatón en peligro. En lugar de recibir simplemente una advertencia como “Carretilla elevadora aproximándose, posible colisión”, puede recibirse la advertencia “Carretilla elevadora de John Smith aproximándose en 5 segundos”. Si la experiencia le dice al peatón que el historial de seguridad o los hábitos de conducción de John Smith son malos, la recepción de tal información específica de la amenaza puede permitir que el peatón realice una acción correctiva más eficaz o rápida. El tipo de información transmitida en algunos ejemplos incluye si la carretilla elevadora está cargada o no. La visibilidad para el conductor de una carretilla elevadora cargada es mucho más limitada que con una carretilla descargada, y saber que la carretilla está cargada puede sugerir de nuevo al peatón que debería tratar la amenaza más seriamente. De manera similar podría ser útil que el peatón supiera si la carretilla elevadora estaba desplazándose en un sentido hacia delante o hacia atrás. De nuevo, la visibilidad para una carretilla elevadora en marcha atrás es mucho más limitada que para una carretilla elevadora que se desplaza, y esta información podría ser relevante para un peatón en peligro.

La especificidad de la amenaza de la advertencia que se transmite a una entidad de interés también puede mejorarse incluyendo información específica de la ubicación o específica de la dirección sobre la amenaza. Si se le dice a un individuo en peligro, tal como un peatón en peligro de ser golpeado con una carretilla elevadora, o bien la dirección desde la que procede la amenaza o bien la dirección de escape de la amenaza, su respuesta será probablemente más eficaz que si no recibe esta información. Aunque el beneficio de esta información es manifiesto, los medios para su implementación no lo son. Parte de la dificultad radica en la naturaleza relativa de la dirección. Por ejemplo, si un peatón se dirige hacia el norte y una carretilla elevadora está aproximándose en dirección este desde el oeste, la carretilla elevadora está aproximándose por la izquierda del peatón. Pero para la misma carretilla elevadora en dirección este que se aproxima a un peatón que se dirige hacia el sur, la carretilla elevadora está aproximándose por la derecha del peatón. Por tanto, la direccionalidad en este sentido se basa en la orientación del peatón. Una advertencia específica de la ubicación o dirección necesitaría superar esta complicación.

Algunos ejemplos proporcionan al sistema de advertencia de un individuo en peligro (por ejemplo un peatón) capacidad cardinal, y para que la señal de amenaza proporcionada a ese sistema de advertencia incluya la orientación cardinal de la amenaza. En este escenario, al sistema de advertencia se presentan dos puntos de datos con respecto a la amenaza: 1) la orientación actual del peatón; y 2) la dirección de la amenaza que se aproxima (por ejemplo una carretilla elevadora). Para un peatón dirigido hacia el sur (180 grados de dirección cardinal) y una carretilla elevadora en dirección este (270 grados de dirección cardinal), el sistema de advertencia determinaría que una rotación horaria de 90 grados revelaría la amenaza al peatón. Suponiendo que el peatón estuviera equipado con un sistema de comunicación de amenaza que incluye un canal derecho y un canal izquierdo (por ejemplo auriculares derecho e izquierdo o gafas de iluminación derecha e izquierda), el canal derecho se activa en este ejemplo para indicar al peatón que una amenaza está aproximándose desde la derecha. Activar el canal derecho con el fin de llamar la atención del peatón y hacer que gire a la derecha para ver el peligro, o de hacer que se aleje de la orientación a la derecha dado que ese es el lugar de la amenaza. La inminencia de la amenaza puede indicar cuál de estas acciones es preferible, de manera que la advertencia puede transmitir no sólo la orientación de la amenaza, sino también su inminencia, permitiendo así que el peatón considere la advertencia y realice una acción apropiada.

Para una amenaza de relativamente poca inminencia de peligro (por ejemplo una carretilla elevadora que se aproxima a un peatón, pero todavía está a una distancia de 30 pies (9,144 m), la especificidad de la dirección de la señal de advertencia puede modularse mediante la diferencia relativa de la orientación del peatón y la de la amenaza. Siguiendo con el ejemplo anterior, la detección del peatón a una orientación de 180 y la amenaza a una orientación de 270 proporciona una señal al canal de comunicación derecho del peatón. Conforme comienza a girar hacia la orientación de 270 y a reducir el ángulo entre su orientación y la de la amenaza, la señal de advertencia podría modularse, por ejemplo, con la tasa de repetición de una señal auditiva que aumenta conforme el peatón se acerca a la orientación de la amenaza. De manera similar, si gira hacia la orientación equivocada, la tasa de

repetición disminuirá. También podría usarse un sistema estereofónico para transmitir la direccionalidad al usuario.

Otra alternativa para implementar una especificación de dirección o ubicación en una señal de advertencia es dotar a un individuo potencialmente amenazado de múltiples indicadores de posición. Dado que los indicadores que ascienden a más dos pueden ser problemáticos para nuestros sentidos estéreo (vista y audición), este ejemplo puede implementarse en el sentido del tacto, dado que no está sujeto a esta limitación. Por consiguiente, una persona potencialmente amenazada está dotada de cuatro indicadores de posición en forma de estimuladores táctiles, que representan de manera ilustrativa izquierda, derecha, delante y detrás. Para un sistema de discriminación de peligro centralizado con capacidad para distinguir la ubicación de cada uno de los cuatro indicadores de posición, una señal de advertencia se formula para estimular sólo el indicador o los indicadores en la proximidad más inmediata al peligro. Volviendo al peatón dirigido hacia el sur y la carretilla elevadora en dirección este, el discriminador de peligro estimularía sólo el indicador "derecho" para indicar el vector de aproximación de la amenaza. Sin embargo, si la carretilla elevadora estuviera aproximándose desde 315 grados (hacia 135 grados), el discriminador de peligro enviaría una señal de advertencia que estimularía los sensores tanto "derecho" como "posterior" igualmente. Para ángulos de aproximación entre 270 y 315 puede proporcionarse un mayor nivel de estimulación para el indicador "derecho" que para el indicador "posterior", suponiendo que el sentido del tacto puede distinguir adecuadamente tales niveles de estimulación. Otra opción es proporcionar una disposición de estimuladores alrededor del perímetro del cuerpo del peatón para poder usar el mismo enfoque para conseguir una mayor especificidad angular. Como con la advertencia auditiva, la advertencia táctil puede modularse conforme la orientación del peatón se aproxima a la orientación de la amenaza.

Una direccionalidad similar también puede transmitirse al peatón incluso si no hay ningún sistema de discriminación de peligro centralizado. En este ejemplo, el peatón porta los cuatro indicadores de posición táctiles, pero también porta una disposición de cuatro detectores orientados de manera similar. Para proporcionar señales de advertencia, una carretilla elevadora que se aproxima emite una señal repetitiva en un sentido hacia delante que puede detectarse mediante los cuatro detectores en el peatón. Los aparatos electrónicos de control permiten que la señal repetitiva se reciba mediante los cuatro detectores y que se resuelva para determinar la dirección de aproximación de la carretilla elevadora. Por ejemplo, si el peatón está dirigido hacia el norte, los cuatro detectores están dirigidos hacia los puntos cardinales. Para una carretilla elevadora en dirección sur, el detector del norte detectaría en primer lugar la señal, seguido por una detección simultánea por los detectores del este y el oeste, y finalmente seguido por una detección por el detector del sur. Para la misma orientación del peatón, una carretilla elevadora que se aproxima en un camino de 45 grados (hacia 225 grados) daría como resultado una detección simultánea por los detectores del norte y del este, seguido por una detección simultánea por los detectores del sur y del oeste. En resumen, podría programarse una operación en los aparatos electrónicos de control para poder resolver la dirección de la amenaza desde cualquier ángulo. De manera similar, los aparatos electrónicos de control podrían controlar entonces los indicadores de posición táctiles para transmitir la direccionalidad determinada al peatón afectado. En algunos ejemplos, los cuatro detectores tienen la misma orientación que los cuatro estimuladores y los aparatos electrónicos de control están programados para determinar en primer lugar la orientación de la amenaza, y luego para estimular o bien uno o bien dos estimuladores para transmitir esa orientación de amenaza. En el caso de una amenaza orientada desde el norte en este ejemplo, sólo se activa el estimulador en esa orientación, pero para la amenaza en un vector de 45 grados, se activan los estimuladores tanto del norte como del este. Este sistema tiene el beneficio de que puede implementarse sin considerar la orientación cardinal del peatón. Si está dirigido hacia el sur en lugar de hacia el norte en este ejemplo, sus estimuladores posterior e izquierdo se activan para una carretilla elevadora que se aproxima en un vector de 45 grados, en lugar de sus estimuladores derecho y anterior si en este caso estuviera dirigido hacia el norte para la misma aproximación de la carretilla elevadora. Además, el ejemplo no se limita a 4 detectores o estimuladores, y más de los mismos podrían aumentar la precisión.

Algunos métodos y aparatos de ejemplo descritos en el presente documento no sólo mejoran la perceptibilidad de las advertencias que se usan o pueden usarse para transmitir amenazas, sino que también mejoran el contenido de la comunicación de amenaza. Esas mejoras incluyen especificar la inminencia de la amenaza, la naturaleza de la amenaza, detalles relevantes de la amenaza (por ejemplo la identidad del conductor de la carretilla elevadora que se aproxima o si estaba portando una carga o no) y/o detalles sobre la dirección o ubicación de la amenaza con respecto al peatón afectado. Estas mejoras de la comunicación de amenaza están previstas, entre otros objetivos, para proporcionar al peatón afectado advertencias perceptibles y significativas para no sólo llamar su atención, sino también para proporcionarle la información necesaria para permitirle aplicar un criterio y realizar una acción correctiva con respecto a la amenaza ahora conocida.

