

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 403**

51 Int. Cl.:

B61L 15/00 (2006.01)

B61L 23/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06N 20/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2020 PCT/EP2020/055123**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020 WO20193052**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2020 E 20710800 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2022 EP 3947100**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para generar una señal de estado**

30 Prioridad:

27.03.2019 DE 102019204269

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

08.02.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

EVERS, BERNHARD

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 933 403 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

Procedimiento y dispositivo para generar una señal de estado

La presente invención hace referencia a procedimientos y dispositivos para generar una señal de estado en base a por lo menos una señal de sensor de al menos un sensor.

5 Con la ayuda de sistemas entrenables de inteligencia artificial, como por ejemplo redes neuronales artificiales, pueden simularse procesos humanos de aprendizaje y de decisión. De manera conocida, las redes neuronales artificiales pueden formarse a partir de neuronas artificiales conectadas entre sí. Las entradas de una neurona artificial pueden ponderarse y sumarse. Las salidas de la respectiva neurona artificial pueden activarse o no dependiendo de una función de activación.

10 Una estructura posible de una red neuronal artificial preferentemente se compone de varias capas de neuronas artificiales que están interconectadas entre sí, por ejemplo de una capa de entrada (denominada Input Layer en el lenguaje especializado), de una capa de salida (denominada Output Layer en el lenguaje especializado), así como de una o varias capas ocultas (denominadas Hidden Layer en el lenguaje especializado).

15 Las redes neuronales artificiales aprenden mediante un entrenamiento. De este modo, las ponderaciones mencionadas se modifican hasta que la capa de salida muestra el resultado deseado. De esta manera, por ejemplo, pueden identificarse objetos en imágenes o sonidos pueden asociarse a palabras. Pero también pueden optimizarse líneas de producción o las transacciones de valores.

20 En la aplicación de redes neuronales se considera una desventaja el hecho de que no puede determinarse si las ponderaciones, bajo todas las condiciones que pueden presentarse, son adecuadas para solucionar las tareas asignadas a las mismas, es decir, efectivamente qué tan bien ha "aprendido" la red neuronal artificial. Con ello, el comportamiento de la red neuronal artificial no puede predecirse o hacerse plausible.

En el caso de aplicaciones que requieren una afirmación especialmente fiable, como por ejemplo en aplicaciones relevantes en cuanto a la seguridad en el área de la tecnología ferroviaria, esa limitación implica que hasta el momento no se aprovechan las ventajas de las redes neuronales artificiales.

25 En el documento US 2010 027 841 A1 se describe un procedimiento para reconocer una estructura de señal de un vehículo que se encuentra en movimiento, el cual comprende la detección de una imagen de una cámara que está colocada en el vehículo que se encuentra en movimiento.

Por las publicaciones se conocen los siguientes principios para evitar resultados incorrectos de las redes neuronales:

30 - Condiciones de contorno difíciles: En ese caso, la red neuronal artificial con capacidad de aprendizaje es monitorizada mediante condiciones difíciles, no aprendidas, de manera que no se aceptan resultados por fuera de un rango admisible (véase "Safe, Multi-Agent, Reinforcement Learning for Autonomous Driving", Shai Shalev-Shwartz, Shaked Shammah y Amnon Shashua, arXiv: 1610.03295v1 [cs.AI], 11 de octubre de 2016, páginas 1-13)

35 - Mecanismos de control (véase la referencia anterior): En este caso se limitan las posibilidades de estado internas de la red neuronal artificial, de modo que no pueden alcanzarse estados internos determinados.

40 - "Safe lifelong learning control policies" (políticas de control de aprendizaje permanente seguro): En este caso, condiciones de contorno de seguridad de redes neuronales artificiales diferentes ya entrenadas, conectadas de forma consecutiva, se consideran de forma general, de modo que las condiciones de contorno de seguridad individuales en conjunto, además, son adecuadas (véase: "Safe policy search for lifelong reinforcement learning with sublinear regret", Haitham Bou Ammar, Rasul Tututnov y Eric Eaton; Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning, Lille, France, 2015. JMLR: W&CP volumen 37. Copyright 2015 por el(los) autor(es).

45 A los principios mencionados es común el hecho de que los mismos (desde fuera) limitan el área en la cual las redes neuronales artificiales pueden proporcionar resultados incorrectos o no predecibles Pero éstos no pueden verificar las redes neuronales artificiales fundamentalmente con respecto a sus afirmaciones. Al mismo tiempo, limitan el ámbito de aplicación de las redes neuronales artificiales.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para generar una señal de estado que pueda realizarse de forma sencilla, pero que sin embargo proporcione resultados fiables y permita una utilización

también en el área de la tecnología ferroviaria. Dicho objeto, según la invención, se soluciona mediante un procedimiento con las características según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas del procedimiento según la invención.

5 Conforme a ello, según la invención se prevé que con un primer sistema entrenable, que ha sido entrenado para reconocer una propiedad predeterminada, se controle si la señal de sensor de al menos un sensor indica la propiedad predeterminada, y en el caso de que se reconozca la propiedad se genere una primera señal auxiliar que confirma la propiedad, que con al menos un segundo sistema entrenable, que ha sido entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada, se controle si la señal de sensor de al menos un sensor o la señal de sensor de al menos otro sensor que es adecuado para indicar la misma propiedad, no indica la propiedad predeterminada, y en el caso de que se establezca la ausencia de la propiedad se genere una segunda señal auxiliar que confirma la ausencia de la propiedad, y que con al menos un dispositivo de evaluación se genere una señal de estado que indica la presencia de la propiedad en el caso de que la primera señal auxiliar confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar no confirme la ausencia de la propiedad, y se genere una señal de estado que indica la ausencia de la propiedad en el caso de que la primera señal auxiliar no confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar confirme la ausencia de la propiedad.

Una ventaja esencial del procedimiento según la invención reside en el hecho de que mediante la utilización de al menos dos sistemas entrenables, que trabajan de forma complementaria, puede monitorizarse el resultado de evaluación del primer sistema entrenable con el resultado de evaluación del segundo sistema entrenable, y en que se aumenta marcadamente la probabilidad de que se genere una señal de estado correcta.

20 Los sistemas entrenables preferentemente consisten en máquinas de vectores de soporte de una clase o de redes neuronales artificiales.

