



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I851998 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：111115575

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 04 月 25 日

(51)Int. Cl. : B25J13/06 (2006.01)

B25J9/16 (2006.01)

(30)優先權：2021/04/30 美國

17/246,356

(71)申請人：美商靈巧公司 (美國) DEXTERITY, INC. (US)

美國

(72)發明人：孫 周文 SUN, ZHOUWEN (US)；霍姆伯格 羅伯特 HOLMBERG, ROBERT

(US)；庫馬爾 希蒂 KUMAR, SHITIJ (IN)；白至秀 BAEK, JEESU (KR)；李 約

瑟夫 LI, JOSEPH (US)；拉馬克里希南 基肖爾 蘭加納特 RAMAKRISHNAN,

KISHORE RANGANATH (IN)；洛維特 安德魯 LOVETT, ANDREW (US)；納德

西里爾 NADER, CYRIL (LB)；法哈特 法爾希德 FARHAT, FARSHID (IQ)；湯

德羅 大衛 利奧 三世 TONDREAU, DAVID LEO III (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 202021761A

CN 108351637A

審查人員：蔡文明

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：4 共 96 頁

(54)名稱

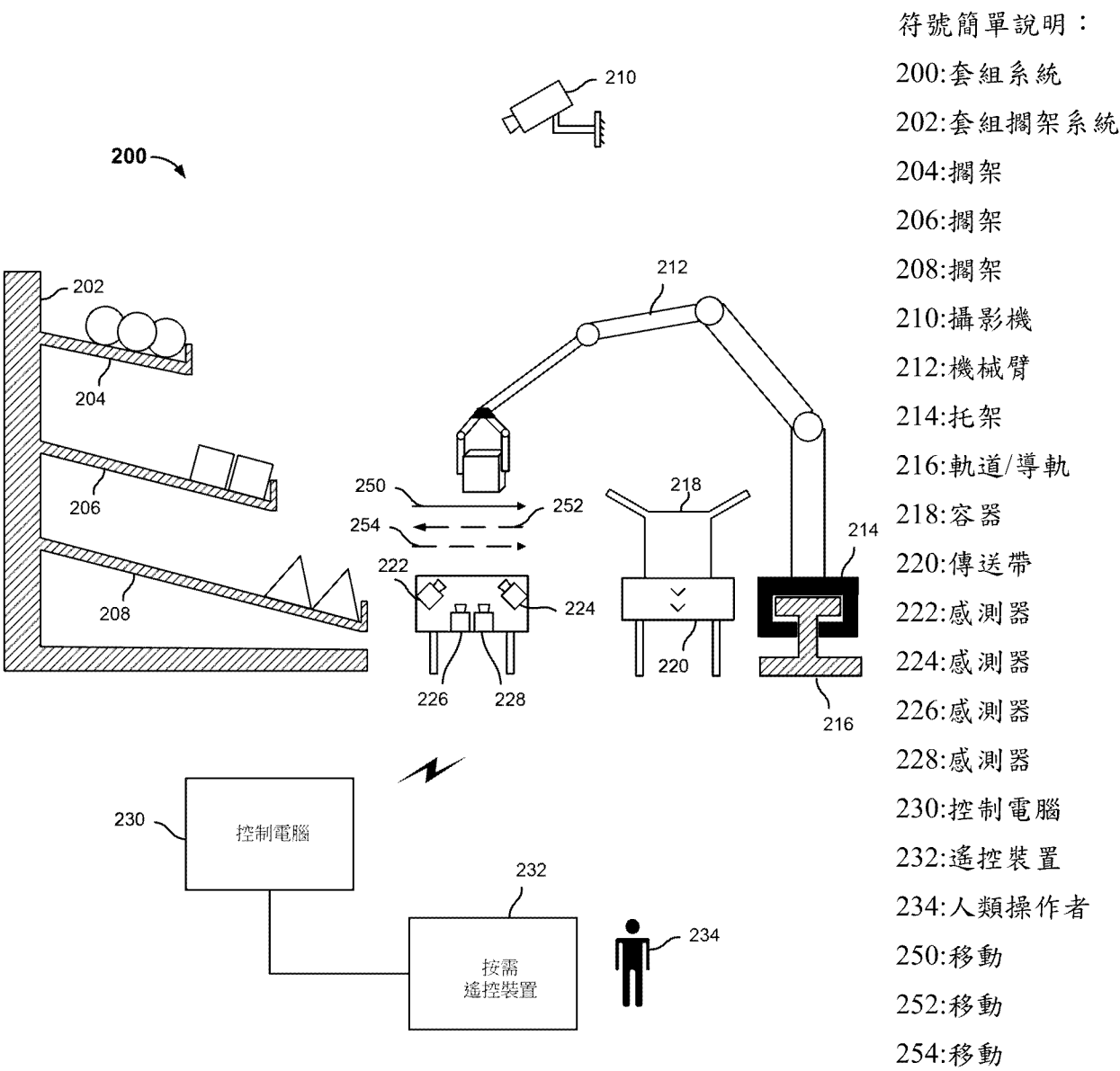
用於辨識物件之機器人系統及方法、及體現於一非暫時性電腦可讀媒體中的電腦程式產品

(57)摘要

本發明揭示一種用於自一物件獲得一辨識符之方法及系統。該方法包含自主操作一機器人結構使一物件沿一預定路徑自一源位置移動至一目的地位置及自主操作該機器人結構至少部分基於計畫將該物件放置於該目的地位置處。該物件包括一或多個辨識符，且回應於判定該一或多個辨識符之至少一者未由一或多個感測器獲得，執行一積極措施以引起該一或多個感測器獲得未獲得之該至少一個辨識符。該預定路徑對應於該物件沿其自該源位置移動至該目的地位置之一路徑。該預定路徑經計畫使得當該物件沿該預定路徑移動時，該物件在該一或多個感測器之一臨限範圍內移動。

A method and system for obtaining an identifier from an item is disclosed. The method includes autonomously operate a robotic structure to move an item along a predetermined path from a source location to a destination location, and autonomously operating the robotic structure to place the item at the destination location based at least in part on the plan. The item comprises one or more identifiers, and in response to a determination that at least one of the one or more identifiers was not obtained by one or more sensors, an active measure is performed to cause the one or more sensors to obtain the at least one identifier that was not obtained. The predetermined path corresponds to a path along which the item is moved from the source location to the destination location. The predetermined path is planned so that the item is moved within a threshold range of the one or more sensors while the item is moved along the predetermined path.

指定代表圖：



【圖2C】



I851998

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於辨識物件之機器人系統及方法、及體現於一非暫時性電腦可讀媒體中的電腦程式產品

【英文發明名稱】

ROBOTIC SYSTEM AND METHOD FOR IDENTIFYING ITEMS,
AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT EMBODIED IN A NON-
TRANSITORY COMPUTER READABLE MEDIUM

【中文】

本發明揭示一種用於自一物件獲得一辨識符之方法及系統。該方法包含自主操作一機器人結構使一物件沿一預定路徑自一源位置移動至一目的地位置及自主操作該機器人結構至少部分基於計畫將該物件放置於該目的地位置處。該物件包括一或多個辨識符，且回應於判定該一或多個辨識符之至少一者未由一或多個感測器獲得，執行一積極措施以引起該一或多個感測器獲得未獲得之該至少一個辨識符。該預定路徑對應於該物件沿其自該源位置移動至該目的地位置之一路徑。該預定路徑經計畫使得當該物件沿該預定路徑移動時，該物件在該一或多個感測器之一臨限範圍內移動。

【英文】

A method and system for obtaining an identifier from an item is disclosed. The method includes autonomously operate a robotic structure to move an item along a predetermined path from a source location to a destination location, and autonomously operating the robotic structure to place the item at the destination location based at least in part on the plan. The item comprises one or more identifiers, and in response to a determination that at least one of the one or more identifiers was not

obtained by one or more sensors, an active measure is performed to cause the one or more sensors to obtain the at least one identifier that was not obtained. The predetermined path corresponds to a path along which the item is moved from the source location to the destination location. The predetermined path is planned so that the item is moved within a threshold range of the one or more sensors while the item is moved along the predetermined path.

【指定代表圖】

圖2C

【代表圖之符號簡單說明】

200:套組系統

202:套組擱架系統

204:擱架

206:擱架

208:擱架

210:攝影機

212:機械臂

214:托架

216:軌道/導軌

218:容器

220:傳送帶

222:感測器

224:感測器

226:感測器

228:感測器

230:控制電腦

232:遙控裝置

234:人類操作者

250:移動

252:移動

254:移動

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於辨識物件之機器人系統及方法、及體現於一非暫時性電腦可讀媒體中的電腦程式產品

【英文發明名稱】

ROBOTIC SYSTEM AND METHOD FOR IDENTIFYING ITEMS,
AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT EMBODIED IN A NON-
TRANSITORY COMPUTER READABLE MEDIUM

【技術領域】

【0001】 本申請案大體上係關於一種用於辨識物件之機器人系統。

【先前技術】

【0002】 機器人已用於執行製造及其他領域中之任務。例如，機器人已用於執行會對人類不健康或否則危險之環境中之任務、需要施加比人類能夠施加更大之力之任務及需要隨時間高度精確及一致性之任務。

【0003】 自主機器人依一自動方式執行至少一些任務，無需人類控制或指導。例如，自動機器人已用於通常在一受控環境(諸如一工廠)中執行重複及/或否則預定任務或任務序列。最近，自動駕駛汽車、送貨無人機及其他自主車輛一直在開發中。

【0004】 機器人領域中之遙控係指一機器人由一操作者遠端操作。例如，機器人已用於在一熟練人類操作者之控制下執行手術、拆除炸彈及執行其他任務。

【0005】 套組及單粒化相關程序通常為非常勞動密集型程序，因此採用機器人具挑戰性，因為移動限制及難以提供及程式化一機器人執行諸如伸入一箱或擱架、拾取任意大小、易碎性、一致性等等物件之任務或執行諸如分類任意組合物件之任務。因此，大規模套組及/或單粒化操作一直是人力密集型的。

【0006】 結合套組及單粒化相關程序使用機器人之另一挑戰係末端執行器之設計及選擇。一機械臂之末端執行器係機械臂可用其與一源堆/流中之一物件接合之模組。不同類型之末端執行器可較佳地針對特定大小、封裝類型、重量、形狀等等最佳化。此外，末端執行器或末端執行器連接至之機械臂(例如腕部)之大小阻礙機械臂各進入一箱/擱架、源堆/流等等之能力。

【發明內容】

【0007】 本發明可依諸多方式實施，包含作為：一程序；一設備；一系統；一物質組成；一電腦程式產品，其體現於一電腦可讀儲存媒體上；及/或一處理器，諸如經組態以執行儲存於一記憶體上及/或由記憶體提供之指令之一處理器，記憶體耦合至處理器。在本說明書中，此等實施方案或本發明可採用之任何其他形式可指稱技術。一般而言，所揭示程序之步驟順序可在本發明之範疇內改動。除非另有說明，否則一組件(諸如描述為經組態以執行一任務之一處理器或一記憶體)可實施為經暫時組態以在一給定時間執行任務之一通用組件或經製造以執行任務之一特定組件。如本文中所使用，術語「處理器」係指經組態以處理資料之一或多個裝置、電路及/或處理核心，諸如電腦程式指令。

【0008】 下文結合繪示本發明之原理之附圖提供本發明之一或多個實施例之一詳細描述。本發明結合此等實施例描述，但本發明不限於任何實施例。本發明之範疇僅限於申請專利範圍且本發明涵蓋諸多替代、修改及等效物。在以下描述中闡述諸多具體細節以提供本發明之一透徹理解。此等細節僅供例示且本發明可在沒有一些或所有此等具體細節之情況下根據申請專利範圍實踐。為了清楚，未詳細描述與本發明相關之技術領域中

已知之技術材料以免不必要地使本發明不清楚。

【0009】如本文中所使用，套組包含自對應位置拾取一或多個物件/物體及依一組之一或多個物件對應於一套組之一方式將一或多個物件放置於一預定位置中。

【0010】如本文中所使用，單粒化包含自一源堆或流拾取一或多個物件/物體及將一或多個物件單個放置於對應預定位置(諸如一分段傳送帶(例如，在一傳送帶上之托盤內)或類似傳送裝置上之位置)中以分類或路由運輸至一下游(例如最終定址/實體)目的地。

【0011】如本文中所使用，一辨識符包含一標記、一條碼、一符號、一影像、一字母數字串、一代碼或其類似者。辨識符可印刷於貼附至一物件之一標記上，包含於一物件之一側上，嵌入附接至一物件之一射頻辨識(辨識)標籤上，等等。在一些實施例中，辨識符包括機器可讀資訊(諸如文字及/或光學或否則編碼資訊)，其可機器讀取且結合套組或單粒化物體及/或物件使用，例如經由一自動套組系統及/或處理及/或一自動單粒化系統及/或處理。

【0012】如本文中所使用，一感測器包含一機器讀取器，諸如射頻(RF)標籤讀取器、光碼讀取器等等。機器讀取器可獲得(例如讀取)對應於一物件之機器可讀資訊(例如在一物件上或否則嵌入一物件中之一辨識符等等)。

【0013】揭示「套組機」或「套組系統」及其整合至高度自動套組操作中。在各種實施例中，本文中所揭示之一套組機包括供應及定位一物件以促進物件定位、拾取及/或定位於及/或用於封裝及/或裝運(作為一套組操作之部分)之一至少部分機器人控制單元。在各種實施例中，本文中

所揭示之一套組機可包括一或多個套組系統模組，各包括一模組化組件。本文中所揭示之一套組系統模組可包括一或多個擱架、箱或其他容器。在一些實施例中，擱架、箱或其他容器可經由機器人控制定位以定位一拾取物件。本文中所揭示之一套組系統模組可與一或多個其他套組系統模組、一或多個機械臂及/或其他組件整合以構成一至少部分自動套組系統，其能夠定位、選擇及堆積一或多個任意個別物件(諸如包含於一訂單、發票或類似資料中之物件)之各者之規定數量。

【0014】 揭示一種經組態以執行套組之套組系統。在一些實施例中，套組系統包含結合套組使用之一套組擱架系統。套組擱架系統可包含其上儲存一或多個物件用於組裝一或多個套組之一套組程序中之一或多個擱架。套組可至少部分基於一對應訂單(例如，基於與訂單相關聯之一裝箱單)來組裝。各種實施例包含一或多個機器人系統。一機器人系統可包含分別經組態以自主操作以自一第一位置(例如一源位置)拾取一物件/物體且將物件/物體放置於一第二位置(例如一目的地位置)中之一或多個機械臂。包含於一套組系統中之一機械臂可經控制以操作(例如自主地)根據組裝一套組之一計畫取放物件/物體。

【0015】 套組擱架上(例如套組擱架上之一容器內)之各物件或物體可具有機器可讀資訊(諸如文字及/或光學或否則編碼資訊)，其可機器讀取且結合套組物體及/或物件使用，例如經由一自動套組系統及/或處理。作為一實例，為讀取一給定物件(或物件內之物體)之資訊，一或多個感測器可在物件在套組擱架系統內(例如在套組擱架系統之一擱架上，諸如在擱架之一展示面上等等)時獲得與物件有關之資訊。作為另一實例，為讀取一給定物件(或物件內之物體)之資訊，一或多個感測器可在物件(藉由機

械臂)自套組擱架系統移動至對應容器時獲得與物件有關之資訊(例如，在物件自套組擱架系統至容器之一路徑/軌跡期間掃描與物件有關之資訊)。套組擱架上之物件或物體可安置於套組擱架上之一容器中，且容器可為一托盤、一箱子(例如一紙板箱)、一手提袋等等。在一些實例中，容器放置於一大容器內，大容器放置於套組擱架上。在一些實施例中，對應於套組擱架之工作空間包含一或多個感測器，且一或多個感測器可獲得與工作空間內之物件/物體相關聯之資訊。例如，與物件/物體相關聯之資訊可在機械臂接近物件/物體以拾取物件/物體時獲得。作為一實例，安置於滑槽上方之感測器(例如一攝影機)可捕捉與物件/物體相關聯之資訊(例如一條碼或其他辨識符)，使得在機械臂抓住物件/物體之前，系統具有資訊。作為另一實例，安裝至機械臂之一攝影機可在機械臂移動以抓住/拾取物件/物體時捕捉與物件/物體相關聯之資訊(例如一條碼或其他辨識符)。作為另一實例，安裝至機械臂之一感測器可在機械臂移動以抓住/拾取物件/物體時捕捉與物件/物體相關聯之資訊(例如來自物件上之一RFID標籤之資訊)。

【0016】 揭示一種用於執行單粒化之機器人系統。在各種實施例中，單粒化基於與一工作空間或工作空間內之一物件相關聯之資料執行。一計畫(例如，單粒化一物件)至少部分基於工作空間中之一物件之一屬性判定。物件之屬性可至少部分基於相對於工作空間獲得之感測器資料判定。如本文中所使用，一工作空間(例如，至少相對於一單粒化系統及/或單粒化程序)可包含其上安置物件之一源堆/流之一滑槽或其他傳送結構及/或容器、其上將單個放置來自滑槽之一物件之一目的地傳送結構及包含一機械臂之一機器人結構，機械臂自滑槽(或其他源)拾取一或多個物件且將一或多個物件各單個放置於目的地傳送結構上之一對應位置中。工作空間

