

SISTEMA Y MÉTODO DE ORQUESTACIÓN DE ALMACÉN PARA OPTIMIZAR LA SELECCIÓN Y CUMPLIMIENTO DE INVENTARIO

CAMPO

[01] Diversas realizaciones de la divulgación se relacionan con la tecnología de automatización de almacenes. Más específicamente, diversas realizaciones de la divulgación se relacionan con un sistema y un método de orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento del inventario.

ANTECEDENTES

[02] Los avances en las tecnologías de automatización de la gestión de almacenes han impulsado el desarrollo de sistemas de gestión de almacenes para la preparación automatizada de inventarios, el cumplimiento de pedidos, la clasificación y el almacenamiento de diferentes tipos de artículos de inventario para pedidos multilínea en un almacén. Sin embargo, muchos sistemas de gestión de almacenes aún dependen de procesos manuales, que requieren mucho tiempo, mano de obra y son propensos a errores. A medida que los almacenes crecen, el volumen de pedidos aumenta, junto con la complejidad de la gestión de las operaciones del almacén, que incluye el seguimiento de los niveles de inventario, el procesamiento de pedidos y la localización de mercancías. Además, los sistemas de gestión de almacenes existentes no están adecuadamente equipados para abordar los problemas relacionados con la demanda en tiempo real y las variaciones en la capacidad de preparación, lo que genera cuellos de botella y reduce la eficiencia operativa.

[03] Otras limitaciones y desventajas de los enfoques convencionales y

tradicionales se harán evidentes para una persona experta en la materia, a través de la comparación de los sistemas descritos con algunos aspectos de la presente divulgación, como se establece en el resto de la presente solicitud y con referencia a los dibujos.

RESUMEN

[04] Un sistema y un método para la orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento de inventarios, sustancialmente como se muestra y/o se describe en relación con al menos una de las figuras, como se explica con más detalle en las reivindicaciones.

[05] Estas y otras características y ventajas de la presente divulgación pueden apreciarse mediante la revisión de la siguiente descripción detallada de la presente divulgación, junto con las figuras adjuntas, en las que los números de referencia iguales se refieren a partes iguales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[06] La figura 1A es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para la orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento de inventarios, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;

[07] La figura 1B es un diagrama de bloques que ilustra varios componentes ejemplares de un sistema, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

[08] La figura 1B es un diagrama de bloques que ilustra varios componentes ejemplares de un sistema, de acuerdo con una realización de la presente divulgación; La figura 2 es un diagrama que ilustra un almacén con varios operadores y varias zonas de selección virtuales, de

acuerdo con una realización de la presente divulgación.

[09] La figura 3 es un diagrama que representa una interfaz de usuario (IU) de ejemplo de un dispositivo portátil que ilustra la interacción en tiempo real o casi real de un operador con un controlador de un sistema de orquestación de almacén para la selección y el cumplimiento del inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

[10] Las figuras 4A y 4B ilustran un robot móvil autónomo equipado con una pantalla de interfaz de usuario (IU) y mecanismos de control, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

[11] Las figuras 5A, 5B y 5C son diagramas que ilustran un proceso de estratificación y paletización en un sistema de gestión de almacenes para optimizar la preparación y el cumplimiento del inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

[12] Las figuras 6A, 6B y 6C son diagramas que ilustran diferentes configuraciones de artículos cargados en un robot móvil autónomo según el centro de masas, de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

[13] La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento del inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[14] Las siguientes implementaciones se describen en un sistema y método para la orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento de inventario. El sistema proporciona una solución para

optimizar las operaciones de orquestación de almacenes, centrándose específicamente en los procesos de preparación y cumplimiento de inventario basados en la demanda y la capacidad en tiempo real o casi real, la guía de los operadores mediante dispositivos portátiles y la optimización de los patrones de carga de palés según criterios específicos. Además, el sistema mejora la eficiencia operativa al minimizar las distancias de viaje, equilibrar las cargas de trabajo y mejorar el rendimiento general en entornos de almacén. Asimismo, el sistema mejora la productividad de los almacenes al permitir la operación manos libres, integrarse en la infraestructura existente y reducir los tiempos de ciclo mediante la asignación optimizada de pedidos en tiempo real, la coordinación autónoma de robots y la guía eficiente del operador.

[15] En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de la presente descripción, y que muestran, a modo de ilustración, diversas realizaciones de la presente descripción.

[16] FIG. La figura 1A es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento de inventarios, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. Con referencia a la figura 1A, se muestra un diagrama de bloques 100A de un sistema 102 de gestión de almacenes para la orquestación de almacenes para la preparación y el cumplimiento de inventarios, que incluye un controlador 104, un sistema de gestión de almacenes 106, una red de comunicación 108 y un almacén 110.

[17] El sistema 102 de orquestación de almacenes incorpora varios robots móviles autónomos con capacidades extendidas para palés, lo que permite que cada uno de ellos transporte hasta varios artículos de inventario (por ejemplo, hasta 1000 kg) y funcione durante aproximadamente nueve horas con una sola carga de batería. Los

dispositivos portátiles que utilizan los operadores son eficaces para el seguimiento de artículos. El sistema 102 emplea además un flujo operativo detallado, que comienza con el inicio de sesión del operador, incluyendo comprobaciones en el servidor para los operadores conectados y las misiones que se pueden completar, para equilibrar la carga de trabajo entre las zonas. Asimismo, la lógica de asignación de tareas proporciona una hora estimada de llegada (ETA) configurable y umbrales de distancia, con un manejo especial para la pluralidad de robots móviles autónomos. El sistema 102 está configurado para gestionar excepciones como la falta de existencias. La asignación de tareas se optimiza utilizando factores de coste detallados, como el coste de la distancia del robot, el coste de la recogida, el coste del desplazamiento del operador dentro de las zonas y el coste actual total de la zona, con fórmulas específicas para cada uno. Estas mejoras resultan en aumentos significativos de la productividad, permiten la operación sin intervención del usuario, se integran perfectamente con la infraestructura existente y reducen los tiempos de ciclo generales en el almacén 110.

[18] El controlador 104 se refiere a un elemento computacional (o sistema de ejecución de almacén) configurado para recibir información de un pedido del sistema de gestión de almacén 106 y ejecutar las funciones específicas del dominio, como la orquestación del flujo de trabajo, la asignación y optimización de recursos, el procesamiento de pedidos, la orquestación multiagente, la orquestación del inventario, la asignación de tareas, la distribución de pedidos, el cumplimiento de la lógica de negocio, la previsión de personal, la visualización y el análisis en tiempo real, etc. El controlador 104 puede referirse a uno o más controladores individuales, dispositivos de procesamiento y diversos elementos asociados a un dispositivo de procesamiento que pueden ser compartidos por otros dispositivos de procesamiento. En una

implementación, el controlador 104 (o sistema de ejecución de almacén) se ubica fuera del sistema de gestión de almacén 106 y se integra con una interfaz de programación de aplicaciones (API). Ejemplos del controlador 104 incluyen, entre otros, un procesador de hardware, un procesador de señal digital (DSP), un microprocesador, un microcontrolador, un procesador de computación por conjunto de instrucciones complejas (CISC), un procesador de circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un procesador de conjunto de instrucciones reducido (RISC), un procesador de palabra de instrucción muy larga (VLIW), una máquina de estados, una unidad de procesamiento de datos, una unidad de procesamiento gráfico (GPU) y otros procesadores o circuitos de control.

