

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 326**

51 Int. Cl.:

B07C 5/38 (2006.01)

B65B 25/06 (2006.01)

G01G 19/387 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2010 PCT/IB2010/002109**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.02.2011 WO2011021100**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2010 E 10770872 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2467212**

54 Título: **Método para la división en porciones de artículos**

30 Prioridad:

19.08.2009 GB 0914530

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

16.06.2017

73 Titular/es:

VALKA EHF (50.0%)

Akralind 1

201 Kópavogur, IS y

REYKJAVIK UNIVERSITY (50.0%)

72 Inventor/es:

BJORNSSON, YNGVI;

JONSSON, EINAR, BJORN y

HJALMARSSON, HELGI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 617 326 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

Método para la división en porciones de artículos

5 La presente invención se refiere a un método para la división en porciones de artículos. En particular se refiere a un método para la división en porciones de artículos alimenticios a base de al menos una característica de los artículos.

Antecedentes

10 Hay muchas industrias en las que la clasificación, asignación o división en porciones de otra forma de artículos es importante, sobre todo para el almacenamiento y transporte de dichos artículos. Esto es de particular interés en la industria alimentaria, en la que la empresa de envasado, almacenamiento y transporte de alimentos desde su fuente hasta el minorista o el usuario final es muy importante. Es altamente deseable dividir en porciones artículos de comida en la manera más eficiente posible con el fin de proteger y preservar alimentos, haciendo al mismo tiempo un uso óptimo del espacio disponible, para mejorar la rentabilidad del proceso.

15 Muchos enfoques conocidos utilizan algoritmos en un intento de optimizar el número y la naturaleza de los artículos que deberán incluirse en uno o más recipientes que tienen una capacidad particular y los niveles de llenado diana. Un problema particular para el llenado de contenedores con un peso de artículo de diana predefinido, usando un número limitado de artículos de peso conocido y que tiene un límite en el número de contenedores que se pueden abrir para el llenado en un momento dado, se conoce como el "problema de cubierta de caja de espacio acotado en línea". El problema de encontrar una cubierta de la caja óptima se sabe que es NP-difícil, por lo que es poco probable que exista un algoritmo polinomial eficiente para encontrar una solución óptima al problema.

20 En la industria alimentaria hay varias tareas de clasificación y división en porciones que se realizan principalmente a mano dado que los algoritmos ya conocidos no son adecuados para tratar o automatizar estas tareas. Por ejemplo, filetes de pescado fresco y filetes de pechuga de aves de corral se empaquetan habitualmente en los llamados paquetes intercalados, que es un ejemplo de un método de envasado que pone carga adicional en las soluciones del algoritmo de división en porciones. Los paquetes intercalados son típicamente congelados en bloque. Los filetes se colocan en capas en las que los filetes no se toquen y entonces una película de plástico que se coloca en la parte superior de la capa antes de que la siguiente capa de filetes se coloque en el paquete. Estos paquetes se seleccionan comúnmente por los restaurantes ya que son muy compacto, pero los filetes no se congelan juntos de modo que cualquier número de piezas se puede tomar del paquete para cocinar.

25 Al embalar filetes de bacalao en paquetes intercalados es más común tener tres filetes en cada capa y los filetes en la primera capa se colocan como se muestra en la figura 1, donde las colas se colocan hacia el centro de el paquete, mientras que las partes de lomo grueso están hacia los bordes. La figura muestra también que dos filetes tienen la pieza de la cola apuntando hacia abajo y una hacia arriba. Cuando se coloca la siguiente capa esto es lo opuesto dado que dos filetes tienen ahora la parte de la cola hacia arriba y una hacia abajo, pero las colas todavía se colocan hacia el centro. Además de estos requisitos los paquetes deben ser de peso fijo y también pueden tener un requisito de que un cierto número predefinido de filetes debe estar en el paquete.

30 Para poder hacer un paquete intercalado de forma totalmente automática, hay dos alternativas conocidas. Una de ellas es hacer una máquina niveladora más complicada que puede girar de forma selectiva los filetes y entonces el algoritmo de dosificación asociado no tiene que tener en cuenta la orientación de los filetes. El otro método es colocar cada otro filete en la máquina de envasado con la cola frente a la izquierda mientras que los otros filetes tienen la cola hacia la dirección opuesta. Sin embargo, esto pone un requisito en el algoritmo de división en porciones que se utiliza, para ser capaz de seleccionar los filetes. Los métodos actuales que están puramente basados en métodos combinatorios o estadísticos no son del todo adecuados para tal tarea.

35 Tanto para las disposiciones de envasado intercalado y otras, en la industria alimentaria hay una gran demanda de clasificación y envasado de artículos en paquetes de peso fijo. En los últimos años, se han logrado algunos avances en el desarrollo de métodos de clasificación y envasado de artículos en paquetes de peso fijo. Estos métodos se refieren a veces como "dosificación inteligente" en la que los artículos se seleccionan de forma inteligente en diferentes lotes (porciones) para que estén lo más cerca posible de un peso diana predefinido. Cuando el objetivo de la creación de las llamadas porciones de peso fijo - es decir, las porciones que tienen un peso tan poco como sea posible por encima de un peso mínimo predefinido - existen principalmente dos métodos que se utilizan; pesaje de acumulación y pesaje de combinación.

40 De acuerdo con el principio de pesaje de acumulación, los artículos que han de ser asignados a un contenedor u otro medio de envasado o almacenamiento se pesan en una escala dinámica, y los pesos son registrados con el fin de realizar un seguimiento de la ubicación correspondiente de los artículos en una línea y de los pesos correspondientes. Una unidad de distribución a continuación, asigna los artículos individuales a una o más bandejas de recepción, hasta que el peso acumulado en una caja en particular coincide con un peso diana. Sin embargo, el pesaje de acumulación tiene varias desventajas. Normalmente, en estos métodos se conoce el peso de un solo artículo cuando se toma una decisión en cuanto a cuál de una pluralidad de contenedores de receptor el artículo

será guiado. Esto crea una desventaja significativa dado que el método no puede asegurar que una porción en un compartimiento receptor se terminará un cierto peso por encima del peso diana, ya que sólo puede predecir con cierta probabilidad que el método será capaz de completar la porción de dentro de un peso dado. Además, es poco factible utilizar este método para crear paquetes con requisitos especiales, como en el caso con los paquetes intercalados.

El documento US 5.998.740 divulga una técnica de pesaje y de división en porciones sobre la base de una técnica de "niveladora", que es un desarrollo del pesaje de acumulación, en el que un número de artículos que han de ser divididos en porciones, a saber, artículos alimenticios naturales con peso no uniforme variable, son alimentados a través de una estación de pesaje y posteriormente alimentados selectivamente a una pluralidad de cajas de recepción. La técnica incluye el pesaje de un número finito de artículos que han de ser divididos en porciones y el uso de la distribución de pesos de los artículos para evaluar estadísticamente la mejor distribución posible de los artículos.

Otro método conocido se describe en la patente EP01218244B1 en la que, en lugar de las funciones de perspectiva para el llenado de una o más cajas que se generan en base a un único artículo, las perspectivas se basan en un algoritmo llamado conteo inteligente de procesamiento por lotes. El conteo es el número total de posibles combinaciones de artículos presentes en una cola primero en entrar, primero en salir (FIFO) en función de la escasez por lotes y número de artículos. Este método puede utilizar el conocimiento de tener más de un solo artículo de peso conocido a ser asignado, pero dado que funciona con el número de posibles formas de crear combinaciones en lugar de probar las asignaciones reales de los artículos en las cajas se pueden pasar por alto buenas asignaciones. Además, es informáticamente intensivo y poco eficiente y no es adecuado para resolver los requisitos especiales de envasado, por ejemplo, durante el envasado de paquetes intercalados.