可進一步包含獲得與工作空間相關聯之感測器資料之一控制電腦及/或一人類操作者可使用其來控制工作空間內之一元件(諸如機械臂及/或傳送結構)之一按需遙控裝置。如本文中所使用，術語「狹槽」或「托盤」可結合描述傳送帶上之一特定位置互換使用。

【0017】 一機器人系統包含用於自一源堆/流(例如一源位置)拾取物件且將其放置於一分段傳送帶或類似傳送裝置上以分類及路由運輸至一下游(例如最終定址/實體)目的地(例如一目的地位置)之一機械臂及末端執行器。如本文中所使用，單粒化一物件包含自一源堆/流拾取一物件及將物件單個放置於一目的地上或目的地中，諸如一目的地傳送結構(例如一分段傳送帶或類似傳送裝置)上之一位置。在一些實施例中，多個機器人經協調以實施一所要集體產量。在各種實施例中，可在一單粒化站採用一或多個機器人。一機器人系統可包含多個站。作為一實例，各站可對應於一不同工作空間(例如包括源堆/流之一不同滑槽)。可在一或多個站僱用工人。在各種實施例中，機器人系統可經組態以調用(請求)一工人之輔助(例如藉由遙控一機械臂、手動任務完成等等)以(例如)處置機器人無法藉由全自動處理來處置之一物件及/或機器人已掉落之一物件等等。在一些實施例中，在相同工作空間操作之複數個機械臂獨立工作以單粒化複數個物件。結合一物件之單粒化，可判定將物件自物件所在之源堆/流單粒化至傳送帶上之一對應位置之一計畫或策略。傳送帶上之對應位置可為傳送帶上之一特定狹槽或托盤。在一些實施例中，傳送帶上之一狹槽或托盤與一辨識符(例如相對於機器人系統內之傳送帶之一唯一辨識符)相關聯。

【0018】 在一些實施例中，複數個機器人(例如機械臂)可操作以單粒化一特定滑槽內之物件。若一物件係一正方形或矩形形狀，則一辨識符

可位於物件之六個側之任何一或多者上。複數個機器人可協調其各自位置及移動以確保未抓取特定物件之一機械臂不在物件與一或多個掃描器之至少一者之間或否則確保機械臂不阻擋/阻礙至少一個感測器獲得與物件有關之資訊之可見性或能力。在一些實施例中，複數個機器人協調抓取一物件且將物件移動至傳送帶且在一感測器之範圍(例如感測器之一預定義範圍)內移動物件。例如，複數個機器人可經控制以拾取相對平坦或相對較大之一物件(例如，足夠大使得經由一單一機器人移動物件無法滿足抓取物件之一穩定性臨限值)。

【0019】 在一些實施例中，與單粒化一物件有關之一計畫/策略可包含將一物件之一或多個側呈現給一或多個掃描器。例如，機械臂可經控制以依將物件之複數個側呈現給一掃描器之一方式移動物件。將物件之複數個側呈現給一掃描器可包含在物件移動(例如，自滑槽至其上單粒化物件之傳送帶)時旋轉物件或改變物件之一定向。

【0020】 根據各種實施例，計畫或策略包含待單粒化之一物件(例如，來自源堆/流)之一指示、其中將單個放置物件之傳送帶上之一位置及物件將沿其自源堆/流移動至傳送帶上之位置之一路徑或軌跡。計畫或策略包含與其中將單個放置物件之傳送帶上之位置有關之資訊，諸如其中將放置物件之傳送帶上之一狹槽或托盤之一辨識符。在一些實施例中，計畫或策略包含將單粒化物件之機器人結構使用以單粒化物件之指令。作為一實例，指令提供一方式指示，機器人結構將根據方式控制對應機械臂自滑槽拾取物件、沿路徑或軌跡移動物件及將物件放置於傳送帶上之判定位置處。

【0021】 一物件將沿其單粒化之路徑或軌跡根據各種實施例至少部

分基於感測器資料判定。機器人系統可獲得輸出與工作空間(包含工作空間內之物件或物體)有關之資訊之複數個感測器。感測器資料基於自一或多個感測器輸出之資訊獲得且結合判定路徑或軌跡使用。在一些實施例中，路徑或軌跡至少部分基於待單粒化之物件之一或多個屬性判定。物件之屬性之實例包含一重量、一大小(例如一或多個尺寸)、一封裝類型、物件上之一辨識符、物件上之一辨識符或標記之一位置、物件相對於滑槽及/或傳送帶之一位置、自物件上之辨識符或標記獲得之資訊等等。各種其他屬性可結合判定路徑或軌跡使用。判定物件之路徑或軌跡可進一步至少部分基於其中將放置物件之傳送帶上之一位置、已在傳送帶上之一(若干)物件之一屬性、工作空間內之一物件(例如源堆/流內之一物件)之一屬性、機械臂抓取物件之一握力、機械臂移動物件之一速度等等。在一些實施例中，物件之路徑或軌跡至少部分基於工作空間內之一或多個感測器之一位置。在一些實施例中，路徑或軌跡至少部分基於一或多個感測器可獲得與物件相關聯之資訊(例如物件上之一辨識符等等)之一可能性判定。例如，歷史資訊可用於判定其中工作空間中之一感測器已自一物件成功獲得資訊之一或多個位置或範圍。機器人系統可結合模型化一工作空間且相對於獲得與一感測器有關之資訊之感測器判定與一相對較高成功度相關聯之位置或範圍來使用歷史資訊。例如，歷史資訊可指示具有座標 x_1, y_1, z_1 之一位置與一99%成功率之有效掃描(例如，自此位置處之一物件獲得資訊)相關聯，且具有座標 x_2, y_2, z_2 之一位置與一98%成功率之有效掃描相關聯。在一些實施例中，系統可使用歷史資訊來依最佳化自物件獲得資訊之一可能性之一方式判定路徑或軌跡。在一些實施例中，系統至少部分基於與自物件獲得資訊之一可能性有關之一臨限值來判定路徑或軌跡(例如，依選

定路徑或軌跡滿足自物件獲得資訊之一預設最小可能性之一方式)。與自物件獲得資訊之可能性有關之一值可包含於與判定移動物件之計畫(例如, 判定一源位置、一目的地位置、一路徑或軌跡等等)相關聯之成本函數中。系統可儲存一工作空間之區域/位置至與獲得與該區域/位置處之物件相關聯之資訊之一可能性有關之值之一映射。例如, 映射包含座標至一成功掃描之概率之一映射。映射可依自一物件獲得資訊之概率經判定用於一或多個感測器之方式逐感測器儲存資訊, 及/或映射可基於一工作空間儲存資訊, 使得自物件獲得用於一組感測器之資訊之概率經聚合或運算為一集體值。獲得與一物件相關聯之資訊之可能性之映射或模型化可隨時間更新(例如, 依預定時間間隔或回應於對一更新之一請求, 或連續地, 諸如回應於一物件之各移動)。

【0022】 各種實施例包含一種機器人系統, 其包含經組態以使一物件沿一預定路徑自一源位置移動至一目的地位置之一機械臂。預定路徑可基於來自一工作空間內之一或多個感測器之感測器資料(例如與一套組系統之一擱架系統上之物件有關之感測器資料、與一單粒化系統之一源堆/流及/或傳送帶有關之感測器資料等等)判定。預定路徑可經組態(例如, 經判定)使得當物件沿路徑移動時, 物件在一或多個感測器之一臨限範圍內, 同時物件沿預定路徑移動。一或多個感測器之臨限範圍可包括一或多個感測器可在其內獲得資訊(諸如包括於物件上或否則與物件相關聯之資訊)之一視線或區域(例如, 在一射頻辨識(RFID)感測器之情況中, RFID感測器可在其內自一RFID標籤獲得資訊之一範圍或接近度等等)。當物件移動通過臨限範圍時, 一或多個感測器可獲得與物件相關聯之資訊。例如, 一或多個感測器可獲得物件上之一或多個辨識符(例如, 捕捉該一或

多個辨識符之一影像)。

【0023】 根據各種實施例，當物件沿預定路徑移動時，機器人系統判定一或多個感測器是否自一或多個辨識符獲得足夠資訊。例如，回應於物件移動通過一或多個感測器之臨限範圍，機器人系統判定一或多個感測器是否獲得對應於一或多個辨識符之資訊。機器人系統可判定與一或多個辨識符之至少一者有關之資訊是否未被捕捉(例如，判定一或多個感測器未能自至少一個辨識符獲得資訊)。在一些實施例中，指示一物件上辨識符之一數目之資訊經預先儲存(例如，在物件套組或單粒化之前)。例如，系統可儲存物件或物件類型至辨識符之一數目之一映射。映射至一物件或物件類型之辨識符之數目可對應於辨識符之一預期數目。若機器人系統判定由一或多個感測器獲得(或獲得其資訊)之辨識符之一數目小於物件之辨識符之預期數目，則機器人系統可判定由一或多個感測器獲得之資訊係不足的(例如，與一或多個辨識符之至少一者有關之資訊未被捕捉)。在一些實施例中，系統判定足夠多資訊由一或多個感測器獲得。例如，一或多個感測器可自複數個物件獲得資訊(例如，在意欲獲得複數個物件之僅一子集之資訊時)。可捕捉足夠多資訊時之例項之實例包含當機器人系統在一感測器之範圍內移動一物件且另一物件撞到一框架或否則佔據一框架之部分時由一或多個感測器捕捉。一物件可基於工作空間中之物件之一流動或不穩定性或在一機械臂抓住一物件等等時藉由機械臂來撞到一感測器之框架。在一些實施例中，回應於判定獲得額外資訊(例如超過物件之預期資訊之資訊，諸如與框架中之另一物件有關之資訊)，機器人系統可判定所捕捉之資訊之一子集對應於被移動之物件(例如意欲獲得之資訊)。在一些實施例中，回應於判定獲得額外資訊，機器人系統控制機械臂或工作空間

中之另一元件(例如一不同機械臂、一壓縮空氣鼓風機、一氣刀等等)自框架或感測器之視線移除另一物件。

【0024】 根據各種實施例，機器人系統基於由一感測器偵測到資訊或物件來使位置座標與物件上之資訊(例如物件上之一標記，諸如一條碼)或物件之位置座標相關聯。例如，機械臂(或機器人系統)可相對於工作空間中之一或多個感測器校準。感測器至工作空間之一映射(例如各種感測器之位置至工作空間之一映射)可用於判定移動物件之一計畫，諸如判定物件將沿其移動之一路徑或軌跡。感測器至工作空間之映射亦可用於判定由對應於一特定物件之工作空間中之感測器獲得之資訊之一子集。例如，若工作空間中之感測器捕捉與超過一個物件有關之資訊，則機器人系統可使用捕捉資訊之一時間、捕捉資訊時物件之一位置及物件沿其移動之一路徑或軌跡來判定與物件相關聯之所捕捉資訊之子集。若兩個或更多個物體在一感測器框架內且獲得兩個物件之資訊，則機器人系統可基於何時捕捉資訊及在捕捉資訊時物件位於何處(例如，基於物件沿其移動之一路徑或軌跡)來判定對應於一特定物件之此資訊之一子集。

【0025】 根據各種實施例，可預定義感測器至工作空間之映射。例如，機器人系統可經校準以判定一或多個感測器(例如工作空間中之感測器)之各種預定義範圍或框架。機器人系統之校準可包含移動機械臂通過一系列靜態點同時抓取一預定義物件。當機械臂移動通過一系列靜態點時，機器人系統可分析由一或多個感測器獲得之資訊。由一或多個感測器獲得之資訊之分析可用於判定其中一或多個掃描器獲得與物件有關之資訊之範圍(例如3D區域)(例如，校準其中感測器能夠自物件獲得/掃描資訊之位置及/或感測器可根據其在一特定位置處自物件掃描/獲得資訊之物件之

定向)。機器人系統之校準可進一步包含模擬一或多個物件移動通過工作空間及判定在模擬期間在物件上獲得之預期資訊且接著實施一或多個物件之移動以確認預期資訊由工作空間中之一個以上感測器獲得。

【0026】 根據各種實施例，一或多個感測器經動態控制以至少部分基於一物件之一位置(或一物件之預期位置)來獲得資訊。機器人系統可判定一物件之一大小及物件沿其移動之一計畫或軌跡，且結合判定何時啟動一感測器獲得資訊來使用物件之大小及計畫或軌跡。例如，機器人系統可判定預期一物件何時在感測器之一預定義範圍內(或在感測器之一框架內)。當該物件在感測器之預定義範圍內(或預期在預定義範圍內)時，機器人系統可啟動感測器來獲得與物件有關之資訊(例如，掃描物件上之一條碼)。在判定物件在感測器之預定義範圍外之後(或在預期物件在界定範圍外時)，機器人系統可停用感測器或否則停止捕捉資訊。基於物件之一位置(或物件之預期位置)動態控制感測器可減少由感測器捕捉之影像或資訊量，藉此減少記憶體及運算量需求。

【0027】 各種實施例包含回應於判定一或多個感測器未獲得至少一個辨識符之資訊而執行一積極措施。例如，回應於機器人系統判定由一或多個感測器獲得(或獲得其資訊)之辨識符之一數目小於物件之辨識符之預期數目，機器人系統可執行積極措施。積極措施可包括執行掃描至少一個辨識符之一或多次進一步嘗試。例如，積極措施可包含移動物件通過臨限範圍(例如，在至少一個感測器之視線內)。積極措施可包含改變物件之一定向(例如一或多個側相對於一或多個感測器之一定向)。機器人系統可在執行一或多次進一步嘗試之前改變定向以具有對應於由一或多個感測器獲得之至少一個辨識符之資訊。物件之定向可在機械臂移動時改變。例如，

機械臂可經控制以旋轉機械臂之一腕部。在一些實施例中，物件之定向在機械臂移動通過一或多個感測器之臨限範圍之至少部分時(例如，在物件在至少一個感測器之一視線內時)改變。積極措施可包含反覆嘗試獲得至少一個辨識符(例如未獲得之(若干)辨識符)，直至(i)獲得物件之所有辨識符(或獲得臨限數目個辨識符)及/或(ii)執行獲得至少一個辨識符之臨限數目次重新嘗試。作為一實例，重新嘗試獲得至少一個辨識符可反覆執行直至(i)及(ii)之較早者。

【0028】 在各種實施例中，本文中所揭示之一整合套組系統及/或一單粒化系統依一自動方式操作，除非/直至系統卡住且無可用策略來繼續自動操作。在一些實施例中，回應於進入此一狀態，系統請求人為干預，例如藉由手動輔助、遙控等等。

【圖式簡單說明】

【0029】 以下詳細描述及附圖中揭示本發明之各種實施例。

【0030】 圖1係繪示根據各種實施例之一單粒化系統的一圖式。

【0031】 圖2A係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0032】 圖2B係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0033】 圖2C係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0034】 圖2D係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0035】 圖3A係根據各種實施例之用於取放一物件之一方法之一流程圖。

【0036】 圖3B係根據各種實施例之用於取放一物件之一方法之一流程圖。

【0037】 圖3C係根據各種實施例之用於掃描一物件之一方法之一流

程圖。

【0038】 圖3D係根據各種實施例之用於判定是否結合掃描一物件執行一積極措施之一方法之一流程圖。

【0039】 圖3E係根據各種實施例之用於判定是否結合掃描一物件執行一積極措施之一方法之一流程圖。

【0040】 圖4係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【實施方式】

【0041】 圖1係繪示根據各種實施例之一單粒化系統的一圖式。

【0042】 在所展示之實例中，系統100包含配備有一基於吸力之末端執行器104之一機械臂102。儘管在所展示之實例中末端執行器104係一基於吸力之末端執行器，但在各種實施例中，一或多個其他類型之末端執行器可用於本文中所揭示之一單粒化系統中，包含(但不限於)一基於捏縮之末端執行器或其他類型之致動手爪。在一些實施例中，末端執行器104包括一或多個基於吸力之末端(例如一或多個吸盤)。在各種實施例中，末端執行器可由吸力、氣壓、氣動、液壓或其他致動之一或多者致動。機械臂102及末端執行器104經組態以用於擷取經由滑槽(或箱) 106到達之包裹或其他物件且將各物件放置於分段傳送帶108上之一對應位置(例如一目的地位置)中。在此實例中，物件自一進入端110供給至滑槽106中。例如，一或多個工人及/或機器人可直接或經由一傳送帶或經組態以將物件供給至滑槽106中之其他機電結構將物件供給至滑槽106之進入端110中。

【0043】 在所展示之實例中，機械臂102、末端執行器104及傳送帶108之一或多者藉由控制電腦112協調操作。在一些實施方案中，控制電腦112經組態以控制複數個機械臂在一或多個工作站操作。在各種實施例