En el caso de redes neuronales artificiales, por ejemplo, una primera red neuronal artificial puede estar entrenada para reconocer obstáculos en un área determinada, mientras que la segunda red neuronal artificial, independiente de la primera, puede estar entrenada para reconocer un área determinada libre de un obstáculo. Las dos redes neuronales artificiales complementarias, en este caso, tienen ponderaciones diferentes y también pueden diferenciarse en su topología.

En una variante del procedimiento considerada como ventajosa se prevé que en el marco del procedimiento se controle la transitabilidad de una sección de vía de una instalación de vías férreas y que la propiedad predeterminada se refiera a la libre transitabilidad de la sección de vía de la instalación de vías férreas.

30 En particular se considera ventajoso que en el marco del procedimiento una sección de vía de una instalación de vías férreas se monitoriza en cuanto a la presencia de un objeto en la sección de vía, y la propiedad predeterminada se refiere a la presencia del objeto en la sección de vía de la instalación de vías férreas, y se considera que la sección de vía presenta la propiedad predeterminada cuando un objeto se reconoce en la sección de vía. Mediante una definición adecuada de una primera y una segunda propiedad también puede diferenciarse entre obstáculos grandes (por ejemplo animales grandes) y obstáculos pequeños (animales pequeños).

De manera alternativa o adicional puede preverse que en el marco del procedimiento se monitoricen señales ferroviarias de una instalación de vías férreas, y que la propiedad predeterminada se refiera a una autorización de circulación de la señal ferroviaria de la instalación de vías férreas, y que se considere que la señal ferroviaria presenta la propiedad predeterminada cuando la señal ferroviaria indica la autorización de circulación.

40 En cuanto a la aplicación del procedimiento en señales ferroviarias de una instalación de vías férreas se considera especialmente ventajoso que se efectúe un control con respecto a la presencia de una primera y una segunda propiedad, donde la primera propiedad se refiere a una autorización de circulación de la instalación de vías férreas, y se considera que la señal ferroviaria presenta la primera propiedad predeterminada cuando la señal ferroviaria indica la autorización de circulación, y la segunda propiedad se refiere a una orden de marcha lenta o a una orden de detención de la señal ferroviaria, y se considera que la señal ferroviaria presenta la segunda propiedad cuando la señal ferroviaria indica la orden de marcha lenta o la orden de detención.

Para la detección de obstáculos se considera ventajoso que el sensor y/o al menos otro sensor sea o presente un dispositivo de detección de imágenes que, como señal de sensor, genera una señal de imagen.

50 También es ventajoso que un sensor y/o al menos otro sensor se basen en principios de medición diferentes y generen señales de sensor de distinta clase.

Para la detección de obstáculos se considera especialmente ventajoso que el sensor sea o presente un dispositivo de detección de imágenes que, como su señal de sensor, genere una señal de imagen que puede indicar un objeto en una sección de vía de una instalación de vías férreas, y/o que al menos otro sensor sea un sensor de vibración,

un sensor infrarrojo o un sensor de radar, o presente un sensor de esa clase que, como su señal de sensor, genere una señal de salida que puede indicar un objeto en la sección de vía de la instalación de vías férreas.

5 Con el dispositivo de evaluación, de manera preferente, como señal de estado se genera una señal de alerta en caso de que la primera señal auxiliar confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar confirme la ausencia de la propiedad, o de que la primera señal auxiliar no confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar tampoco confirme la ausencia de la propiedad.

10 Además, la presente invención hace referencia a un dispositivo para generar una señal de estado en base a por lo menos una señal de sensor de al menos un sensor, con las características de la reivindicación 11. Según la invención se prevé que el dispositivo presente un primer sistema entrenable, que ha sido entrenado para reconocer una propiedad predeterminada, que está diseñado para controlar si la señal de sensor de al menos un sensor indica la propiedad predeterminada, y en el caso de que se reconozca la propiedad se genera una primera señal auxiliar que confirma la propiedad, que el dispositivo presente al menos un segundo sistema entrenable, que ha sido entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada, que está diseñado para controlar si la señal de sensor de al menos un sensor o la señal de sensor de al menos otro sensor que es adecuado para indicar la misma propiedad, no indica la propiedad predeterminada, y en el caso de que se establezca la ausencia de la propiedad se genere una segunda señal auxiliar que confirma la ausencia de la propiedad, y que el dispositivo presente un dispositivo de evaluación que está diseñado para generar una señal de estado que indica la presencia de la propiedad en el caso de que la primera señal auxiliar confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar no confirme la ausencia de la propiedad, y para generar una señal de estado que indica la ausencia de la propiedad en el caso de que la primera señal auxiliar no confirme la presencia de la propiedad y la segunda señal auxiliar confirme la ausencia de la propiedad.

Con respecto a las ventajas del dispositivo según la invención se remite a las explicaciones anteriores relacionadas con el procedimiento según la invención.

25 Se considera ventajoso que el dispositivo forme un dispositivo de monitorización de vías y/o que el primer y el segundo sistema entrenable sean redes neuronales.

Con respecto a la configuración del dispositivo, además, se considera ventajoso que el dispositivo presente un dispositivo de ordenador y una memoria, y que en la memoria estén almacenados un primer, un segundo y un tercer módulo de software que, al ser ejecutados mediante el dispositivo de ordenador, forman el primer y el segundo sistema entrenable, y el dispositivo de evaluación.

30 Además, la invención hace referencia a un vehículo, en particular un vehículo ferroviario, con las características de la reivindicación 14. Según la invención se prevé que el vehículo presente un dispositivo como el antes descrito, que el dispositivo monitorice una sección de vía que se encuentra delante o detrás del vehículo en cuanto a la presencia de un objeto en la sección de vía, que la propiedad predeterminada se refiera a la presencia del objeto en la sección de vía, y que se considere que la sección de vía presenta la propiedad predeterminada cuando un objeto se reconoce en la sección de vía. Con respecto a las ventajas del vehículo según la invención se remite a las explicaciones anteriores relacionadas con el procedimiento según la invención.

40 Además, la invención hace referencia a un producto de programa informático con las características de la reivindicación 15. Según la invención se prevé que el producto de programa informático presente módulos de software que, al ser ejecutados mediante un dispositivo de ordenador, formen un primer y un segundo sistema entrenable y una unidad de evaluación que son adecuados para evaluar sensores de señal, del modo antes descrito.