De acuerdo con el principio de pesaje de combinación, se conoce el peso combinado de múltiples artículos a asignar. Por lo general hay varias tolvas de pesaje y los artículos de cualquiera de las tolvas pueden ser liberados para crear las porciones para llenar un recipiente o caja. Existe, pues, el acceso aleatorio a las tolvas de pesaje y tolvas que han sido vaciadas pueden ser llenadas de forma selectiva. Mediante el uso de algoritmos combinatorios, la combinación de tolvas que genera el menor regalo se selecciona y, posteriormente, los artículos se liberan de estas tolvas y se unifican para crear la porción. Las máquinas de tolva de pesaje que utilizan este método de pesaje de combinación son típicamente ya sea en una disposición circular o en una disposición lineal como se describe en las patentes US 4.442.910 y 4.821.820. La principal desventaja de este método es que el acceso aleatorio a muchas tolvas es caro de construir y también difícil de implementar cuando se manejan artículos delicados, tales como productos de pescado fresco, para lo cual se prefiere que los artículos vayan directamente después del pesaje a los envases finales en lugar de ser colocados en tolvas de pesaje intermedias y ser recogidos en el paquete con un deslizador o transportador intermedio como se hace típicamente en pesadoras de cabezales múltiples.

Sin embargo, existe otro conjunto de métodos en los que el peso de múltiples artículos es conocido, como en pesaje de combinación, pero las piezas son igualmente alimentadas secuencialmente en uno o más contenedores o cajas de recepción. Un ejemplo de tal método de división en porciones está en la patente EP01060033B1. Este método utiliza estaciones de acumulación de porción para mantener temporalmente uno o más artículos hasta que su peso es adecuado para ser añadido a un contenedor, para ayudar a alcanzar su nivel de llenado objetivo. El principal inconveniente de este método es que no lleva a cabo la clasificación, al mismo tiempo que se realiza la división en porciones. Además, si un escaso número de artículos con peso conocido se encuentran actualmente en la máquina, no puede realizar la tarea de dividir en porciones con precisión. Por otra parte, se requiere espacio adicional y un aparato para las estaciones de acumulación, que se suma a los gastos generales.

El documento WO-A-01/07324 se refiere a la generación de un prospecto para el llenado de un lote con al menos un artículo que tiene una propiedad característica.

El documento WO-A-2007/083327 se refiere a un aparato de clasificación de artículos basados en al menos una característica de los artículos.

El documento US-A-2005/0137744 se refiere a un método y un aparato para la separación y transformación de los productos.

El documento WO-A-2006/106532 se refiere a un aparato para la clasificación y el procesamiento por lotes de artículos, donde se pesan los artículos clasificados en las categorías.

Sumario

La invención se expone en las reivindicaciones.

Debido a que se proporciona un método de asignación de un artículo dentro de un grupo de artículos a un receptor seleccionado de un grupo de receptores, en el que una propiedad característica tanto de un artículo y de otro artículo seleccionado dentro del grupo es considerado junto con la información de capacidad en los receptores, se

puede lograr una asignación óptima. La asignación no se basa en la información asumida o predicha, ni sobre las tendencias estadísticas, sino en las características reales del artículo que se asignará, y de un artículo que puede ser asignado posteriormente. La propiedad característica de los artículos puede incluir cualquiera de tamaño, peso, longitud y orientación, o cualquier otra propiedad adecuada que dependa del tipo de artículo que se considera. Debido a que el método considera las posibles opciones para asignar tanto el primer artículo y el segundo artículo al grupo de receptores disponibles, la reacción en cadena efectos de las posibles opciones de asignación para el primer artículo puede ser considerada, y en particular la asignación del primer artículo se puede seleccionar de modo que las opciones viables permanecen para la asignación del segundo artículo a continuación. Por lo tanto, la optimización no es sólo beneficiosa de forma instantánea y precisa, sino que también tiene futuras consideraciones en mente.

Debido a que la adición sucesiva de una pluralidad de artículos al grupo de receptores puede ser considerado, se proporciona una imagen acumulativa de los efectos de cada opción de asignación. Esto aumenta la inteligencia del método, y ayuda a perfeccionar y optimizar aún más el proceso de asignación de artículo. Por otra parte, teniendo en cuenta la asignación sucesiva de la pluralidad de artículos a dos o más diferentes combinaciones de receptores y la comparación de los efectos respectivos de estas opciones de asignación en la información de capacidad para el grupo de receptores, se consideran los efectos reales del mundo real de las opciones de asignación disponibles y la opción de asignación más favorable se puede seleccionar de este modo para determinar en qué receptor se asignará el primer artículo. Por lo tanto, se proporciona una solución más precisa, lo que puede hacer frente a los sucesos del mundo real tales como anomalías en la tendencia general de información de propiedad característica de los artículos del grupo de artículos.

Al permitir que la capacidad real de un receptor después de la asignación de un artículo al mismo y/o una capacidad prevista de un receptor después de la asignación de un artículo al mismo para ser considerado, la mirada hacia el futuro se han mejorado las capacidades del método. Es decir, el método puede utilizar la información de propiedad característica real que tiene con respecto a los artículos de los grupos para extrapolar y predecir los efectos futuros de capacidad que pueden influir en la elección del receptor para la asignación del primer artículo al mismo. Debido a una capacidad prevista de un receptor después de la asignación de un artículo al mismo se basa no sólo en la información histórica de asignación, sino también en la información actual de asignación, incluida la información de propiedad característica para los artículos reales restantes que se asignarán y/o información de la capacidad de los receptores reales disponibles para la asignación de los dichos artículos en los mismos, la predicción puede ser mejor refinada en comparación con los métodos de la técnica anterior que se basan únicamente en las tendencias o distribuciones anteriores. Es decir, cualquier anomalía o características inusuales de los artículos reales y los receptores que están siendo consideradas pueden ser tenidas en cuenta en el cálculo de cómo la capacidad de un receptor particular puede cambiar después de la asignación de un artículo al mismo.

Al considerar tanto un nivel de llenado actual y un nivel de llenado diana para los receptores, la asignación del artículo puede ser mejor enfocada - permitiendo que se asigne al receptor en el que sería más útil permitir que se logre el nivel de llenado diana de manera eficiente, y evitar o al menos reducir el desperdicio y las pérdidas potenciales de los beneficios asociados con un receptor demasiado lleno. Al mirar hacia adelante para ver cuál sería el nivel de llenado resultante si el artículo se añadió a un receptor particular dentro del grupo de receptores disponibles, se puede obtener una idea clara de cuál es el mejor para asignar ese artículo u otro artículo del grupo.

En particular, debido a que el nivel de llenado del receptor resultante puede ser considerado si el otro, segundo artículo fue añadido a cualquiera de un número de diferentes receptores dentro del grupo de receptores disponibles, es posible ver y planificar el futuro como parte del proceso de asignación. Es decir, una asignación que trabajaría bien para el primer artículo que podría llegar a ser inferior al óptimo, si se considera el segundo artículo.

Al ir un paso más allá y mirar el resultado del nivel de llenado si cada uno de los artículos del grupo de artículos disponibles para la asignación fueron asignados a uno o más receptores disponibles, se han mejorado las prestaciones futuras de planificación y optimización. Este beneficio se deriva no sólo para la asignación del grupo actual de los artículos, sino que también se puede utilizar en la planificación y control de la clasificación y la disposición de los grupos subsiguientes de los artículos para la asignación. Sin embargo, incluso cuando se considera posible la asignación de cada uno de los artículos de un grupo de artículos, sólo la asignación del primero de esos artículos se determinará como resultado. Idealmente, la información de la propiedad característica del artículo actualizada y la capacidad de información es utilizada cada vez que un nuevo artículo dentro del grupo de artículos se ha de asignar de forma determinante.