[19] El sistema de gestión de almacén 106 está configurado para supervisar y coordinar diferentes tareas dentro del almacén 110, como la gestión de inventario a nivel de almacén, la previsión de trabajo, la aplicación de lógica de negocio, etc. En una implementación, el sistema de gestión de almacén 106 es un sistema especializado configurado para gestionar múltiples funcionalidades involucradas en las operaciones diarias del almacén 110.

[20] La red de comunicación 108 incluye un medio (p. ej., un canal de comunicación) a través del cual el controlador 104 (o el sistema de ejecución del almacén) se comunica con los diferentes componentes del almacén 110. La red de comunicación 108 puede ser cableada o inalámbrica. Ejemplos de la red de comunicación 108 incluyen, entre otros, Internet, una red de área local (LAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN), una red de área local inalámbrica (WLAN), una red de área extensa inalámbrica (WWAN), una red en la nube, una red de evolución a largo plazo (LTE), una red de área metropolitana (MAN) o Internet.

[21] El almacén 110 se refiere a una instalación donde se llevan a cabo las operaciones descritas, como el procesamiento de pedidos, la gestión de inventario y la integración de la automatización. Además, el almacén 110 está configurado para recibir, almacenar y distribuir diversos artículos de inventario. El almacén 110 incluye varias zonas de selección virtuales, como la primera zona de selección virtual 112A y la enésima zona de selección virtual 112N, y varios operadores, como el primer operador 116A y el enésimo operador 116N, junto con dispositivos portátiles que estos operadores llevan. Por ejemplo, el primer operador 116A lleva el primer dispositivo portátil 118A. De igual forma, el enésimo operador 116N lleva el enésimo dispositivo portátil 118N. Además, el almacén 110 incluye varios robots autónomos, como el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B y hasta el enésimo robot móvil autónomo 114N.

[22] Se proporciona el sistema 102 de orquestación del almacén para la preparación y el cumplimiento del inventario. El sistema 102 está configurado para proporcionar procesamiento y distribución de pedidos en tiempo real o casi real, con una asignación y gestión eficientes de los pedidos en las múltiples zonas de preparación virtuales. Además, el sistema 102 está configurado para establecer una coordinación mejorada y fiable entre los robots móviles autónomos y los operadores humanos, con el fin de mejorar la eficiencia operativa del almacén 110 y garantizar un apilamiento seguro y eficiente.

[23] En funcionamiento, el sistema 102 incluye el controlador 104, configurado para recibir información de pedidos del sistema de gestión de almacenes (WMS) 106. Esta información, recibida por el controlador 104 desde el sistema de gestión de almacenes 106, debe incluir información asociada al pedido, como el ID del pedido, la información del cliente, los detalles del producto, la cantidad, la ubicación del inventario,

el nivel de prioridad, la fecha de entrega, las instrucciones de manejo, etc. El controlador 104 está configurado para recibir la información de pedidos del sistema de gestión de almacenes 106 y garantizar que los múltiples pedidos que se deben procesar a través del almacén 110 se procesen de forma precisa y eficiente.

[24] Además, el controlador 104 está configurado para asignar y distribuir múltiples pedidos entre las múltiples zonas de picking virtuales del almacén 110, en función de la demanda y la capacidad de picking en tiempo real o casi real, y de la información de pedidos recibida. El controlador 104 está configurado para utilizar datos de demanda en tiempo real o casi real, la capacidad de picking y la información de los pedidos recibidos para asignar y distribuir dinámicamente los pedidos a diferentes zonas de picking virtuales dentro del almacén 110. Por ejemplo, el controlador 104 está configurado para asignar y distribuir los pedidos a la primera zona de picking virtual 112A del almacén 110. De igual forma, el controlador 104 está configurado para asignar y distribuir los pedidos a la enésima zona de picking virtual 112N. En una implementación, el controlador 104 está configurado para agrupar los pedidos para minimizar el número de pasillos consecutivos que deben recorrer los recolectores y así garantizar una mayor productividad. Como resultado, el controlador 104 está configurado para optimizar el flujo de trabajo, reducir los cuellos de botella y mejorar la eficiencia operativa general del almacén.

[25] Además, el controlador 104 está configurado para mover el primer robot móvil autónomo 114A de la pluralidad de robots móviles autónomos a la primera zona de recogida virtual 112A de la pluralidad de zonas de recogida virtuales. El controlador 104 está configurado para enviar instrucciones al primer robot móvil autónomo 114A de la pluralidad de robots autónomos para que navegue a la primera zona de recogida

virtual 112A. Dichas instrucciones se basan en datos en tiempo real y en la distribución general de tareas en el almacén 110. El sistema 102 está configurado para utilizar sensores, datos de ubicación y rutas predefinidas dentro del almacén 110 para guiar con precisión a los robots móviles autónomos, como el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B, y similares, a las zonas de recogida virtuales designadas. Como resultado, el controlador 104 está configurado para asignar el robot móvil autónomo correcto a la zona de recogida virtual correcta para realizar las tareas de recogida de forma eficiente. Además, dicha coordinación es esencial para optimizar el flujo de trabajo dentro del almacén 110, garantizando así que el proceso de picking sea ágil y eficiente.

[26] Además, el controlador 104 está configurado para comunicar instrucciones de guía al primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A, para guiarlo y que esté disponible en la primera zona de recogida virtual 112A. La instrucción de guía se refiere a un conjunto de instrucciones o comandos que se comunican al dispositivo portátil que lleva cada operador desde la pluralidad de operadores del almacén 110. Por ejemplo, la información de guía se comunica al primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A, y al segundo dispositivo portátil, que lleva el segundo operador 116B. En una implementación, la instrucción de guía se refiere a una instrucción que se utiliza para realizar una tarea específica o llegar a una ubicación particular, como información de ubicación, detalles de la tarea, datos de tiempo, etc. El controlador 104 está configurado para enviar instrucciones de guía al primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A. Además, el controlador 104 está configurado para gestionar al operador y evitar sobrecargas de supervisión. Por lo tanto, el controlador 104 está configurado para garantizar que el primer operador 116A se encuentre en la ubicación correcta para asistir en la preparación de

inventario, facilitando así una colaboración eficiente entre robots autónomos y operadores humanos, por ejemplo, entre el primer operador 116A y el primer robot móvil autónomo 114A.