A continuación, la invención se explica en detalle mediante ejemplos de ejecución; en donde de forma ilustrativa, muestran:

Figura 1 mediante un diagrama de flujo, un primer ejemplo de ejecución de un procedimiento según la invención,

45 Figura 2 el procedimiento según la invención según la figura 1, en el caso de que se reconozca una propiedad predeterminada,

Figura 3 el procedimiento según la invención según la figura 1, en el caso de que la propiedad predeterminada se reconozca con seguridad como ausente,

50 Figura 4 el procedimiento según la invención según la figura 1, en el caso de que los sistemas entrenables alcancen resultados contradictorios entre sí,

Figura 5 el procedimiento según la invención según la figura 1 en el caso de que ninguno de los sistemas entrenables confirme la presencia o la ausencia de la propiedad,

Figura 6 mediante otro diagrama de flujo, un segundo ejemplo de ejecución de un procedimiento según la invención,

5 Figura 7 mediante otro diagrama de flujo, un tercer ejemplo de ejecución de un procedimiento según la invención,

Figura 8 mediante otro diagrama de flujo, un cuarto ejemplo de ejecución de un procedimiento según la invención,

Figura 9 un ejemplo de ejecución de un dispositivo según la invención para generar una señal de estado, y

10 Figura 10 un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario según la invención que está equipado con un dispositivo de monitorización de vías.

Por razones de claridad en la representación, en las figuras se utilizan siempre los mismos símbolos de referencia para los componentes idénticos o bien, comparables.

15 La figura 1 muestra un diagrama de flujo que representa un ejemplo de ejecución de un procedimiento para generar una señal de estado ST.

Con un sensor 10 que puede reconocer la presencia de una propiedad predeterminada E se genera una señal de sensor SS y ésta se envía a un primer sistema entrenable 21 y a un segundo sistema entrenable 22. El sensor 10, por ejemplo, puede tratarse de una cámara para luz visible, una cámara para luz infrarroja, un sensor de radar, un sensor de vibración o un micrófono.

20 El primer sistema entrenable 21 se trata de un sistema de inteligencia artificial que ha sido entrenado para reconocer una propiedad predeterminada E. El primer sistema entrenable 21 puede controlar si la señal de sensor SS del sensor 10 indica la propiedad predeterminada E. El primer sistema entrenable 21 preferentemente se trata de una red neuronal que, mediante señales de sensor que indican la propiedad E, ha sido entrenada para reconocer la presencia de la propiedad E.

25 El segundo sistema entrenable 22 se trata de un sistema de inteligencia artificial que ha sido entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada E y, con ello, puede controlar si en base a la señal de sensor SS del sensor 10 puede deducirse que la propiedad E no se encuentra presente. El segundo sistema entrenable 22 preferentemente ha sido entrenado mediante señales de sensor SS, en las cuales la señal de sensor SS precisamente no presenta la propiedad predeterminada E. El segundo sistema entrenable 22 preferentemente también se trata de una red neuronal.

Los dos sistemas entrenables 21 y 22, del lado de salida, generan una primera señal auxiliar Hi1, así como Hi2, que indican el resultado de su monitorización de la señal de sensor SS, y lo transmiten a un dispositivo de evaluación 30 situado aguas abajo.

35 El dispositivo de evaluación 30 evalúa las señales auxiliares Hi1 y Hi2 de los sistemas entrenables 21 y 22; y del lado de salida genera la señal de estado ST que indica el resultado de la evaluación.

La figura 2 muestra el diagrama de flujo según la figura 1 para el caso, más en detalle, de que en la señal de sensor SS se pueda observar la propiedad E, así como que la señal de sensor SS indique la propiedad predeterminada E. En ese caso, el primer sistema entrenable 21 reconocerá la propiedad predeterminada E y, del lado de salida, emitirá una señal auxiliar Hi1(E) que indica la presencia de la propiedad predeterminada E.

40 El segundo sistema entrenable 22 que está entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada E, no puede establecer una ausencia de la propiedad E, ya que la propiedad E se encuentra presente y, conforme a ello, del lado de salida, se emite una segunda señal auxiliar Hi2(?), con la que se indica que la ausencia de la propiedad E no puede ser confirmada por parte del segundo sistema entrenable 22.

45 En el dispositivo de evaluación 30, con ello, se encuentran presentes las señales auxiliares Hi1(E) y Hi2(?), por lo cual el dispositivo de evaluación 30 deduce que la propiedad E está contenida en la señal de sensor SS, así como que la señal de sensor SS presenta la propiedad predeterminada E. De acuerdo con ello, el dispositivo de evaluación 30, del lado de salida, generará una señal de estado ST(E), con la que se confirma la presencia de la propiedad E.

La figura 3 muestra el diagrama de flujo según la figura 1, a modo de ejemplo, en el caso de que la señal de sensor SS no presente o no indique la propiedad predeterminada E.

En este caso, el primer sistema entrenable 21, del lado de salida, generará una primera señal auxiliar Hi1(?), con la que se indica que el primer sistema entrenable 21 no puede confirmar la presencia de la propiedad E.

- 5 El segundo sistema entrenable 22, en cambio, reconocerá la ausencia de la propiedad E y, del lado de salida, emitirá una segunda señal auxiliar Hi2(E) con la que se confirma la ausencia de la propiedad E.

El dispositivo de evaluación 30 evalúa las dos señales auxiliares Hi1(?) y Hi2(E) que se encuentran presentes y, del lado de salida, genera una señal de estado ST(E), con la que se indica que la señal de sensor SS no presenta la propiedad E predeterminada

- 10 La figura 4 muestra el diagrama de flujo según la figura 1 en el caso de que tanto el primer sistema entrenable 21, como también el segundo sistema entrenable 22, alcancen resultados de control positivos, por tanto, que el primer sistema entrenable 21 establezca la presencia de la propiedad E y el segundo sistema entrenable 22 confirme la ausencia de la propiedad E.

- 15 De este modo, el dispositivo de evaluación 30 recibe señales auxiliares Hi1(E) y Hi2(E) que se contradicen entre sí. El dispositivo de evaluación, en un caso de esa clase, emitirá una señal de estado ST(W1) con la cual se indica que no puede alcanzarse una afirmación sobre la presencia o la ausencia de la propiedad E en la señal de sensor SS, ya que los dos sistemas entrenables 21 y 22 realizan afirmaciones contradictorias.