Al limitar el período de tiempo durante el cual la determinación de la asignación se lleva a cabo, se logra un equilibrio entre mirar hacia el futuro para mejorar la optimización de la asignación de un artículo individual, y mantener el proceso de asignación que se mueve a una velocidad aceptable.

Por discontinuar la consideración de la adición de un artículo a un receptor particular o una combinación de receptores, si esa opción de asignación parece proporcionar un resultado menos favorable que un resultado que una opción alternativa ya ha demostrado que proporciona, se mejoran la eficiencia computacional y la velocidad del proceso de asignación. Además, dando prioridad a un receptor particular o una combinación de receptores basados

en la información de capacidad se permite una solución óptima de asignación que se alcanza más rápidamente y de manera eficiente. Del mismo modo, haciendo caso omiso de un receptor o combinación de receptores de acuerdo con la información de capacidad evita perder tiempo en opciones "sin salida", mejorando así la eficiencia global y la velocidad.

5 Al permitir que las restricciones definidas por el usuario sean consideradas, se proporcionan una flexibilidad y un control adicional. Dependiendo de los artículos particulares que deben asignarse y otras consideraciones del mundo real, las limitaciones definidas por el usuario pueden incluir cualquier número de factores, incluyendo el número de artículos en el grupo de artículos, el número de receptores en el grupo de receptores, el número de artículos a ser asignado por receptor, y los posibles plazos para el llenado de un receptor a un nivel diana antes de que se sustituya por un receptor nuevo, vacío. Además, la orientación de un artículo para la asignación y su configuración con uno o más de otros artículos una vez asignados a un receptor puede ser considerada. Por lo tanto, las disposiciones de envasado particulares, tales como el intercalado se pueden incorporar de manera eficiente y útil en el proceso de asignación.

15 Una vez que se ha realizado la determinación de la asignación, el primer artículo puede ser dirigido al receptor seleccionado.

20 Al predecir la información de capacidad futura para el grupo de receptores que utilizan la asignación determinada para el primer artículo y una propiedad característica de al menos uno de los artículos restantes del grupo de artículos, el método permite la selección inteligente de los siguientes artículos para la asignación y ayuda en la determinación de la asignación de ese artículo posterior. En particular, porque el futuro nivel de llenado del receptor se puede predecir, la asignación del grupo actual de los artículos se puede adaptar en consecuencia y/o la prestación de un futuro grupo de artículos para la asignación de los receptores para recibir este tipo de artículos se puede seleccionar de forma inteligente.

25 Al asegurar que la información de propiedad característica y la información de capacidad se actualizan para el artículo posterior que se haya asignado, se asegura que se hace uso en todo momento de la información disponible más relevante y precisa, en lugar de depender de tendencias o patrones obtenidos o supuestos anteriormente que se podrían haber aplicado a los artículos anteriores, pero que no pueden ser garantizados para aplicarse igualmente bien a los artículos posteriores que se asignarán.

30 Por lo tanto, se proporciona un método y de control asociado y la operación que tiene ventajas sustanciales sobre los métodos de la técnica anterior. El enfoque es preciso, eficiente, inteligente y flexible, mientras que al mismo tiempo es sencillo de implementar usando un aparato de transporte y de recepción existente, y para una variedad de tipos de artículos.

Se describirán ahora aspectos con referencia a las figuras, de las cuales:

40 La figura 1 muestra la primera y segunda capas intercaladas de artículos envasados tales como filetes de pescado;
la figura 2 muestra una máquina ejemplar establecida;
la figura 3 representa una búsqueda anticipada en las profundidades del artículo 1 y del artículo 2;
45 la figura 4 muestra el desperdicio esperado de una sola caja como una función de su capacidad; y
la figura 5 muestra los desperdicios combinados esperados de una pluralidad de cajas en función de sus capacidades.

Visión de conjunto

50 El presente método se refiere al fraccionamiento de artículos de tamaño conocido, también conocido como "clasificación", en el que la clasificación comprende la construcción de porciones de los artículos en contenedores o clasificar los artículos en una o más áreas de recepción. El método utiliza un método de búsqueda para encontrar el contenedor de recepción o área de recepción óptimos en los que colocar un artículo, en base a uno o más de varios criterios de clasificación posibles. La característica más común considerada para efectos de calificación es el peso de los artículos y el criterio más común es hacer que las porciones lo más cercanas por encima de un peso deseado predefinido de las porciones.

60 El método se basa principalmente en el problema de envasado alimentos, por ejemplo, filetes de pescado, en recipientes tales que el exceso de peso acumulado de los contenedores llenos se minimiza. Un recipiente se considera completo cuando su peso alcanza o supera un peso diana predefinido dado, con el exceso de peso (o desperdicio) se define como la diferencia entre el peso final del recipiente y de su peso diana. En una configuración posible, dictada por el procesamiento por lotes de línea de producción y maquinaria de clasificación, se fija el número máximo de contenedores abiertos simultáneamente a los que un filete se puede asignar, con el peso actual de cada recipiente conocido y un recipiente siendo reemplazado con uno vacío una vez que se llena (posiblemente después de un cierto retraso). Además, en cualquier momento dado se conoce el tamaño de 1 o más filetes posteriores a asignar. Esta configuración se esquematiza en la figura 2. En la práctica, para mantener un nivel

aceptable de rendimiento, una estricta limitación en tiempo real de, por ejemplo, sólo unos pocos cientos de milisegundos se impone para el envío de cada filete.

El problema abordado en este documento se puede formular como un problema de cubierta de caja de espacio acotado en línea, como se ha mencionado brevemente en la sección de antecedentes anterior. Más específicamente, la tarea consiste en asignar artículos $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ con tamaños $(0,1)$ en cajas de tamaño de la unidad a fin de maximizar el número de cajas que están llenas de un tamaño de al menos 1. La tarea es K de espacio acotado debido a que al número de cajas abiertas no se le permite exceder K en cualquier momento durante la operación. Por otra parte, la tarea está *en línea* debido a que los artículos llegan uno a la vez y se deben asignar a una caja a su llegada. Sin embargo, en contraste con el problema de cubierta de caja más ampliamente estudiado en el que sólo se conoce el tamaño del artículo a asignar (x_i), se supone que el tamaño de los próximos artículos " m " que llegan, incluyendo el que se encuentra actualmente por ser asignado, se conoce. Es decir, cuando el artículo x_i se está asignando el tamaño de los artículos $x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}$ se conoce.

Tal como se detalla más adelante, se proporciona un algoritmo de aproximación efectiva para llevar a cabo una asignación de artículos que hace buen uso de toda la información disponible. Además, permite una gran flexibilidad en la imposición de diversas restricciones sobre las asignaciones legítimas, por ejemplo, en lo que respecta a la combinación de los artículos puestos juntos en una caja (por ejemplo, basada en la orientación de tal manera que los artículos pueden ser ordenados en capas), o para la tasa a la que las cajas llenas están siendo reemplazadas.

El método descrito en este documento puede trabajar con uno o más requisitos adicionales impuestos por el usuario cuando se construyen las porciones, tales como seleccionar solamente los artículos provistos con cierta orientación que puede, posteriormente, poner un requisito en la orientación de los futuros artículos a ser colocados en la porción respectiva.

Descripción detallada

A lo largo de la presente solicitud, para ser coherente con la literatura de la cubierta de caja y subrayar la aplicabilidad general del algoritmo propuesto, la siguiente terminología se ha adoptado:

Las piezas asignadas a los contenedores se conocen como *artículos*, y los contenedores como *cajas*. La propiedad más importante de un artículo es su *tamaño*, lo que determina la cantidad de capacidad de almacenamiento de una caja que ocupa. El tamaño puede abarcar una o más características que incluyen el peso, longitud, volumen o densidad de un artículo. En la descripción siguiente, la característica de tamaño primaria utilizada es el peso.