中，本文中所揭示之一機器人單粒化可包含工作空間之一環境自其模型化之一或多個感測器。在圖1中所展示之實例中，系統100包含影像感測器，在此實例中包含3D攝影機114及116。在各種實施例中，其他類型之感測器可用於(個別或組合地)本文中所揭示之一單粒化系統中，包含一攝影機、一紅外感測器陣列、一雷射陣列、一標尺、一陀螺儀、一電流感測器、一電壓感測器、一功率感測器、一力感測器、一壓力感測器、一重量感測器及其類似者。在各種實施例中，控制電腦112包含一工作空間環境狀態系統(諸如視覺系統)，其用於基於感測器資料(諸如由影像感測器(在此實例中包含3D攝影機114及116)提供之影像資料)來辨別個別物件、工作空間上之碎片及各物件之定向。在一些實施例中，工作空間環境狀態系統包含用於偵測一物件(例如一抓取物件)之一重量或偵測自其判定一估計重量之資訊之機械臂中之感測器。例如，與由驅動機械臂移動之一或多個馬達使用之一電流量、電壓量及/或功率量有關之資訊可用於判定物件之重量(或一估計重量)。作為另一實例，滑槽包含一重量感測器，且物件之重量基於在拾取物件之前與拾取物件之後由重量感測器量測之滑槽上之一重量差來判定。作為另一實例，與來自一或多個感測器陣列之一輸出有關之資訊可用於判定工作空間中物件之一位置、物件由機械臂抓取及/或移動時物件之一位置及/或機械臂之一位置(例如，基於相較於一或多個感測器陣列之感測器之另一子集判定來自一或多個感測器陣列之感測器之一子集之一輸出)。作為另一實例，與來自一或多個感測器陣列之一輸出有關之資訊可用於判定待單粒化之一物件及/或工作空間內之另一物件或物體之一尺寸或大小。與來自感測器陣列之一者之輸出有關之資訊可包含指示包括一辨識符(例如一標記等等)之物件之一或多個側之資訊。

【0044】 工作空間環境狀態系統產生輸出，其由機器人系統用於判定及實施一計畫以自主操作一機器人結構自工作空間拾取一或多個物件且將各者放置於一對應可用界定位置中用於機器辨識及分類，諸如分段傳送帶108之一分割區段。在一些實施例中，工作空間環境狀態系統產生一輸出(例如原本特性化工作空間及/或工作空間內之物件之感測器資料或資訊)，其由機器人系統用於偵測與工作空間中之一或多個物件相關聯之一狀態、條件及/或屬性及/或與機械臂或工作空間之其他元件相關聯之一狀態或條件。根據各種實施例，回應於偵測(例如，判定)與工作空間中之一或多個物件相關聯之狀態、條件及/或屬性，機器人系統結合單粒化一物件實施一或多個積極措施。作為一實例，積極措施可包含更新計畫以自主操作一機器人結構自工作空間拾取一或多個物件且將各物件單個放置於一單粒化傳送結構中之一對應位置中。作為一實例，積極措施可包含更新計畫以包含物件之一更新路徑或軌跡，使得物件在工作空間中之一或多個感測器之一臨限範圍內移動(例如，在一或多個感測器之一視線內以允許一或多個感測器自物件上之一辨識符獲得資訊)。在一些實施例中，積極措施或更新計畫可包含操作機器人結構改變或適應偵測狀態、條件及/或屬性(例如，依單粒化一物件之一方式實施一改變，改變物件沿其單粒化之一路徑或軌跡，改變抓取物件之一方式，改變其中抓取物件之物件上之一位置，等等)。

【0045】 在各種實施例中，本文中所揭示之一機器人系統包含及/或進行以下之一或多者，例如藉由操作諸如控制電腦112之一控制電腦：

- 藉由合併來自多個感測器(包含2D攝影機、3D (例如RGBD)攝影機、紅外及其他感測器之一或多者)之資料來產生電腦視覺資訊以產生包

含一或多個分類站之一工作空間之三維圖。機器人系統判定工作空間之三維圖中物件及/或碎片或其他異常之特性。

- 機器人系統協調多個機器人之操作以避免碰撞、彼此妨礙及爭相拾取相同物件及/或將一物件放置於相同於另一機器人之目的地位置(例如傳送帶之分段部分)中。機器人系統協調在相同工作空間內操作之複數個機器人之操作以單粒化複數個物件。例如，在各種實施例中，複數個機器人獨立操作以取放物件。若偵測到一碰撞風險，則採取回應性措施來確保複數個機器人在單粒化期間彼此不碰撞。

- 機器人系統協調多個機器人之操作以確保放置所有物件且每狹槽/位置僅一個。例如，若機器人A掉落一物件，則系統安排機器人B將其拾取；經放置但定向不當之物件由相同或另一機器人拾取及調整或移動至另一位置；一單一目的地狹槽中之兩個或更多個物件導致機器人下游站自傳送帶拾取兩個或更多個物件之一者且將物件放置於一新位置中；等等。

- 機器人系統不斷更新各機器人及所有機器人之運動計畫以達成一所要集體產量(例如，最大化集體產量，達到集體產量之一預定義臨限值，等等)。回應於判定兩個或更多個機器人已碰撞或將在根據其各自物件單粒化計畫移動時碰撞，機器人系統實施一積極措施以確保兩個或更多個機器人避免碰撞或否則重設兩個或更多個機器人之獨立操作。

- 回應於判定獨立安排兩個機器人獲取相同物件，系統隨機挑選一個來取得物件且另一者繼續移動至下一物件(例如，辨識、選擇、判定抓取策略、拾取、根據計畫移動及放置)。

- 機器人系統可管理複數個機器人之獨立操作以確保機器人在不同時間選擇物件以避免相同物件經選擇用於由兩個不同機器人單粒化。

- 傳送帶移動及/或速度視需要經控制以避免空位且達成一所要機器人生產率(產量)。
- 回應於判定一物件放錯或掉落，系統指派一機器人或(視需要)一工人拾取物件且放回擷取機器人之自身源堆中或(若可用或更佳)傳送帶上之下一開槽上。
- 上游機器人經控制以有意留下一些狹槽打開以使下游機器人將物件放置於傳送帶上。
- 下游機器人經控制以校正上游將一物件放置於傳送帶上之錯誤(例如，校正靜置於超過一個狹槽/托盤中之一物件之放置，用物件之一辨識符與上游機器人將物件放置於其中之狹槽之間的一相關聯性更新一資料結構，等等)。
- 下游感測器可經控制(或來自此等感測器之資訊可經獲得)以獲得與運載於傳送帶上之一物件上之一或多個辨識符有關之資訊。
- 無法由相同或另一機器人校正之一失效或錯誤導致警報獲得人為(或其他機器人)干預解決。
- 移動/移除工作空間內之碎片或重組態一物件單粒化(例如，提高物件自源堆/流成功拾取且放置於傳送結構上之可能性)。
- 控制一滑槽傳送帶重組態工作空間內之物件(例如，使經選擇用於單粒化之一物件更靠近滑槽之一前部以由機械臂更快且更容易接取，重新定位一或多個物件以提高一機械臂抓取一物件之能力，等等)。
- 使用來自工作空間環境狀態系統之感測器資料(例如，來自工作空間內之一或多個感測器)以模型化滑槽流(或模型化工作空間環境)，偵測與一預期滑槽流(或一預期工作空間環境)之一偏差，使用感測器資料來偵

測滑槽流或工作空間環境內之一阻塞或異常，且實施一積極措施來清除阻塞。

- 使用來自工作空間環境狀態系統之感測器資料來偵測經選擇用於單粒化之物件之一或多個特性(例如屬性)，判定物件之抓取或釋放預期回應於實施一積極措施而改良，且實施積極措施以改良物件之抓取或釋放。

- 使用感測器資料來判定機械臂已結合單粒化複數個物件之一者抓取物件，判定釋放複數個物件之一計畫以將各物件單個放置於一單粒化傳送結構中之一對應位置中(例如，選擇其中將放置對應物件之單粒化傳送結構中之不同位置，及/或判定操作末端執行器在不同於複數個物件之一第二子集之一時間釋放複數個物件之一第一子集之一策略)。

- 基於一選定物件之一大小及/或傳送結構上之一狹槽內之一物件之一或多個特性來選擇其中將放置選定物件之傳送結構上之一狹槽。例如，一狹槽經選擇以確保選定物件不放置於相鄰於包括一高或大物件之一狹槽之一狹槽中。

- 基於物件之一屬性(例如選定物件之一大小、物件之一重量等等)及/或傳送結構上之一狹槽內之一物件之一或多個屬性(例如特性)選擇用於在傳送結構上單粒化一物件之一路徑。例如，一路徑經判定以將物件放置於相鄰於包括一高或大物件之一狹槽之一放入狹槽中。作為另一實例，用於單粒化物件之路徑可基於一物件上之一辨識符之一位置(例如辨識符相對於工作空間中之一感測器或掃描器之一位置)判定。

- 至少部分基於一傳送帶之一速度判定單粒化一物件之機械臂之一移動及速度。

- 至少部分基於物件之一特性(例如物件上之一辨識符之一位置)、工

作空間環境之一特性、一感測器或掃描器之一位置及/或傳送結構之一特性(例如傳送帶之一速度)來判定待單粒化之物件之一軌跡。

- 判定對應於待單粒化之一物件之一或多個路徑/軌跡之成功單粒化之一概率，且基於對應成功概率選擇物件將沿其單粒化之一路徑/軌跡。

- 判定一機械臂及/或機械臂之一末端執行器之一定位以獲得一成功抓取(例如，如基於抓取成功之一概率、物件之一封裝類型、物件之一尺寸、與一臨限值相關之一預期握力等等所判定)。末端執行器之定位可包含控制機械臂或機械臂之一腕部移動以使末端執行器正交於物件之一表面。

- 更新機器人系統偵測一空狹槽或托盤之能力。例如，由機器人系統用於辨識一空狹槽/托盤之一空狹槽/托盤之界定隨時間更新。

【0046】 在各種實施例中，待單粒化物件之一任意混合可包含各種形狀及大小之包裹、封裝及/或信件。一些物件可為其一或多個屬性可為已知之標準封裝，其他可為未知的。在各種實施例中，諸如影像資料之感測器資料用於辨別個別物件(例如，經由影像分割)。部分遮擋物件之邊界可(例如)藉由將一物件辨認為一標準或已知類型及/或將可見物件邊界延伸至邏輯估計範圍(例如，兩個邊緣經外推以在一遮擋角交會)來估計。在一些實施例中，估計各物件之一重疊度(即，由其他物件遮擋)，且在選擇下一物件來嘗試抓取時考量重疊度。例如，針對各物件，可運算一分數來估計抓取成功之概率，且在一些實施例中，分數至少部分由其他物件之重疊/阻擋度判定。更少遮擋物件更可能被選擇，例如，其他考量相同。

【0047】 若一源堆/流具有待單粒化物件之一任意混合，則源堆/流一般包含具有不同封裝類型(諸如一紙板箱封裝、一信封封裝、一塑膠袋

封裝(例如聚乙烯袋)等等)之物件。機器人系統可基於自感測器獲得之視覺資料或基於在機械臂嘗試拾取一物件時在末端執行器與物件之間達到之一壓力來判定物件之封裝。感測器資料可用於辨別對應於源堆/流中之一特定物件之一封裝類型。在一些實施例中，機器人系統至少部分基於對應於物件之封裝類型來判定抓取物件之一策略。例如，封裝於一塑膠袋中之相對較重物件一般會經歷末端執行器吸盤之間的「隆起」。隆起可引起來自機械臂之末端執行器之吸力不佳，且此一物件之抓取因此不佳。根據各種實施例，回應於判定物件相對較重(例如，重量超過一預定義臨限值)且物件封裝於一塑膠袋中或回應於判定在抓取物件時引起隆起，機器人結構執行一積極措施以改變或適應「隆起」或物件封裝之判定。作為一實例，機器人結構執行一積極措施以部分提升封裝且將封裝自滑槽拖曳至傳送結構中之對應狹槽。

【0048】 機器人系統可基於物件之一封裝類型判定一路徑或軌跡(或接近抓取物件之機械臂/末端執行器之一軌跡)以避免隆起或否則改良物件之一抓取。作為一實例，機械臂(例如一腕部)及/或末端執行器經控制以正交於物件自其抓取之物件之一表面。作為另一實例，機械臂及/或末端執行器之路徑或軌跡可經判定以在抓取一物件之前撞倒物件或否則重新定位物件。

【0049】 在各種實施例中，多個3D及/或其他攝影機可用於產生影像資料。可產生場景之一3D視圖，及/或在一些實施例中，攝影機之一組合用於自不同角度查看場景且結合抓取及移動一或多個物件選擇及使用(例如)相對於一工作空間及/或工作空間中之一或多個特定物件遮擋最少之攝影機。影像資料可用於偵測滑槽上或工作空間內之碎片、通過工作空間

之物件之滑槽流中之一阻塞、由機器人結構在一選定物件之單粒化期間抓取之物件之一數目、佔據傳送結構上之狹槽之一或多個物件之一特性等等。在一些實施例中，影像資料用於判定工作空間中一或多個物件之一特性(例如一屬性)。作為一實例，影像資料可結合判定(例如，估計)一物件之一高度或尺寸使用。作為另一實例，影像資料可用於獲得與物件上之一辨識符(例如一標記等等)有關之資訊。影像資料可用於判定其上包括標記之物件之一側。

【0050】 在各種實施例中，多個攝影機用於諸多目的。首先，其提供進入場景之一更豐富全3D視圖。其次，其在自一封裝反射進入一攝影機之光可干擾其操作時內聚操作以最小化歸因於封裝反光之錯誤；在此情況中，一不同位置處之另一攝影機提供一備份。在一些實施例中，其可由判定哪個攝影機具有拾取一特定封裝之最佳視角及/或最低錯誤率之一預測視覺演算法選擇性觸發；因而各封裝具有查看其之最佳攝影機。在一些實施例中，一或多個攝影機安裝於一致動底座上，系統可改變致動底座之位置及定向以提供一封裝之一更佳感知(例如視圖)。在實施例中，一或多個攝影機安裝於機器人結構上(例如，在機械臂之末端執行器上等等)。

【0051】 在各種實施例中，由攝影機提供之另一目的係偵測機器人操作之任何類別之不可預見錯誤或對環境之任何破壞。放置於機器人上及環境中之攝影機具有不同錯誤及準確度分佈。機器人上之攝影機可更準確(因為其剛性固定至機器人)但使用更慢(因為此等攝影機之使用需要機器人減速或停止)。環境中之攝影機具有一穩定視圖且實際上更快，因為機器人可在一攝影機拍照時執行多重任務且做別的事情。但若有人移動或搖動攝影機支架，則攝影機可變得與機器人不同步且引起錯誤。在各種實施

例中，來自攝影機及非機器人攝影機之影像經組合(例如，偶爾或遺漏封裝)以偵測機器人是否與非機器人攝影機同步。若攝影機經判定為不同步，則機器人採取校正措施，諸如執行一校準或同步程序、警報一人類操作者等等。在一些實施例中，一攝影機可不剛性安裝於一機械臂上，且在一些實施例中，攝影機上之陀螺儀及/或加速度計可用於過濾或補償安裝底座之運動。

【0052】 根據各種實施例，系統100可包含除複數個攝影機之外的一或多個感測器或包含一或多個感測器外加複數個攝影機，諸如一紅外感測器陣列、一雷射陣列、一標尺、一陀螺儀、一電流感測器、一電壓感測器、一功率感測器及其類似者之一或多者。自各種其他感測器接收之資訊用於判定待單粒化物件之一或多個屬性及/或工作空間內之另一物件或物體之屬性等等。

【0053】 參考圖1，在各種實施例中，機械臂102由一或多個馬達(例如各可移動接頭或安裝位置處之一或多個馬達)驅動。在一些實施例中，驅動機械臂102(例如，在機械臂嘗試單粒化一物件時移動機械臂)所需之工作指示待單粒化物件之一或多個特性。例如，在一些實施例中，物件之一重量可基於在物件被抓取時驅動機械臂102所需之工作來運算(或估計)。在各種實施例中，驅動機械臂102所需之工作使用一電流感測器、一電壓感測器、一功率感測器及/或其類似者或其等之一些組合來量測。回應於判定物件在單粒化期間之重量，機器人系統至少部分基於物件之重量來判定待單粒化之一物件之一路徑/軌跡。機器人系統可執行一積極措施以適應物件之重量，諸如(例如)回應於判定物件之重量而更新路徑或軌跡。在一些實施例中，回應於判定物件之重量大於一預定義臨限值，機器

人系統100調整計畫以經由部分拾取物件且將物件拖曳至傳送結構上之對應位置來單粒化物件(例如，與完全拾取物件且移動臂以將物件放置於傳送結構上相比)。在一些實施例中，回應於判定物件之重量，機器人結構調整機械臂(及物件)移動之速度。例如，物件之重量越大，機械臂102移動時物件與末端執行器104之間的剪力越大。此外，剪力可隨操作機械臂之速度(例如機械臂移動物件之速度)增大。因此，機器人系統100可至少部分基於物件之重量控制機械臂102之速度以確保物件保持由機械臂牢固抓取。儘管關於此之說明描述重量基於使用一電流感測器、一電壓感測器、一功率感測器及/或其類似者來量測，但重量亦可使用組態於機械臂102或末端執行器104中之一力感測器來量測。然而，力感測器相對較貴且因此低階硬體資訊(諸如馬達扭矩或由馬達使用之功之一量測)係判定(例如估計)物件之重量之一有效方式。

【0054】 與來自一或多個感測器陣列之一輸出有關之資訊可用於判定工作空間中之物件之一位置、在物件由機械臂抓取及/或移動時物件之一位置及/或機械臂之一位置(例如，基於相較於一或多個感測器陣列之感測器之另一子集判定來自一或多個感測器陣列之感測器之一子集之一輸出)。作為另一實例，與來自一或多個感測器陣列之一輸出有關之資訊可用於判定待單粒化之一物件及/或工作空間內之另一物件或物體之一尺寸或大小。自一或多個感測器陣列接收之資訊可結合判定待單粒化物件及/或工作空間內之另一物件或其他物體之一高度使用。在一些實施例中，機器人系統至少部分基於待單粒化物件及/或工作空間內之另一物件或其他物體之高度判定一路徑或軌跡(或更新路徑或軌跡)。例如，機器人系統至少部分基於傳送帶上之一或多個其他物件之一高度(或其他尺寸)判定其中