- 20 La figura 5 muestra el diagrama de flujo según la figura 1 en el caso de que el primer sistema entrenable 21 no pueda reconocer en la señal de sensor SS la propiedad predeterminada E. Tampoco el segundo sistema entrenable 22 genera un resultado del control positivo, ya que no puede establecer que la propiedad predeterminada E no se encuentra presente.

- 25 Con ello, del lado de salida se generan señales auxiliares Hi1(?) y Hi2(?) que llegan al dispositivo de evaluación 30. El dispositivo de evaluación 30, por tanto, recibe la información de que no puede establecerse la presencia de la propiedad E ni la ausencia de la propiedad E. Conforme a ello, el dispositivo de evaluación 30, del lado de salida, genera una señal de estado ST(W2) con la que se indica que ninguno de los dos sistemas entrenables 21 y 22 ha generado un resultado del control positivo.

- 30 La figura 6, mediante otro diagrama de flujo, representa un segundo ejemplo de ejecución de un procedimiento para generar una señal de estado ST. A diferencia del ejemplo de ejecución según las figuras 1 a 5 se generan dos señales de sensor SS1 y SS2, a saber, por un primer sensor 11 y un segundo sensor 12. Los dos sensores 11 y 12 presentan una construcción idéntica y, del mismo modo, se encuentran en condiciones de reconocer la propiedad predeterminada E y de indicarlo en su señal de sensor SS1, así como SS2. Los sensores 11 y 12, por ejemplo, pueden tratarse de una cámara para luz visible, una cámara para luz infrarroja, un sensor de radar, un sensor de vibración o un micrófono.

- 35 La señal de sensor SS1 del primer sensor 11 llega al primer sistema entrenable 21, y la segunda señal de sensor SS2 del segundo sensor 12 llega al segundo sistema entrenable 22. Los dos sistemas entrenables 21 y 22, así como el dispositivo de evaluación 30, de manera preferente trabajan del mismo modo que se ha descrito con relación a las figuras 1 a 5; a este respecto se remite a las explicaciones anteriores.

- 40 La figura 7 muestra un diagrama de flujo de un tercer ejemplo de ejecución de un procedimiento para generar una señal de estado ST que esencialmente corresponde al ejemplo de ejecución según la figura 6. En el ejemplo de ejecución según la figura 7, los dos sensores 11 y 12' son diferentes y se basan en principios de medición diferentes. Sin embargo, en este sentido, los dos sensores 11 y 12' son similares o coincidentes, de manera que ambos pueden reconocer la propiedad E y pueden indicarlo en su señal de sensor SS1, así como SS2. Los sensores 11 y 12, por ejemplo, pueden tratarse de cámaras para luz visible, cámaras para luz infrarroja, sensores de radar, sensores de vibración o micrófonos.

- 45 Por lo demás aplican las explicaciones anteriores con relación a las figuras 1 y 6, en correspondencia con el ejemplo de ejecución según la figura 7.

La figura 8, mediante otro diagrama de flujo, representa un cuarto ejemplo de ejecución de un procedimiento para generar una señal de estado ST.

- 50 En el ejemplo de ejecución según la figura 8, el primer sistema entrenable 21 está entrenado para reconocer una primera propiedad predeterminada E1 Si el primer sistema entrenable 21, en la señal de sensor SS que se

- 5 encuentra presente del lado de entrada, reconoce la presencia de la primera propiedad E1, entonces el mismo, del lado de salida, genera una primera señal auxiliar Hi1(E1) con la que se confirma la presencia de la primera propiedad. Si el primer sistema entrenable 21 no puede confirmar la presencia de la primera propiedad E1, entonces el mismo, del lado de salida, genera una primera señal auxiliar Hi1(?) con la que precisamente no se confirma la presencia de la primera propiedad E1.
- El segundo sistema entrenable 22 está entrenado para reconocer una segunda propiedad E2 y, del lado de salida, genera una segunda señal auxiliar Hi2(E2) cuando el mismo puede reconocer la presencia de la segunda propiedad E2 en la señal de sensor SS. En caso contrario, por tanto, cuando no puede reconocerse la segunda propiedad E2, el segundo sistema entrenable 22 genera una segunda señal auxiliar Hi2(?).
- 10 En el ejemplo de ejecución según la figura 8, la primera propiedad E1 y la segunda propiedad E2 se excluyen en cuanto al contenido, de manera que al estar presente la primera propiedad E1 la segunda propiedad E2 no puede estar presente y, de modo correspondiente, al estar presente la segunda propiedad E2 la primera propiedad E1 no puede estar presente.
- 15 El dispositivo de evaluación 30 evalúa las señales auxiliares Hi1 y Hi2 que se encuentran presentes del lado de entrada y, del lado de salida, genera una señal de estado ST(E1) que confirma la presencia de la primera propiedad, cuando el primer sistema entrenable 21 indica la presencia de la primera propiedad E1 y la segunda señal auxiliar Hi2 no confirma la presencia de la segunda propiedad E2.
- 20 El dispositivo de evaluación 30, del lado de salida, genera una señal de estado ST(E1) que confirma la ausencia de la primera propiedad cuando el primer sistema entrenable 21 no confirma la presencia de la primera propiedad E1, pero el segundo sistema entrenable 22 indica la presencia de la segunda propiedad E2.
- 25 Si el dispositivo de evaluación 30 recibe una primera señal auxiliar Hi1(E1) y una segunda señal auxiliar Hi2(E2), con las que por tanto se indica que ambas propiedades E1 y E2 tienen que estar presentes en la señal de sensor SS, entonces el dispositivo de evaluación 30, del lado de salida, genera una señal de estado ST(W1) con la cual éste indica la presencia de señales auxiliares no plausibles. Del modo mencionado, la primera propiedad E1 y la segunda propiedad E2 se excluyen y, con ello, no pueden estar presentes al mismo tiempo.
- En el caso de que los dos sistemas entrenables 21 y 22 no puedan establecer la presencia de la primera propiedad E1 ni la presencia de la segunda propiedad E2 y, conforme a ello, generen señales auxiliares Hi1(?) y Hi2(?), entonces el dispositivo de evaluación 30, del lado de salida, genera una señal de estado ST(W2) con la que se indica que en la señal de sensor SS no puede establecerse ninguna de las dos propiedades E1 y E2.
- 30 En el ejemplo de ejecución según la figura 8, a los dos sistemas entrenables 21 y 22 se suministra una señal de sensor SS desde un único sensor 10, tal como es el caso relacionado con el ejemplo de ejecución según las figuras 1 a 5. De manera alternativa es posible suministrar la señal de sensor SS de un primer sensor 11 al primer sistema entrenable 21 y la segunda señal de sensor SS2 de un segundo sensor 12 al segundo sistema entrenable 22, tal como fue explicado con relación a los ejemplos de ejecución según las figuras 6 y 7. Los dos sensores 11 y 12 pueden presentar una construcción idéntica, lo cual fue explicado con relación a la figura 6, o pueden basarse en principios de medición diferentes, como fue explicado con relación a la figura 7. Las explicaciones anteriores con relación a las figuras 6 y 7, de este modo, se aplican al ejemplo de ejecución según la figura 8, de manera correspondiente.
- 35
- 40 La figura 9 muestra un ejemplo de ejecución de un dispositivo 100 para generar una señal de estado ST en base a una señal de sensor SS (véanse las figuras 1 a 5 y 8) o varias señales de sensor SS1 y SS2 (véanse las figuras 6 y 7).
- 45 El dispositivo 100 presenta un dispositivo de ordenador 110 y una memoria 120. En la memoria 120 está almacenado un producto de programa informático CPP que, al ser ejecutado por el dispositivo de ordenador 110, habilita al mismo a ejecutar un procedimiento para generar una señal de estado ST, como ha sido explicado anteriormente con relación a las figuras 1 a 8.
- Con ese objetivo, el producto de programa informático CPP presenta un primer módulo de software SW21 que, al ser ejecutado mediante el dispositivo de ordenador 110, forma un primer sistema entrenable, preferentemente en forma de una red neuronal, que es adecuado para detectar una propiedad predeterminada E, así como una primera propiedad E1, tal como ya ha sido explicado anteriormente con relación a las figuras 1 a 8.
- 50 Además, el producto de programa informático CPP presenta un segundo módulo de software SW22 que, al ser ejecutado por el dispositivo de ordenador 110, habilita al mismo a formar un segundo sistema entrenable 22, tal como ya ha sido explicado anteriormente con relación a las figuras 1 a 8.