La figura 17 es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de ejemplo 1700 con capacidad para ejecutar las instrucciones legibles por máquina representadas por las figuras 4C, 6C, 8 y/o 9C para implementar los aparatos y métodos dados a conocer en el presente documento. El sistema de procesamiento 1700 puede ser, por ejemplo, un servidor, un ordenador personal o cualquier otro tipo de dispositivo de cálculo.

El sistema de ejemplo 1700 de la figura 17 incluye un procesador 1712. Por ejemplo, el procesador 1712 puede implementarse mediante uno o más microprocesadores Intel® de la familia Pentium®, la familia Itanium® o la familia XScale®. Naturalmente, otros procesadores de otras familias también son apropiados.

- El procesador 1712 está en comunicación con una memoria principal que incluye una memoria volátil 1714 y una memoria no volátil 1716 a través de un bus 1718. La memoria volátil 1714 puede implementarse mediante una memoria de acceso aleatorio dinámica síncrona (SDRAM), una memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), una memoria de acceso aleatorio dinámica RAMBUS (RDRAM) y/o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria de acceso aleatorio. La memoria no volátil 1716 puede implementarse mediante una memoria flash y/o cualquier otro tipo deseado de dispositivo de memoria. El acceso a la memoria principal 1714, 1716 se controla normalmente mediante un controlador de memoria (no mostrado).
- El ordenador 1700 también incluye un circuito de interfaz 1720. El circuito de interfaz 1720 puede implementarse mediante cualquier tipo de estándar de interfaz, tal como una interfaz Ethernet, un bus serie universal (USB) y/o una interfaz PCI Express.
- Uno o más dispositivos de entrada 1722 están conectados al circuito de interfaz 1720. El/los dispositivo(s) de entrada 1722 permite(n) que un usuario introduzca datos y órdenes en el procesador 1712. El/los dispositivo(s) de entrada puede(n) implementarse mediante, por ejemplo, un teclado, un ratón, una pantalla táctil, una almohadilla táctil, una rueda de desplazamiento, *isopoint* y/o un sistema de reconocimiento de voz.
- Uno o más dispositivos de salida 1724 también están conectados al circuito de interfaz 1720. Los dispositivos de salida 1724 pueden implementarse, por ejemplo, mediante dispositivos de visualización (por ejemplo, una pantalla de cristal líquido, una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una impresora y/o altavoces). Por tanto, el circuito de interfaz 1720 incluye normalmente una tarjeta de control gráfica.
- El circuito de interfaz 1720 también incluye un dispositivo de comunicación (por ejemplo, el dispositivo de comunicación 72a, b) tal como un transmisor inalámbrico, conexión Wi-Fi, módem o tarjeta de interfaz de red para facilitar el intercambio de datos con ordenadores externos a través de una red por cable o inalámbrica (por ejemplo, una conexión Ethernet, una línea de abonado digital (DSL), una línea de teléfono, un cable coaxial, un sistema de teléfono celular, etc.).
- El ordenador 1700 también incluye uno o más dispositivos de almacenamiento masivo 1728 para almacenar software y datos. Ejemplos de tales dispositivos de almacenamiento masivos 1728 incluyen unidades de disco flexible, unidades de disco duro, unidades de disco compacto y unidades de disco versátil digital (DVD).
- Las instrucciones codificadas de las figuras 6C, 8, 9C, 10B y/o 10C pueden almacenarse en el dispositivo de almacenamiento masivo 1728, en la memoria volátil 1714, en la memoria no volátil 1716 y/o en un medio de almacenamiento extraíble tal como un CD o DVD 1730.
- Aunque esta patente da a conocer sistemas de ejemplo que incluyen software y/o firmware ejecutados en hardware, debe observarse que tales sistemas son meramente ilustrativos y no deben considerarse limitativos. Por ejemplo se contempla que cualquiera o todos estos componentes de hardware y software pueden realizarse exclusivamente en hardware, exclusivamente en software, exclusivamente en firmware o en alguna combinación de hardware, firmware y/o software. Por consiguiente, aunque la memoria descriptiva anterior describió sistemas, métodos y artículos de fabricación de ejemplo, los ejemplos no son la única manera de implementar tales sistemas, métodos y artículos de fabricación. Por tanto aunque se han descrito determinados métodos, aparatos y artículos de fabricación de ejemplo en el presente documento, el alcance de cobertura de esta patente no se limita a los mismos. Por el contrario, esta patente abarca todos los métodos, aparatos y artículos de fabricación que entren en el alcance de las reivindicaciones adjuntas o bien literalmente o bien bajo la doctrina de los equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Método que comprende:

- 5 determinar niveles de amenaza para un peligro en una pluralidad de diferentes zonas dentro de un edificio;
- clasificar los niveles de amenaza de las diferentes zonas del edificio en al menos uno de un primer nivel de amenaza y un segundo nivel de amenaza;
- 10 designar una primera zona de la pluralidad de diferentes zonas que tienen el primer nivel de amenaza con un primer indicador detectable predeterminado;
- designar una segunda zona de la pluralidad de diferentes zonas que tienen el segundo nivel de amenaza con un segundo indicador detectable predeterminado;
- 15

caracterizado por:

- 20 captar, mediante un detector, al menos uno del primer indicador detectable predeterminado y el segundo indicador detectable predeterminado; y
- determinar, mediante un sistema que está dentro de la primera zona cuando se detecta el primer indicador detectable predeterminado o de la segunda zona cuando se detecta el segundo indicador detectable predeterminado.
- 25
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además proporcionar el primer indicador detectable predeterminado como un color.
3. Método según la reivindicación 2, en el que proporcionar el primer indicador detectable predeterminado como un color comprende colorear un suelo de la primera zona que tiene el primer nivel de amenaza con el color.
- 30
4. Método según la reivindicación 2, en el que proporcionar el primer indicador detectable predeterminado como un color comprende usar el color para colorear la iluminación asociada con la primera zona que tiene el primer nivel de amenaza.
- 35
5. Método según la reivindicación 1, que comprende además proporcionar un vehículo que puede moverse entre las zonas primera y segunda que tienen dicho detector para detectar al menos uno del primer indicador detectable predeterminado o el segundo indicador detectable predeterminado.
- 40
6. Método según la reivindicación 5, que comprende además modificar un parámetro operativo del vehículo tras detectar al menos uno del primer indicador detectable predeterminado o el segundo indicador detectable predeterminado.
- 45
7. Método según la reivindicación 6, en el que modificar el parámetro operativo del vehículo comprende limitar el vehículo a una primera velocidad cuando se detecta el primer indicador detectable predeterminado y limitar el vehículo a una segunda velocidad cuando se detecta el segundo indicador detectable predeterminado, siendo la primera velocidad diferente de la segunda velocidad.
- 50
8. Método según la reivindicación 1, que comprende además:
- emplear (6006) un primer sistema de detección para detectar el peligro en la primera zona a la que se asigna el primer nivel de amenaza, teniendo el primer sistema de detección una primera capacidad para detectar el peligro; y
- 55
- emplear (6008) un segundo sistema de detección para detectar el peligro en la segunda zona a la que se asigna el segundo nivel de amenaza, teniendo el segundo sistema de detección una segunda capacidad para detectar el peligro, siendo diferente la primera capacidad de la segunda capacidad.
- 60
9. Método según la reivindicación 8, que comprende además modificar un parámetro operativo de un vehículo tras la detección, a través del primer sistema de detección, de que el vehículo está en la primera zona.
10. Método según la reivindicación 9, en el que modificar el parámetro operativo del vehículo comprende limitar una velocidad del vehículo en la primera zona.
- 65

11. Método según la reivindicación 8, en el que emplear el primer sistema de detección comprende monitorizar, a través del primer sistema de detección, el peligro en la primera zona.
- 5 12. Método según la reivindicación 8, en el que emplear el segundo sistema de detección comprende monitorizar, a través del segundo sistema de detección, el peligro en la segunda zona.
13. Método según la reivindicación 8, que comprende además asignar un primer color a la primera zona que tiene el primer nivel de amenaza y asignar un segundo color a la segunda zona que tiene el segundo nivel de amenaza, siendo diferente el primer color del segundo color.
- 10 14. Método según la reivindicación 13, que comprende además distinguir entre el primer color y el segundo color a través de al menos uno del primer sistema de detección o el segundo sistema de detección.
- 15 15. Sistema para detectar y/o advertir sobre peligros para diferentes áreas de un edificio, adaptado para ejecutar un método según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