La capacidad de almacenamiento de una caja se denomina su *demanda* y el *nivel* de una caja es la suma de los tamaños de todos los artículos en la caja. Si el nivel de una caja es igual o superior a su demanda, se dice que la caja está *cerrada*. De lo contrario, está *abierta*. Un *desperdicio* se define para una caja cerrada, y es la diferencia entre su nivel y su demanda. Por ejemplo, en aplicaciones de envasado de filete de pescado, una caja corresponde a un contenedor, un artículo a un filete de pescado, y el tamaño de un artículo al peso de un filete.

En una comparación con el problema de la cubierta de caja más tradicional, donde sólo se conoce el tamaño de un único próximo artículo, que está previsto para la asignación a un receptor, sabiendo el tamaño de los m próximos artículos en la secuencia de entrada de acuerdo a los actuales enfoques tiene algunas implicaciones importantes para el diseño de una solución algorítmica eficaz. El uso de un algoritmo existente para el problema de cubierta de caja tradicional conduciría innecesariamente a soluciones subóptimas porque piezas importantes de información son ignoradas. Tales algoritmos, conociendo solo el tamaño del único artículo actualmente asignado, deben basar sus decisiones de asignación únicamente en el tamaño *esperado* de futuros artículos por llegar. Por ejemplo, si los artículos de pequeño tamaño son poco frecuentes, los algoritmos de la técnica anterior evitarían dejar el nivel de una caja en una posición próxima a su demanda. Sin embargo, si uno pudiera tener conocimiento de que un artículo tan pequeño está por llegar pronto, dejando el nivel de una caja en una posición tal sería una cosa perfectamente razonable de hacer y puede conducir a una mejor solución que de otro modo posible. Este tipo de conocimiento y el control se ponen a disposición de acuerdo con los planteamientos actuales, y por lo tanto las asignaciones mejoradas son posibles como resultado.

Por ejemplo, consideremos un caso en los próximos tres artículos (por ejemplo, filetes de pescado) que llegan son de tamaño 400, 600 y 100, respectivamente, y hay dos cajas parcialmente llenas con nivel de 4400 y 4500, respectivamente. Por otra parte, se supone que el objetivo es llenar las cajas para demandar 5000 y que el tamaño medio de artículo es de alrededor de 400. Un método que sólo se fija en uno los artículos que llegan por vez, y los envía a las cajas basado exclusivamente sobre una base estadística, está obligado a poner el primer artículo de la caja anterior. Esto es sobre la base de que un contenedor con el nivel de 4800 tiene mejores perspectivas que uno con 4900 de acoger de un artículo posterior, sobre la base de la distribución del peso conocida o asumida del grupo actual de los artículos que debe asignarse. Sin embargo, este enfoque de la técnica anterior da como resultado una mala solución. Por el contrario, mediante el empleo de los actuales enfoques y mirando a todos los tres artículos actuales cuando se hace el envío, se encuentra que la solución óptima de la colocación de artículos uno y tres en la

segunda caja y el artículo dos en la primera de ellas, resultando en que no hay exceso de peso en este caso. Por lo tanto, un algoritmo efectivo, al asignar el artículo x_i a una caja, debe considerar también el tamaño de los artículos $x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}$.

5 Buscando

Como el experto en la materia apreciará, en teoría al menos, una búsqueda de fuerza bruta se pudo realizar para resolver todas las diferentes asignaciones posibles de los m artículos de las cajas disponibles y luego evaluar el mérito de cada posibilidad y elegir la más prometedora. Hay problemas prácticos, aunque con dicho enfoque de fuerza bruta. En primer lugar, como el número de posibles asignaciones utilizando un enfoque de fuerza bruta crece exponencialmente en m , a razón de $O(K^m)$, no es práctico utilizarlo para todos, salvo para los valores más pequeños de K y m . Por ejemplo, incluso utilizando un ajuste más bien modesto de $K = 4$ y $M = 12$ resulta en más de 16 millones de combinaciones posibles. En segundo lugar, uno debe poseer un mecanismo de cálculo rápido para predecir los residuos futuros previstos de cajas parcialmente llenas, ya que se requiere una evaluación de este tipo para la evaluación de cada una de las numerosas asignaciones posibles. Suponiendo que cada posibilidad se puede buscar y evaluar solo en un milisegundo, la decisión de qué caja despachar x_i llevaría, no obstante, más de 4 horas. Esto es claramente poco práctico.

De acuerdo con los planteamientos actuales, se emplea un *algoritmo de búsqueda basado en la búsqueda hacia delante en cualquier momento* para esta tarea. Preferiblemente, el algoritmo emplea una o más técnicas que incluyen *límites de corte, pedidos acción, búsqueda hacia delante progresiva*, y un *eficiente predictor de desperdicios futuros*. El algoritmo con estas mejoras reduce así el espacio de búsqueda en varios órdenes de magnitud, cumpliendo así con las restricciones impuestas en tiempo real que están presentes en la práctica, sin dejar devolver asignaciones de escasos desperdicios de alta calidad.

25 Asignación

El algoritmo de búsqueda basado en la búsqueda hacia delante se puede utilizar en cualquier momento para asignar una pluralidad de artículos a una correspondiente pluralidad de contenedores.

Un método de asignación preferida, *LOOKAHEAD_ASSIGN* (X, B), se perfila como los algoritmos 1 y 2 a continuación. El primero es un conductor de cualquier tiempo, lo que inicia el proceso de asignación y exhorta a éste a utilizar una búsqueda hacia delante cada vez más profunda, cuando este último realiza la búsqueda de la búsqueda hacia delante real (*DFS_BnB*) que explora las diferentes asignaciones posibles de artículos para las cajas. Las variables X y B son las matrices que contienen el tamaño de los artículos conocidos ($x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+m-1}$) y el nivel de las cajas, respectivamente. La matriz A contiene la asignación actualmente bajo investigación en la búsqueda de búsqueda hacia delante, y A_{min} almacena la mejor asignación encontrada hasta el momento. La asignación que figura en la matriz A en un momento dado puede ser parcial, es decir, sólo algunos de los artículos m pueden haber sido asignados hasta ahora, o puede ser total, en el que el algoritmo ha asignado todos los artículos m a una caja respectiva.

Algoritmo 1 LOOKAHEAD_ASSIGN($X[\]$, $B[\]$)

```

1:  $A_{min}[\ ] \leftarrow 0$ 
2: for  $m = 1$  to  $length(X)$  do
3:    $w_{min} \leftarrow \infty$ 
4:    $A[\ ] \leftarrow 0$ 
5:    $DFS\_BnB(m, 0, A)$ 
6:   if ( $time\_is\_up$ ) then
7:     break
8:   end if
9: end for
10: return  $A_{min}[1]$ 

```

Algoritmo 2 DFS_BnB($i, w_{actual}, A[]$)

Global: $X[], B[], A_{min}[], w_{min}$

```

1: if ( $w_{actual} \geq w_{min}$ ) then
2:   return
3: else if ( $i > length(X)$ ) then
4:    $w_{total} \leftarrow w_{actual} + expected(B)$ 
5:   if ( $w_{total} < w_{min}$ ) then
6:      $A_{min} \leftarrow A$ 
7:      $w_{min} \leftarrow w_{total}$ 
8:   end if
9:   return
10: end if
11:  $order(B, O)$ 
12: for  $o = 1$  to  $length(O)$  do
13:    $b = O[o]$ 
14:   if ( $allowed(i, b, B, A)$ ) then
15:      $A[i] \leftarrow b$ 
16:      $w_o \leftarrow assign(X[i], B[b])$ 
17:      $DFS\_BnB(i + 1, w_{actual} + w_o, A)$ 
18:      $deassign(X[i], B[b])$ 
19:     if ( $time\_is\_up$ ) then
20:       break
21:     end if
22:   end if
23: end for