Un tercer módulo de software SW30, al ser ejecutado mediante el dispositivo de ordenador 110, forma un dispositivo de evaluación 30, como ha sido explicado anteriormente con relación al procedimiento según las figuras 1 a 8.

5 La figura 10 muestra un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario 200 que marcha por una instalación de vías férreas 210 y que está equipado con un dispositivo 100 según la figura 9, así como sensores 11 y 12'. El producto de programa informático CPP, así como los módulos de software SW21 y SW22 preferentemente están equipados de manera que el dispositivo 100 forma un dispositivo de monitorización de vías que puede monitorizar una sección de vía de una instalación de vías férreas en cuanto a la presencia de un objeto en la sección de vía.

10 En el caso de una configuración de los módulos de software SW21 y SW22, en el sentido de las explicaciones según las figuras 1 a 5, los sistemas entrenables 21 y 22, formados por los módulos de software SW21 y SW22, preferentemente están entrenados de manera que los mismos, como propiedad predeterminada E, pueden reconocer la presencia de un objeto en la sección de vía o, de forma alternativa, pueden confirmar una ausencia de un objeto.

15 Si los módulos de software SW21 y SW22 se entrenan para reconocer una primera propiedad E1 y para reconocer una segunda propiedad E2, tal como ya ha sido explicado con relación a la figura 8, entonces el entrenamiento por ejemplo puede estar orientado a la detección de objetos grandes (por ejemplo de animales grandes) y a la detección de objetos pequeños (por ejemplo animales pequeños). De manera alternativa, los módulos de software SW21 y SW22 también pueden entrenarse para reconocer la indicación de señales ferroviarias.

Naturalmente también pueden entrenarse otras propiedades que sean ventajosas con respecto al funcionamiento de instalaciones de vías férreas y al funcionamiento de vehículos ferroviarios.

20 Si bien la invención fue ilustrada y descrita en detalle mediante ejemplos de ejecución preferentes, la invención no está limitada por los ejemplos descritos, y el experto puede deducir de éstos otras variaciones, sin abandonar el alcance de protección de la invención.

Lista de símbolos de referencia

- 10 Sensor
- 25 11 Sensor
- 12 Sensor
- 12' Sensor
- 21 Sistema
- 22 Sistema
- 30 30 Dispositivo de evaluación
- 100 Dispositivo
- 110 Dispositivo de ordenador
- 120 Memoria
- 200 Vehículo ferroviario
- 35 210 Instalación de vías férreas
- CPP Producto de programa informático
- E Propiedad
- E1 Propiedad
- E2 Propiedad

- Hi1 Señal auxiliar
- Hi2 Señal auxiliar
- Hi1(?) Señal auxiliar
- Hi2(?) Señal auxiliar
- 5 Hi1(E) Señal auxiliar
- Hi2(E) Señal auxiliar
- Hi1 (E1) Señal auxiliar
- Hi2(E2) Señal auxiliar
- SS Señal de sensor
- 10 SS1 Señal de sensor
- SS2 Señal de sensor
- ST Señal de estado
- ST(E) Señal de estado
- ST (E1) Señal de estado
- 15 ST (E) Señal de estado
- ST (E1) Señal de estado
- ST(W1) Señal de estado
- ST(W2) Señal de estado
- SW21 Módulo de software
- 20 SW22 Módulo de software
- SW30 Módulo de software

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para generar una señal de estado (ST) en base a por lo menos una señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12'), donde

5 - con un primer sistema entrenable (21), que ha sido entrenado para reconocer una propiedad predeterminada (E), se controla si la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12') indica la propiedad predeterminada (E), y en el caso de que se reconozca la propiedad (E) se genera una primera señal auxiliar (Hi1) que confirma la propiedad,

10 - con al menos un segundo sistema entrenable (22), que ha sido entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada (E), se controla si la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12') o la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos otro sensor (10, 11, 12, 12') que es adecuado para indicar la misma propiedad (E), no indica la propiedad predeterminada (E), y en el caso de que se establezca la ausencia de la propiedad (E) se genera una segunda señal auxiliar (Hi2) que confirma la ausencia de la propiedad (E), y

15 - con al menos un dispositivo de evaluación (30) se genera una señal de estado (ST) que indica la presencia de la propiedad (E) en el caso de que la primera señal auxiliar (Hi1) confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) no confirme la ausencia de la propiedad (E), y se genera una señal de estado (ST) que indica la ausencia de la propiedad (E) en el caso de que la primera señal auxiliar (Hi1) no confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) confirme la ausencia de la propiedad (E).