[27] De acuerdo con una implementación, la instrucción de guía incluye la hora prevista de llegada del primer robot móvil autónomo 114A a la primera zona de preparación virtual 112A y la ubicación de llegada del primer robot móvil autónomo 114A a la primera zona de preparación virtual 112A. El controlador 104 está configurado para determinar la hora prevista de llegada y la ubicación exacta entre las zonas de preparación virtuales y los robots móviles autónomos. Por ejemplo, el controlador 104 está configurado para determinar la hora de llegada del primer robot móvil autónomo 114A a la primera zona de recogida virtual 112A y su ubicación en dicha zona, de modo que el operador, como el primer operador 116A, pueda recibir instrucciones para estar en la primera zona de recogida virtual antes de la llegada del primer robot móvil autónomo 114A, por ejemplo, mediante la comunicación de las instrucciones de guía al primer dispositivo portátil 118A que lleva puesto el primer operador 116A. Además, la inclusión de la hora prevista de llegada y la ubicación precisa en las instrucciones de guía garantiza que el operador esté preparado y en posición cuando llegue el primer robot móvil autónomo 114A, minimizando así el tiempo de espera y mejorando la coordinación entre los operadores (es decir, el primer operador 116A) y el robot móvil autónomo (es decir, el primer robot móvil autónomo 114A), lo que resulta en una finalización más eficiente de las tareas.

[28] Además, el controlador 104 está configurado para determinar un patrón de carga de palets que indica la distribución de varios artículos del inventario en una o más cajas y el apilamiento de dichas cajas en una o más capas sobre un palé del primer robot móvil autónomo 114A, basándose en un conjunto de criterios. Este conjunto de criterios incluye,

al menos, un primer criterio: la densidad de las cajas con respecto a un parámetro de aplastamiento de los artículos. El controlador 104 está configurado para evaluar el conjunto de criterios, como la densidad de las cajas y el aplastamiento de los artículos, para crear un patrón óptimo de carga de palets (es decir, un plan de carga de palets). Esta evaluación incluye el cálculo de la distribución y asignación de los artículos del inventario en el palé, garantizando que los artículos más pesados y resistentes se coloquen en la parte inferior y los más ligeros y frágiles en la parte superior. En una implementación, se utiliza una lógica de instrucciones de paletización para descomponer el pedido en palés empacables según cálculos volumétricos, densidad de artículos, altura de atado y apilabilidad. Esta lógica se comunica mediante señales visuales, lo que garantiza que varios operadores puedan apilar fácilmente un palé sin modificar los inventarios. Además, tras la evaluación del controlador 104, el patrón de carga se comunica al primer operador 116A a través del primer dispositivo portátil 118A para que lo siga durante el proceso de carga. Como resultado, el patrón de carga del palé, que indica la distribución de los artículos del inventario en una o más cajas y el apilamiento de estas en una o más capas sobre el palé del primer robot móvil autónomo 114A, optimiza el uso del espacio y garantiza la seguridad de los artículos del inventario durante el transporte, lo que ayuda al primer operador 116A a evitar daños en las mercancías, mantener la integridad de los artículos frágiles y mejorar la eficiencia general del proceso de carga.

[29] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar el conjunto de criterios específicos para cada palé de cada robot móvil autónomo. El controlador 104 analiza diversos factores y características de los artículos de inventario designados para cada palé, como tamaño, peso, fragilidad, compatibilidad con otros artículos, etc. Además, el controlador 104

determina el conjunto de criterios para optimizar la carga, el apilado y el transporte de los artículos de inventario en ese palé específico. Por lo tanto, al optimizar el patrón de carga de cada palé, el controlador 104 reduce el tiempo y el esfuerzo necesarios para los ajustes manuales y agiliza las operaciones. Además, la determinación del conjunto de criterios por parte del controlador 104 permite prevenir accidentes y daños, garantizando que los artículos se carguen y transporten teniendo en cuenta sus características únicas y permitiendo un uso más eficiente del espacio y la capacidad de peso de cada palé, reduciendo el número de viajes necesarios y ahorrando recursos.

[30] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar el volumen del palé y el volumen de la caja para los artículos a recoger. La compatibilidad entre ambos es un segundo criterio. Este segundo criterio determina el patrón de carga para verificar si hay voladizos, espacio desperdiciado o desequilibrios que puedan afectar la estabilidad y seguridad de los artículos del inventario colocados en el palé. Además, la compatibilidad entre el volumen del palé y el volumen de la caja se utiliza para optimizar el uso del espacio, mantener el equilibrio y evitar daños durante el transporte de los artículos, mejorando así la eficiencia general de los procesos de almacenamiento y manipulación del inventario en el almacén 110.

[31] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar la altura de apilamiento de cada capa de una o más cajas del palé. La altura de apilamiento es un tercer criterio. En una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar la altura óptima de apilamiento de cada capa del palé mediante el análisis de las dimensiones, el peso y la estabilidad de las cajas. Además, la determinación de la altura correcta de apilamiento de las cajas se utiliza para mantener la integridad estructural de los artículos

apilados, optimizando así la capacidad de almacenamiento y garantizando la manipulación y el transporte seguros de los artículos del inventario. Asimismo, la altura de apilamiento de una o más cajas se utiliza para evitar daños durante las operaciones de almacenamiento.

[32] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para determinar el ancho de cada capa de una o más cajas del palé. Además, el ancho de cada capa de una o más cajas es un cuarto criterio del conjunto de criterios. El ancho de cada capa de una o más cajas, basado en factores como las dimensiones de las cajas, el tamaño del palé y cualquier restricción operativa, se utiliza para maximizar el uso del espacio del palé, manteniendo la estabilidad y la accesibilidad de los artículos del inventario. Como resultado, el controlador 104 está configurado para determinar el ancho de la capa de caja que se utiliza además para optimizar la disposición de una o más cajas en el palé del primer robot móvil autónomo 114A, garantizando así una utilización eficiente del espacio, un transporte seguro y el almacenamiento de las operaciones del almacén.

[33] Además, el controlador 104 está configurado para generar y comunicar una instrucción de selección, basada en el patrón de carga del palé determinado, al primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A, para seleccionar uno o más artículos del inventario y colocarlos en el palé del primer robot móvil autónomo 114A, según dicho patrón. La comunicación de las instrucciones de selección, basada en el patrón de carga del palé determinado, proporciona orientación en tiempo real al primer operador 116A durante el proceso de selección. En otras palabras, el controlador 104 recibe la información del pedido del sistema de gestión de almacén 106. Posteriormente, el controlador 104 está configurado para comunicar las instrucciones de orientación al primer operador 116A a través del primer dispositivo

portátil 118A para que esté disponible a la llegada del primer robot móvil autónomo 114A. Posteriormente, el controlador 104, basándose en el conjunto de criterios, determina el patrón de carga para una o más cajas de entre los artículos del inventario. Posteriormente, el controlador 104 está configurado para generar la instrucción de recogida y comunicarla al primer operador 116A a través del primer dispositivo portátil 118A. Además, esta comunicación permite al operador, por ejemplo, el primer operador 116A, cargar el palé del primer robot móvil autónomo 114A sin dañar una o más cajas del inventario. Como resultado, al generar instrucciones de recogida precisas, el controlador 104 está configurado para garantizar la ejecución precisa y eficiente de los pedidos en el almacén 110 con una mayor precisión operativa y facilita la integración fluida de los flujos de trabajo humanos y automatizados.