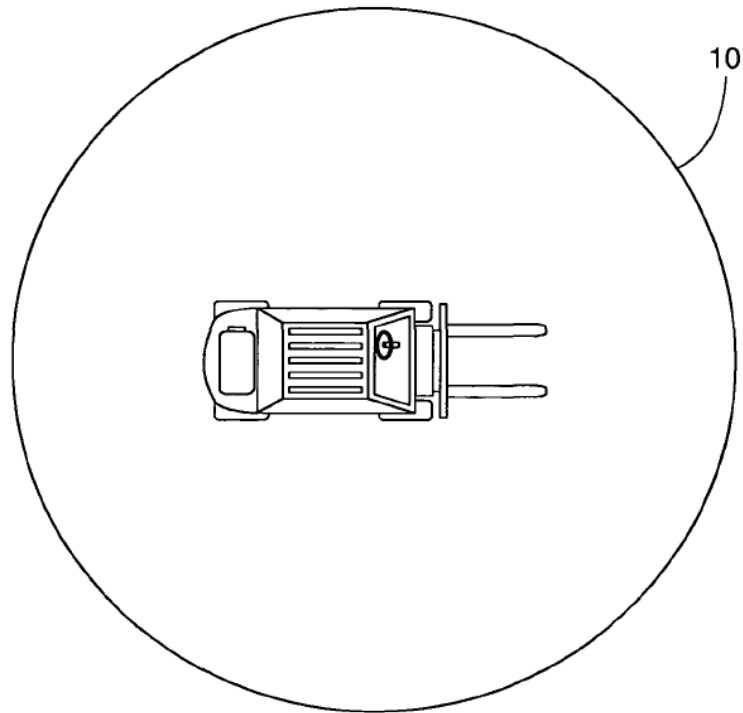


FIG. 2A

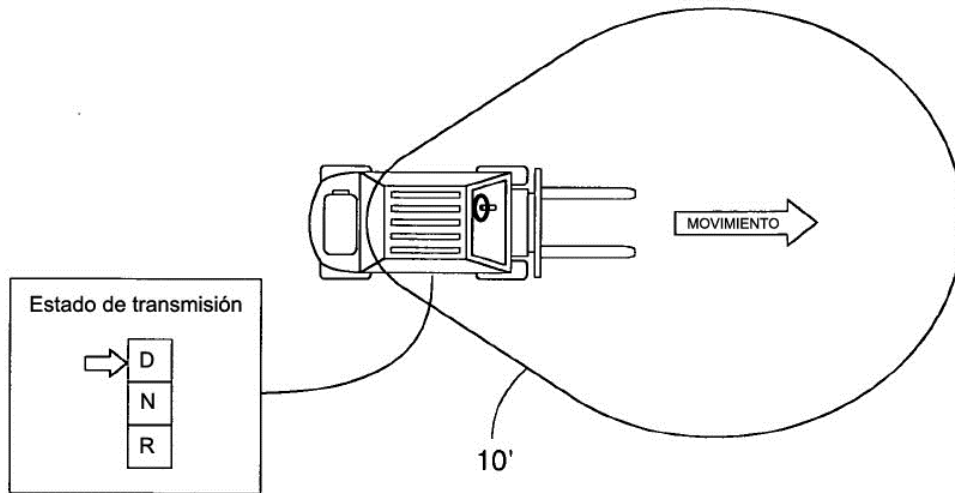


FIG. 2B

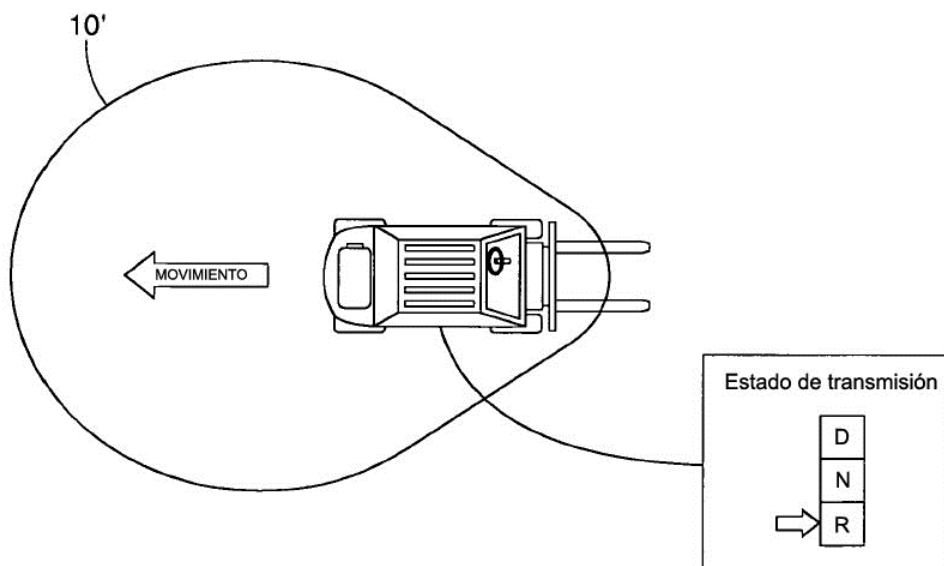


FIG. 3A

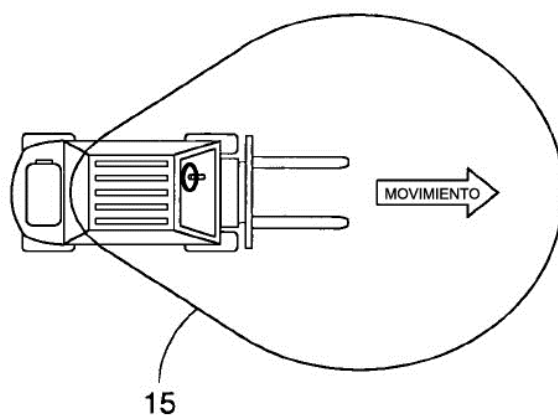
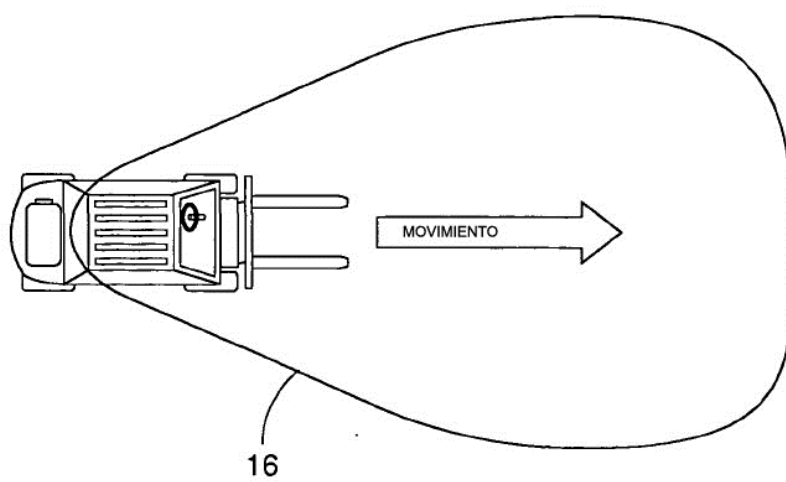


FIG. 3B



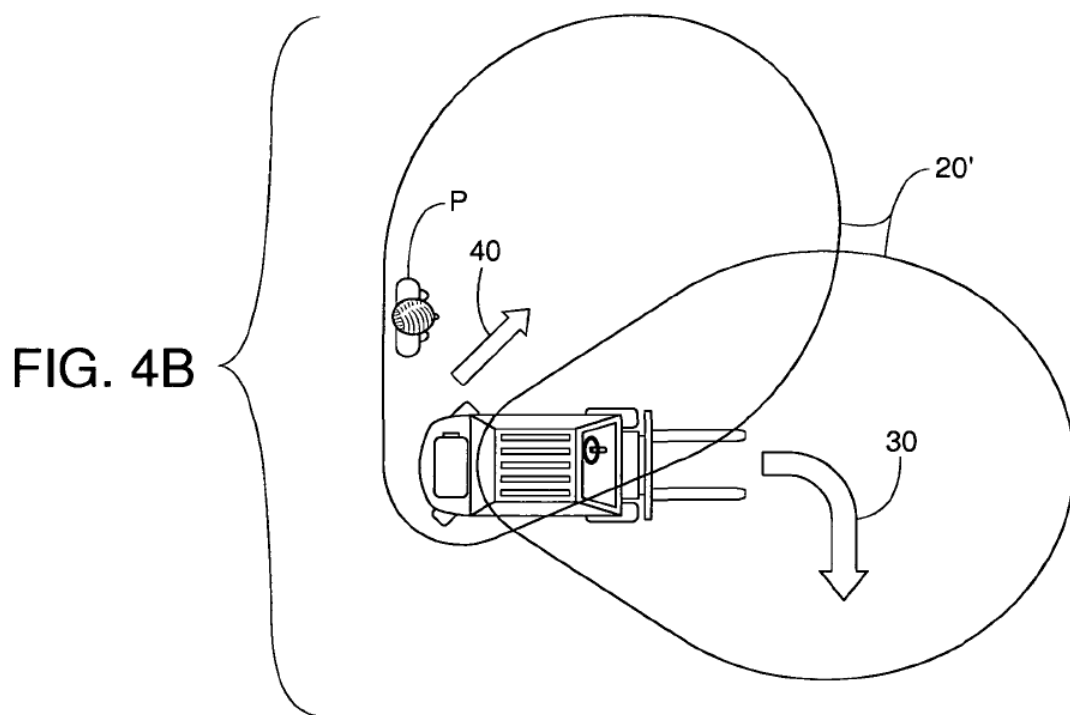
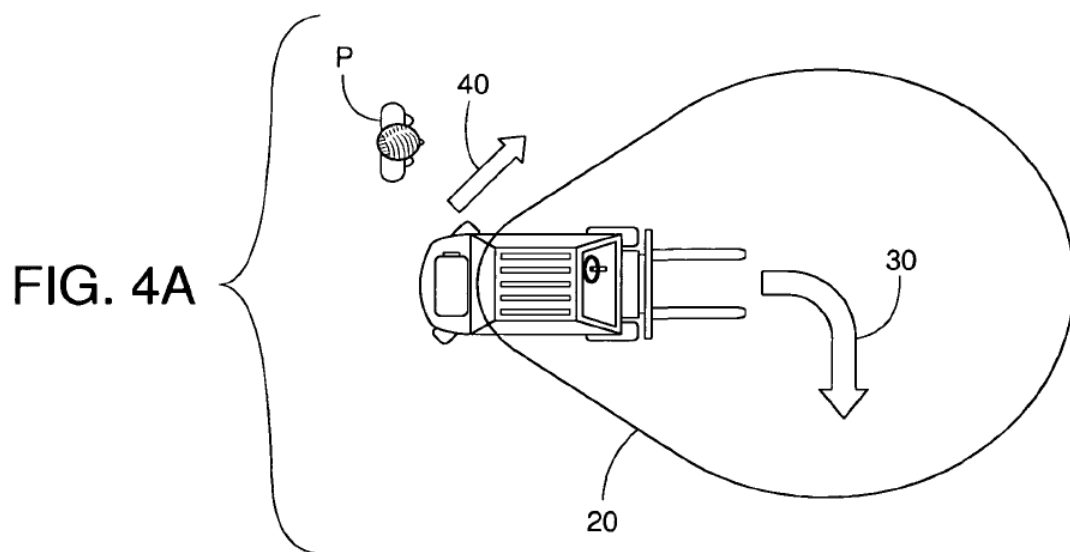