將放置物件之傳送帶上之一位置。計畫將一物件放置於相鄰於包括一相對較大(例如較高、較寬等等)物件之另一狹槽/托盤之一狹槽/托盤中可增加單粒化期間之一碰撞可能性。另外，傳送帶上之一相對較大物件可阻礙機器人系統獲得相鄰物件之資訊之能力。視覺系統之視線可由一相對較大物件阻擋且因此感測器資料可不包含相鄰物件(或緊鄰大物件之其他物件)之準確資訊。作為另一實例，若物件在面向一相對較大物件之一側上或靠近大物件之一表面上包含一辨識符或標記，則視覺系統無法定位或讀取辨識符或標記。在一些實施例中，回應於判定機器人系統獲得相鄰物件之資訊之能力被阻礙，機器人系統可實施一或多個積極措施。一或多個積極措施可包含執行一或多個操作以獲得物件之資訊。積極措施之實例可包含：使用一或多個下游感測器(例如一架空感測器及/或側感測器等等)來捕捉執行；更新物件之一路徑/軌跡以包含其中使物件在一或多個感測器之範圍內之路徑之一部分(例如，修改路徑以使物件在工作空間中之一感測器之一視線內，諸如基於工作空間之一模型化及相對於工作空間中之位置成功掃描之可能性等等)；等等。可實施各種其他積極措施。

【0055】 進一步參考圖1，在所展示之實例中，系統100進一步包含可由一工人120使用以藉由遙控來操作機械臂102、末端執行器104及傳送帶108之一或多者之一按需遙控裝置118。在一些實施例中，控制電腦112經組態以嘗試依一全自動模式將物件自源堆(例如源位置)移動至傳送帶108 (例如目的地位置)。作為一實例，控制電腦112經組態以操作機械臂102依物件上之一或多個辨識符或與一或多個辨識符有關之資訊由工作空間內之一或多個感測器獲得(例如掃描)之一方式(例如，沿一路徑/軌跡)自源堆拾取物件且移動物件。然而，若在嘗試依全自動模式操作之後控制電

腦112判定其不具有(進一步)策略可用於使辨識符(或與其有關之資訊)之至少一者由一或多個感測器獲得，則在各種實施例中，控制電腦112發送一警報以經由遙控(例如，藉由人類操作者120使用遙控裝置118)自一人類操作者獲得輔助。遙控裝置118可將一或多個影像顯示於一使用者介面上，一或多個影像對應於由視覺系統(例如攝影機114、攝影機116、一或多個其他感測器等等)捕捉之物件或工作空間之影像。使用者介面可經組態以允許一人類操作者120手動輸入與影像上之一辨識符有關之資訊(例如在一或多個影像中可見之資訊)及/或與物件有關之資訊。

【0056】 在一些實施例中，控制電腦112經組態以嘗試依一全自動模式抓取及放置物件。然而，若在嘗試依全自動模式操作之後控制電腦112判定其不具有(進一步)策略可用於抓取一或多個物件，則在各種實施例中，控制電腦112發送一警報以經由遙控(例如，藉由人類操作者120使用遙控裝置118)自一人類操作者獲得輔助。例如，在一些實施例中，回應於偵測到影響物件流動通過滑槽106之一狀態或條件，控制電腦112可嘗試執行一或多個措施以促進單粒化。若回應於偵測狀態或條件之全自動嘗試經判定為無法解決狀態或條件，則控制電腦可提示人類操作者120解決狀態或條件，例如經由使用按需遙控裝置118之遙控。在各種實施例中，控制電腦112可顯示辨識狀態或條件及/或呈現人類可選選項之一使用者介面或其他介面以控制機械臂102、末端執行器104及/或本文中所揭示之其他元件及儀器(例如鼓風機、搖動器、滑槽傳送帶等等)改動狀態或條件。

【0057】 在各種實施例中，控制電腦112使用來自攝影機(諸如攝影機114及116)之影像資料來將場景之一視覺顯示提供給工人120以促進遙控。例如，控制電腦112可顯示滑槽106中物件堆之一視圖。在一些實施

例中，分段處理由控制電腦112對由攝影機114及116產生之影像資料執行以辨別物件/物體邊界。遮罩技術可用於突顯個別物件，例如使用不同色彩。操作者120可使用場景之視覺顯示來辨識待抓取之(若干)物件且使用遙控裝置118來控制機械臂102及末端執行器104自滑槽106拾取(若干)物件且將各者放置於傳送帶108上之一對應位置中。在各種實施例中，一旦提示對其人為干預之(若干)物件已放置於傳送帶上，則系統100恢復全自動操作。在各種實施例中，若進行人為干預，則機器人系統觀察工人(例如手動任務完成、使用一機械臂及末端執行器經由遙控完成任務)且嘗試學習一策略以在未來依一自主模式(較佳)完成任務。例如，系統可學習抓取一物件之一策略，例如藉由觀察其中一工人抓取物件之物件上之位置及/或藉由記住工人如何使用機械臂及末端執行器經由遙控抓取物件。

【0058】 在一些實施例中，系統100回應於判定系統100之操作存在異常而調用來自人類操作者120之輔助。一異常之一實例係在物件之單粒化期間末端執行器104與物件之間未達到一臨限壓力。回應於偵測到在末端執行器104與物件之間達到之壓力小於一臨限壓力值，機器人系統100可結合評估機器人系統100是否正常執行來執行一診斷程序。例如，系統100可執行末端執行器104接合一物件且達到一預定臨限壓力值之能力之一診斷。回應於判定系統100未正常執行(例如，末端執行器104無法接合一物件且達到一預定臨限壓力值)，系統100調用來自人類操作者120之輔助。在一些實施例中，控制電腦112將一警報發送給人類操作者120。警報可指示問題之根源(例如，指示末端執行器無法接合物件且達到一預定臨限壓力值)。例如，警報可將一推薦或請求補救措施提供給人類操作者120。

【0059】 根據各種實施例，回應於判定系統100之當前操作偏離系統100之預期正常操作，系統100判定對系統100執行一診斷。系統100可對系統100之一部分執行診斷，系統100至少部分基於感測器資料(例如電流感測器資料)判定系統100之部分偏離正常操作或在偏離正常操作之一臨限範圍或百分比內。若由上述末端執行器104達到壓力量測，則系統100可判定將對其執行一診斷程序之(若干)特定末端執行器。在一些實施例中，回應於執行診斷程序且判定診斷程序之一結果指示系統100 (或其一組件)偏離正常操作或否則在偏離正常操作之臨限範圍或百分比內，系統100實施一或多個積極措施。積極措施之實例包含替換組件(例如，切換一末端執行器)、判定依不使用偏離正常操作之組件或不對組件施加超過一預定義應變臨限值之一應變之一方式操作系統100及/或調用人為干預(例如，將偏離通知給人類操作者120)。可實施各種其他積極措施。

【0060】 結合圖1繼續上述實例，系統100判定至少部分回應於系統100判定系統100偏離正常操作或一診斷程序將結合評估是否實施一補救積極措施執行而執行診斷程序。回應於判定由末端執行器104在機械臂已拾取一物件時達到之壓力偏離末端執行器104之一預期正常操作，系統100判定相對於判定為偏離正常操作之末端執行器(例如末端執行器上之一或多個吸盤)之操作執行一診斷。根據各種實施例，用於相對於一末端執行器執行一診斷之診斷程序包含操作機械臂102移動至一預定位置且接合末端執行器與一預定表面(在此實例中，諸如表面115)。表面115可位於工作空間110內。在一些實施例中，表面115係滑槽106之一部分或操作性連接至滑槽106或傳送帶108。當末端執行器接合至預定表面時，系統100控制末端執行器抓取預定表面。回應於控制末端執行器抓取預定表面，系統

100獲得與末端執行器用其抓取預定表面之一抓力之一量測有關之感測器資料。例如，回應於接合末端執行器與表面115，系統100控制末端執行器將一吸力施加至表面115。系統100獲得包含在末端執行器與表面115之間達到之壓力之一或多個值之感測器資料。系統100接著判定由末端執行器在抓取表面115時達到之壓力是否偏離抓取表面115之一預期正常操作。在一些實施例中，系統100比較包含在末端執行器與表面115之間達到之壓力之一或多個值之感測器資料與映射至末端執行器之一正常操作之一或多個預定範圍或臨限值。若在末端執行器與表面115之間達到之壓力與末端執行器之正常操作不一致(例如，若在末端執行器與表面115之間達到之壓力之一或多個值落在映射至末端執行器之一正常操作之一或多個預定範圍或臨限值外)，則系統100判定末端執行器不當工作(例如，末端執行器偏離正常操作)。

【0061】 根據各種實施例，回應於系統100判定末端執行器不當工作，系統100更新計畫以至少部分基於末端執行器不當工作之此判定來實施一或多個積極措施。此一積極措施包含警報人類操作者120末端執行器不在工作。例如，系統100向人類操作者120發送偏離正常操作之一通知。在一些實施例中，系統100向人類操作者120提供一或多個推薦積極措施。回應於接收偏離正常操作之通知，人類操作者120可實施一人為干預以替換或修復可應用末端執行器。在一些實施例中，人類操作者120使用按需遙控裝置118控制系統100實施一積極措施，諸如控制機械臂102替換可應用末端執行器。在一些實施例中，人類操作者120可選擇一或多個推薦積極措施之至少一者，且回應於此選擇，系統100控制機械臂102實施選定積極措施(例如，無需額外人為干預)。

【0062】 在各種實施例中，控制電腦112操作機械臂102 (或與其相關聯之一系統)致動末端執行器104上之一吸盤。末端執行器104可包含複數個吸盤且複數個吸盤可經獨立致動(例如，獨立於另一吸盤)。例如，控制電腦112可選擇一或多個吸盤(末端執行器上之複數個吸盤之一或多個吸盤)來致動，且可將一信號發送至末端執行器104 (或機械臂或與其相關聯之系統)以致動選定一或多個吸盤。在一些實施例中，複數個吸盤包含複數組之一或多個吸盤。一組之一或多個吸盤可獨立於另一組之一或多個吸盤致動。在一些實施例中，各組之一或多個吸盤可獨立於另一(些)組之一或多個吸盤致動。一吸盤(或一組之一或多個吸盤)可根據抓取一物件之一抓取策略致動。例如，控制電腦112可選擇一物件來抓取，且控制電腦112可判定一計畫以(諸如)結合拾取物件及將物件放置於另一位置(例如用於一套組操作之一容器或用於一單粒化操作之一托盤或分段傳送帶等等)中來抓取物件。

【0063】 根據各種實施例，末端執行器104上之一或多個吸盤至少部分基於一抓取策略致動。抓取策略可由一控制電腦112判定，且控制電腦112可將一或多個信號(例如控制信號)發送至一致動機構。在一些實施例中，致動機構控制末端執行器104上之一或多個吸盤之至少一者之致動。例如，致動機構可選擇性致動來自末端執行器上之複數個吸盤中之一第一組之一或多個吸盤。致動機構可為在控制電腦112上運行之一模組或操作性連接至機械臂102及/或末端執行器104之一模組。

【0064】 包含於末端執行器104上之一吸盤之控制可包含引起吸盤移動於一非作用位置與一作用位置之間。在非作用位置中，吸盤可相對於末端執行器之一底部(例如末端執行器之底板)及/或相對於作用位置中之吸

盤之一位置凹入。在一些實施例中，若吸盤處於非作用位置中，則當包含於末端執行器上之其他吸盤安置於其對應作用位置中時，吸盤不與一物件或其他表面接合。相反地，在作用位置中，吸盤可相對於末端執行器104之底部及/或相對於非作用位置中之一吸盤之一位置延伸。根據各種實施例，末端執行器104上之一組吸盤可經選擇性控制以(諸如)結合抓取一物件接合物件。一組吸盤之選擇性控制可包含控制一第一組吸盤移動至一作用位置及/或控制一第二組吸盤移動至一非作用位置。第一組吸盤可經致動以在第一組吸盤之至少一者與待抓取物件之間產生一壓力。

【0065】 儘管結合一單粒化操作(例如，使用機械臂102來將一物件自滑槽106單粒化至傳送帶108上之一位置)描述實例，但各種實施例包含執行一套組操作之一機械臂。例如，包含末端執行器104之機械臂(例如，其可包含一或多個吸盤)可用於自對應判定位置(例如，自一擱架上之一托盤)拾取一或多個物件且配置或組裝物件以形成一套組(例如，包含將物件放置於一箱子、托盤或其他容器中)。套組可至少部分基於一訂單(例如經由一電子商務網站接收之一訂單)形成。

【0066】 根據各種實施例，判定用於單粒化一物件之一組路徑或軌跡，且物件將沿其單粒化之路徑或軌跡選自一組路徑或軌跡。路徑或軌跡可基於與組內之對應路徑或軌跡相關聯之各種性質來選擇。可結合選擇路徑或軌跡使用之與對應路徑或軌跡相關聯之性質之實例包含物件單粒化之一速度、其中將單粒化物件之傳送帶上之一位置、物件將根據特定路徑或軌跡單粒化之一成功概率、工作空間內之另一物件或物體是否與特定路徑或軌跡相交之一指示等等。在一些實施例中，物件將根據特定路徑或軌跡單粒化之成功概率針對一組路徑或軌跡之至少一子集判定，且路徑或軌跡

基於相對於對應於其他路徑或軌跡之成功概率之對應成功概率來選擇。作為一實例，路徑或軌跡回應於判定對應於路徑或軌跡之成功概率超過一臨限概率或超過子集內之其他路徑或軌跡之一臨限數目或百分比而選擇。

【0067】 根據各種實施例，一機器人單粒化系統執行一積極措施以改良一物件之單粒化(例如，自一源堆/流成功拾取物件且將物件放置於傳送帶上)。機器人系統基於工作空間之一背景(例如物件之一狀態或條件、物件之一性質、工作空間內之另一物件等等)在單粒化期間動態更新物件之路徑或軌跡。例如，回應於判定一偵測狀態或條件阻礙自主操作機器人結構自工作空間拾取一或多個物件且將各物件單個放置於一單粒化傳送結構中之一對應位置中之一當前計畫實施，機器人結構執行一或多個積極措施以提高成功單粒化之可能性(例如，機器人結構可至少部分基於偵測狀態或條件來判定預期提高成功單粒化可能性之一積極措施)。在一些實施例中，積極措施包含使用一機械臂、機械臂之一末端執行器、一滑槽或工作空間之其他元件之一移動或一鼓風機來重組態源堆/流或重組態工作空間上之一或多個物件或碎片。積極措施可經執行以改良待單粒化之一物件上之一標記或辨識符之一掃描、提高一物件可被拾取之可能性、促進抓住單粒化之一物件、促進自機械臂釋放一物件或改良獨立單粒化來自相同工作空間(例如相同源堆/流)之物件之兩個機械臂之操作。

【0068】 圖2A係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0069】 在所展示之實例中，套組系統200包含一套組擱架系統202及一機械臂212。在一些實施例中，一套組系統包含複數個套組擱架系統及/或複數個機械臂。機械臂可自主操作以自一套組擱架系統拾取一物件(或來自一物件內之一物體)且將物件(或物體)放置至一預定位置。在一些

實施例中，一機械臂至少部分基於一計畫(諸如套組一或多個物件(例如，基於一訂單來組裝一套組等等)之一計畫)將一或多個物件取放於一預定位置。

【0070】 在一些實施例中，機械臂212可相對於套組擱架系統202及/或相對於一傳送帶或其中安置一容器之其他位置移動。在圖2A中所展示之實例中，機械臂212安裝於托架214上，托架214經組態以騎乘於沿並排於且實質上平行於傳送帶220安置之一軌道或其他線性導軌216。作為一實例，機械臂212可安裝於與套組擱架系統202對置之一側上。作為一實例，機械臂212可安裝於相同於套組擱架系統202之一側上。在一些實施例中，一或多個機械臂安裝於相同於一套組擱架系統之傳送帶220之一側上且一或多個機械臂安裝於與套組擱架系統對置之傳送帶220之一側上。在各種實施例中，一馬達、皮帶、鏈條或其他動力源經由一控制器(圖2A中未展示)施加以使托架214及附接之機械臂212沿軌道或導軌216移動以促進自一或多個套組擱架系統自動擷取物件及在一容器(例如箱子、托盤等等，諸如容器218)沿傳送帶220移動時將物件放置於容器中。機械臂之控制可至少部分基於待取放於容器218中之一或多個物件、容器218之一位置(例如其中將套組物件之一預定位置)及/或容器218之一路徑(例如，基於傳送帶220之一判定移動)來協調。

【0071】 在一些實施例中，套組系統200包含控制電腦230及/或按操作遙控裝置232。在所展示之實例中，套組擱架系統202、傳送帶220及機械臂212及/或托架214之操作在控制電腦230之控制下依一協調方式操作。在所展示之實例中，控制電腦230與控制器(圖2A中未展示)通信(例如無線通信)，各經組態以控制構成套組系統200之一對應元件(例如套組擱

架系統202、機械臂212、傳送帶220、托架214及/或容器源(圖中未展示))之操作。儘管圖2A中展示無線連接，但在各種實施例中，可使用有線連接或有線及無線連接之一組合。