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde

- en el marco del procedimiento se controla la transitabilidad de una sección de vía de una instalación de vías férreas (210), y

- la propiedad predeterminada (E) se refiere a la libre transitabilidad de la sección de vía de la instalación de vías férreas (210).

25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde

- en el marco del procedimiento, una sección de vía de una instalación de vías férreas (210) se monitoriza en cuanto a la presencia de un objeto en la sección de vía, y

30 - la propiedad predeterminada (E) se refiere a la presencia del objeto en la sección de vía de la instalación de vías férreas (210), y se considera que la sección de vía presenta la propiedad predeterminada (E) cuando un objeto se reconoce en la sección de vía.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde

- en el marco del procedimiento se monitorizan señales ferroviarias de una instalación de vías férreas (210), y

35 - la propiedad predeterminada (E) se refiere a una autorización de circulación de la señal ferroviaria de la instalación de vías férreas (210), y se considera que la señal ferroviaria presenta la propiedad predeterminada (E) cuando la señal ferroviaria indica la autorización de circulación.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde

- la primera propiedad predeterminada (E1) se refiere a una autorización de circulación de la instalación de vías férreas (210), y se considera que la señal ferroviaria presenta la primera propiedad predeterminada (E1) cuando la señal ferroviaria indica la autorización de circulación, y

40 - la segunda propiedad (E2) se refiere a una orden de marcha lenta o a una orden de detención de la señal ferroviaria, y se considera que la señal ferroviaria presenta la segunda propiedad (E2) cuando la señal ferroviaria indica la orden de marcha lenta o la orden de detención.

45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el sensor (10, 11, 12, 12') y/o al menos otro sensor (10, 11, 12, 12') es o presenta un dispositivo de detección de imágenes que genera una señal de imagen, como señal de sensor (SS, SS1, SS2).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde un sensor (10, 11, 12, 12') y/o al menos otro sensor (10, 11, 12, 12') se basan en principios de medición diferentes y generan señales de sensor de distinta clase.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde
- 5 - el sensor (10, 11, 12, 12') es o presenta un dispositivo de detección de imágenes que, como su señal de sensor (SS, SS1, SS2), genera una señal de imagen que puede indicar un objeto en una sección de vía de una instalación de vías férreas (210), y/o
- al menos otro sensor (10, 11, 12, 12') es un sensor de vibración, un sensor infrarrojo o un sensor de radar, o presenta un sensor de esa clase que, como su señal de sensor (SS, SS1, SS2), genera una señal de salida que puede indicar un objeto en la sección de vía de la instalación de vías férreas (210).
- 10 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer y el segundo sistema entrenable (21, 22) son redes neuronales.
- 15 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde con el dispositivo de evaluación (30), como señal de estado (ST), se genera una señal de alerta en caso de que la primera señal auxiliar (Hi1) confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) confirme la ausencia de la propiedad (E), o de que la primera señal auxiliar (Hi1) no confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) tampoco confirme la ausencia de la propiedad (E).
- 20 11. Dispositivo (100) para generar una señal de estado (ST) en base a por lo menos una señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12'), donde el dispositivo (100) presenta un primer sistema entrenable (21), que
- ha sido entrenado para reconocer una propiedad determinada (E),
- está diseñado para controlar si la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12') indica la propiedad predeterminada (E), y
- en el caso de que se reconozca la propiedad (E), genera una primera señal auxiliar (Hi1) que confirma la propiedad (E),
- 25 - el dispositivo (100) presenta al menos un segundo sistema entrenable (22), que
- ha sido entrenado para reconocer la ausencia de la propiedad predeterminada (E),
- está diseñado para controlar si la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos un sensor (10, 11, 12, 12') o la señal de sensor (SS, SS1, SS2) de al menos otro sensor (10, 11, 12, 12'), que es adecuado para indicar la misma propiedad (E), no indica la propiedad predeterminada (E), y
- 30 - en el caso de que se establezca la ausencia de la propiedad (E), genera una segunda señal auxiliar (Hi2) que confirma la ausencia de la propiedad (E), y
- 35 - el dispositivo (100) presenta un dispositivo de evaluación (30) que está diseñado para generar una señal de estado (ST) que indica la presencia de la propiedad (E) en el caso de que la primera señal auxiliar (Hi1) confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) no confirme la ausencia de la propiedad (E), y para generar una señal de estado (ST) que indica la ausencia de la propiedad (E) en el caso de que la primera señal auxiliar (Hi1) no confirme la presencia de la propiedad (E) y la segunda señal auxiliar (Hi2) confirme la ausencia de la propiedad (E).
- 40 12. Dispositivo (100) según la reivindicación 11, donde el dispositivo (100) forma un dispositivo de monitorización de vías y/o el primer y el segundo sistema entrenable (21, 22) son redes neuronales.
- 40 13. Dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 11 a 12 precedentes, donde
- el dispositivo (100) presenta un dispositivo de ordenador (110) y una memoria (120), y
- en la memoria (120) están almacenados un primer, un segundo y un tercer módulo de software (SW21, SW22, SW30) que, al ser ejecutados mediante el dispositivo de ordenador (110), forman el primer y el segundo sistema (21, 22) y el dispositivo de evaluación (30).

14. Vehículo, en particular vehículo ferroviario (200), donde

- el vehículo presenta un dispositivo (100) según una de las reivindicaciones 11 a 13 precedentes,

- el dispositivo (100) monitoriza una sección de vía que se encuentra delante o detrás del vehículo, en cuanto a la presencia de un objeto en la sección de vía, y

5 - la propiedad predeterminada (E) se refiere a la presencia del objeto en la sección de vía, y se considera que la sección de vía presenta la propiedad predeterminada (E) cuando un objeto se reconoce en la sección de vía.

10 15. Producto de programa informático (CPP), en particular para un dispositivo (100) según la reivindicación 13, donde el producto de programa informático (CPP) presenta módulos de software (SW21, SW22, SW30) que, al ser ejecutados mediante un dispositivo de ordenador (110), forman un primer y un segundo sistema entrenable (21, 22) y un dispositivo de evaluación (30), que son adecuados para evaluar señales de sensor (SS, SS1, SS2) según una de las reivindicaciones 1 a 10 precedentes.