FIG. 5

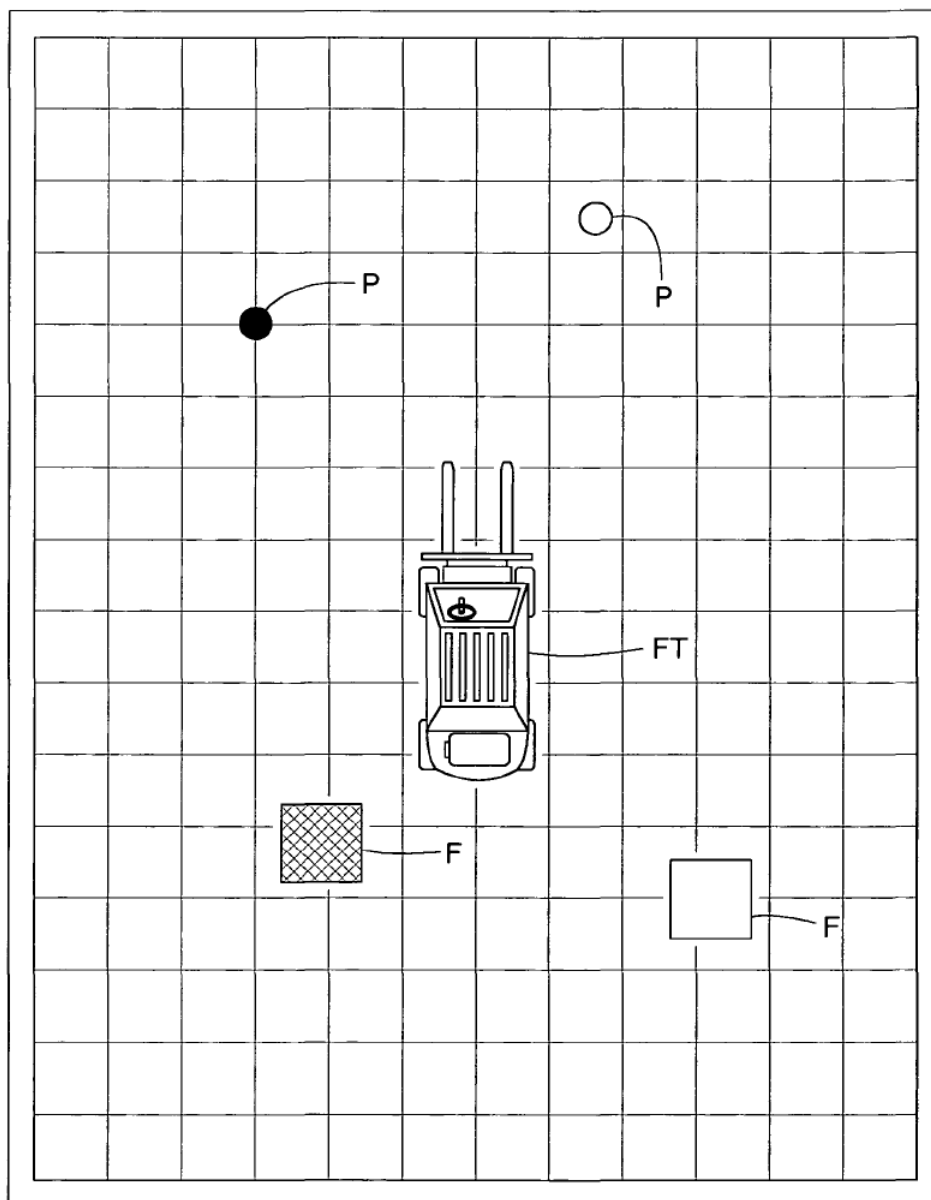


FIG. 6A

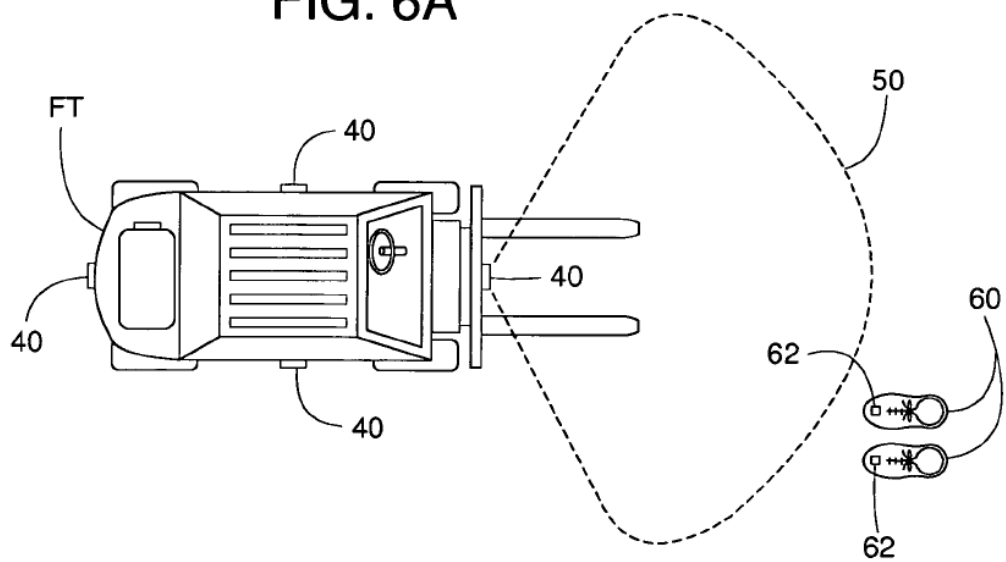


FIG. 6B

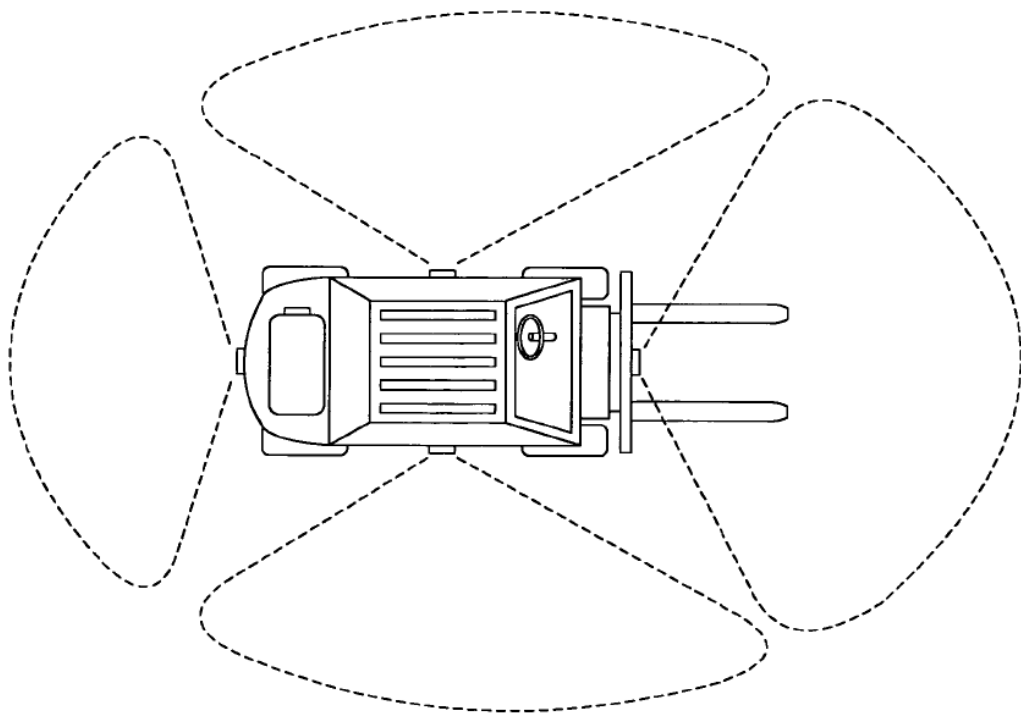


FIG. 6C

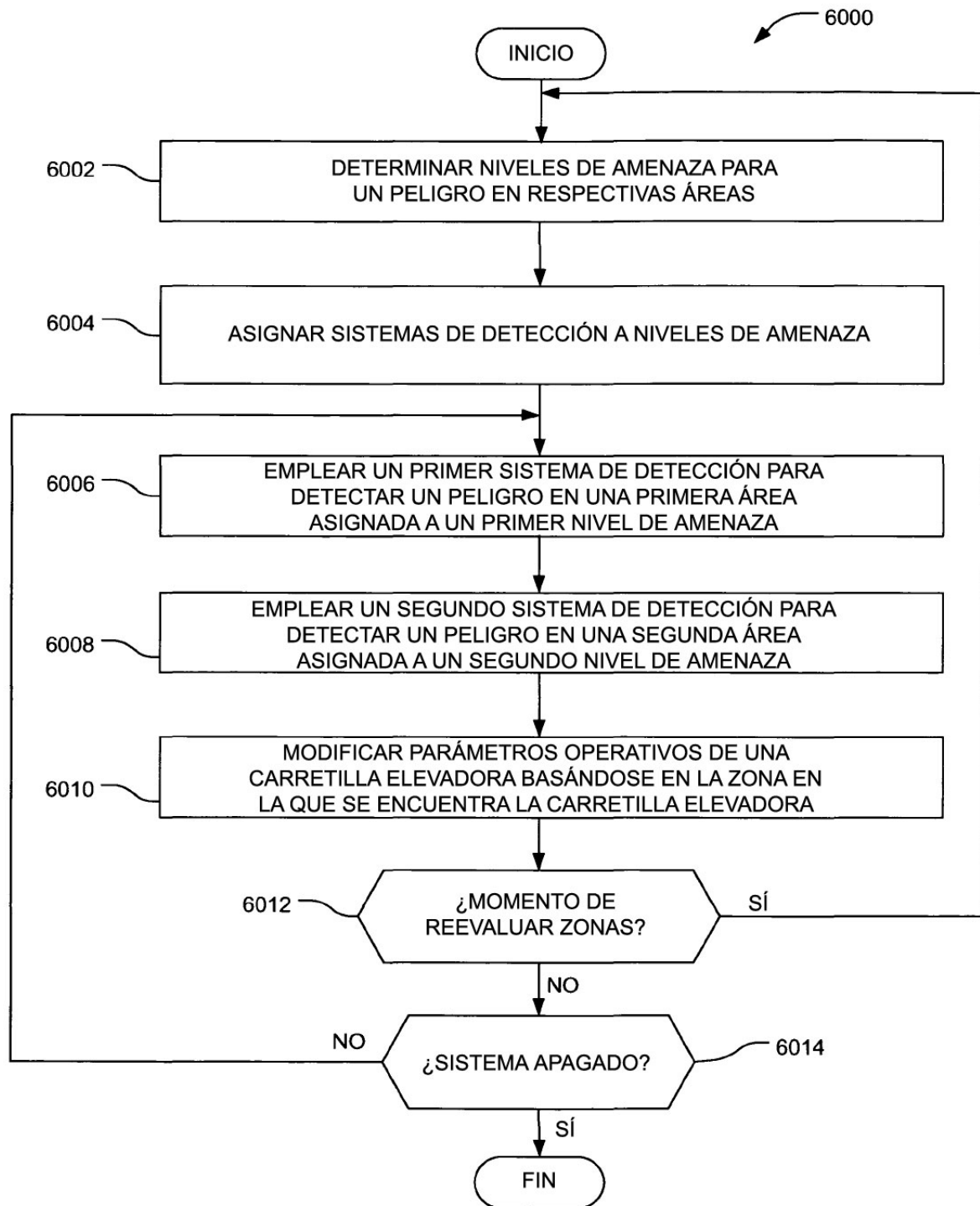