```

El Algoritmo 1 comienza inicializando la mejor asignación como una vacía. Es decir, todos los artículos están inicialmente sin asignar. A continuación, se puede recurrir al algoritmo 2 para llevar a cabo una búsqueda de búsqueda hacia delante progresivamente más y más profunda (líneas 2-9) para evaluar lo que es la asignación óptima del artículo actual, teniendo en cuenta los artículos ($m-1$) posteriores. La variable m indica el algoritmo 1 hasta dónde mirar hacia adelante. Es decir, cuando el método $m = 1$ *DFS_BnB* sólo se fija en el artículo $X[1]$ (x_i), cuando $m = 2$ artículos $X[1]$ (x_i) y $X[2]$ (x_{i+1}) se miran, etc. Esto continúa hasta que todos los artículos m se han considerado o se agota el tiempo asignado (líneas 6-7). Esto significa que el algoritmo puede en cualquier momento devolver una solución.

Se puede observar que, si bien se hace una cesión total provisional de todos los artículos en X , el algoritmo al final solo se compromete a asignar el primer artículo (línea 10). Esto se debe a que en el próximo paso de tiempo en el proceso de asignación del tamaño de un nuevo artículo se volverá conocida, como parte del grupo de artículos para ser considerados para la asignación, posiblemente resultando en una asignación óptima bastante diferente.

Tal como se comprenderá más en relación a la figura 3 a continuación, el método de acuerdo con *DFS_BnB* Algoritmo 2 atraviesa el árbol de búsqueda de una manera de profundidad primero de izquierda a derecha, dando marcha atrás sus pasos según sea necesario. Las ramas del árbol de búsqueda son definidas por las diferentes combinaciones posibles de los artículos que deben asignarse a las cajas disponibles. La función toma dos argumentos: el índice del artículo que se asigna (rango 1 a m) y la suma real de los desperdicios de cajas que han sido cubiertas por la asignación actual (parcial).

Dos condiciones hacen que el algoritmo dé marcha atrás y siga buscando una mejor asignación alternativa. En primer lugar, si una asignación completa se ha realizado (líneas 3-9), de manera que o bien todos los artículos m que se están considerando en la actual profundidad han sido asignados tentativamente, el algoritmo da marcha atrás después de evaluar el estado resultante de las cajas para los desperdicios esperados. Este enfoque de "desperdicios esperdos" se discute más adelante. Si una nueva mejor asignación se ha encontrado como parte de este proceso de asignación total (provisional), se almacena en A_{min} (línea 6).

En segundo lugar, el algoritmo da marcha atrás durante el proceso de asignación cuando los desperdicios que ya se han acumulado en la rama en cuestión exceden la calidad (es decir, cantidad de los desperdicios resultantes) de la mejor asignación encontrada hasta ahora (líneas 1-2). Este punto de retroceso se conoce como un "punto de corte con destino" y es importante para la purga de las asignaciones parciales no viables antes de tiempo. Esta estrategia llamada de corte basada en y con destino a la rama es más eficaz cuanto antes se encuentra una solución razonablemente buena de bajos desperdicios. Por lo tanto, para maximizar su eficacia el método reordena

preferiblemente las posibles acciones de asignación tales que las buenas son más propensas a ser exploradas antes que los inferiores.

5 La función de *orden* (línea 11) decide el orden en el que se consideran las cajas abiertas, así como tirar cajas que probablemente son irrelevantes para el artículo x_i . En particular, se pretende ordenar las cajas de tal manera que, en su caso, la caja $A_{\min}[i]$ es siempre elegida primera en una iteración posterior. En las líneas 12-23 las diferentes formas de asignar el artículo x_i a los contenedores abiertos son analizadas sucesivamente. La asignación de función supone el artículo x_i en la caja b_i . Si una caja está cubierta, es decir, que ha alcanzado su nivel de llenado diana y por lo tanto está llena, la función da salida a los desperdicios para esa caja y la vacía. Si una caja no está cubierta, la función devuelve un cero "0". La función *deassign* deshace los cambios realizados por *assign*. La función *permite* controla las restricciones definidas por el usuario para ver si se permite al artículo x_i entrar en la caja b_i ; si no es así, esa acción no se considera.

15 Cálculo de desperdicios esperados

En el método de búsqueda y asignación mencionado, en cada nodo de hoja en el que todos los artículos m han sido asignados a las cajas, es decir, al final de una rama de una profundidad de artículo especificada, se evalúa la calidad general de la asignación en particular (línea 4 en el algoritmo 2). La evaluación se basa en dos artículos: en primer lugar, el desperdicio actual (es decir, resultante) de las cajas que se hubieran llenado a sus niveles diana durante la asignación de los artículos m (si lo hay), acumulados en la variable w_{actual} , y, en segundo lugar, los desperdicios futuros esperados de las cajas vacías y parcialmente llenas restantes en la puesta a punto (calculado por la función (B) *esperada*). Debido a la frecuencia de este cálculo, es decir, en cada nodo de hoja, es importante que se haga de una manera informáticamente eficiente. Existen métodos para hacerlo sobre la base de las cadenas de Markov, pero aquí se utiliza un enfoque diferente: cada caja se evalúa individualmente, pero de tal manera que la capacidad no utilizada total de las otras cajas también se tiene en cuenta.

El algoritmo 3 a continuación proporciona los detalles de los cálculos de desperdicios futuros esperados, en los que la función f es la que se proporciona en las figuras 4 y 5.

```

Algorithm 3 expected( B[ ] )
Global: mean
1:  $u_{total} \leftarrow 0$ 
2: for  $b = 1$  to  $length(B)$  do
3:    $u_{box}[b] \leftarrow capacity\_of\_bin(b) - B[b]$ 
4:    $u_{total} \leftarrow u_{total} + u_{box}[b]$ 
5: end for
6:  $w_{exp} \leftarrow 0$ 
7: for  $b = 1$  to  $length(B)$  do
8:    $u_{remaining} \leftarrow u_{total} - u_{box}[b]$ 
9:    $w_{exp} \leftarrow w_{exp} + f(u_{box}[b], \{u_{remaining}/mean\})$ 
10: end for
11: return  $w_{exp}$ 

```

30 El algoritmo 3 calcula y devuelve los desperdicios esperados de las cajas parcialmente llenas. Se inicia mediante el cálculo de la capacidad de la caja no utilizada total acumulada sobre todas las cajas disponibles (líneas 1-5). A continuación, para cada una de las cajas (líneas 7-10), sus desperdicios futuros esperados se calculan como una función tanto de su propia capacidad no utilizada y la capacidad no utilizada de las cajas restantes como se muestra en la llamada a la función "f" en la línea 9. El primer argumento de la función f es la capacidad no utilizada de la caja en sí misma, y el segundo argumento es la capacidad no utilizada de las cajas restantes normalizado como el número de artículos que se esperan que encajan en la capacidad restante de las cajas. Esta normalización se realiza dividiendo la capacidad no utilizada por el tamaño medio de los artículos de los m artículos asignados. Este segundo argumento determina qué curva de desperdicios futuros esperados utilizar (véase por ejemplo la figura 5). Por último, los desperdicios futuros esperados totales acumulados sobre todas las cajas se devuelve (línea 11).

Como se mencionó anteriormente, los desperdicios esperados de una caja individual es una función de su capacidad no utilizada, así como la distribución del tamaño de los artículos a ser embalados. La figura 4 muestra un ejemplo de dicha relación suponiendo, como lo hacemos, que el tamaño de los artículos que se están empacotando se distribuye normalmente - en este ejemplo particular, la distribución del tamaño del artículo es $N(500, 55)$. El eje x muestra la capacidad no utilizada actual de una caja en gramos, y el eje y muestra los desperdicios esperados en gramos.