【0072】 在圖2A中所展示之實例中，機械臂212具有對應於兩指手爪之一末端執行器。在各種實施例中，機械臂212包含一或多個其他及/或不同類型之末端執行器/擷取工具，包含(但不限於)具有三個或更多個指之一手爪、具有含不同於所展示屬性之屬性之指(例如減震指、較小指、較大指等等)之一手爪及/或並非一手爪之一擷取工具，諸如經組態以使用吸力、摩擦力、靜電力、磁力等等拾取物件之擷取工具。在一些實施例中，機械臂212之手爪可與一或多個不同末端執行器互換，取決於待擷取之一物件之一或多個屬性，例如重量、易碎性、可壓縮性、剛性、大小、形狀等等。在一些實施例中，機械臂212之手爪可用於擷取及使用不同末端執行器(例如手爪固持工具)來取放物件，取決於(例如)待擷取物件之一或多個屬性。物件之一或多個屬性可至少部分基於自諸如攝影機210之一或多個感測器獲得之資訊來判定。

【0073】 在各種實施例中，控制電腦230 (例如)由在控制電腦230上運行之軟體組態以接收與一發票、訂單、零件清單、選擇清單或待擷取及堆積在一起之物件之其他清單相關聯之資料、判定履行擷取及堆積所需物件之一策略/計畫及操作套組系統200之元件(例如套組擱架系統202、傳送帶220及機械臂212及/或托架214)協調履行(若干)要求。在一些實施例中，套組系統200包含複數個套組擱架系統及/或複數個機械臂，且一或多個控制電腦經控制以協調/操作套組系統200之元件。

【0074】 在一些實施例中，控制電腦230經組態以接收待堆積之一

物件清單。控制電腦230可判定哪些物件與哪些套組擱架系統相關聯(或哪些物件與諸如套組擱架系統202之一套組擱架系統之一特定擱架相關聯)且可判定擷取及堆積物件之一計畫。在一些實施例中，控制電腦230控制一箱子組裝機(圖中未展示)或一容器源模組，且將一容器下放於傳送帶220上且控制傳送帶220將容器推進至裝載有第一一或多個物件之一位置。控制電腦230可控制托架214及/或機械臂212定位機械臂212以自相關聯之一套組擱架系統擷取第一一或多個物件。控制電腦230可控制套組擱架系統202 (例如)確保所需數量之所需物件存在於最靠近傳送帶220及機械臂212之套組擱架系統202之末端(或套組擱架系統202之一擱架)處之拾取區(例如一展示面)中。控制電腦230控制機械臂212自(若干)對應拾取區擷取(若干)物件且在繼續移動之前將(若干)物件放置於容器(例如容器218)中以執行包含於特定套組中所需之任何其他物件之協調擷取及堆積。回應於判定已擷取及堆積所有物件(例如，根據套組一或多個物件之一計畫)，控制電腦230控制傳送帶220將容器(例如容器218)推進至下一履行級(圖2A中未展示)(例如其中密封、標記及發送箱子用於裝運之一站)。

【0075】 根據各種實施例，套組系統200包括工作空間中之一或多個感測器。例如，套組系統可包含一或多個攝影機、條碼掃描器、RFID掃描器、紅外掃描器及/或3D掃描器等等。如圖2A中所繪示，套組系統200可包含一或多個攝影機，諸如攝影機210。一或多個攝影機之一子集可使視線對準套組擱架系統202及/或套組擱架系統202之一擱架上之一或多個物件。在一些實施例中，套組系統200包括感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228。感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228可組態成一感測器陣列。感測器222、感測器224、感測器226及/

或感測器228可經組態以捕捉資訊(例如來自一物件之機器可讀資訊)。

【0076】 工作空間中之感測器(例如攝影機210)可捕捉與套組擱架系統202之至少一個擱架上之一或多個物件有關之資訊。例如，與物件之至少一個側上之一辨識符(例如機器可讀資訊)有關之資訊可由感測器獲得。物件上之一或多個辨識符可由套組系統200結合以下使用：判定物件已套組(例如，自套組擱架系統202擷取且放置於容器218中)、確認履行一對應訂單(例如其物件係一組成部分之一訂單)之至少部分及/或判定是否用物件(例如係對應於由機械臂212自套組擱架系統移除之一物件之一或多個辨識符之一物件類型之一物件)補充套組擱架系統202。與一物件上之一或多個辨識符有關之資訊可在物件位於套組擱架系統202上(例如一擱架之一展示面上)時及/或在物件藉由機械臂自套組擱架系統202移動至容器218時獲得。例如，機械臂212可沿至少部分基於一物件(例如物件之一大小、物件之一類型、物件上之一或多個辨識符之一位置或預期位置)及/或工作空間內之一或多個感測器(諸如一條碼掃描器、一RFID掃描器等等)之一位置來判定之一路徑/軌跡移動物件。路徑/軌跡可在一計畫(諸如套組一或多個物件(例如，基於一訂單等等組裝一套組)之一計畫)中預定及界定或否則指定。在一些實施例中，路徑/軌跡至少部分基於物件移動通過一或多個感測器之一臨限區域或臨限範圍之一條件來判定。例如，路徑/軌跡經判定使得物件之至少一個側在至少一個感測器之視線內移動。

【0077】 根據各種實施例，當機械臂212將一物件自套組擱架系統202移動至一容器(例如傳送帶220上之容器218等等)時，若物件到達感測器之範圍/視線內，則感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228之一或多者獲得與物件有關之資訊。例如，感測器222、感測器224、感

測器226及/或感測器228可獲得與物件上之一或多個辨識符有關之資訊。與一或多個辨識符有關之資訊可為一電腦(例如控制電腦230)可將其處理及判定為與物件有關之資訊(諸如物件之一類型、一製造商、一序列號、一型號、一品牌、一批號等等)之機器可讀資訊。套組系統200可包括一感測器陣列，其包括經配置以自不同角度/視線捕捉資訊之感測器。例如，感測器226及/或感測器228可經定位以具有一向上視線(例如，實質上垂直於地面)，且感測器226及/或感測器228可獲得對應於物件之一底面上之一辨識符之資訊。作為另一實例，感測器222及感測器224可依不同於感測器226及/或感測器228之一角度定位。感測器及/或感測器224可經定位以相對於地面成45度角。感測器222及/或感測器224可經定位以使視線對準物件之至少一側(例如不同於由感測器226及/或感測器228掃描之物件之底面之物件之一側表面)。在一些實施例中，套組系統200包含經組態以在物件位於套組擱架系統202之一擱架上時獲得對應於物件之一頂面上之一或多個辨識符之資訊之攝影機210、經組態以在物件自套組擱架系統202移動(在感測器之範圍/視線內)至容器時獲得對應於物件之一底面上之一或多個辨識符之資訊之一感測器(例如感測器226及/或感測器228)及經組態以在物件自套組擱架系統202移動(在感測器之範圍/視線內)至容器時獲得對應於物件之一或多個側表面(例如實質上垂直於地面之一表面)上之一或多個辨識符之資訊之一感測器(感測器222及/或感測器224)。

【0078】 根據各種實施例，將一物件自套組擱架系統202移動至一容器之一計畫(例如擷取及堆積物件之計畫)包括機械臂212將沿其移動物件之一路徑或軌跡。機械臂212將沿其移動物件之路徑可至少部分基於工作空間內之一或多個感測器(或感測器陣列)(諸如感測器222、224、226及

228)之一位置來判定。例如，路徑可經判定以包含在一或多個感測器之一臨限範圍或臨限區域內移動物件。臨限範圍或臨限區域可為至少一個感測器可在其內自一物件上之一辨識符獲得資訊之一界定位置或區域。作為一實例，在一RFID掃描器之情況中，臨限範圍或臨限區域可至少部分基於RFID掃描器可在其內自一物件上之一RFID標籤獲得資訊之一接近度。作為另一實例，在一條碼掃描器之情況中，臨限範圍或臨限區域可對應於條碼掃描器可在其內自物件上之一條碼獲得資訊之一距離。如圖2A中所繪示，當一物件移動通過臨限範圍或臨限區域236時，與物件(例如物件上之辨識符)有關之資訊可由感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228獲得。因此，計畫可經判定以包含物件沿其移動通過臨限範圍或臨限區域236之至少部分之物件之一路徑。在一些實施例中，套組系統200儲存臨限範圍或臨限區域236至工作空間之一映射(例如，控制電腦230儲存臨限範圍或臨限區域236之邊界之一界定)。在一些實施例中，臨限範圍或臨限區域236經逐感測器映射(例如，各感測器可映射至一臨限範圍或臨限區域)。

【0079】 在一些實施例中，判定套組(或單粒化)物件之計畫可包含判定最佳化辨識符將由工作空間內之一感測器讀取之可能性之取放物件之一方式。基於工作空間內一或多個感測器之位置，機器人系統可判定包含標記之物件之一側，判定將藉由其來抓取物件之一側及物件將沿其單粒化以使物件上之標記暴露於一或多個感測器(例如視覺系統或其他感測器陣列，諸如一條碼讀取器)之一路徑/軌跡。在一些實施例中，路徑至少部分基於一或多個辨識符之至少一者將由諸如感測器222、224、226及/228之一或多個感測器掃描(或與此(等)辨識符有關之資訊將由該一或多個感測

器獲得)之一可能性來判定。依最佳化一或多個標記或辨識符將暴露於一或多個感測器之可能性之一方式判定路徑包含判定物件可沿其移動之一組路徑及物件上之一標記或辨識符將在物件沿該路徑移動時掃描之對應概率及選擇具有一最高對應概率之路徑。在一些實施例中，判定具有超過一臨限概率或在具有最高對應概率之一組路徑之一預定義百分比或數目內之一對應概率之一路徑。在一些實施例中，判定一路徑及物件上之標記或辨識符將在物件沿此路徑移動時掃描之對應概率，且比較概率與一最小所要概率之一預定義臨限值。回應於判定對應於一特定路徑之概率不超過一最小所要概率之預定義臨限值，判定一新路徑及對應概率。機器人系統可不斷反覆判定路徑及對應概率，直至機器人系統判定對應概率超過一最小所要概率之預定義臨限值。判定路徑可包括加權不同因數及最大化與不同因數之加權值有關之一組合分數。不同因數可包含獲得一或多個辨識符之一可能性、取放物件之成功可能性、在物件沿對應路徑移動時取放物件之一預期時間、工作空間內另一物體(例如另一機械臂、一容器、另一物件等等)之存在/位置等等。

【0080】 根據各種實施例，回應於獲得與物件上之一辨識符有關之資訊，控制電腦230更新儲存與一物件有關之資訊之一映射之一資料結構。映射可對應於(若干)辨識符或物件至一訂單之一映射、(若干)辨識符或物件至一容器之一映射、辨識符或物件至一套組擱架系統(或套組擱架系統之一特定擱架)之一映射。與物件上之一辨識符有關(由一或多個感測器獲得)之資訊可結合判定一訂單之履行完成及/或判定將補充套組擱架系統202來使用。與物件上之一辨識符(例如標記、條碼、QR碼等等)有關之資訊可由一感測器掃描。物件之辨識符可用於查找物件之一屬性，諸如物

件之一大小、物件之重量、物件易碎之一指示、一封裝類型等等。物件之屬性可結合判定/更新一堆積或抓住策略及/或一堆積策略(例如(若干)物件將根據其堆積之容器中之一配置)等等來使用。

【0081】 儘管圖2A中展示且本文中參考圖2A及其他圖描述一「套組」操作，但在各種實施例中，本文中所揭示之套組系統(及套組擱架系統)及整合系統可用於執行反向操作，例如藉由使擱架、箱及/或套組機庫存自一最初裝滿或部分裝滿之物件箱子移除之物件。例如，在圖2A中所展示之實例中，容器218可包含與套組擱架系統202相關聯之複數個物件，且機械臂212可用於自容器218移除物件且將物件放置於套組擱架系統202上，例如，來自所展示之後端或供應端。在一些實施例中，一機械臂提供物件(例如，庫存物件)至一擱架之一供給器部分或一套組擱架系統之一供給器部分。

【0082】 在一些實施例中，一套組擱架系統(諸如套組擱架系統202)上或由本文中所揭示之一套組系統接取或包括於該套組系統中之一擱架上之物件可為包括將「套組」之物體之箱或托盤。在一些實施例中，系統(例如圖2A之套組系統200)經組態以(例如)基於電腦視覺或其他感測器及/或技術來判定一箱係空的且藉由使用一機械臂拾取箱及將箱放置於一對應空箱位置(例如空箱之一鄰近堆疊等等)中來自套組系統或擱架清除箱。在一些實施例中，自動箱清除為下一非空箱騰出空間來移動至套組機或擱架上之位置中以使一機械臂能夠自箱接取及拾取物件。在一些實施例中，回應於判定一箱/托盤係空的，一機械臂(例如機械臂212)自套組擱架系統202之對應擱架移除箱/托盤且將空箱/托盤用作用於套組其他物件/物體之一後續容器。例如，機械臂212可自一擱架拾取一空箱/托盤且將空箱/托

盤放置於傳送帶220上以用作一容器(例如容器218)。

【0083】 在各種實施例中，本文中所揭示之一機器人系統包含及/或進行以下之一或多者，例如藉由操作諸如控制電腦230之一控制電腦：

- 藉由合併來自多個感測器(包含2D攝影機、3D (例如RGBD)攝影機、紅外及其他感測器之一或多者)之資料來產生電腦視覺資訊以產生包含一或多個套組擱架系統(其可對應地包含套組擱架系統之一或多個擱架)之一工作空間之三維圖。機器人系統判定工作空間之三維圖中之物件及/或碎片或其他異常之特性。

- 機器人系統協調多個機器人之操作以避免碰撞、彼此妨礙及爭相拾取相同物件及/或將一物件放置於相同於另一機器人之目的地位置(例如傳送帶上之容器)中。機器人系統協調在一相同工作空間內操作之複數個機器人之操作以相對於複數個物件/物體執行套組(例如，套組不同容器中或一相同容器內之物件)。作為一實例，在各種實施例中，複數個機器人獨立操作以取放物件。作為另一實例，複數個機器人操作以獨立取放不同訂單之物件(例如，將不同組物件放置於不同容器中)。若偵測到一碰撞風險，則採取回應性措施來確保複數個機器人在單粒化期間彼此不碰撞。

- 機器人系統協調多個機器人之操作以確保所有物件放置於對應容器中。例如，若機器人A掉落一物件，則系統安排機器人B將其拾取；經放置但定向不當之物件由相同或另一機器人拾取及調整或移動至另一位置；將不同訂單之兩個或更多個物件放置於一單一容器中導致一下游機器人自容器拾取兩個或更多個物件之一者且將物件放置於一新容器中；等等。

- 機器人系統不斷更新各機器人及所有機器人之運動計畫以達成一所要集體產量(例如，最大化集體產量，達到集體產量之一預定義臨限值，

等等)。回應於判定兩個或更多個機器人已碰撞或將在根據其各自套組物件計畫移動時碰撞，機器人系統實施一積極措施以確保兩個或更多個機器人避免碰撞或否則重設兩個或更多個機器人之獨立操作。

- 回應於判定獨立安排兩個機器人獲取相同物件，系統隨機挑選一個來取得物件且另一者繼續移動至下一物件(例如，辨識、選擇、判定抓取策略、拾取、根據計畫移動及放置)。

- 機器人系統可管理複數個機器人之獨立操作以確保機器人在不同時間選擇物件以避免相同物件經選擇用於由兩個不同機器人單粒化。

- 傳送帶移動及/或速度視需要經控制以達成一所要機器人生產率(產量)且容許機器人有足夠時間將一物體放入至所要容器中。

- 回應於判定一物件放錯或掉落，系統指派一機器人或(視需要)一工人拾取放錯物件且將物件放回可應用套組擱架系統中(例如一擱架上，諸如經由供給器部分)或(若可用或更佳)傳送帶上之一容器上。

- 上游機器人經控制以有意留下一些容器打開以使下游機器人將物件放置於傳送帶上(例如對應容器中)。

- 下游機器人經控制以校正上游將一物件放置於傳送帶上之一容器中之一錯誤(例如，校正靜置於超過一個容器(諸如一托盤)中或靜置於傳送帶而非可應用容器上之一物件之放置，用物件之一辨識符或套組/訂單與上游機器人將物件放置於其中之容器之間的一相關聯性更新一資料結構，等等)。

- 無法由相同或另一機器人校正之失效導致一警報傳送以獲得人為(或其他機器人)干預解決。

- 回應於判定一握力(例如由末端執行器達到之一壓力)異常(例如，小

於正常操作期間之預期)，執行包含測試一預定義表面上之握力且結合判定是否需要關於末端執行器之補救措施之一診斷程序。

- 移動/移除工作空間內之碎片或重組態一物件套組(例如，提高物件自擱架或擱架之展示面成功拾取且放置於傳送帶上(諸如傳送帶上之一容器中)之可能性)。

- 使用來自工作空間環境狀態系統之感測器資料來偵測經選擇用於套組之物件之一或多個特性(例如屬性)，判定物件之抓取或釋放預期回應於實施一積極措施而改良，且實施積極措施以改良物件之抓取或釋放。

- 使用感測器資料來判定機械臂已結合套組複數個物件之一者抓取物件，判定釋放複數個物件之一計畫以將各物件單個放置於傳送帶上之一或多個容器之一對應位置中或將物件之一者放回套組擱架系統之擱架/展示面上(例如，判定操作末端執行器在不同於複數個物件之一第二子集之一時間釋放複數個物件之一第一子集之一策略)。