FIG. 7

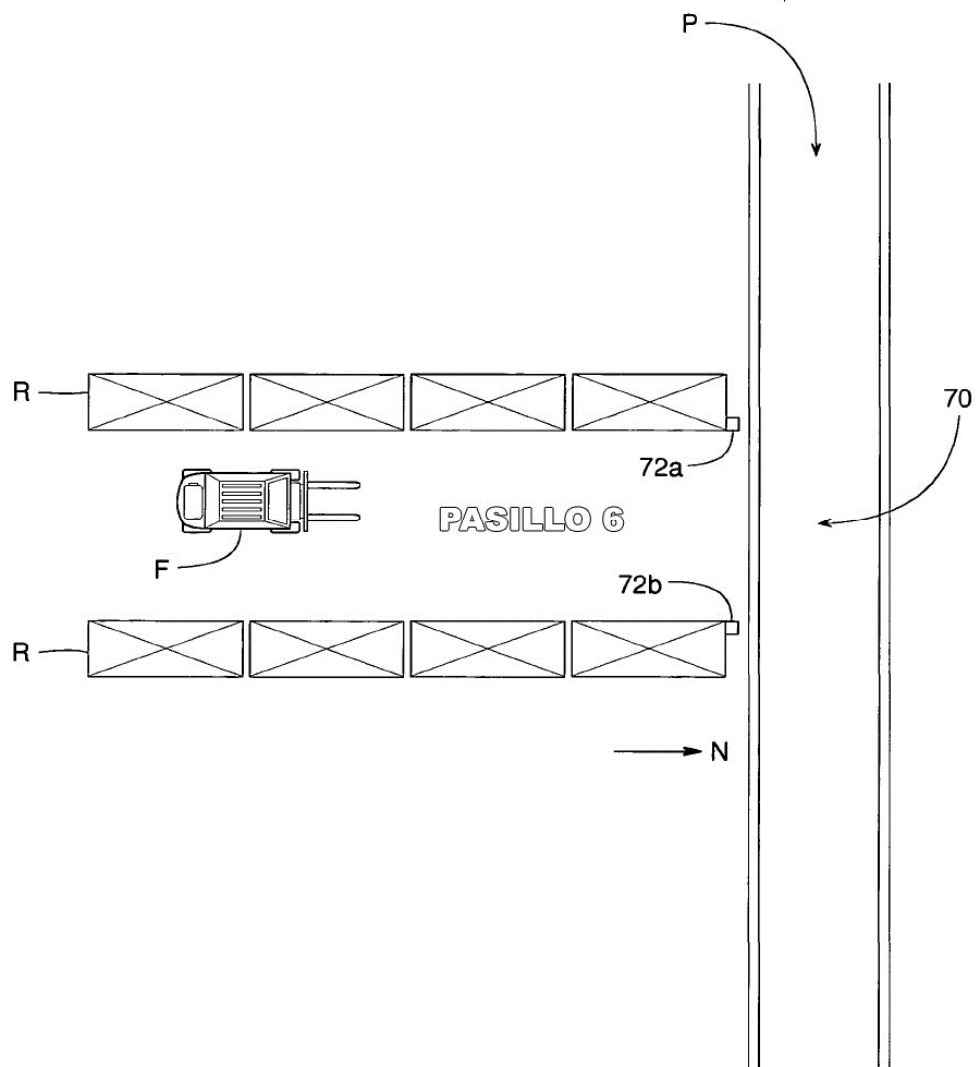


FIG. 8

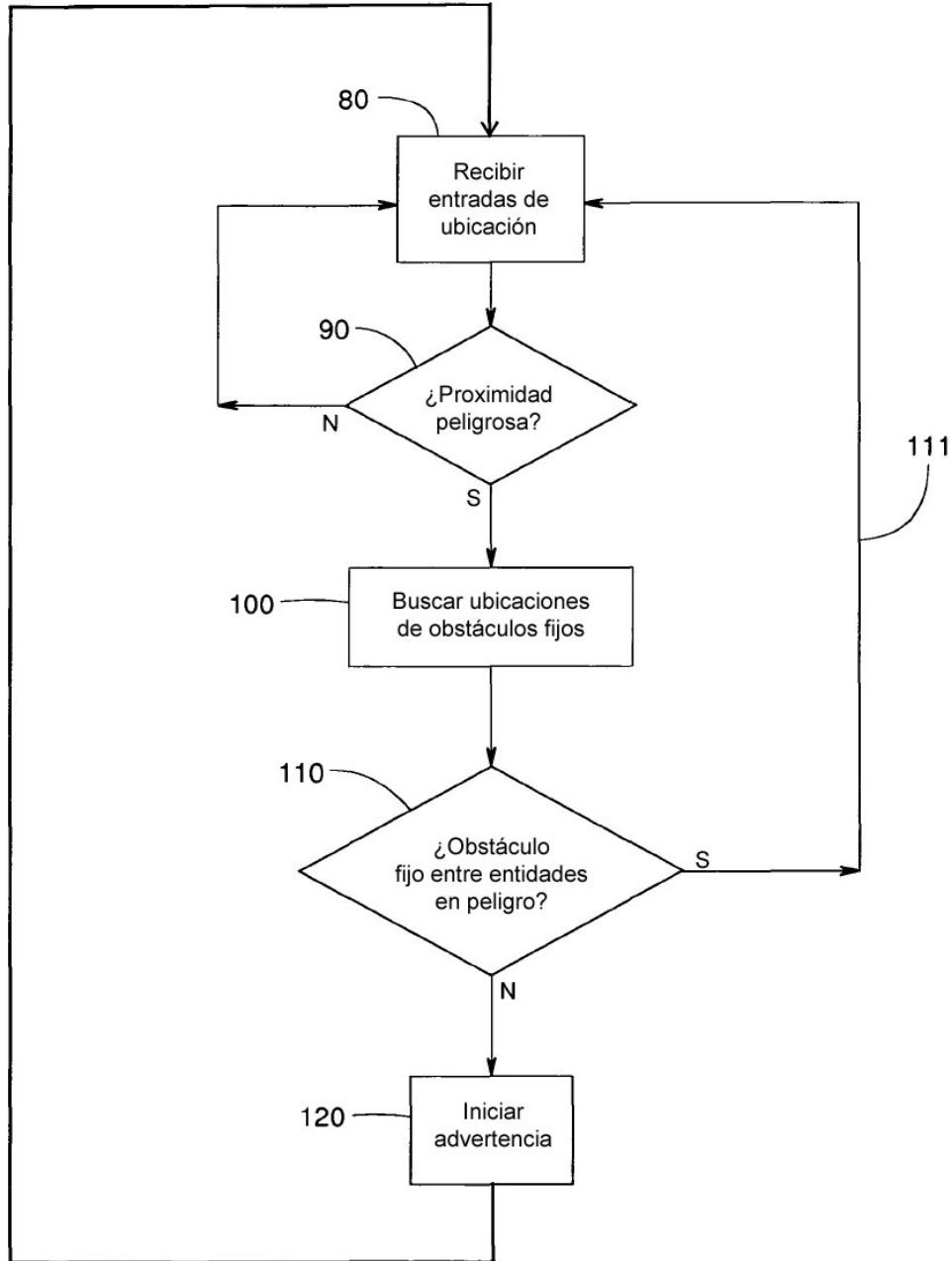


FIG. 9A

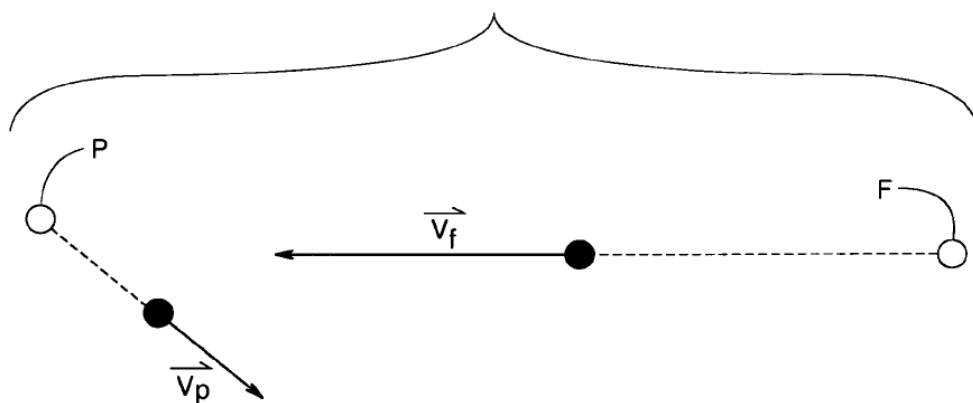


FIG. 9B