[34] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para determinar el centro de masas y la carga útil total acumulada en cada robot móvil autónomo de la pluralidad de robots móviles autónomos, incluido el primer robot móvil autónomo, y preconfigurar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación para cada robot móvil autónomo en función del centro de masas detectado y la carga útil total. En un ejemplo, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas y la carga útil total acumulada en el primer robot móvil autónomo 114A y preconfigurar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación de dicho robot en función del centro de masas detectado y la carga útil total. De igual forma, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas y la carga útil total acumulada en el enésimo robot móvil autónomo 114N y preconfigurar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación de dicho robot en función del centro de masas detectado y la carga útil total. El controlador 104 está configurado para ajustar parámetros como la velocidad máxima para garantizar un manejo seguro, la aceleración

para un movimiento eficiente y el par de rotación para la maniobrabilidad, adaptándolos a las condiciones de carga específicas de cada robot móvil autónomo (p. ej., el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B y hasta el enésimo robot móvil autónomo 114N) para optimizar las capacidades operativas y la seguridad de cada uno de ellos con un movimiento eficiente dentro del almacén 110.

[35] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para ajustar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación de cada robot móvil autónomo, según los cambios en tiempo real o casi real en el centro de masas a medida que se añaden artículos al palé durante el proceso de picking. El controlador 104 está configurado para monitorizar el centro de masas del palé cargado y actualiza dinámicamente los parámetros de movimiento de los robots para tener en cuenta el peso desplazado, garantizando un movimiento equilibrado y controlado. En una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas del palé en función de la velocidad de cada uno de los robots móviles autónomos para cargarlo y ajustar el perfil de velocidad en consecuencia para garantizar la estabilidad del sistema 102. Como resultado, el controlador 104 está configurado para mejorar la estabilidad y la seguridad de cada uno de los robots móviles autónomos, evitando así vuelcos o colisiones y permitiendo un transporte eficiente y seguro de mercancías dentro del almacén 110.

[36] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado para generar una secuencia de picking que indica una o más ubicaciones de picking en la primera zona de picking virtual 112A o una o más ubicaciones de picking en la siguiente zona de picking virtual para el primer robot móvil autónomo 114A, basándose en un conjunto de factores de coste. Este conjunto de factores incluye el coste de la

distancia del robot, el coste de picking, el coste del desplazamiento del operador y el coste actual de la zona. En una implementación, el controlador 104 está configurado para analizar el estado actual del almacén 110, por ejemplo, utilizando datos y algoritmos en tiempo real. Posteriormente, el controlador 104 está configurado para calcular las rutas óptimas para los robots móviles autónomos basándose en los factores de coste especificados. Por ejemplo, el conjunto de factores de coste incluye el coste de la distancia del robot. Además, el coste de distancia del bot se refiere al tiempo y la energía que requiere cada uno de los robots móviles autónomos (p. ej., el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B, hasta el enésimo robot móvil autónomo 114N) para desplazarse entre diferentes ubicaciones dentro del almacén 110. En otro ejemplo, el conjunto de factores de coste incluye el coste de recogida. Asimismo, el coste de recogida incluye los recursos (p. ej., tiempo, mano de obra, equipo, etc.) necesarios para recuperar los artículos del inventario de las ubicaciones de almacenamiento en el almacén 110. En otro ejemplo, el conjunto de factores de coste incluye el coste de desplazamiento del operador. El coste de desplazamiento del operador se refiere al tiempo y el esfuerzo que requieren los operadores (p. ej., el primer operador 116A hasta el enésimo operador 116N) para desplazarse entre diferentes zonas o pasillos de recogida en el almacén 110. En una implementación, el conjunto de factores de coste incluye el coste actual de la zona. El coste actual de la zona se refiere a la carga operativa actual y la eficiencia de una zona de picking específica dentro del almacén 110. Este conjunto de factores de coste se utiliza para garantizar que los artículos del inventario se seleccionen en una secuencia que minimice la distancia total de recorrido, reduzca el tiempo de operación y mejore la productividad general del sistema 102, por ejemplo, priorizando y optimizando el proceso de picking.

[37] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para supervisar el progreso de varias tareas de picking en las zonas de picking virtuales del almacén 110 y ajustar la asignación de dichas tareas a los robots móviles autónomos en tiempo real o casi real, basándose en el estado operativo de los robots móviles autónomos y en el estado operativo del operador, recibido de cada uno de los dispositivos portátiles que lleva el operador correspondiente. El controlador 104 está configurado para recibir información de los dispositivos portátiles de los operadores, por ejemplo, el primer dispositivo portátil 118A, usado por el primer operador 116A, para determinar el estado actual de cada tarea de picking y la distribución general de la carga de trabajo en el almacén 110. Además, la monitorización de las tareas de picking se utiliza para mantener la eficiencia operativa del sistema 102, por ejemplo, identificando cuellos de botella o retrasos y tomando medidas correctivas. Como resultado, al monitorizar y ajustar la asignación de tareas con base en datos en tiempo real, el controlador 104 mejora la eficiencia operativa, se adapta a las condiciones cambiantes y garantiza una gestión fluida del flujo de trabajo en entornos de almacén.

[38] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar rutas y asignaciones de picking según las capacidades específicas de cada robot móvil autónomo, incluyendo el uso de horquillas extendidas para la recogida simultánea de múltiples palés o jaulas con ruedas. El controlador 104 evalúa las características únicas de cada robot, como las horquillas extendidas, y asigna tareas y rutas que aprovechan las características únicas de cada robot para manipular múltiples artículos simultáneamente, optimizando así el proceso de picking. En una implementación, el controlador 104 identifica las características únicas de cada robot móvil autónomo, como el primer robot móvil autónomo 114A, con diferentes capacidades tecnológicas

que permiten descubrir nuevos casos de uso utilizando la misma pila de software. Por ejemplo, un robot móvil autónomo con horquillas extendidas puede configurarse para recoger una o más cajas juntas y planificar la ruta de recogida de cada robot para que estos ofrezcan soluciones independientes del palet. Como resultado, el controlador 104 está configurado para optimizar las rutas y asignaciones de picking en función de las capacidades del robot, lo que mejora la eficiencia, reduce el tiempo de desplazamiento y maximiza el uso de los recursos disponibles en el almacén 110, reduciendo así el tiempo total de picking y mejorando el rendimiento.