- 基於一物件之一屬性(例如選定物件之一大小、物件之一重量等等)及/或傳送帶上之一容器內之一物件之一或多個屬性(例如特性)來選擇用於將物件套組至傳送帶上之一容器之一路徑。

- 基於一物件上之一辨識符(例如辨識符之一類型、辨識符之一位置等等)及/或工作空間內之一或多個感測器(例如一感測器之一位置、一感測器之一範圍、感測器之一類型等等)來選擇用於將物件套組至傳送帶上之一容器之一路徑。

- 至少部分基於一傳送帶之一速度來判定自套組擱架系統拾取一物件且將物件放置於可應用容器中之機械臂之一移動及速度。

- 至少部分基於物件之一特性、工作空間環境之一特性及/或傳送帶

之一特性(例如傳送帶之一速度)來判定待套組物件之一軌跡。

- 判定對應於待套組之一物件之一或多個路徑/軌跡之一成功套組概率，且基於對應成功概率選擇物件將沿其套組之一路徑/軌跡。

- 判定一機械臂及/或機械臂之一末端執行器之一定位以獲得一成功抓取(例如，如基於抓取成功之一概率、物件之一封裝類型、物件之一尺寸、與一臨限值相關之一預期握力等等所判定)。末端執行器之定位可包含控制機械臂或機械臂之一腕部移動以使末端執行器正交於物件之一表面。

- 更新機器人系統偵測一空容器之能力。例如，由機器人系統用於辨識一空容器之一空容器之界定隨時間更新。

- 控制機械臂在將物件自套組擱架系統移動至容器時改變物件之一定向(例如，旋轉機械臂之腕部以在物件在一感測器之一臨限範圍內移動時旋轉物件等等)。

- 控制機械臂在一感測器之一臨限範圍內反覆移動物件以確保獲得物件上之所有辨識符(或獲得一組必要辨識符)。

【0084】 根據各種實施例，套組擱架系統202包含一或多個擱架(例如擱架204、206及208)。一或多個擱架之各者可為包括其中物件填充至擱架上之一側及其中物件可由機械臂212拾取之一側之一整合單元。在一些實施例中，擱架之至少一者包括控制物件流動至其中物件由機械臂212拾取之一區域之一閘控結構。例如，一擱架可包括一展示面。展示面對應於套組擱架系統上之其上安置一物件之一區域或表面。結合一或多個物件之套組，機械臂自至少一個展示面拾取一物件(或來自一物件內之物體)。套組擱架系統202 (或包括於套組擱架系統202中之一擱架)可包含一或多

個供給器部分。在一些實施例中，套組擱架系統202包含經組態以控制一物件自一供給器部分傳送至對應展示面之一閘結構。閘結構可耦合至展示面或與展示面整合。在一些實施例中，套組擱架系統202包括其一展示面與一對應供給器部分整合之一或多個擱架(例如，展示面可為靜態的且不可相對於供給器部分移動)。

【0085】 根據各種實施例，閘結構容許或防止一物件自一供給器部分流動至展示面。控制物件自供給器部分流動至展示面可防止物件在展示面上雜亂且可輔助在展示面上提供足夠空間及物件順序來使一機械臂自展示面取放一物件/物體。閘結構可經組態以防止/抑制超過一臨限值之物件在任何特定時間安置於一展示面上。在一些實施例中，閘結構在一打開位置與一關閉位置之間切換(例如移動)。作為一實例，打開位置可對應於展示面上不存在物件時閘結構之一定向。作為另一實例，打開位置可對應於物件之展示上之物件之一數量小於物件之一臨限數目時閘結構之一定向。作為另一實例，打開位置可對應於展示面上之一重量(或施加至展示面之力)小於一臨限重量(或臨限力)時閘結構之一定向。當閘結構定向於打開位置中時，可容許(或不阻擋)一物件自供給器部分流動或傳送至展示面。相反地，當閘結構定向於關閉位置中，可防止一物件自供給器部分流動或傳送至展示面(例如，阻擋物件流動)。

【0086】 在一些實施例中，一擱架之一展示面係可移動的。例如，展示面在一空位置與一佔據位置之間切換。展示面可至少部分基於工作空間之一背景(例如提供於展示面上之一物件、拾取物件之一機械臂之一位置、機械臂之一大小、一感測器或攝影機之一位置等等)定向於複數個位置/定向之任一者中。

【0087】 在各種實施例中，空位置對應於其中展示面經定向以促進一或多個物件自供給器部分流動/傳送至展示面之一位置。例如，空位置可對應於其中展示面在展示面上之物件之一數量小於一臨限數目時定向之一位置。作為另一實例，空位置對應於其中展示面在展示面為空(例如，其上未安置有任何物件)時定向之一位置。作為另一實例，空位置對應於其中展示面在展示上之一重量(或施加至展示之力)小於一臨限重量(或臨限力)時定向之一位置。在一些實施例中，一特定套組擱架系統(例如套組擱架系統202)中之各展示面可在定向於對應空位置中時具有一相同定向角(例如，諸如相對於地面之一法線之一角度)。在一些實施例中，一特定套組擱架系統(例如套組擱架系統202)中之兩個或更多個展示面在定向於對應空位置中時具有不同定向角(例如，諸如相對於地面之一法線之一角度)。依不同角度組態擱架(例如展示面)可容許工作空間中之感測器(諸如攝影機212)之一較佳視線，且此一組態可改良與工作空間有關之資訊(例如，物件上之辨識符可更容易或更準確獲得，等等)。

【0088】 在各種實施例中，佔據位置對應於其中展示面經定向以促進一或多個物件(例如，藉由機械臂)自展示面拾取之一位置。展示面可在防止一或多個物件自供給器部分傳送/流動至展示面時定向於佔據位置中。在一些實施例中，一特定套組擱架系統(例如套組擱架系統202)中之各展示面可在定向於對應空位置中時具有一相同定向角(例如，諸如相對於地面之一法線之一角度)。在一些實施例中，一特定套組擱架系統中之兩個或更多個展示面在定向於對應佔據位置中時具有不同定向角(例如，諸如相對於地面之一法線之一角度)。作為一實例，一第一組之一或多個展示面具有不同於一第二組之一或多個展示面之一定向角的一定定向角。作

為另一實例，一特定套組擱架系統內之各展示面在定向於對應佔據位置中時具有一不同定向角(例如，諸如相對於地面之一法線之一角度)。依不同角度組態擱架可容許工作空間中之感測器(諸如攝影機212)之一較佳視線，且此一組態可改良與工作空間有關之資訊(例如，物件上之辨識符可更容易或更準確獲得，等等)。

【0089】 在一些實施例中，對應擱架離地面越低，展示面之定向可向下傾斜越大。展示面之此一定向可促進一或多個感測器(例如攝影機210、212)獲得與展示擱架或展示面上之一或多個物件/物體有關之資訊。另外，此一定向可增強機械臂接合一物件與機械臂之末端執行器之能力。一機械臂可具有關於其腕部延伸能力/組態及/或其腕部屈曲能力/組態之限制。作為一實例，展示面之定向(例如，至少在佔據位置中)至少部分基於一機械臂自展示面拾取物件/物體所需之一腕部延伸範圍來組態。擱架/展示面可至少部分基於套組擱架系統中之一機械臂之一腕部之運動範圍(例如相對於腕部延伸/屈曲之一運動範圍)來組態。機械臂之一末端執行器或腕部組件可具有抑制機械臂接合(例如，依特定角度及高度/位置)安置於一展示面上之一物件之能力之大小限制。因此，一擱架之展示面之定向(例如，至少在一佔據位置中)可經組態以提高機械臂組態其位置依相對於展示面上之一物件/物體之一正交接合物件/物體與機械臂之一末端執行器之可能性/能力。展示面在處於佔據位置中時之定向可對應於其中安置於展示面上之一托盤/物件成最佳角度(在各級/擱架處)以自一機載攝影機(例如安置於工作空間中及/或一機械臂或其底盤上之一攝影機)較佳監視之一定向。在一些實施例中，空位置及/或佔據位置中之展示面之定向係至少部分基於對應閘結構之一組態。例如，若閘結構係一鉸鏈，則空位置及/或

佔據位置中之展示面之定向係至少部分基於鉸鏈之一運動範圍。

【0090】 根據各種實施例，套組擱架系統202包含一或多個供給器部分。在一些實施例中，套組擱架系統202可具有將一或多個物件傳送至複數個展示面之一單一供給器部分。在其他實施例中，套組擱架系統202具有用於各展示面之一單一供給器部分(例如供給器部分至展示面之一對一映射)。供給器部分可經組態以將一物件傳送至一展示面。作為一實例，物件之傳送可為被動的，諸如經由作用於安置於供給器部分上之一物件上之重力(例如，若供給器部分經組態以朝向展示面傾斜)。作為另一實例，物件之傳送可基於供給器部分經組態有將一物件自供給器部分之一輸入位置運載至展示面之一傳送帶來至少部分主動。在各種實施例中，供給器部分經組態以在一接收端(例如供給器部分之一輸入)上接收一系列物件且將物件傳送至一目的地端(例如操作性連接/耦合至一展示面或否則離開供給器部分至可應用展示面之一端)。一系列物件可手動裝載至供給器部分或套組擱架系統(例如，經由一人類操作者234)，或一系列物件可自動裝載至供給器部分(例如，經由一機械臂/組件或至少部分基於供給器部分耦合至傳送來自一源流/堆之物件之一滑槽)。

【0091】 圖2B係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0092】 根據各種實施例，機械臂212依提高物件上之至少一個辨識符由工作空間中之一或多個感測器(例如感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228)獲得/掃描之可能性之一方式將物件自套組擱架系統202移動至容器218。例如，如由圖2B中之元件符號240所標示，機械臂可旋轉物件。旋轉物件可提高物件之一側表面(例如相鄰於物件之底面之一表面)上之一辨識符由感測器掃描之可能性。物件可在物件在臨限範圍/

臨限區域236內時旋轉。在一些情況中，物件可旋轉360度(或在物件在臨限範圍/臨限區域236內時不斷旋轉)。在其他情況中，物件可至少部分基於機械臂212 (例如機械臂之一腕部)之一運動範圍及/或物件之一屬性來旋轉。

【0093】 在一些實施例中，機械臂212沿一預定路徑移動物件。路徑包含其中物件在臨限範圍/臨限區域236之至少部分內移動之至少一段。機器人系統(例如控制電腦230)可判定機械臂212 (或由機械臂212移動之物件)在工作空間內及/或相對於一或多個感測器(諸如感測器222、感測器224、感測器226及/或感測器228)之一位置。機械臂可至少部分基於機械臂212及/或物件之位置來引起物件(例如其抓取範圍內之物件)旋轉。例如，回應於判定機械臂212及/或物件在臨限範圍/臨限區域236內(或在臨限範圍/臨限區域236之一預定義距離內)，機械臂212可引起物件旋轉。機械臂可藉由旋轉機械臂212之一腕部來引起物件旋轉。在一些實施例中，物件之旋轉軸垂直於地面(或實質上垂直於地面)。

【0094】 物件之旋轉可提高感測器(例如圖2B之感測器222或感測器224)掃描/獲得物件之至少一個側表面上之一辨識符之能力。作為一實例，機械臂212可在物件在臨限範圍/臨限區域236內時不斷旋轉物件。作為另一實例，機械臂可不斷旋轉物件直至獲得所有辨識符(例如物件之側表面上之所有辨識符)或直至臨限數目個辨識符由一或多個感測器獲得。辨識符之臨限數目可對應於辨識符之一預期數目(例如映射至物件對應之物件類型之辨識符之一數目)。

【0095】 根據各種實施例，物件之旋轉可至少部分基於與物件有關之一或多個屬性來控制。例如，一旋轉速度或範圍可至少部分基於與物件

有關之一屬性來控制。與物件有關之屬性可包含一重量、一長度、一大小等等。物件之旋轉可經控制以防止相對於物件及/或機械臂212之末端執行器之剪力逐出物件(例如，引起機械臂212掉落物件)。在一些實施例中，在一基於吸力之末端執行器之情況中，旋轉(例如旋轉速度或範圍)可基於末端執行器與物件之間的一偵測壓力來控制。機器人系統亦可或替代地在物件旋轉時增大施加至物件之一吸力。結合旋轉(或改變物件之一定向)判定之策略或計畫可根據物件(例如，在容器中)之一堆積或放置基於物件之一最終定向之一判定來判定。

【0096】 圖2B係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。圖2C係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0097】 機器人系統(控制電腦230)可結合掃描/獲得一物件上之一或多個辨識符(諸如結合確保獲得所有辨識符(例如必要辨識符))執行一或多個積極措施。根據各種實施例，機器人系統結合判定至少一個辨識符未被掃描或獲得來執行至少一個積極措施。至少一個積極措施可提高獲得一或多個辨識符之可能性。作為一實例，經選擇被執行之至少一個積極措施可至少部分基於將回應於執行積極措施而獲得至少一個辨識符之一對應可能性。積極措施之實例可包含：依一或多個方式搖動物件；將物件放回且依一不同方式拾取物件(例如，改變物件之一定向或自一更易拾取位置抓住物件)，將物件放回，調整物件之一定向，且依一不同方式拾取物件；用末端執行器調整物件之封裝，諸如藉由將壓力施加於物件/封裝上(例如，按壓一袋，拉伸袋等等)，使用機械臂、末端執行器或工作空間上之側邊周邊裝置來調整物件(例如，使用一壓縮鼓風機、一氣刀、一靜態放電器等等)。

【0098】 判定至少一個辨識符未被掃描或獲得可至少部分基於由一或多個掃描器(例如攝影機210及/或感測器222、224、226及/或228)獲得之辨識符之一數目及對應於物件之辨識符之一預期數目。根據各種實施例，預先知道及儲存一物件之辨識符之一數目(或物件之一類型)。例如，可預先儲存物件之一類型至物件上辨識符之一數目之一映射。控制電腦230可至少基於在物件之類型至辨識符之數目之映射中執行一查找來獲得對應於物件之辨識符之預期數目。在一些實施例中，控制電腦230比較由一或多個感測器自物件獲得之辨識符之一數目與辨識符之預期數目。回應於判定所獲得之辨識符之數目小於辨識符之預期數目，控制電腦230可判定至少一個辨識符未被掃描或獲得。在一些實施方案中，控制電腦230可判定未由一或多個感測器掃描或獲得之辨識符之一數目(例如，基於比較所獲得之辨識符之數目與辨識符之預期數目)。比較可在物件移動通過臨限範圍/臨限區域236之後(例如，在物件放置於容器218中之前)執行。在一些實施例中，控制電腦基於判定未被掃描之一辨識符(或辨識符之一類型)(例如，基於比較物件之預期辨識符與(若干)所獲得辨識符)來判定其辨識符未被獲得之物件之一側。

【0099】 回應於判定至少一個辨識符未被掃描或獲得，可執行一或多個積極措施(例如，嘗試獲得至少一個辨識符)。如圖2C中所繪示，在一些實施例中，積極措施包含嘗試重新掃描物件。例如，積極措施可包含使物件再一或多次移動通過臨限範圍/臨限區域。在一些實施例中，積極措施一直執行至物件上之所有一或多個辨識符被掃描(例如，基於所獲得之辨識符之數目與辨識符之預期數目之一(若干)更新比較)或一直執行至執行掃描一或多個辨識符之臨限數目次嘗試。作為一實例，積極措施可一直

執行至獲得物件上之所有一或多個辨識符及執行掃描一或多個辨識符之臨限數目次嘗試之一較早者。作為另一實例，積極措施可一直執行至獲得物件上之臨限數目個辨識符。作為另一實例，積極措施可一直執行至獲得物件上之一特定類型之辨識符(例如一序列號、一型號、一產品編號等等)。控制電腦230可儲存(例如，在與對應於物件之物件類型相關聯之一設定檔中)需要獲得之辨識符之一或多個特定類型之一指示。如圖2C中所繪示，移動250可對應於通過臨限範圍/臨限區域236 (圖2C中未展示)之一初始嘗試或移動。回應於判定機械臂212將執行積極措施，物件可根據移動252及/或移動254來移動。在一些實施例中，移動之至少一者254通過臨限範圍/臨限區域。例如，移動254可為定位物件以使機械臂212根據移動254再次移動物件通過臨限範圍/臨限區域之一靜止移動。

【0100】 根據各種實施例，套組(或單粒化)物件之計畫可回應於判定將執行積極措施及/或回應於判定未獲得物件上之至少一個辨識符而更新。控制電腦230可更新計畫以包含一新路徑/軌跡。例如，套組物件之計畫可經更新以進一步包含移動252及254。

【0101】 在一些實施例中，積極措施進一步包含在臨限範圍/臨限區域之一不同部分內移動物件。作為一實例，獲得至少一個辨識符之一或多次後續嘗試可包含沿更靠近一或多個感測器之一路徑移動物件。作為另一實例，獲得至少一個辨識符之各額外嘗試可在臨限範圍/臨限區域之一不同部分或遠離至少一個感測器之一不同距離處執行。在臨限範圍/臨限區域之一不同部分內移動物件可引起物件在其中一或多個感測器具有一較佳視線或自物件獲得辨識符之一較佳能力之一區域中移動。若一辨識符相對較小，則辨識符可較佳在物件移動至更靠近一或多個感測器之一距離時捕