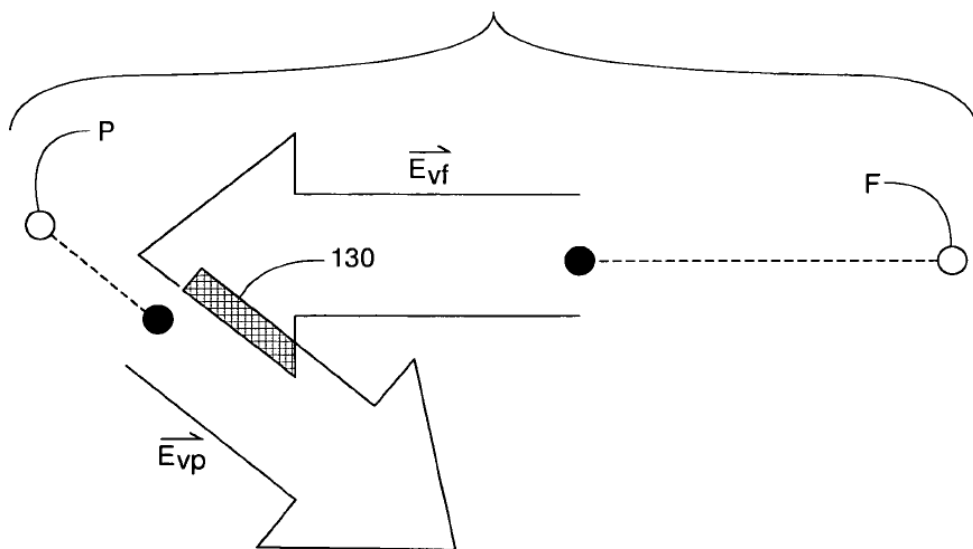


FIG. 9C

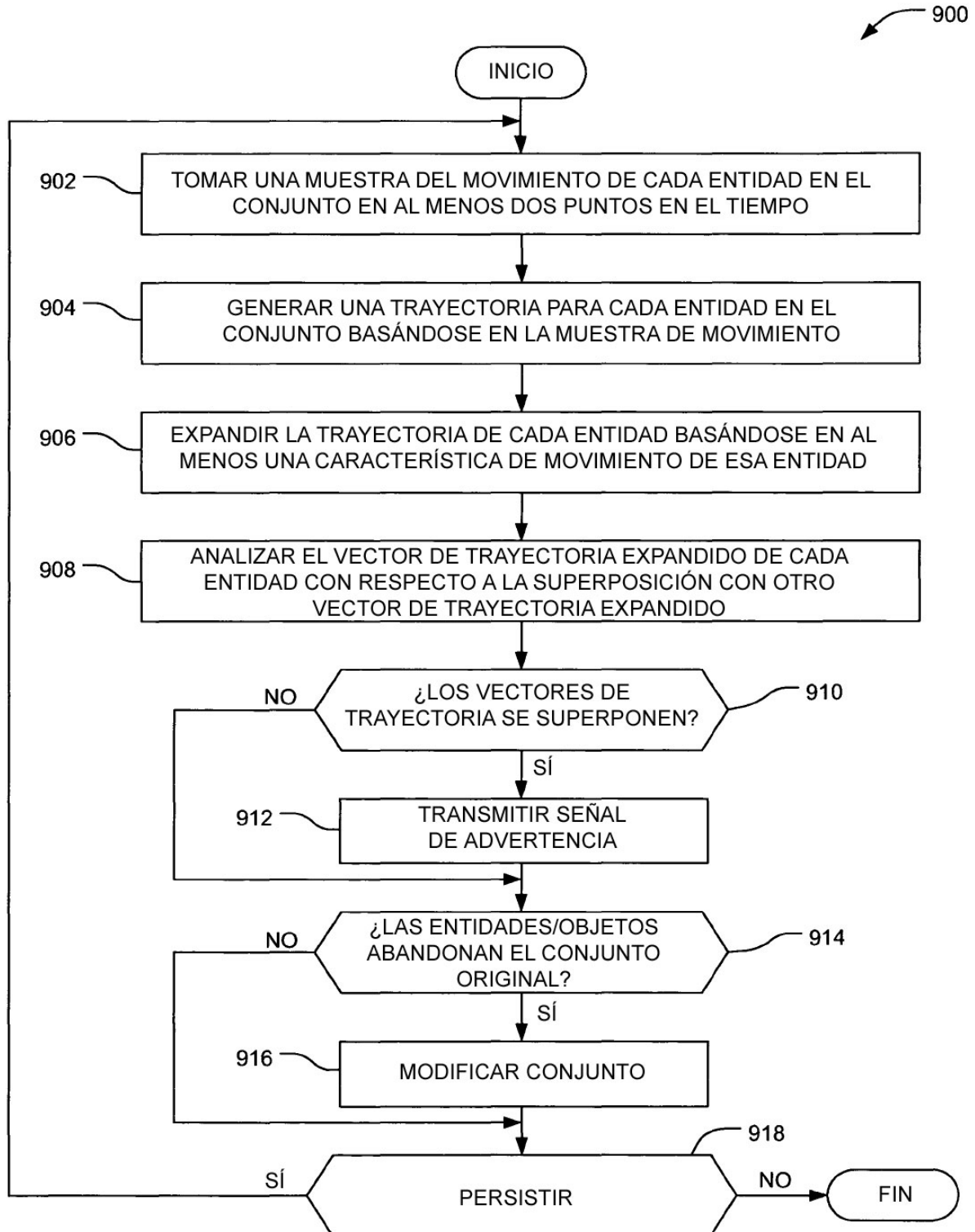


FIG. 10A

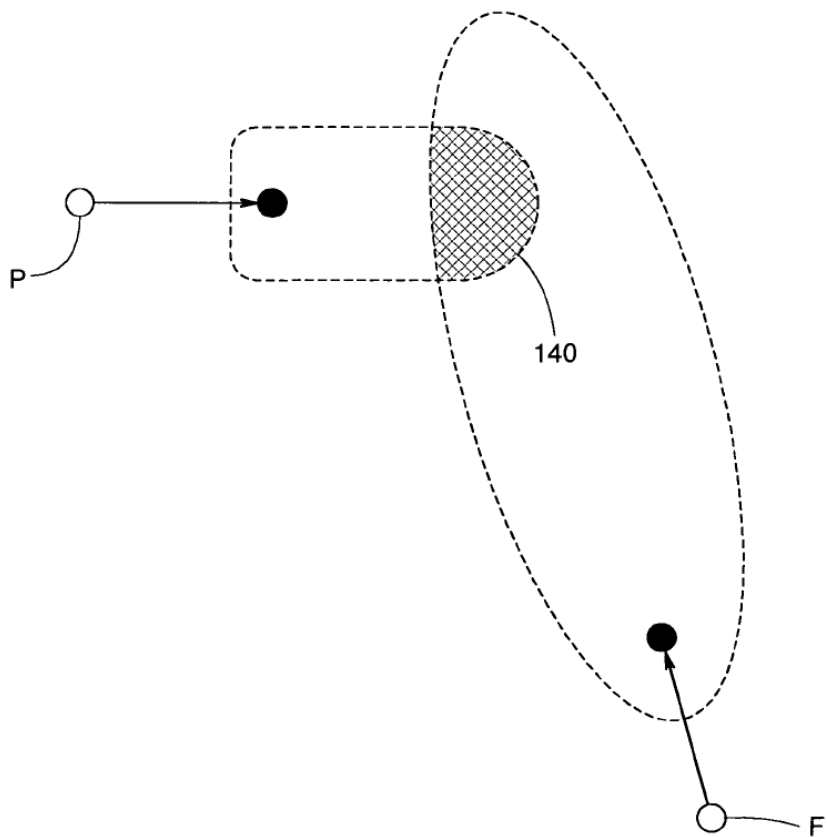


FIG. 10B

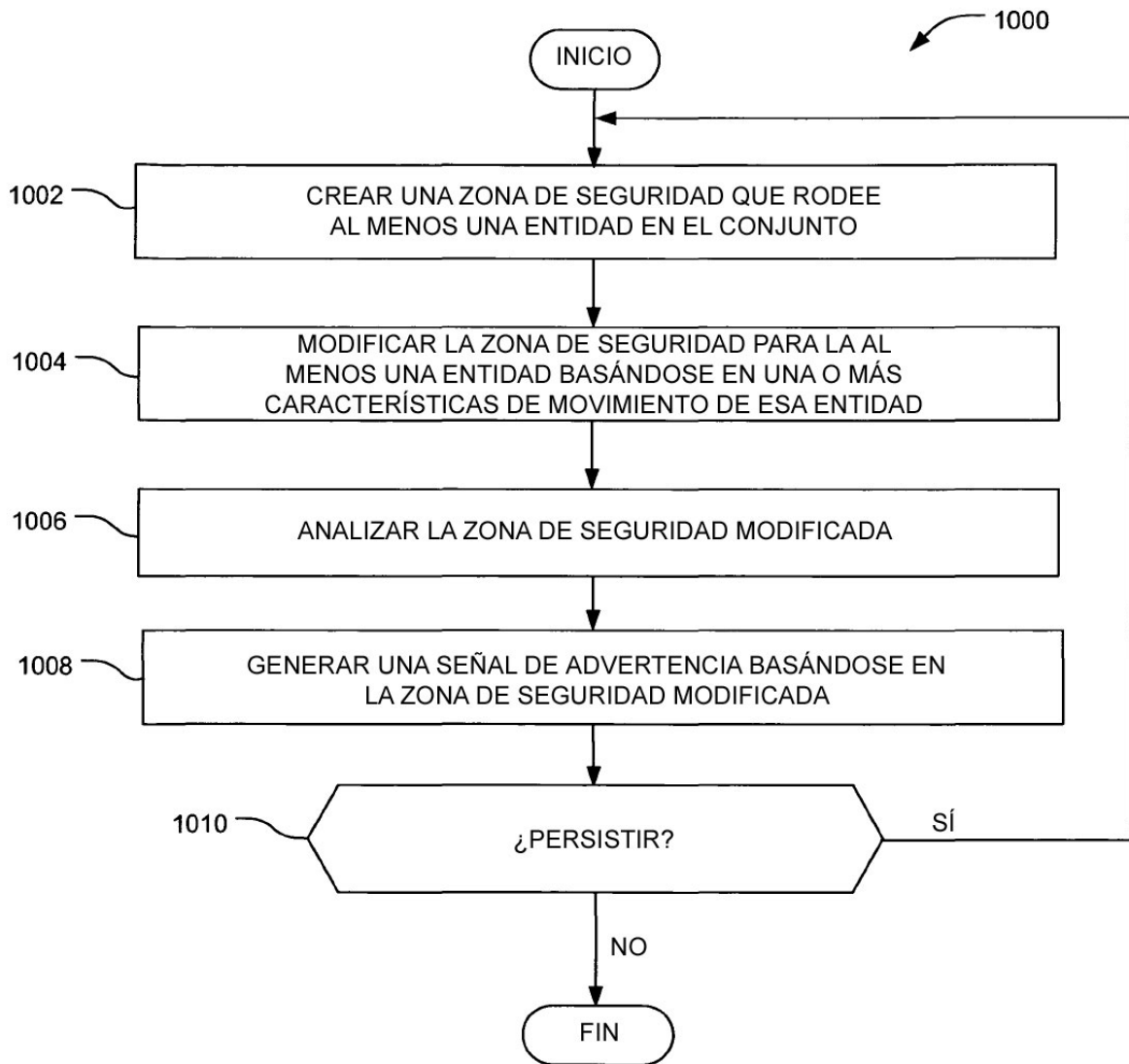