El gráfico de la figura 4 nos dice los desperdicios esperados de la caja de una vez que se llena como una función de su capacidad no utilizada actual dado que los artículos que llegan se han extraen de la distribución antes mencionada; por ejemplo, si la capacidad no utilizada actual de la caja es de 1 kg, podemos esperar un desperdicio final de de aproximadamente 150 g. Este ejemplo asume que la caja dada es la única disponible. Sin embargo, si hay otras cajas también disponibles que sólo se llenan parcialmente tenemos más grados de libertad en la elección de a qué caja para enviar el artículo, lo que lo general resulta en menos desperdicio en general. Por lo tanto, la capacidad no utilizada de las cajas restantes se debe tener en cuenta también a la hora de evaluar cada caja individual. A efectos de simplificación y abstracción, hacemos un seguimiento únicamente de la capacidad no utilizada total de las cajas restantes. La figura 5 muestra diferentes funciones residuales esperadas basándose en varias capacidades no utilizadas totalmente diferentes - cuanto mayor sea la capacidad, menor es el desperdicio esperado.

De este modo, no sólo pueden los actuales enfoques determinar los desperdicios reales que resultarían para los receptores que se llenan durante una asignación particular de m artículos, puede ir un paso más allá y también calcular la cantidad prevista de desperdicios que resultará una vez que las cajas restantes disponibles se han llenado con sus niveles diana. Este cálculo es uno muy importante en evaluar el mérito relativo de las diferentes opciones de asignación para la colocación de un grupo de m artículos en una pluralidad de receptores, ya que el objetivo general de la asignación es llenar los contenedores de manera eficiente, con el menor desperdicio posible.

El cálculo de los desperdicios esperados de acuerdo con los presentes métodos es ventajoso en comparación con los métodos de la técnica anterior, ya que hace uso tanto de las capacidades restantes reales en las cajas disponibles u otros receptores a ser llenados y la información de tamaño real para los artículos individuales en el grupo de artículos que deben asignarse, cuando se emiten los valores esperados de desperdicios. Por lo tanto, no sólo se basan en las tendencias observadas para los artículos o receptores disponibles previamente cuando se predicen los futuros desperdicios, sino que también basa la predicción en los artículos reales y receptores que se combinarán y resultarán en que se creen esos desperdicios. El cálculo de desperdicios que se supone puede ser emitido para cada artículo de un grupo de m artículos y para cada opción de asignación posible de ese artículo. Por lo tanto, se logra un enfoque de predicción de desperdicios altamente inteligente y preciso, pero todavía de una manera informáticamente eficiente, que es sencillo de implementar en la práctica.

Ejemplo

Un ejemplo ilustrativo se representa en la figura 3. Hay dos compartimientos, cada uno con una demanda 100, inicialmente en el estado $[10, 40]$, y dos artículos conocidos $X = \{75, 15\}$. Como el lector experto apreciará, cualquier supuesto razonable se puede incorporar en los cálculos con el fin de mejorar la eficiencia de la asignación de tiempo mientras que se mantiene la exactitud. En este ejemplo en particular, se supone que la función de determinación de desperdicios esperados evalúa los desperdicios esperados finales de cada caja abierta que está actualmente vacía para ser +5, los desperdicios esperados finales de cada caja abierta que está actualmente no vacía, pero menos de media llena para ser +10, y el desperdicio esperado final de todas las otras cajas abiertas para ser +15.

En primer lugar, se realiza una búsqueda hacia delante profunda de 1 artículo, como se ve en el árbol de nivel superior en la figura. Hay dos posibles asignaciones: el primer artículo puede entrar en cualquier caja. El algoritmo intenta primero poner el artículo en una caja, lo que resulta en un estado de caja $[85, 40]$. Aquí no hay desperdicio real, pero teniendo en cuenta nuestros supuestos antes mencionados los residuos esperados del estado de caja resultante es +25, por lo que para esta tarea el desperdicio total $w_{total} = 0 + 25 = + 25$.

La segunda posibilidad de poner el primer artículo en la caja dos, resulta en el estado de $[10, 0]$ (la caja cerrada con desperdicio + 15 y se reemplaza con una caja vacía) dando $w_{total} = 15 + 5 = + 20$, y es por lo tanto preferida. Es decir, la búsqueda profunda hacia delante del artículo 1 sugiere colocar el primer artículo, con el tamaño 75, en la caja dos.

En la siguiente iteración, se realiza una búsqueda profunda hacia delante del artículo 2, que se muestra como el árbol de nivel inferior. Suponiendo que no estamos utilizando una acción de reordenamiento, el método ahora de nuevo en primer lugar trataría de colocar un artículo en la caja 1 (la rama izquierda), entonces el artículo dos también en la caja 1, lo que resulta en un estado de caja $[0, 40]$, dando $w_{total} = 0 + 10 = + 10$ (caja uno cerrada sin desperdicio). Como esta es la mejor asignación que se encuentra en esta iteración hasta el momento, se almacena. El algoritmo ha realizado una asignación completa de ambos artículos en este nivel de profundidad de 2 artículos, por lo que ahora da marcha atrás y trata en cambio de asignar el artículo dos en la caja dos, resultando en un estado de caja $[85, 55]$ dando $w_{total} = 0 + 30 = + 30$. Esta asignación es inferior a la mejor asignación ya que se encuentra en esta iteración, por lo que el algoritmo la ignora y, ya que esta es la última acción, retrocede adicionalmente un nivel hacia arriba y ahora vuelve a asignar el artículo uno a la caja dos (la rama derecha). Esto, sin embargo, cierra la caja dos con un desperdicio real de 15, y ya que esta asignación parcial ya no es mejor que la mejor asignación encontrada hasta ahora (+10), esta rama puede ser cortada. Una vez más, como la acción dos es la última a este nivel, y no hay más vuelta hacia atrás posible, la iteración termina. La mejor asignación basada en la búsqueda profunda hacia delante del artículo 2 es, pues, para colocar ambos artículos en una sola caja.

Por lo tanto, como se ilustra en el ejemplo anterior, se proporciona un método eficiente y eficaz de la evaluación de la posible asignación de un artículo, teniendo en cuenta las características de los artículos subsiguientes, mientras que al mismo tiempo evita la consideración de cada combinación de los artículos disponibles y contenedores. Aunque un ejemplo simple de dos artículos ha sido dado, la persona experta apreciará que el principio se aplica igualmente a un mayor número de artículos y para cualquier posible número de cajas. Por supuesto, en la práctica un número limitado de cajas estará abierto para el llenado en un momento dado. Además, la profundidad del árbol de búsqueda y el número m de artículos considerados dependerán de muchas consideraciones que incluyen la velocidad a la que el ordenador o el programa que ejecuta el método puede procesar las etapas y emitir la información de la asignación.

Variaciones y Aplicaciones

Cualquier ordenador adecuado implementado u otros medios de control se pueden utilizar para aplicar los actuales enfoques. Además, cualquier aparato de transporte y distribución adecuado puede ser utilizado.

Un aparato que es particularmente muy adecuado para los métodos que se describen en este documento se describen en la patente de Islandia n.º 2320. Ese aparato es, por ejemplo, muy adecuado para el envasado de paquetes intercalados discutidos aquí arriba. Los presentes métodos sin embargo no se limitan a trabajar con este aparato. Otros tipos de aparatos, por ejemplo, aparatos de clasificación periódica tal como se describe en la patente US 5.998.740, se podrían utilizar. Otras alternativas son, por ejemplo, transportadores ranurados. De hecho, cualquier tipo de equipo que facilita la selección secuencial de artículos en porciones en base a una o más características podría utilizarse para este propósito.