[39] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para generar varias rutas de picking para varios robots móviles autónomos y varios operadores, agrupando los pedidos según la proximidad y similitud de los artículos del inventario en diferentes pedidos. Esto determina el número mínimo de pasillos consecutivos necesarios para completar los pedidos agrupados y permite la selección simultánea de varios palés o jaulas con ruedas, minimizando así la distancia total de desplazamiento y el tiempo total necesario para completar una tarea de picking. Posteriormente, el controlador 104 está configurado para determinar el número mínimo de pasillos consecutivos necesarios para completar los pedidos agrupados y permitir la selección simultánea de múltiples palés o jaulas con ruedas. Además, está configurado para minimizar la distancia total de recorrido y el tiempo total necesario para completar una tarea de picking. El controlador 104 está configurado para analizar la información del pedido e identificar grupos de pedidos con tipos o ubicaciones de artículos de inventario similares. En una implementación, el controlador 104 está configurado para calcular las rutas óptimas que cada robot móvil autónomo y operador debe seguir para completar los pedidos agrupados eficientemente. Además, este cálculo incluye la determinación del número mínimo de

pasillos consecutivos necesarios, lo que permite la selección simultánea de múltiples palés o jaulas con ruedas y optimiza la distancia y el tiempo totales de recorrido. Como resultado, al agrupar los pedidos según la proximidad y similitud de los artículos de inventario, y considerando los requisitos de los pasillos y la capacidad de manejo de palés, el controlador 104 está configurado para minimizar las distancias de recorrido y el tiempo dedicado a cada tarea de picking.

[40] De acuerdo con una implementación, el controlador 104 está configurado además para mostrar una interfaz de usuario (IU) en el primer dispositivo portátil 118A que lleva el primer operador 116A. Esta interfaz permite al usuario marcar el palé para una auditoría mediante la IU cuando el primer operador 116A detecta una anomalía durante el proceso de preparación de pedidos. Si el primer operador 116A detecta una discrepancia, como artículos dañados, cantidades incorrectas o productos extraviados, utiliza la IU de su dispositivo portátil para introducir un comando específico que marque el palé correspondiente para una auditoría y, de este modo, garantizar que cualquier posible error se aborde y resuelva rápidamente. En la figura 3 se describe y muestra en detalle un ejemplo de la interfaz de usuario (IU) del primer dispositivo portátil 118A, utilizado por el primer operador 116A, que permite al usuario marcar el palé para una auditoría cuando detecta una anomalía durante el proceso de picking. Como resultado, el controlador 104 está configurado para gestionar las anomalías reportadas, facilitando así su rápida investigación y resolución, garantizando así el cumplimiento de rigurosos estándares de control de calidad.

[41] Ventajosamente, el sistema 102 de la orquestación del almacén para la preparación y el cumplimiento del inventario proporciona procesamiento de pedidos en tiempo real o casi real y una distribución eficiente de tareas entre las diversas zonas de picking virtuales para

mejorar la precisión y la velocidad de los pedidos. El sistema 102 se coordina eficazmente con los robots móviles autónomos y los operadores humanos, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo los cuellos de botella. Además, al utilizar datos de ubicación y rutas predefinidas, el sistema 102 está configurado para garantizar una navegación precisa y la asignación de tareas para los robots móviles autónomos. Además, el controlador 104 está configurado para generar instrucciones detalladas de recogida y patrones de carga de palés según un conjunto de criterios, lo que mejora la utilización del espacio y evita daños a los artículos del inventario. El sistema 102 está configurado para ajustar los parámetros operativos de cada robot móvil autónomo en función de las condiciones de carga y supervisa continuamente las tareas de recogida, realizando ajustes en tiempo real para mantener la eficiencia, mejorando la eficiencia operativa, la manipulación segura de las mercancías y la colaboración fluida entre los robots móviles autónomos y los operadores humanos.

[42] La figura 1B es un diagrama de bloques que ilustra varios componentes de ejemplo de un sistema, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 1B se describe junto con los elementos de la figura 1A. Con referencia a la figura 1B, En la figura 1B, se muestra un diagrama de bloques 100B que incluye el sistema 102. El sistema 102 incluye el controlador 104, una interfaz de red 120 y una memoria 122.

[43] La interfaz de red 120 puede incluir hardware o software configurado para establecer la comunicación entre el controlador 104 y la memoria 122. Ejemplos de la interfaz de red 120 incluyen, entre otros, un puerto de computadora, una toma de red, un controlador de interfaz de red (NIC) y cualquier otro dispositivo de interfaz de red.

[44] La memoria 122 está configurada para almacenar información de pedidos, como información relacionada con pedidos, ejecuciones, artículos de inventario, etc., recibida del sistema de gestión de almacén 106. Ejemplos de implementación de la memoria 122 incluyen, entre otros, memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), disco duro (HDD), memoria flash, tarjeta SD, unidad de estado sólido (SSD) y/o memoria caché de CPU. Ventajosamente, el sistema 102 permite la comunicación y el almacenamiento eficientes de pedidos y datos de inventario, mejorando la funcionalidad y el rendimiento general del sistema 102 para la orquestación del almacén.

[45] La figura 2 es un diagrama que ilustra un almacén con varios operadores y varias zonas de selección virtuales, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 2 se describe junto con elementos de las figuras 1A y 1B. Con referencia a la figura 2, se muestra un diagrama 200 que incluye el almacén 110 con varios robots móviles autónomos (p. ej., el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B y un tercer robot móvil autónomo 206), varias zonas de selección virtuales (p. ej., desde la primera zona de selección virtual 112A hasta la enésima zona de selección virtual 112N) y varios operadores (p. ej., desde el primer operador 116A hasta el enésimo operador 116N).

[46] En un escenario de implementación, el almacén 110 incluye varias zonas virtuales, como la primera zona de selección virtual 112A hasta la enésima zona de selección virtual 112N, donde se almacenan los artículos del inventario. El controlador 104 del sistema 102 hace que el primer robot móvil autónomo 114A de la pluralidad de robots móviles autónomos se desplace a la primera zona de selección virtual 112A de

la pluralidad de zonas de selección virtuales. De igual forma, el controlador 104 hace que los demás robots móviles autónomos, como el segundo robot móvil autónomo 114B, hasta la enésima zona de selección virtual 114N, se desplacen a las zonas de selección virtuales correspondientes, como la segunda zona de selección virtual 202A, la tercera zona de selección virtual 202B y la cuarta zona de selección virtual 202C de la pluralidad de zonas de selección virtuales. Además, los robots móviles autónomos están configurados para desplazarse a la zona de recogida virtual en función de los artículos de inventario que deben cargar en sus respectivos palés, según la información del pedido recibida por el controlador 104 y el patrón de carga. Además, los operadores, desde el primer operador 116A hasta el enésimo operador 116N, reciben instrucciones de guía, transmitidas a través de sus dispositivos portátiles. Por ejemplo, el primer operador 116A lleva el primer dispositivo portátil 118A para guiarlo y estar disponible en la primera zona de recogida virtual 112A mediante las instrucciones de guía enviadas por el controlador 104. De forma similar, un segundo operador 204A lleva un segundo dispositivo portátil y un tercer operador 204B lleva un tercer dispositivo portátil para estar disponibles en la primera zona de recogida virtual 112A, la segunda zona de recogida virtual 202A, la tercera zona de recogida virtual 202B y la cuarta zona de recogida virtual 202C, respectivamente, mediante las instrucciones de guía enviadas por el controlador 104. Ventajosamente, los movimientos coordinados de los robots móviles autónomos y los operadores mejoran la eficiencia operativa, optimizan la asignación de tareas y mejoran la coordinación entre los operadores y los robots autónomos.