FIG. 10C

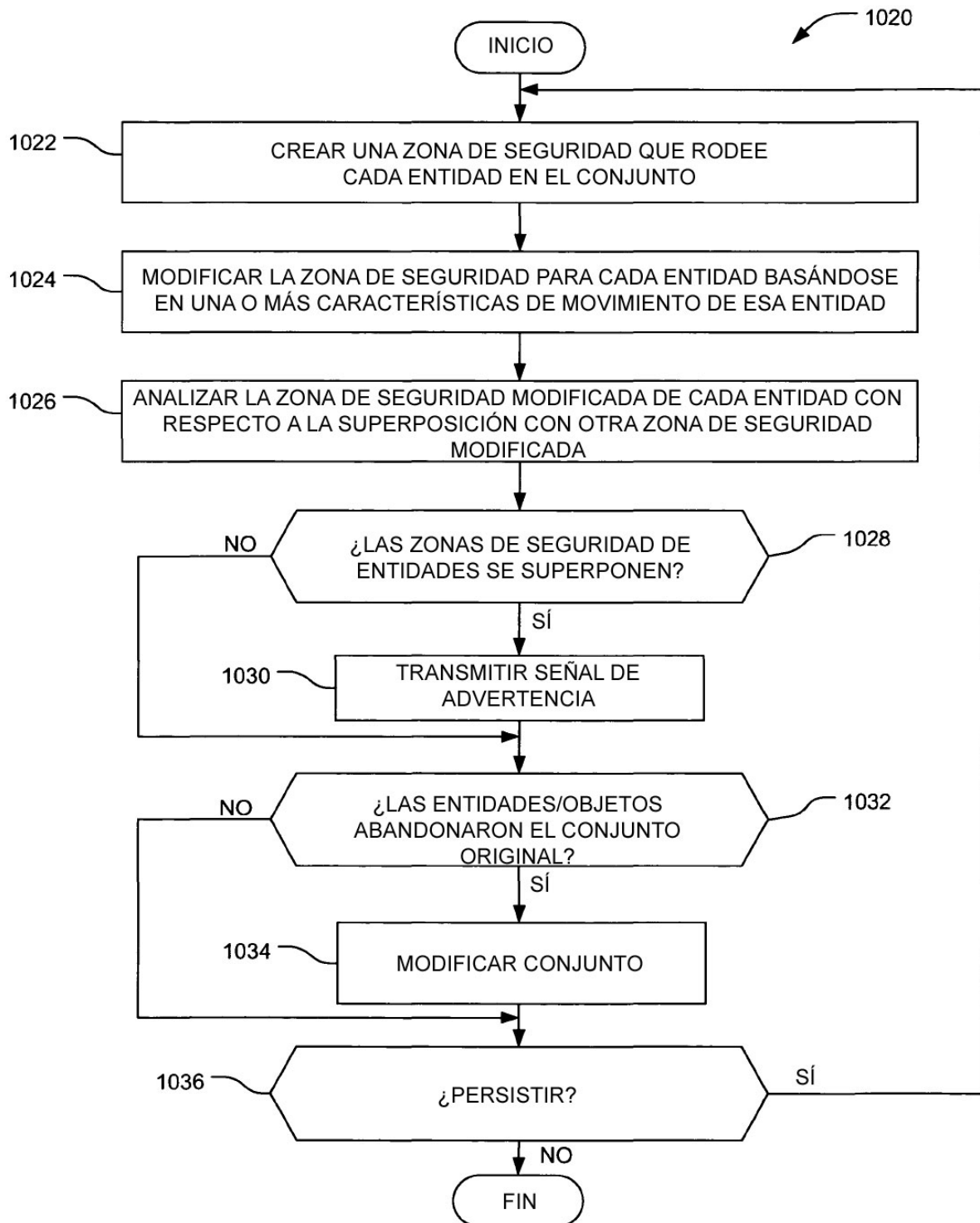


FIG. 11

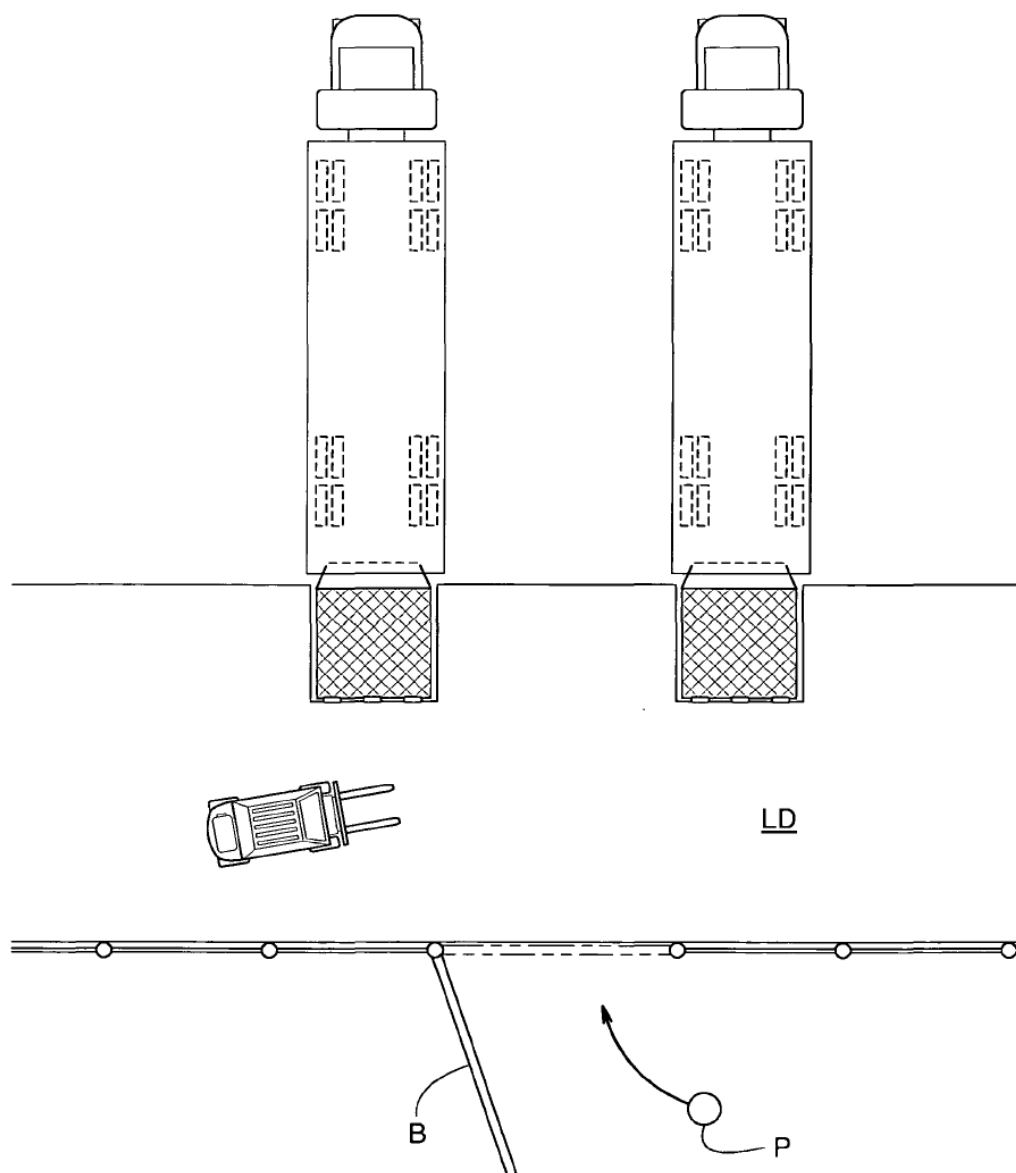


FIG. 12

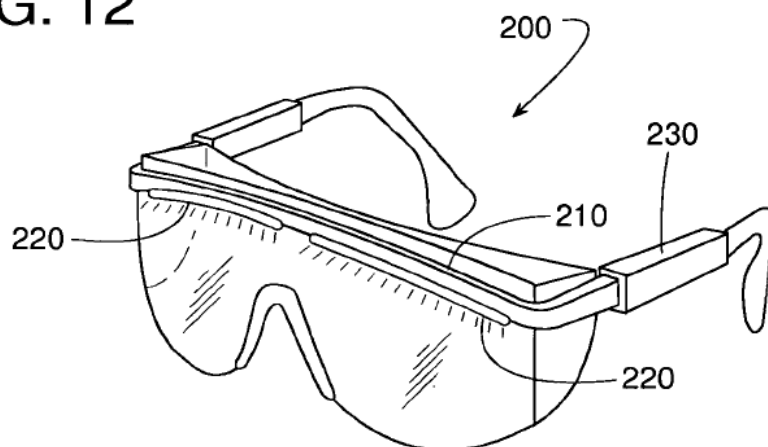


FIG. 13