Cualquier medio adecuado para el pesaje de los artículos que se asignarán y el registro de los pesos pueden ser implementados de acuerdo con los planteamientos actuales. El lector experto estará familiarizado con este tipo de medios de pesaje dinámicos adecuados y, por ejemplo, los microprocesadores para el registro del peso y la ubicación de los artículos que se asignarán.

En lugar de o además de llenar una caja receptora hasta un nivel de peso diana, los presentes métodos se pueden utilizar para llenar uno o más contenedores con un número o número de intervalo predeterminado de artículos en la misma. Además, en lugar de un solo nivel diana, una caja puede tener múltiples niveles diana preferidos que se encuentran dentro de un rango especificado, en el que algunos de los niveles diana pueden ser preferible a otros. Además, el llenado de uno o más cajas receptoras se puede hacer de forma aleatoria, sin el empleo de la rama y la estrategia de límite descrita anteriormente, hasta que el nivel de llenado de esa caja alcanza un cierto umbral por debajo de su nivel de llenado diana.

Los presentes métodos se han descrito anteriormente con respecto al acceso al artículo secuencial, por ejemplo, utilizando una cinta transportadora. Sin embargo, el acceso al artículo al azar también funcionaría, a pesar de que el acceso aleatorio no es un requisito para la implementación exitosa de los enfoques.

Además de la asignación de un artículo a una de una pluralidad de cajas receptoras, los presentes métodos pueden presentar la opción rechazar un artículo. Por ejemplo, si se consideran las posibles asignaciones disponibles del presente artículo, basado en los m artículos actuales, no puede dar lugar a un nivel de desperdicio que está por debajo de un umbral predeterminado, el presente artículo en cambio podría ser rechazado o reservado para futuras asignaciones cuando los residuos resultantes podrían estar por debajo de ese nivel de umbral.

Cualquier longitud adecuada o número de medios de transporte se pueden emplear de acuerdo con los presentes métodos. Además, se puede utilizar cualquier número de cajas u otras áreas receptoras. Los presentes métodos pueden establecer un límite en el número de cajas que están disponibles para el llenado en un momento dado, y puede, como resultado, priorizar el llenado de una o más cajas particulares en un momento dado con el fin de mantener la tasa de envío de cajas llenas a un nivel requerido, mientras que al mismo tiempo trabajan dentro de los límites de cuántas cajas pueden ser abiertas en cualquier momento dado.

Mientras que los enfoques mencionados anteriormente se refieren principalmente a la división en porciones de alimentos, se apreciará que los actuales enfoques se aplican igualmente bien a la división en porciones de cualquier tipo de artículo. Según el tipo de artículo y las preferencias del usuario, se pueden ejercer las restricciones adecuadas en el proceso de asignación.

REIVINDICACIONES

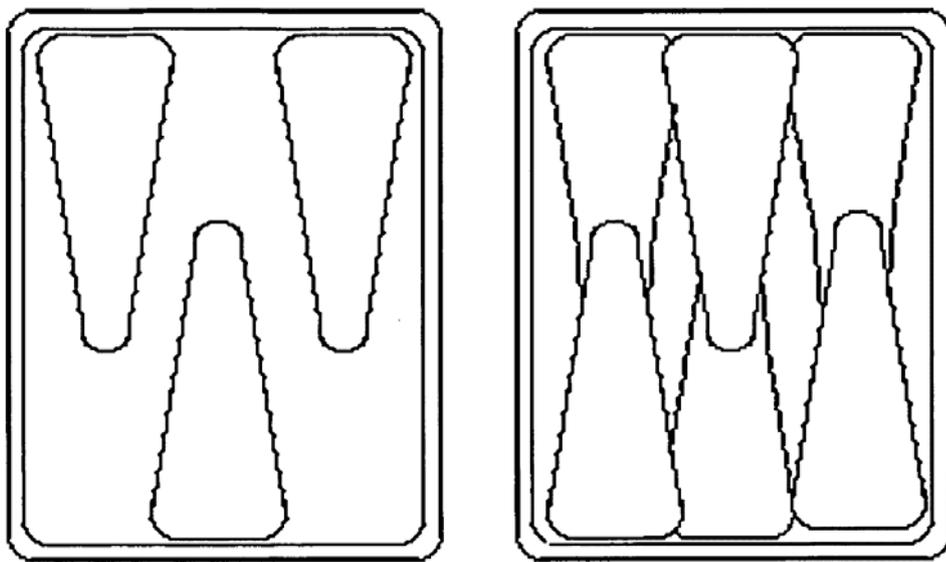
1. Un método de asignación de un primer artículo de un grupo de artículos a un receptor, seleccionado de un grupo de receptores, que comprende:
- 5 obtener información de propiedad característica de los artículos primero y segundo de dicho grupo de artículos; obtener información sobre la capacidad de dicho grupo de receptores; utilizar la propiedad característica del primer artículo y la propiedad característica del segundo artículo dentro de dicho grupo de artículos para considerar las posibles opciones para la asignación de dichos artículos primero y segundo a dicho grupo de receptores;
- 10 tener en cuenta que el receptor o receptores se podrían seleccionar para la asignación sucesiva de los primeros y segundos artículos de dicho grupo de artículos a los mismos antes de determinar qué receptor debería ser seleccionado para la asignación del primer artículo al mismo, en el que tener en cuenta la asignación sucesiva de los primeros y segundos artículos a dicho grupo de receptores incluye la consideración de asignación sucesiva de los primeros y segundo artículos a dos o más diferentes combinaciones de receptores y la comparación de los efectos respectivos sobre la información de capacidad para dicho grupo de receptores;
- 15 tener en cuenta las respectivas capacidades de los receptores en dicho grupo de receptores, determinar qué receptor debería ser seleccionado para la asignación del primer artículo al mismo; y dirigir un primer artículo al receptor seleccionado, como resultado de dicha determinación.
- 20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que tener en cuenta las respectivas capacidades de los receptores en dicho grupo de receptores incluye considerar al menos uno de: la capacidad real de un receptor después de la asignación de un artículo al mismo y una capacidad predicha de un receptor después de la asignación de un artículo al mismo.
- 25 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que una capacidad prevista de un receptor se obtiene utilizando la información de asignación histórica y la información de asignación actual, en el que dicha información de asignación actual incluye al menos uno de:
- 30 información de propiedad característica para los artículos restantes que deben asignarse dentro de dicho grupo de artículos; e información de capacidad para los receptores dentro de dicho grupo de receptores que están disponibles para la asignación de un artículo al mismo.
- 35 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la información de capacidad para dicho grupo de receptores incluye el nivel de llenado actual y un nivel de llenado diana para uno o más receptores dentro de dicho grupo de receptores.
- 40 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de tener en cuenta las posibles opciones para la asignación de dichos artículos primero y segundo a dicho grupo de receptores incluye considerar la asignación del primer artículo a cada uno de una pluralidad de receptores y la comparación del nivel de llenado resultante con un respectivo nivel de llenado diana para cada uno de dicha pluralidad de receptores.
- 45 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que la etapa de tener en cuenta las posibles opciones para la asignación de dichos artículos primero y segundo a dicho grupo de receptores incluye considerar la asignación del segundo artículo a cada uno de una pluralidad de receptores y comparar el nivel de llenado resultante con un respectivo nivel de llenado diana para cada uno de dicha pluralidad de receptores.
- 50 7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además la etapa de, durante un período de tiempo de determinación predefinido, tener en cuenta qué receptor o receptores podrían ser seleccionados para la asignación a los mismos de tantos artículos como sea posible dentro de dicho grupo de artículos, hasta la expiración de dicho periodo de tiempo de determinación, antes de determinar qué receptor debería ser seleccionado para la asignación del primer artículo al mismo.
- 55 8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además la etapa de interrupción de la consideración de la asignación de un artículo a un receptor particular o una combinación de receptores si la información de capacidad del receptor resultante para esa combinación es menos favorable que la información de capacidad resultante de la adición de dicho artículo a un receptor o combinación de receptores previamente considerados.
- 60 9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además dar prioridad a un receptor o combinación de receptores para la consideración de la opción de asignar un artículo al mismo, de acuerdo con la información de capacidad para dicho grupo de receptores.
- 65 10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además la etapa de hacer caso omiso de un receptor o combinación de receptores para la consideración de la opción de asignar un artículo al

mismo, según la información de capacidad para dicho receptor o combinación de receptores.