[47] FIG. La figura 3 es un diagrama que representa una interfaz de usuario (IU) ejemplar de un dispositivo portátil que ilustra la interacción en tiempo real o casi real de un operador con un controlador de un sistema de organización de almacén para la preparación y el

cumplimiento del inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 3 se describe junto con elementos de las figuras 1A, 1B y 2. Con referencia a la figura 3, se muestra un diagrama 300 que representa una ilustración ejemplar de una interfaz de usuario (IU) 304 de un dispositivo portátil 302 que lleva un operador para permitir la entrada del usuario correspondiente a marcar el palé para una auditoría mediante la IU 304 cuando el operador, como el primer operador 116A, detecta una anomalía durante el proceso de preparación.

[48] En un escenario ejemplar, con referencia a la figura 3, se muestra otra ilustración ejemplar 300 que representa la interfaz de usuario 304 del dispositivo portátil 302 que lleva uno de los operadores. Por ejemplo, la interfaz de usuario del primer dispositivo portátil 118A que lleva el primer operador 116A. En una implementación, el dispositivo portátil 302 incluye cualquier dispositivo capaz de mostrar información en un formato legible para humanos, como un reloj inteligente, un monitor de computadora, una tableta o un teléfono inteligente que cada operador pueda llevar individualmente. La interfaz de usuario 304 es una interfaz visual que se utiliza para mostrar cualquier evento en curso relacionado con la información del pedido, los artículos del inventario, las instrucciones de guía y la instrucción de carga del palé. Por ejemplo, la interfaz de usuario 304 muestra información como el nombre de usuario, el ID de usuario, el ID de inventario, el nombre del inventario, la cantidad, la excepción de generación, el artículo escaneado, la ubicación, etc. En una implementación, el controlador 104 está configurado para mostrar la interfaz de usuario 304 en el primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A, para permitir la entrada del usuario correspondiente a marcar el palé para una auditoría mediante la interfaz de usuario 304 cuando el primer operador 116A detecta una anomalía durante el proceso de picking. Esto garantiza que cualquier discrepancia, como artículos dañados, cantidades incorrectas o productos extraviados,

se solucione con prontitud, manteniendo altos estándares de precisión y control de calidad en las operaciones del almacén. El operador, como el primer operador 116A, al detectar una anomalía, puede usar la interfaz de usuario 304 en el dispositivo portátil 302 para introducir un comando específico que marque el palé correspondiente para una auditoría, por ejemplo, un comando de excepción. Además, dicho comando activa el controlador 104 para marcar el palé para su posterior inspección y resolución. Por lo tanto, al permitir la notificación y señalización inmediata de anomalías a través del dispositivo portátil 302, el sistema 102 facilita la investigación y resolución rápida de problemas, garantizando un riguroso control de calidad y minimizando las interrupciones en el proceso de preparación de pedidos.

[49] Las figuras 4A y 4B ilustran un robot móvil autónomo equipado con una pantalla de interfaz de usuario (IU) y mecanismos de control, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Con referencia a la figura 4A, se muestra un diagrama 400A que representa una implementación ejemplar del primer robot móvil autónomo 114A, configurado para desplazarse a la pluralidad de zonas de preparación de pedidos virtuales y permitir que los operadores carguen el palé del primer robot móvil autónomo 114A según el patrón de carga del palé. Además, con referencia a la figura 4B, En la figura 4B, se muestra otra implementación del primer robot móvil autónomo 114A, que incluye horquillas extendidas configuradas para cargar uno o más artículos del inventario según la información del pedido recibida del sistema de gestión de almacén 106.

[50] En un escenario de implementación, cada robot móvil autónomo, como el primer robot móvil autónomo 114A, se utiliza para operaciones de almacén y asiste a los operadores en tareas como la preparación, el transporte y la gestión de artículos del inventario. El controlador 104 está

configurado para mover el primer robot móvil autónomo 114A de entre los robots móviles autónomos a la primera zona de preparación virtual 112A de las zonas de preparación virtuales. El primer robot móvil autónomo 114A está configurado para aumentar la productividad general del sistema 102 mediante la reducción del tiempo de desplazamiento del operador, una mejor ergonomía en la preparación y una mayor satisfacción de los empleados a un coste mínimo. El sistema 102 permite una rápida puesta en marcha en cuestión de días o semanas, sin necesidad de una amplia capacitación del operador, cercado ni tiempo de inactividad por código de barras. Además, ofrece un rápido periodo de amortización y un alto retorno de la inversión (ROI), con una reducción prevista del coste total de propiedad (TCO) de entre el 25 % y el 40 %. Además, el sistema 102 está configurado para gestionar múltiples tipos de palés dentro del almacén 110, satisfaciendo así diversas necesidades operativas.

[51] Las figuras 5A, 5B y 5C son diagramas que ilustran un proceso de estratificación y paletización en un sistema de gestión de almacenes para optimizar la preparación y el cumplimiento del inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Con referencia a la figura 5A, se muestra un diagrama 500A que representa una capa inicial de uno o más artículos del inventario colocados en un palé del primer robot móvil autónomo 114A de la pluralidad de robots móviles autónomos. Asimismo, con referencia a la figura 5A, En la figura 5B, se muestra un diagrama 500B que muestra la adición de una segunda capa de uno o más artículos de inventario, que se colocan sobre la capa inicial de uno o más artículos de inventario. Además, en referencia a la figura 5C, se muestra un diagrama 500C que muestra una tercera capa de uno o más artículos de inventario, que se coloca sobre la segunda capa de artículos de inventario, completando así la carga del palé.

[52] En un escenario de implementación, el controlador 104 del sistema 102 está configurado para determinar un patrón de carga de palets que indica la distribución de los artículos del inventario en una o más cajas y el apilamiento de dichas cajas en una o más capas, como la capa inicial, la segunda capa y la tercera, en el palé del primer robot móvil autónomo 114A. El operador, como el primer operador 116A, recibe instrucciones para cargar el palé del primer robot móvil autónomo 114A con uno o más artículos del inventario según el patrón de carga, determinado por el controlador 104 con base en un conjunto de criterios, como el volumen del palé y de la caja, la densidad de las cajas y la capacidad de aplastamiento de los artículos, la altura de apilamiento de las cajas por capa, el ancho de cada capa, etc., garantizando así que los artículos más pesados se ubiquen en la parte inferior y los más ligeros y frágiles en la superior. Además, la colocación de una o más cajas con uno o más artículos de inventario optimiza el uso del espacio, lo que garantiza la seguridad de la pluralidad de artículos durante el transporte y mejora la eficiencia general de la carga.

[53] Las figuras 6A, 6B y 6C son diagramas que ilustran diferentes configuraciones de artículos cargados en un robot móvil autónomo según el centro de masas, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En la figura 6A, se muestra el diagrama 600A de una vista lateral del primer robot móvil autónomo 114A. De igual forma, en la figura 6B, se muestra el diagrama 600B de una vista frontal del primer robot móvil autónomo 114A, y en la figura 6C, se muestra el diagrama 600C de una vista superior del primer robot móvil autónomo 114A con uno o más artículos de inventario colocados en el palé.