FIG 1

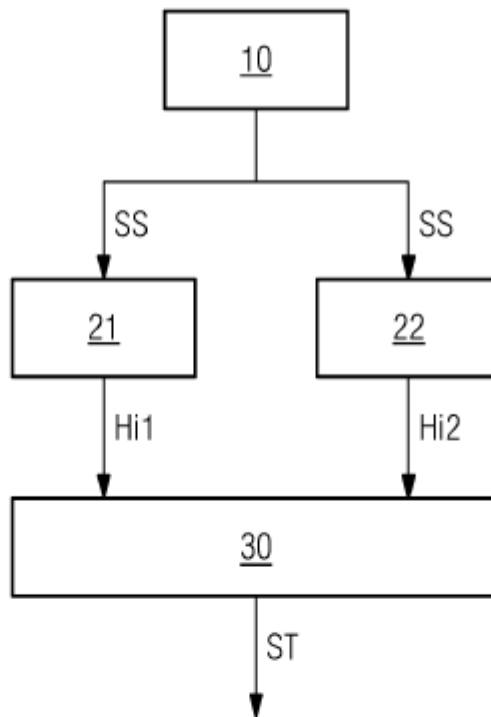


FIG 2

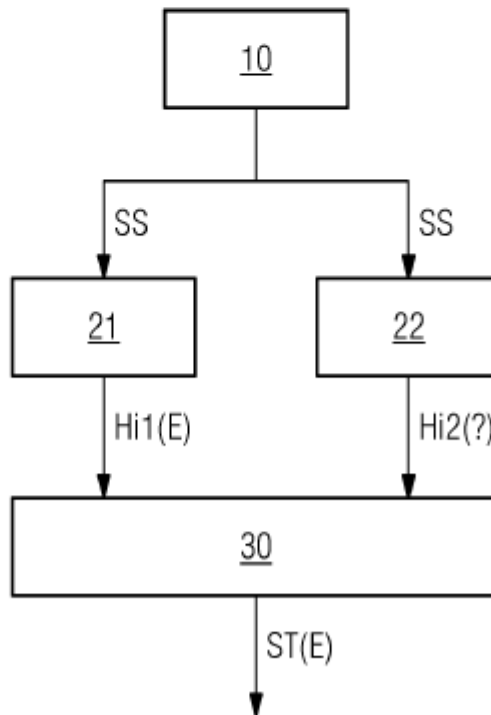


FIG 3

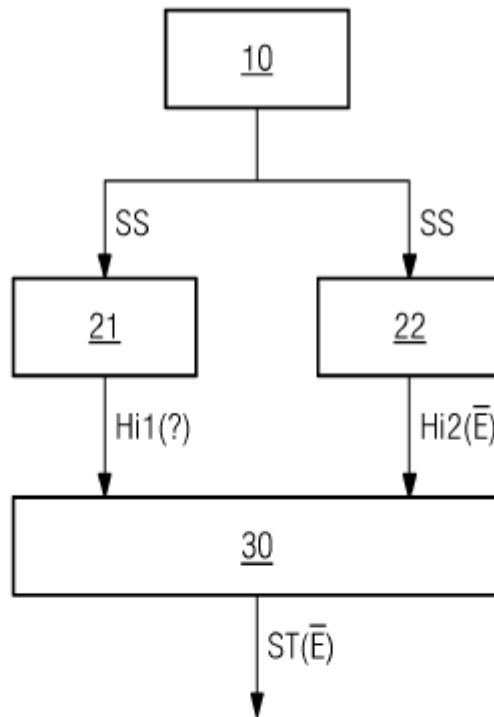


FIG 4

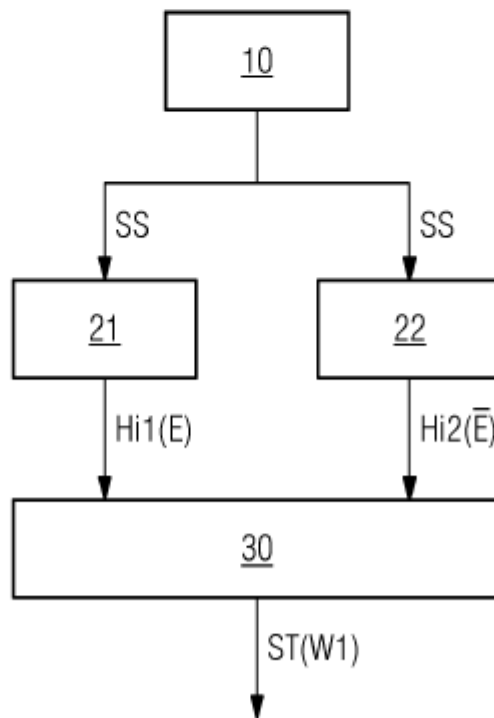


FIG 5

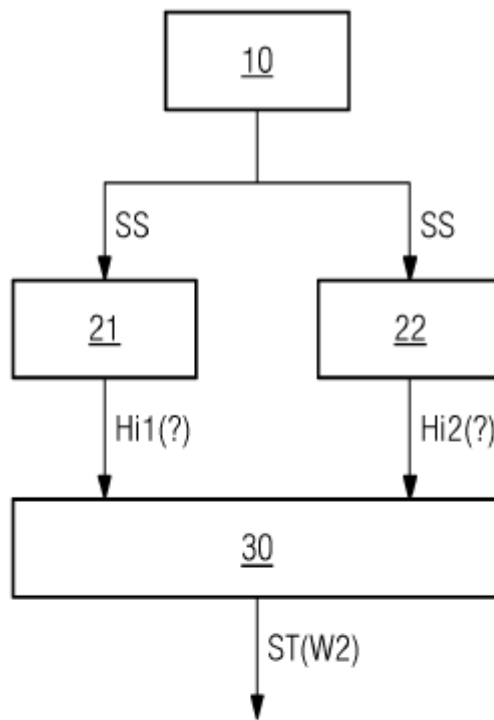