5 11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente el uso de una restricción definida por el usuario para determinar qué receptor debería ser seleccionado para la asignación de un artículo al mismo; y opcionalmente
en el que dicha restricción definida por el usuario se refiere a cualquiera de: la orientación de un artículo, la configuración de dos o más artículos asignados dentro de un receptor, el número de artículos que deben asignarse a un receptor, un límite de tiempo para la asignación de artículos a un receptor, el número de artículos en dicho grupo de artículos y el número de receptores en dicho grupo de receptores.

10 12. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además al menos uno de:
la etapa de predecir la información de capacidad futura para dicho grupo de receptores utilizando la asignación determinada para dicho primer artículo y una propiedad característica de al menos uno de los artículos restantes
15 en dicho grupo de artículos; y
después de determinar en qué receptor se asignará el primer artículo, obtener información de propiedad característica actualizada para dicho grupo de artículos e información de capacidad actualizada para dicho grupo de receptores, actualizando la identificación de los artículos primero y segundo dentro del grupo de artículos y
20 repitiendo el método de la reivindicación 1 para la asignación del primer artículo recién identificado.

Figura 1



Primera capa

Segunda capa

Figura 2

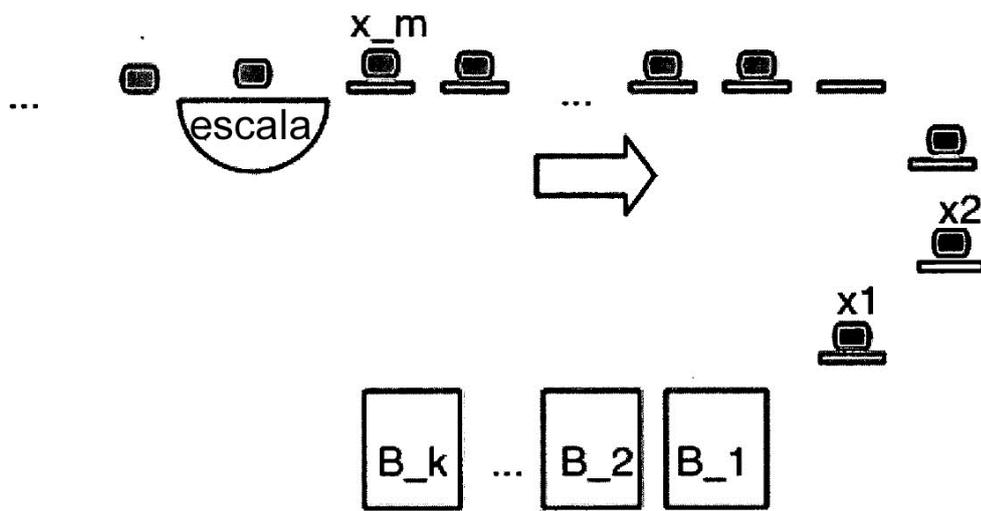


Figura 3

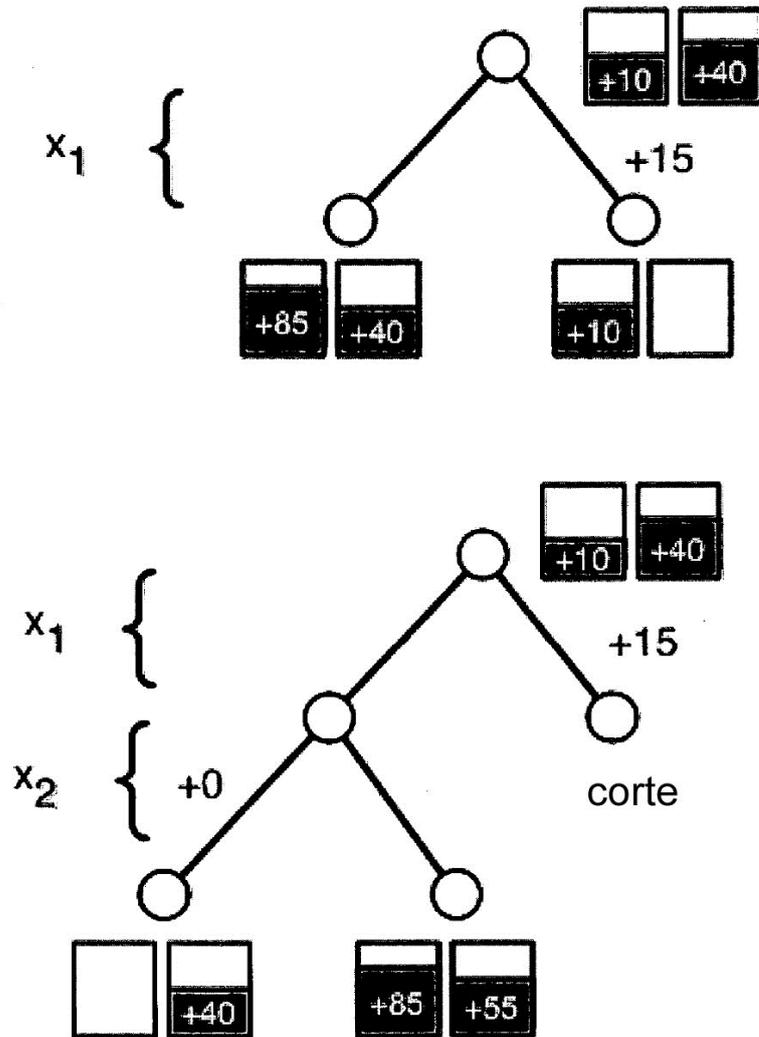


Figura 4

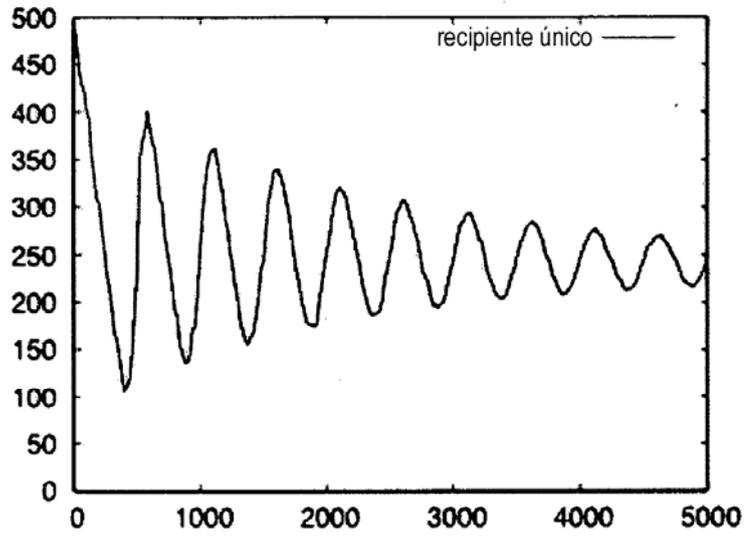


Figura 5