捉。

【0102】 在一些實施例中，積極措施包含依提高至少一個感測器獲得物件之至少一個表面上之一辨識符之能力之一方式定向物件。例如，機械臂212可經控制以定向物件，使得物件之一側表面被導向一感測器。在圖2C中所繪示之實例中，在嘗試重新掃描物件期間，機械臂212可經控制以傾斜物件，使得物件之一側表面被導向感測器222及/或感測器224。傾斜度可基於一感測器之一定位/組態來選擇。例如，機械臂212可經控制以依使得物件之一側表面垂直於一感測器之一視線之一方式傾斜物件。作為機器人212經控制以傾斜物件之補充或替代，機械臂212可經控制以諸如藉由旋轉機械臂212之一腕部來至少部分旋轉物件(例如，當結合一積極措施使物件移動通過臨限範圍/臨限區域時)。在一些實施例中，機械臂212可經控制以至少在結合一積極措施使物件移動通過臨限範圍/臨限區域時根據一隨機或預定義移動序列變動物件之傾斜及/或旋轉。

【0103】 根據各種實施例，一感測器可安裝於機械臂、機器人之一底盤等等上。積極措施可包含改變物件相對於安裝至機械臂之感測器之一定向及/或由安裝感測器嘗試重新掃描物件。

【0104】 在嘗試執行積極措施臨限數目次(例如，嘗試重新掃描一物件臨限數目次)之後，套組系統200可判定已發生一錯誤。回應於判定已發生一錯誤，套組系統200可經由遙控裝置232警報人類操作者234。警報人類操作者可包含將一警報顯示於使用者介面上。警報可包含一錯誤類型之一指示(例如無法適當掃描物件、物件上之一辨識符不可見等等)。

【0105】 在一些情況中，套組擱架系統202可不當裝載有物件，使得一擱架上之一物件不匹配預期物件類型(例如，一物件類型之一錯誤型

號可能裝載於擱架上)。套組擱架系統之錯誤裝載可在嘗試自物件獲得辨識符期間引起一錯誤。例如，若控制電腦230預期一第一類型之物件裝載至機械臂被指示自其拾取一物件之一擱架上且實際上裝載一第二類型之物件，則待掃描辨識符之預期數目(例如，基於物件類型至辨識符之一數目之映射)可為不正確的。控制電腦230可判定第一類型之物件之辨識符之預期數目，且若第二類型之物件具有不同數目個辨識符(例如，第一類型之物件具有5個預期辨識符且第二類型之物件具有4個預期辨識符)，則確認在套組物件時掃描所有預期辨識符將為不可信/不正確的(例如，套組系統可嘗試執行一積極措施來重新掃描物件，然而，不論嘗試重新掃描辨識符之次數如何，套組系統無法確認所有預期辨識符被掃描)。因此，套組系統200可判定已發生一錯誤。類似地，回應於自物件獲得辨識符，套組系統200可確認所取放之物件匹配計畫(例如訂單、裝箱單等等)。若套組擱架系統庫存不當或若機械臂212自一錯誤擱架或箱抓住一物件，則所取放之物件上之一辨識符可不同於對應於計畫之物件。因此，套組系統200可判定已發生一錯誤。回應於判定已發生一錯誤，套組系統200可嘗試一積極措施，諸如使物件返回至套組擱架系統或一退回箱且拾取一正確物件。替代地，回應於判定已發生一錯誤，套組系統200可經由遙控裝置232警報人類操作者234。警報人類操作者可包含將一警報顯示於使用者介面上。警報可包含一錯誤類型之一指示(例如套組擱架系統庫存不當等等)。

【0106】 根據各種實施例，感測器可位於工作空間中或工作空間周圍，位於機械臂上(例如機械臂之一末端執行器上)，位於套組擱架系統上，及/或位於運載機械臂之一托架上。如圖2B及圖2C中所繪示，臨限範圍/臨限區域236可在獲得與移動通過其之一物件有關之資訊之感測器中或

該等感測器周圍。例如，臨限範圍/臨限區域236可為對應於感測器222、224、226及/或228之一區域。在一些實施例中，一或多個感測器安置於托架214上。

【0107】 圖2D係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0108】 如圖2D中所繪示，感測器224及感測器228安置於托架214上。在一些實施例中，感測器224及感測器228可在附裝至托架214之一模組內。在一些實施例中，感測器224及/或感測器228與托架214整合。

【0109】 根據各種實施例，若感測器224及/或感測器228位於托架214上/托架214中，則感測器224及/或感測器相對於機械臂212（例如機械臂212之至少一底座）之一位置係靜態的。另外，對應於感測器224及/或感測器228之一臨限範圍236可相對於機械臂212（例如機械臂212之至少一底座）之一位置為靜態的。臨限範圍/臨限區域236之靜態相對位置可提高機械臂可判定套組或單粒化一物件之一計畫或策略之效率。例如，套組系統200（或一單粒化系統）可儲存用於使物件移動通過臨限範圍/臨限區域236或否則嘗試掃描物件之一預定義常式。在一些實施例中，將物件移動至目的地位置之計畫或策略可包含將物件移動至一預定義位置（例如相對於機械臂212或其底座靜態之一位置）及接著實施一常式以使物件移動通過臨限範圍/臨限區域236或否則嘗試由感測器224及/或感測器228掃描物件。在掃描物件之後，機械臂可將物件移動至目的地位置（例如一傳送帶上之一容器或一預定義位置等等）。預定義常式可基於對應於一最佳路徑或軌跡之一判定路徑或軌跡或一組路徑及軌跡、滿足與物件相關聯之資訊將由一或多個感測器在物件通過臨限範圍/臨限區域236時獲得之一可能性有關之一臨限值之一路徑或軌跡。

【0110】 在一些實施例中，物件在移動通過臨限範圍/臨限區域236時移動或重新定向之常式或方式可基於抓住物件之一方式、物件之一大小、將相對於物件獲得之物體上之資訊之一位置、一感測器相對於機械臂之一位置等等來判定。

【0111】 路徑或軌跡及/或物件在移動至目的地位置時移動或重新定向之方式可離線判定(例如，藉由諸如一網路伺服器之一不同運算系統等等)及/或可由控制機械臂之電腦系統在線判定。

【0112】 圖3A係根據各種實施例之用於取放一物件之一方法之一流程圖。

【0113】 根據各種實施例，圖3A之程序300由圖1之單粒化系統100及/或圖2A至圖2C之套組系統200實施。

【0114】 在310中，獲得與一工作空間有關之感測器資料。在一些實施例中，一機器人系統自在系統內操作之一或多個感測器獲得與工作空間有關之感測器資料。作為一實例，感測器資料至少部分基於來自影像感測器(例如2D或3D攝影機)、一紅外感測器陣列、一雷射陣列、一標尺、一陀螺儀、一電流感測器、一電壓感測器、一功率感測器、一力感測器、一壓力感測器及其類似者之輸出來獲得。

【0115】 根據各種實施例，與工作空間有關之所獲得感測器資料包括工作空間之一模型可自其產生之資訊。例如，與工作空間相關聯之一或多個特性可至少部分基於感測器資料來判定。感測器資料可結合判定工作空間內之一或多個物件(諸如源位置中之物件、由機械臂抓取之一物件、已定位於目的地位置處之一物件、容器之一辨識符等等)之至少一個特性(例如屬性)使用。在一些實施例中，感測器資料結合判定傳送結構之一或

多個特性(諸如判定空或未保留之傳送帶上之容器或狹槽、判定傳送帶之一速度及/或判定已在傳送帶上之至少一個容器或狹槽或至少一個物件之特性)使用。

【0116】 在330中，判定在工作空間內取放一或多個物件之一計畫或策略。單粒化或套組工作空間中之一物件之一計畫或策略至少部分基於感測器資料來判定。在一些實施例中，一機器人系統判定自工作空間中之一源位置(例如一源堆或流、一套組系統上之一擱架等等)拾取至少一個物件且將至少一個物件放置於一目的地位置(諸如傳送帶上之一容器或一狹槽)處之計畫或策略。在各種實施例中，取放一或多個物件之計畫或策略經逐機器人判定使得若機器人系統包含複數個機器人，則各機器人獨立於其他機器人操作。

【0117】 根據各種實施例，單粒化或套組工作空間中之一或多個物件之計畫或策略至少部分基於感測器資料(諸如包含與存在於一工作空間中之一物件(例如待單粒化之物件及/或已位於傳送帶上之一物件)或包含於工作空間中之另一物體相關聯之資料之感測器資料)來判定。作為一實例，若判定套組一物件之一計畫，則計畫或策略可基於一訂單(例如一裝箱單)及/或物件(或物件類型)至一源位置(諸如一套組擱架系統之一擱架或一擱架上之箱)之一儲存映射來判定。作為另一實例，若判定單粒化一物件之一計畫，則單粒化一或多個物件之計畫或策略包含在待單粒化之源堆/流內選擇一物件。

【0118】 選定物件可至少部分基於感測器資料自工作空間(或一套組擱架系統上之物件之其他箱或托盤)內之其他物件或物體辨識。作為一實例，與選定物件有關之一或多個特性(或屬性)至少部分基於感測器資料來

判定。與選定物件有關之一或多個特性可包含物件之一尺寸、物件之一封裝、物件上之一或多個辨識符或標記(例如物件易碎之一指示符、物件上之一裝運標記等等)、物件之一高度、物件之一長度、物件之一估計重量及其類似者或其等之任何組合。作為另一實例，取放一或多個物件之計畫包含判定機器人結構(例如機械臂)將物件放置於其中之傳送結構(例如傳送帶上之一容器、傳送帶上之一狹槽等等)上之一目的地位置。其中將放置物件之傳送結構上之目的地位置可至少部分基於一時戳、傳送帶之一速度及傳送帶上之一狹槽或容器之一或多個特性(例如狹槽或容器是否被佔用或保留之一指示)及其類似者或其等之任何組合來判定。作為另一實例，單粒化一或多個物件之計畫或策略包含判定機械臂將在單粒化期間沿其移動物件之物件之一路徑或軌跡。物件將沿其移動之物件之路徑或軌跡可至少部分基於工作空間內之一或多個其他物體之一位置、傳送帶上之物件、在工作空間內操作之其他機器人、為操作其他機器人保留之一空間、工作空間內之感測器等等來判定。例如，物件之路徑或軌跡經判定以將包括一辨識符(例如一裝運標記)之物件之一部分移動至其中一掃描器能夠掃描辨識符之一區域，或物件之路徑或軌跡經判定以最大化物件上之辨識符由沿路徑或軌跡之一或多個掃描器讀取之一可能性。

【0119】 在一些實施例中，取放一物件之計畫之判定包含判定可應用機械臂抓取物件之一方式。單粒化物件之計畫可指示用於目的地位置拾取物件之一特定末端執行器及與抓取物件有關之與末端執行器相關聯之一或多個設定，諸如一抓力、施加於一基於吸力之末端執行器上之一壓力等等。單粒化物件之計畫可指示機械臂、機械臂上之一腕部及/或末端執行器之一或多者之一定向。在一些實施例中，末端執行器經定位以在抓取

物件時正交於物件。為使末端執行器相對於物件如此定位，機器人結構可控制操作機械臂、機械臂上之一腕部及/或末端執行器之一或多者之定向。

【0120】 在350中，自一源位置拾取一物件且將其放置於一目的地位置處。根據各種實施例，機器人系統(例如一控制電腦)至少部分基於計畫或策略來控制一機械臂將物件自源位置移動至目的地位置。機械臂可沿在取放物件之對應計畫或策略中指定之路徑或軌跡移動物件。

【0121】 在370中，判定是否取放更多物件。若存在更多物件，則執行步驟310、330及350之另一反覆，且連續反覆一直執行至在370中判定無更多物件(例如，在一單粒化系統之一滑槽、一套組系統之一擱架或其他容器或源中)要取放。

【0122】 圖3B係根據各種實施例之用於取放一物件之一方法之一流程圖。

【0123】 根據各種實施例，圖3B之程序350可對應於圖3A之350。圖3B之程序350可由圖1之單粒化系統100及/或圖2A至圖2C之套組系統200實施。

【0124】 在351中，由機械臂拾取一物件。在一些實施例中，機械臂之一末端執行器結合抓取物件使用。物件可自源位置(諸如一套組擱架系統之一擱架上之一托盤)或一源流/堆拾取。機械臂可至少部分基於取放物件之計畫或策略(例如，至少部分基於一抓取策略)來拾取物件。

【0125】 在356中，根據一當前計畫移動物件。當前計畫可包含物件將沿其到達目的地位置之一路徑。根據各種實施例，當前計畫對應於一初始計畫(例如在判定取放物件時判定之一計畫)或一更新計畫(例如已(諸

如)結合執行一或多個積極措施更新之初始計畫之一版本)。在一些實施例中，判定計畫允許一或多個掃描器掃描物件上之一或多個辨識符。作為一實例，沿路徑移動物件包含在對應於一或多個感測器之臨限範圍或臨限區域內移動物件。臨限範圍/臨限區域(例如圖2A之套組系統200之臨限範圍/臨限區域236)可至少部分基於工作空間內之一或多個感測器來預定義。一或多個感測器在物件沿路徑移動時自物件獲得一或多個辨識符。例如，一RFID感測器可在物件沿路徑移動時自物件上之一RFID標籤獲得資訊。作為另一實例，物件之一表面上之一條碼或QR碼在物件沿路徑移動時由一條碼或QR碼讀取器掃描。

【0126】 在361中，判定是否執行一積極措施。可在物件沿路徑移動至目的地位置時判定執行積極措施。例如，可基於在物件移動期間調用一中斷來判定執行積極措施。

【0127】 根據各種實施例，機器人系統回應於判定未獲得物件上之至少一個辨識符而判定執行一積極措施。判定至少一個辨識符未被掃描或獲得可至少部分基於由一或多個掃描器獲得之辨識符之一數目及對應於物件之辨識符之一預期數目。可預先知道及儲存一物件之辨識符之一數目(或物件之一類型)。例如，可預先儲存物件之一類型至物件上之辨識符之一數目之一映射。機器人系統可至少部分基於在物件之類型至辨識符之數目之映射中執行一查找來獲得對應於物件之辨識符之預期數目。在一些實施例中，機器人系統比較由一或多個感測器自物件獲得之辨識符之一數目與辨識符之預期數目。回應於判定所獲得之辨識符之數目小於辨識符之預期數目，機器人系統可判定至少一個辨識符未掃描或獲得。在一些實施方案中，機器人系統可判定未由一或多個感測器掃描或獲得之辨識符之一數

目(例如，基於比較所獲得之辨識符之數目與辨識符之預期數目)。比較可在物件移動通過臨限範圍/臨限區域之後(例如，在物件放置於容器中之前)執行。在一些實施例中，機器人系統基於判定未被掃描之一辨識符(或辨識符之一類型)(例如，基於比較物件之預期辨識符與(若干)所獲得辨識符)來判定其一辨識符未被獲得之物件之一側。

【0128】 在一些實施例中，機器人系統回應於判定一辨識符被不當獲得(例如，一辨識符被部分掃描等等)而判定執行一積極措施。若物件跨視線或否則在一或多個感測器之臨限範圍內移動過快，則一或多個感測器無法適當捕捉影像上之一辨識符。回應於判定至少一個辨識符被不當捕捉(例如，捕捉一條碼或QR碼之一部分，或辨認一RFID標籤但自其獲得完整資訊)，機器人系統可判定執行積極措施。

【0129】 在一些實施例中，機器人系統可判定所抓取之物件係不當的。例如，物件可為不同於在計畫(或針對其產生/判定計畫之一訂單)中指定之物件類型之物件類型。回應於獲得物件上之至少一個辨識符，機器人系統可判定至少一個辨識符不匹配至少部分基於計畫(或針對其產生/判定計畫之一訂單)預期之一辨識符或辨識符類型。例如，回應於掃描物件上之一辨識符，機器人系統可判定物件之一模型類型係不正確的。因此，機器人系統可判定將執行一積極措施。積極措施可包含使物件返回至套組擱架系統、使物件返回至指定為一退回或捨棄區域之一位置及/或向一人類操作者警報錯誤。

【0130】 機器人系統可至少部分基於其中定位機械臂之至少部分之一區域或其中定位物件之一區域來判定將執行一積極措施。機械臂之至少部分或物件(例如由機械臂抓取之物件)之位置可基於由工作空間中之一或

多個感測器或感測器陣列獲得之資訊來判定。在一些實施例中，機器人系統回應於判定物件或機械臂之部分(例如末端執行器)在臨限範圍/臨限區域內或臨限範圍/臨限區域之一預定義距離內而判定執行積極措施。作為一實例，積極措施可包含旋轉物件或否則改變物件之一定向(例如，在物件移動通過臨限範圍/臨限區域時旋轉物件或改變物件之一傾斜)。

【0131】 回應於判定將執行一積極措施，程序350返回至356，其中更新計畫且至少部分基於當前計畫(例如更新計畫)來移動物件。相比而言，回應於判定不執行一積極措施，程序350可結束或程序350可以進行到366，在該處可以將一物品放置在該目的地位置。

【0132】 圖3C係根據各種實施例之用於掃描一物件之一方法之一流程圖。

【0133】 根據各種實施例，圖3C之程序356a可對應於圖3B之356。圖3C之程序356a可由圖1之單粒化系統100及/或圖2A至圖2C之套組系統200實施。