FIG 6

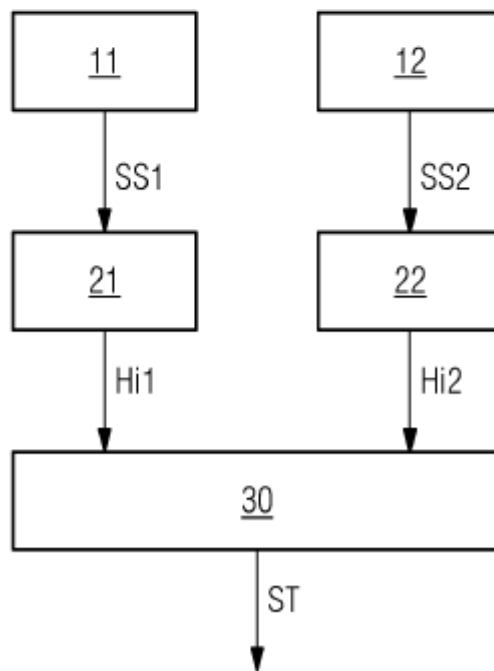


FIG 7

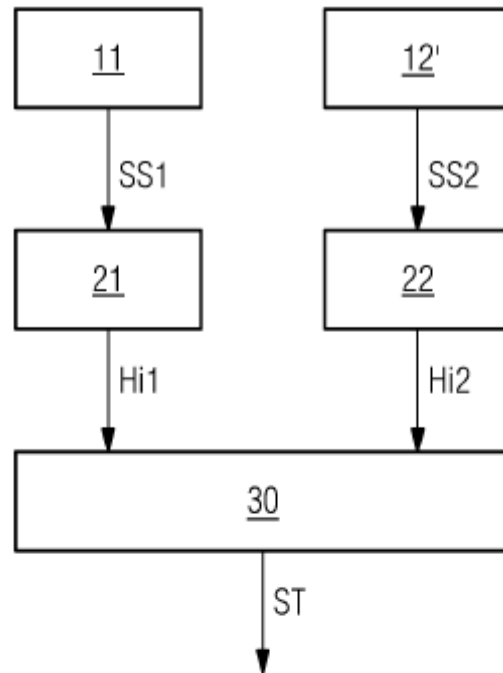


FIG 8

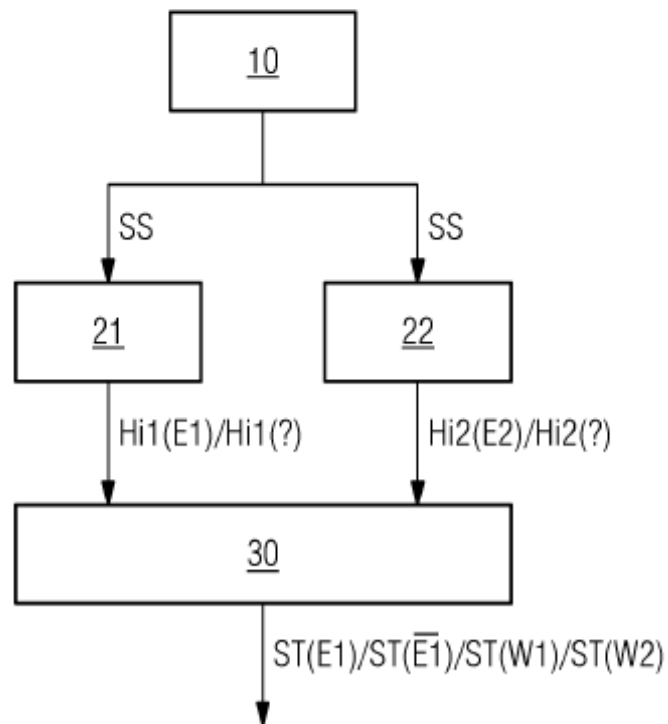


FIG 9

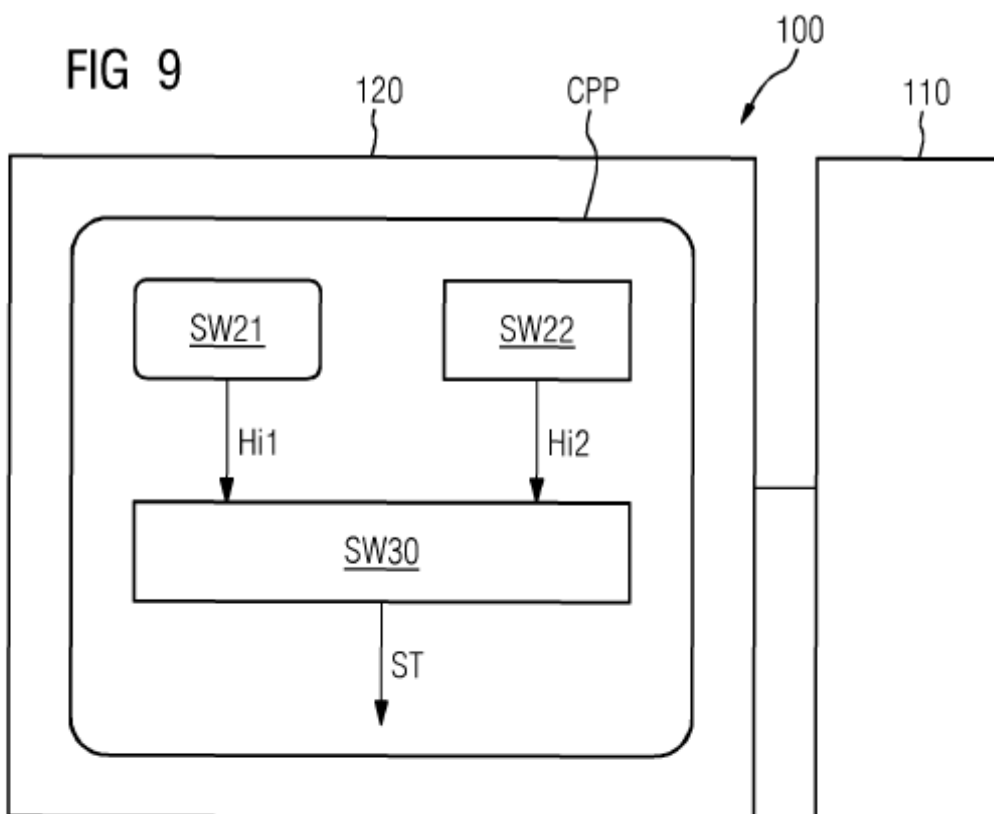


FIG 10