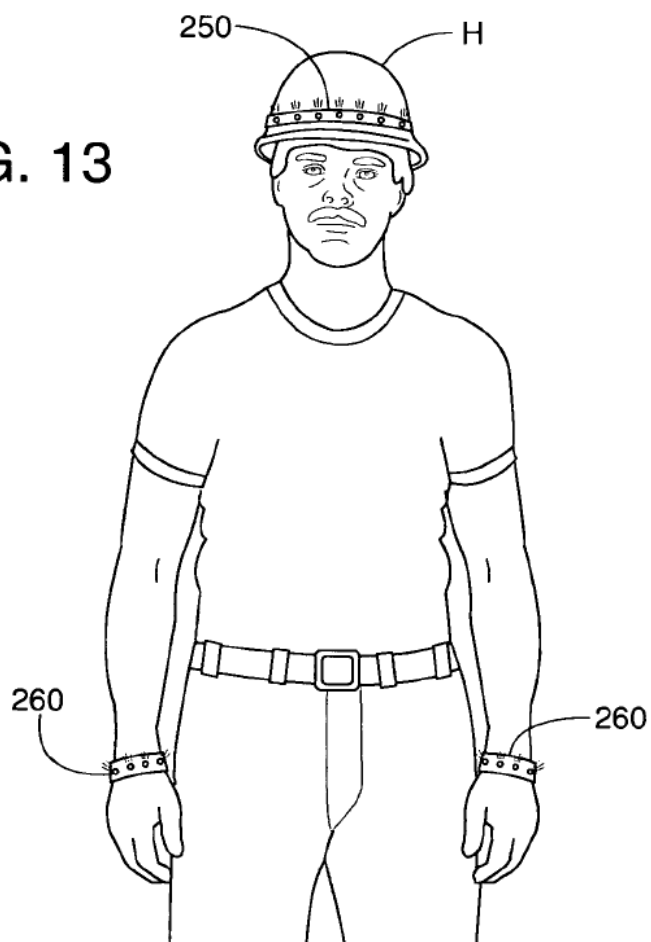


FIG. 14

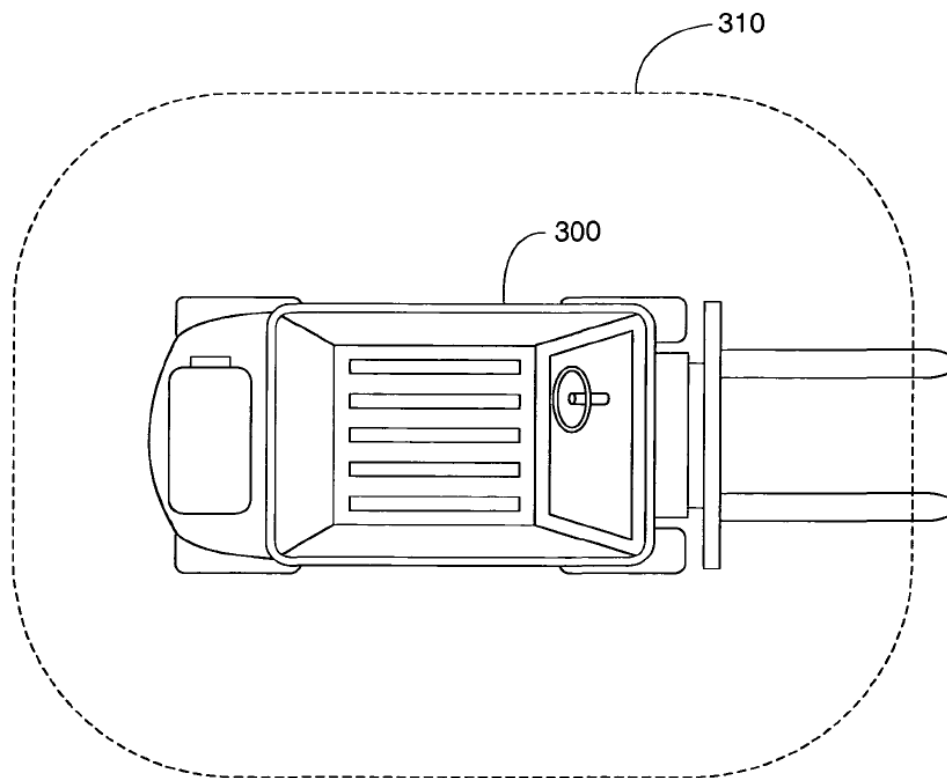


FIG. 15

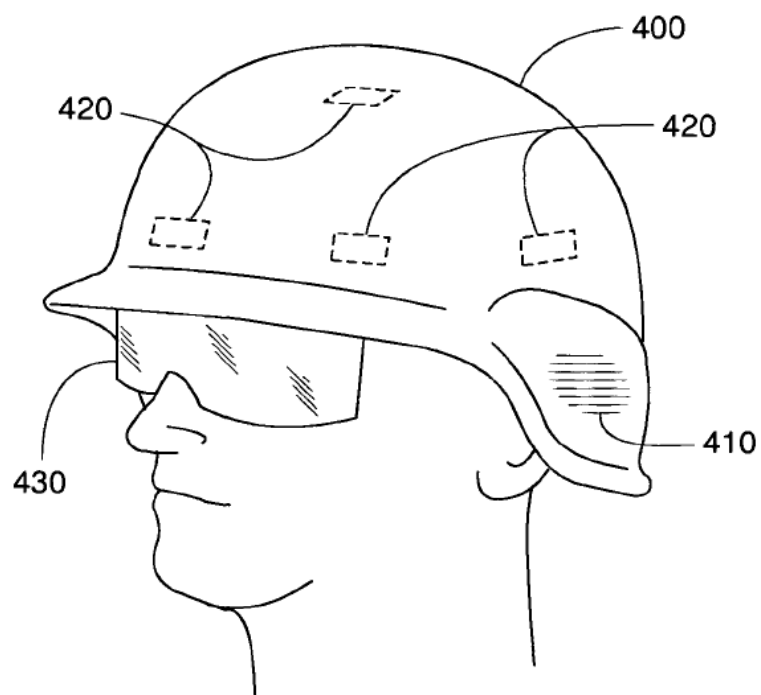


FIG. 16

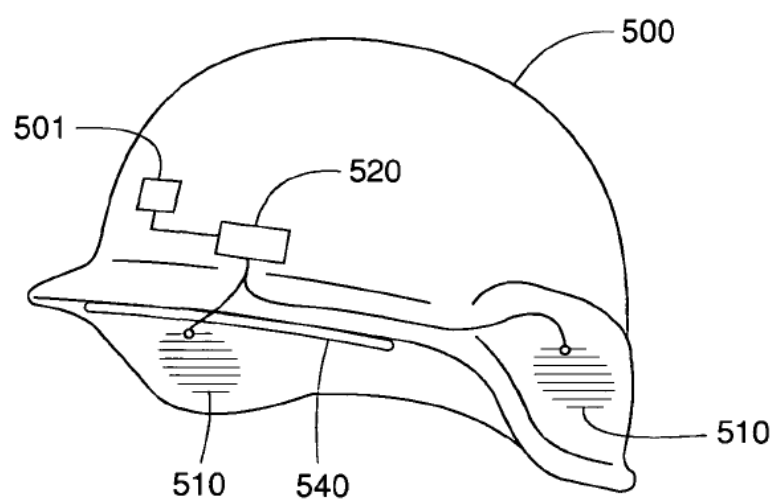


FIG. 17