[54] En un escenario ejemplar, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas de cada uno o más artículos de inventario, como un primer centro de masas 602A de un primer artículo de inventario

604A, un segundo centro de masas 602B de un segundo artículo de inventario 604B y un tercer centro de masas 602C de un tercer artículo de inventario 604C cargado en el primer robot móvil autónomo 114A junto con el centro de masas 608 de un palé 606. En una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar un centro de masas y una carga útil total acumulada en cada robot móvil autónomo de la pluralidad de robots móviles autónomos que incluye el primer robot móvil autónomo y preconfigurar una velocidad máxima, una aceleración y un par de rotación para cada robot móvil autónomo en función del centro de masas detectado y la carga útil total. Como resultado, al monitorear y ajustar el centro de masas y la carga útil, el controlador 104 está configurado para optimizar el rendimiento del primer robot móvil autónomo 114A y garantizar el transporte seguro de uno o más artículos de inventario cargados.

[55] La figura 7 muestra un diagrama de flujo de un método de orquestación de almacén para la preparación y el cumplimiento de inventario, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 7 se describe junto con los elementos de las figuras 1A, 1B y 6. Con referencia a la figura 7, se muestra un diagrama de flujo de un método 700 que incluye los pasos 702 a 712. El controlador 104 (de la figura 1A) está configurado para ejecutar el método 700.

[56] Se proporciona el método 700 de orquestación de almacén para la preparación y el cumplimiento de inventario. El método 700 se utiliza para procesar y distribuir pedidos en tiempo real o casi real, con una asignación y gestión eficientes en las diversas zonas de picking virtuales. Además, el método 700 permite establecer una coordinación mejorada y fiable entre los robots móviles autónomos y los operadores humanos, optimizando así la eficiencia operativa del almacén 110 y un apilado seguro y eficiente.

[57] En 702, el método 700 incluye la recepción de información de pedidos desde un sistema de gestión de almacén 106. La información de pedidos recibida por el controlador 104 desde el sistema de gestión de almacén 106 debe incluir información asociada al pedido, como el ID del pedido, información del cliente, detalles del producto, cantidad, ubicación del inventario, nivel de prioridad, fecha de entrega, instrucciones de manejo, etc. La recuperación de la información de pedidos desde el sistema de gestión de almacén 106 se utiliza para garantizar que los múltiples pedidos que se deben procesar a través del almacén 110 se procesen de forma precisa y eficiente.

[58] En 704, el método 700 incluye la asignación y distribución de múltiples pedidos entre múltiples zonas de picking virtuales en el almacén 110, en función de la demanda y la capacidad de picking en tiempo real o casi real, y de la información de pedidos recibida. Como resultado, el método 700 se utiliza para optimizar el flujo de trabajo, reducir los cuellos de botella y mejorar la eficiencia operativa general del almacén.

[59] En 706, el método 700 incluye mover el primer robot móvil autónomo 114A de entre varios robots móviles autónomos a una primera zona de recogida virtual 112A de entre las zonas de recogida virtuales. La asignación del robot móvil autónomo correcto a la zona de recogida virtual correcta permite realizar las tareas de recogida de forma eficiente. Además, esta coordinación es esencial para optimizar el flujo de trabajo en el almacén 110, garantizando así un proceso de recogida ágil y eficiente.

[60] En 708, el método 700 incluye comunicar una instrucción de guía al primer dispositivo portátil 118A que lleva el primer operador 116A para guiarlo y que esté disponible en la primera zona de recogida virtual 112A.

La comunicación de la instrucción de guía al primer dispositivo portátil 118A se utiliza para garantizar que el primer operador 116A se encuentre en la ubicación correcta para asistir en la preparación del inventario, facilitando así una colaboración eficiente entre robots autónomos y operadores humanos, por ejemplo, entre el primer operador 116A y el primer robot móvil autónomo 114A.

[61] En 710, el método 700 incluye la determinación de un patrón de carga de palets que indica la distribución de varios artículos del inventario en una o más cajas y el apilamiento de una o más cajas en una o más capas sobre un palé del primer robot móvil autónomo 114A, basándose en el conjunto de criterios. Además, el conjunto de criterios incluye al menos un primer criterio de densidad de cajas con respecto a un parámetro de aplastabilidad de los artículos. El patrón de carga del palé, que indica la distribución de los artículos del inventario en una o más cajas y el apilamiento de dichas cajas en una o más capas sobre el palé del primer robot móvil autónomo 114A, optimiza el uso del espacio y garantiza la seguridad de los artículos del inventario durante el transporte, lo que ayuda al primer operador 116A a evitar daños en las mercancías, mantener la integridad de los artículos frágiles y mejorar la eficiencia general del proceso de carga.

[62] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la determinación, por parte del controlador 104, del volumen del palé y del volumen de la caja para los artículos a recoger. La compatibilidad entre ambos es un segundo criterio. Este segundo criterio se utiliza para determinar el patrón de carga y comprobar si hay voladizos, espacio desperdiciado o desequilibrios que puedan afectar la estabilidad y la seguridad de los artículos del inventario colocados en el palé. Además, el segundo criterio, que es la determinación de la compatibilidad entre el volumen del palé y el volumen de la caja, se utiliza para optimizar la

utilización del espacio, mantener el equilibrio y evitar daños durante el transporte de la pluralidad de artículos del inventario, mejorando así la eficiencia general de los procesos de almacenamiento y manipulación del inventario dentro del almacén 110.

[63] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la determinación, por parte del controlador 104, de la altura de apilamiento de las cajas para cada capa del palé, siendo esta altura un tercer criterio del conjunto. En una implementación, el controlador 104 está configurado para determinar la altura óptima de apilamiento de cada capa del palé analizando las dimensiones, el peso y la estabilidad de las cajas. Además, la determinación de la altura correcta de apilamiento de las cajas se utiliza para mantener la integridad estructural de los artículos apilados, optimizando así la capacidad de almacenamiento y garantizando la manipulación y el transporte seguros de los artículos del inventario. Asimismo, la altura de apilamiento de las cajas se utiliza para evitar daños durante las operaciones de almacenamiento.

[64] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la determinación, por parte del controlador 104, del ancho de cada capa de las cajas para cada capa del palé, siendo este un cuarto criterio del conjunto. El ancho de cada capa de una o más cajas, basado en factores como las dimensiones de las cajas, el tamaño del palé y cualquier restricción operativa, se utiliza para maximizar el uso del espacio del palé, manteniendo la estabilidad y la accesibilidad de los artículos del inventario. Como resultado, el método 700 se utiliza para determinar el ancho de la capa de cajas, que se utiliza además para optimizar la disposición de una o más cajas en el palé del primer robot móvil autónomo 114A, garantizando así un uso eficiente del espacio, un transporte seguro y un almacenamiento óptimo en las operaciones del almacén.

[65] En 712, el método 700 incluye la generación y comunicación de una instrucción de selección basada en el patrón de carga del palé determinado al primer dispositivo portátil 118A, que lleva el primer operador 116A, para seleccionar uno o más artículos del inventario y colocarlos en el palé del primer robot móvil autónomo 114A según el patrón de carga del palé determinado. La comunicación de las instrucciones de selección, basada en el patrón de carga del palé determinado, se utiliza para proporcionar orientación en tiempo real durante el proceso de selección al primer operador 116A. Como resultado, al generar instrucciones de selección precisas, el controlador 104 está configurado para garantizar el cumplimiento preciso y eficiente de los pedidos dentro del almacén 110 con una mayor precisión operativa y facilita la integración fluida de flujos de trabajo humanos y automatizados.

[66] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la determinación, por parte del controlador 104, del centro de masas y la carga útil total acumulada en cada robot móvil autónomo de la pluralidad de robots móviles autónomos, incluido el primer robot móvil autónomo, y la preconfiguración, por parte del controlador 104, de la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación para cada robot móvil autónomo, basándose en el centro de masas detectado y la carga útil total. En un ejemplo, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas y la carga útil total acumulada en el primer robot móvil autónomo 114A y preconfigurar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación para el primer robot móvil autónomo 114A, basándose en el centro de masas detectado y la carga útil total. De forma similar, el controlador 104 está configurado para determinar el centro de masas y la carga útil total acumulada en el enésimo robot móvil autónomo 114N y preconfigurar la velocidad máxima, la aceleración y el par de rotación de dicho robot en función del centro de masas detectado y la carga útil total.

El controlador 104 está configurado para ajustar parámetros como la velocidad máxima para garantizar un manejo seguro, la aceleración para un movimiento eficiente y el par de rotación para la maniobrabilidad, adaptados a las condiciones de carga específicas de cada uno de los robots móviles autónomos (p. ej., el primer robot móvil autónomo 114A, el segundo robot móvil autónomo 114B, hasta el enésimo robot móvil autónomo 114N) para optimizar las capacidades operativas y la seguridad de cada uno de ellos con un movimiento eficiente dentro del almacén 110.

[67] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la monitorización, por parte del controlador 104, del progreso de varias tareas de picking en varias zonas virtuales de picking del almacén y el ajuste, por parte del controlador, de la asignación de dichas tareas a varios robots móviles autónomos en tiempo real o casi real, basándose en el estado operativo del robot y del operador, recibido de cada uno de los dispositivos portátiles que lleva el operador correspondiente. Como resultado, al monitorizar y ajustar la asignación de tareas con base en datos en tiempo real, el controlador 104 mejora la eficiencia operativa, se adapta a las condiciones cambiantes y garantiza una gestión fluida del flujo de trabajo en entornos de almacén.

[68] De acuerdo con una realización, el método 700 incluye la generación, por parte del controlador 104, de una secuencia de picking que indica una o más ubicaciones de picking posteriores en la primera zona de picking virtual, o una o más ubicaciones de picking posteriores en una zona de picking virtual posterior para el primer robot móvil autónomo, basándose en un conjunto de factores de coste. Dicho conjunto de factores de coste comprende el coste de la distancia del robot, el coste de picking, el coste de desplazamiento del operador y el coste actual de la zona. El coste actual de la zona se refiere a la carga

operativa actual y la eficiencia de una zona de picking específica dentro del almacén 110. Este conjunto de factores de coste se utiliza para garantizar que la selección de los artículos del inventario se realice en una secuencia que minimice la distancia total de desplazamiento, reduzca el tiempo de funcionamiento y mejore la productividad general del sistema 102, por ejemplo, priorizando y optimizando el proceso de picking.

[69] Ventajosamente, el método 700 de la orquestación del almacén para la preparación y el cumplimiento del inventario proporciona procesamiento de pedidos en tiempo real o casi real y una distribución eficiente de tareas entre las diversas zonas de preparación virtuales para mejorar la precisión y la velocidad de los pedidos. El método 700 se coordina eficazmente con los robots móviles autónomos y los operadores humanos, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo los cuellos de botella. Además, al utilizar datos de ubicación y rutas predefinidas, el sistema 102 está configurado para garantizar una navegación precisa y la asignación de tareas para los robots móviles autónomos. Asimismo, el controlador 104 está configurado para generar instrucciones de preparación detalladas y patrones de carga de palés según un conjunto de criterios, mejorando así la utilización del espacio y evitando daños en los artículos del inventario. El sistema 102 está configurado para ajustar los parámetros operativos de cada robot móvil autónomo en función de las condiciones de carga y monitoriza continuamente las tareas de preparación, realizando ajustes en tiempo real para mantener la eficiencia, mejorando la eficiencia operativa, la manipulación segura de las mercancías y la colaboración fluida entre los robots móviles autónomos y los operadores humanos.

[70] Ciertas realizaciones de la presente divulgación pueden encontrarse en un sistema de gestión de almacén para la reposición y preparación de

inventario en el área de preparación de pedidos 104. Diversas realizaciones de la presente divulgación pueden proporcionar el sistema que incluye el servidor de gestión de almacén 108. Si bien la presente divulgación se describe con referencia a ciertas realizaciones, los expertos en la materia comprenderán que se pueden realizar diversos cambios y sustituir equivalentes sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Además, se pueden realizar numerosas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente divulgación sin apartarse de su alcance. Por lo tanto, se pretende que la presente divulgación no se limite a la realización particular divulgada, sino que incluya todas las realizaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Los elementos, materiales, procesos o pasos equivalentes pueden sustituirse por los que se ilustran y describen de forma representativa en el presente documento. Además, ciertas características de la divulgación pueden utilizarse independientemente del uso de otras, como resultará evidente para un experto en la materia tras consultar esta descripción de la divulgación.

[71] En el presente documento, los términos «comprende», «que comprende», «incluye», «incluyendo», «tiene», «que tiene» o cualquier variante contextual de los mismos, se utilizan para abarcar una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, producto, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no se limita necesariamente a dichos elementos, sino que puede incluir otros elementos no expresamente enumerados o inherentes a dicho proceso, producto, artículo o aparato. Además, salvo que se indique expresamente lo contrario, «o» se refiere a un «o» inclusivo y no a un «o» exclusivo. Por ejemplo, una condición «A o B» se cumple mediante cualquiera de las siguientes condiciones: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente); A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente); y tanto A

como B son verdaderas (o están presentes).

[72] Aunque los pasos, operaciones o cálculos pueden presentarse en un orden específico, este orden puede variar en diferentes implementaciones. En algunas implementaciones, si en esta especificación se muestran varios pasos como secuenciales, en implementaciones alternativas se puede realizar simultáneamente una combinación de dichos pasos. La secuencia de operaciones descrita aquí puede interrumpirse, suspenderse, revertirse o controlarse de otro modo mediante otro proceso. Cabe destacar que uno o más de los elementos representados en los dibujos/figuras pueden implementarse de forma más independiente o integrada, o incluso eliminarse o inutilizarse en ciertos casos, según sea útil para una aplicación específica.