【0134】 在357a中，獲得一當前計畫。可判定將一物件自一源位置拾取至一目的地位置之計畫。在一些實施例中，結合自物件獲得一或多個辨識符之一初始嘗試，當前計畫可包含在一或多個感測器之接近度內(例如，在臨限範圍/臨限區域內)移動物件。根據各種實施例，回應於判定將執行一積極措施，根據各種實施例，機器人系統更新計畫(例如取放物件之計畫)。計畫可至少部分基於積極措施(諸如待判定之積極措施之一類型等等)來更新。在判定將執行積極措施之後，當前計畫可對應於更新計畫。

【0135】 例如，計畫可經更新以包含重新嘗試自物件獲得至少一個

辨識符。重新嘗試自物件獲得至少一個辨識符可包含在一或多個掃描器之接近度內移動物件(例如，使物件再一或多次移動通過臨限範圍/臨限區域)。因此，計畫可經更新以包含如此移動物件之指令。

【0136】 在358a中，至少部分基於當前計畫來移動物件。機械臂可經控制以根據當前計畫自主移動物件。例如，結合自物件獲得一或多個辨識符之一初始嘗試，物件沿一路徑自源位置移動至目的地位置，且路徑包含在一或多個掃描器之接近度內移動物件。

【0137】 在359a中，在物件移動通過臨限區域時開始一物件旋轉程序。根據各種實施例，一物件在物件移動時旋轉。例如，物件可沿自源位置至目的地位置之實質上整個路徑旋轉。作為另一實例，物件可回應於判定物件在一或多個感測器之接近度內(例如，回應於判定物件在臨限範圍/臨限區域內)而旋轉。

【0138】 在360a中，停止物件旋轉程序且將物件進一步移動至目的地位置。在一些實施例中，在判定物件不再位接近一或多個感測器之後，機器人系統可停止旋轉物件。例如，機械臂可經控制以在物件在目的地位置之一臨限距離內時停止旋轉物件。作為另一實例，機械臂可經控制以回應於判定物件已離開臨限範圍/臨限區域而停止旋轉物件。

【0139】 圖3D係根據各種實施例之用於判定是否結合掃描一物件執行一積極措施之一方法之一流程圖。

【0140】 根據各種實施例，圖3D之程序356b可對應於圖3B之356。圖3D之程序356b可由圖1之單粒化系統100及/或圖2A至圖2C之套組系統200實施。

【0141】 在357b中，獲得一當前計畫。可判定將一物件自一源位置

拾取至一目的地位置之計畫。在一些實施例中，結合自物件獲得一或多個辨識符之一初始嘗試，當前計畫可包含在一或多個感測器之接近度內(例如，在臨限範圍/臨限區域內)移動物件。根據各種實施例，回應於判定將執行一積極措施，根據各種實施例，機器人系統更新計畫(例如取放物件之計畫)。計畫可至少部分基於積極措施(諸如待判定之積極措施之一類型等等)來更新。在判定將執行積極措施之後，當前計畫可對應於更新計畫。

【0142】 例如，計畫可經更新以包含重新嘗試自物件獲得至少一個辨識符。重新嘗試自物件獲得至少一個辨識符可包含在一或多個掃描器之接近度內移動物件(例如，使物件再一或多次移動通過臨限範圍/臨限區域)。因此，計畫可經更新以包含如此移動物件之指令。

【0143】 當前計畫可至少部分基於判定物件上之一或多個辨識符將在物件沿一對應路徑移動時獲得之一可能性來獲得。例如，當前計畫可至少部分基於判定最佳化辨識符將由工作空間內之一感測器讀取之可能性之取放物件之一方式來判定。判定物件上之一或多個辨識符將在物件沿一對應路徑移動時獲得之一可能性可至少部分基於依最佳化一或多個標記或辨識符將暴露於一或多個感測器之可能性之一方式判定路徑。依最佳化一或多個標記或辨識符將暴露於一或多個感測器之可能性之一方式判定路徑可包含判定物件可沿其移動之一組路徑及物件上之一標記或辨識符將在物件沿該路徑移動時掃描之對應概率(例如，概率可基於物件相對於一感測器或物件之一側相對於一感測器之一位置、物件至感測器之一距離等等)及選擇具有一最高對應概率之路徑。在一些實施例中，判定具有超過一臨限概率或在具有最高對應概率之一組路徑之一預定義百分比或數目內之一對

應概率之一路徑。在一些實施例中，判定一路徑及物件上之標記或辨識符將在物件沿此路徑移動時掃描之對應概率，且比較概率與一最小所要概率之一預定義臨限值。回應於判定對應於一特定路徑之概率不超過一最小所要概率之預定義臨限值，判定一新路徑及對應概率。機器人系統可不斷反覆判定路徑及對應概率，直至機器人系統判定對應概率超過一最小所要概率之預定義臨限值。判定路徑可包括加權不同因數及最大化與不同因數之加權值有關之一組合分數。不同因數可包含獲得一或多個辨識符之一可能性、取放物件之成功可能性、在物件沿對應路徑移動時取放物件之一預期時間、工作空間內另一物體(例如另一機械臂、一容器、另一物件等等)之存在/位置等等。

【0144】 在358b中，至少部分基於當前計畫來移動物件。機械臂可經控制以根據當前計畫自主移動物件。例如，結合自物件獲得一或多個辨識符之一初始嘗試，物件沿一路徑自源位置移動至目的地位置，且路徑包含在一或多個掃描器之接近度內移動物件。作為另一實例，結合執行一積極措施，使物件再一或多次在一或多個掃描器之接近度內移動(例如，機械臂使物件來回移動通過臨限範圍/臨限區域)。

【0145】 圖3E係根據各種實施例之用於判定是否結合掃描一物件執行一積極措施之一方法之一流程圖。

【0146】 根據各種實施例，圖3E之程序361可對應於圖3B之361。圖3B之程序361可由圖1之單粒化系統100及/或圖2A至圖2C之套組系統200實施。

【0147】 在362中，獲得在物件上掃描之一或多個辨識符。在一些實施例中，機器人系統判定已由一或多個感測器(例如，在工作空間內)獲

得之一或多個辨識符。已獲得之一或多個辨識符可儲存於其中將所獲得之辨識符映射至物件之一資料結構中。在一些實施例中，獲得在物件上掃描之一或多個辨識符包括判定已由一或多個感測器結合掃描一物件獲得之辨識符(例如不同辨識符)之一數目。獲得在物件上掃描之一或多個辨識符可包含獲得與一或多個辨識符相關聯之一或多個屬性(例如辨識符之一類型，諸如一型號、一序列號、一批號、一製造商辨識符等等)。

【0148】 在363中，獲得在物件上掃描之辨識符之一預期數目。機器人系統可獲得待掃描辨識符之預期數目可至少部分基於計畫(例如，基於待取放物件及/或對應於待取放物件之一物件類型)。

【0149】 在一些實施例中，指示一物件上之辨識符之一數目之資訊經預先儲存(例如，在物件套組或單粒化之前)。例如，機器人系統可儲存物件或物件類型至辨識符之一數目之一映射。映射至一物件或物件類型之辨識符之數目可對應於辨識符之一預期數目。若機器人系統判定由一或多個感測器獲得(或獲得其資訊)之辨識符之一數目小於物件之辨識符之預期數目，則機器人系統可判定由一或多個感測器之資訊不足(例如，與一或多個辨識符之至少一者有關之資訊未被捕捉)。

【0150】 在364中，系統至少部分基於在物件上掃描之辨識符及在物件上掃描之辨識符之預期數目來判定是否執行一積極措施。

【0151】 各種實施例包含回應於判定一或多個感測器未獲得至少一個辨識符之資訊而執行一積極措施。例如，回應於機器人系統判定由一或多個感測器獲得(或獲得其資訊)之辨識符之一數目小於物件之辨識符之預期數目，機器人系統可執行積極措施。積極措施可包括執行掃描至少一個辨識符之一或多次進一步嘗試。例如，積極措施可包含使物件移動通過臨

限範圍(例如，在至少一個感測器之視線內)。積極措施可包含改變物件之一定向(例如一或多個側相對於一或多個感測器之一定向)。機器人系統可在執行一或多次進一步嘗試之前改變定向以具有對應於由一或多個感測器獲得之至少一個辨識符之資訊。物件之定向可在機械臂移動時改變。例如，機械臂可經控制以旋轉機械臂之一腕部。在一些實施例中，物件之定向在機械臂移動通過一或多個感測器之臨限範圍之至少部分時(例如，在物件在至少一個感測器之一視線內時)改變。積極措施可包含反覆嘗試獲得至少一個辨識符(例如未獲得之(若干)辨識符)，直至(i)獲得物件之所有辨識符(或獲得臨限數目個辨識符)及/或(ii)執行獲得至少一個辨識符之臨限數目次重新嘗試。作為一實例，重新嘗試獲得至少一個辨識符可反覆執行直至(i)及(ii)之較早者。

【0152】 圖4係繪示根據各種實施例之一套組系統的一圖式。

【0153】 如圖4中所繪示，套組系統400包括將手提袋運載(例如分佈)至各種套組擱架機之一傳送系統。手提袋(例如容器)可在輸入區域405處輸入至傳送系統。各種手提袋經分佈至分別對應於一套組擱架機(諸如套組擱架機410)之區域。複數個套組擱架機可經由傳送系統互連。

【0154】 在一些實施例中，傳送結構終止於此一套組擱架機。若傳送結構終止於一套組擱架機，則已堆積有一或多個物件之手提袋可(諸如)由一人類操作者(或否則手動移除)自套組擱架機或自一不同系統移除。

【0155】 在一些實施例中，複數個套組擱架機經由傳送結構互連。例如，複數個套組擱架機可共用其中將手提袋(例如空手提袋)輸入至套組系統之一共同輸入區域405。作為另一實例，複數個套組擱架機可共用其中手提袋(例如堆積有一或多個物件之手提袋)自套組系統輸出之一共同輸

出區域455，諸如手提袋自其發送用於堆積、標記及/或其他處理等等之一區域。作為另一實例，複數個套組擱架機可共用一共同輸出區域455及一共同輸入區域405。在一些實施例中，一套組擱架系統可包括複數個套組擱架機，諸如安置於一傳送帶之對置側上之套組擱架機。在一些實施例中，各套組擱架系統可包括控制複數個套組擱架機及對應機械臂之一(若干)控制電腦。在其他實施例中，各套組擱架機自身可包括控制套組擱架機及對應機器人之控制電腦。在其他實施例中，套組系統400包括控制複數個套組擱架系統及/或複數個套組擱架機之一控制電腦。

【0156】 在一些實施例中，套組系統400可儲存及/或管理與手提袋(例如托盤)與訂單或物件之一相關聯性有關之一資料結構。例如，一套組擱架機(或與其相關聯之控制器)可保留一空手提袋來使套組擱架機放置一對應機械臂自套組擱架拾取之物件。作為另一實例，回應於物件堆積於一手提袋中，資料結構可經更新以包含手提袋之一辨識符至針對其套組物件之一訂單之一映射及/或手提袋之一辨識符至包括於手提袋中之一或多個物件之一映射。

【0157】 套組系統400可包含一機械臂或複數個機械臂，諸如機械臂415、機械臂425及/或機械臂435。複數個機械臂之一或多者可連接至相對於套組擱架機410具有一靜態位置之一底座。作為另一實例，機械臂之一或多者可固定至分別橫越一或多個軌道以使至少一個機械臂相對於套組擱架機410移動之一或多個托架。

【0158】 套組系統400可包括沿傳送結構安置或安置於複數個機械臂(例如機械臂415、機械臂425及機械臂435)中或該複數個機械臂周圍之一或多個感測器及/或一或多個感測器陣列。例如，套組系統400可包括輸

入區域405處之一或多個感測器。作為另一實例，套組系統400可包括輸出區域455處之一或多個感測器。作為另一實例，套組系統400可包括沿其中安置套組機之傳送結構之區域處之感測器。感測器可結合使手提袋與待套組(或已套組)於手提袋內之訂單及/或物件相關聯來使用。感測器亦可結合判定與手提袋及/或手提袋內之物件相關聯之一或多個屬性(例如，獲得辨識符上之一辨識符及/或一或多個物件上之一辨識符等等)來使用。

【0159】 一或多個感測器可安置於一機械臂之一工作空間內，諸如安置於機械臂415之接近度內之一或多個感測器420或安置於機械臂425之接近度內之一或多個感測器430。若一或多個感測器相對於套組擱架機410安置於一固定位置處，則電腦系統可判定使物件移動通過對應於一組之一或多個感測器之一臨限區域或臨限範圍之計畫或策略，其中臨限區域或臨限範圍相對於套組擱架機具有一界定固定位置。

【0160】 根據各種實施例，套組系統400包括安置於一機械臂或其上安裝機械臂之托架之一底座上或與該底座整合之一或多個感測器。例如，感測器445及/或感測器450安置於機械臂435之底座440上或與該底座440整合。若感測器445及/或感測器450位於機械臂435之底座上/該底座中，則感測器445及/或感測器450相對於機械臂435 (例如機械臂435之至少一底座)之一位置係靜態的。另外，對應於感測器445及/或感測器450之一臨限範圍相對於機械臂435 (例如機械臂435之至少一底座)之一位置可為靜態的。臨限範圍/臨限區域之靜態相對位置可提高機械臂可判定套組或單粒化一物件之一計畫或策略之效率。例如，套組系統400 (或一單粒化系統)可儲存用於使物件移動通過臨限範圍/臨限區域436或否則嘗試掃描物件之一預定義常式。在一些實施例中，將物件移動至目的地位置之計

畫或策略可包含將物件移動至一預定義位置(例如相對於機械臂435或其底座靜態之一位置)及接著實施一常式以使物件移動通過臨限範圍/臨限區域或否則嘗試由感測器445及/或感測器450掃描物件。在掃描物件之後，機械臂可將物件移動至目的地位置(例如一傳送帶上之一容器或一預定義位置等等)。

【0161】 儘管已為了理解清楚而相當詳細描述前述實施例，但本發明不限於所提供之細節。存在實施本發明之諸多替代方式。所揭示之實施例具繪示性而非限制性。

【符號說明】

【0162】

100:系統

102:機械臂

104:末端執行器

106:滑槽

108:傳送帶

110:進入端

112:控制電腦

114:攝影機

115:表面

116:攝影機

118:遙控裝置

120:工人/人類操作者

200:套組系統

202:套組擱架系統
204:擱架
206:擱架
208:擱架
210:攝影機
212:機械臂
214:托架
216:軌道/導軌
218:容器
220:傳送帶
222:感測器
224:感測器
226:感測器
228:感測器
230:控制電腦
232:遙控裝置
234:人類操作者
236:臨限範圍/臨限區域
240:旋轉物件
250:移動
252:移動
254:移動
300:程序

310:步驟

330:步驟

350:步驟/程序

351:步驟

356:步驟

356a:程序

356b:程序

357a:步驟

357b:步驟

358a:步驟

358b:步驟

359a:步驟

360a:步驟

361:程序

362:步驟

363:步驟

364:步驟

370:步驟

400:套組系統

405:輸入區域

410:套組擱架機

415:機械臂

425:機械臂

430:感測器

435:機械臂

436:臨限範圍/臨限區域

445:感測器

450:感測器

455:輸出區域

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於辨識物件之機器人系統，其包括：

一通信介面；及

一或多個處理器，其等耦合至該通信介面且經組態以：

自主操作一機器人結構使一物件沿一預定路徑自一源位置移動至一目的地位置，其中：

該物件包括一或多個辨識符；

回應於判定該一或多個辨識符之至少一者未由一或多個感測器獲得，執行一積極措施以引起該一或多個感測器獲得該物件上之一特定類型之辨識符，其中該物件上之該特定類型之辨識符係不同於與未曾藉由該一或多個感測器所獲得之該一或多個辨識符之該至少一者相關聯之一對應辨識符類型；

該預定路徑對應於該物件沿其自該源位置移動至該目的地位置之一路徑；且

該預定路徑根據一計畫所計畫使得當該物件沿該預定路徑移動時，該物件在該一或多個感測器之一臨限範圍內移動；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫將該物件放置於該目的地位置處。

【請求項2】

如請求項1之機器人系統，其中：

該一或多個處理器經進一步組態以：

獲得該計畫來操作該機器人結構將該物件自該源位置移動及放置

至該目的地位置；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫自該源位置拾取該物件；

自主操作該機器人結構使該物件沿該預定路徑自該源位置移動至該目的地位置包括：

判定該一或多個感測器是否在該物件沿該預定路徑移動時獲得該物件之該一或多個辨識符。

【請求項3】

如請求項2之機器人系統，其中該積極措施包括自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內反覆移動該物件直至以下之較早者：(i)該物件之所有該一或多個辨識符由該一或多個感測器獲得；或(ii)嘗試在該一或多個感測器之該範圍內移動該物件之臨限數目次反覆。

【請求項4】

如請求項2之機器人系統，其中該積極措施包括：

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，其中：

該機器人結構改變物件相對於一或多個掃描器之一定向；且

在該物件再次在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時該物件相對於該一或多個掃描器之一定向不同於在該物件在一初始嘗試期間在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時該物件之一定向。

【請求項5】

如請求項2之機器人系統，其中該積極措施包括：

判定包括未獲得之該至少一個辨識符之該物件之一側；

判定該物件之一重組態定向，其對應於該一或多個感測器將在該物件在該臨限範圍內時獲得該至少一個辨識符之一增加可能性；及

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，該物件至少部分基於該重組態定向在該臨限範圍內移動。

【請求項6】

如請求項2之機器人系統，其中該積極措施包括：

判定移動該物件且將該物件放置於該目的地位置處之一更新計畫，其中該更新計畫包括該物件將沿其移動之一更新路徑；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該更新計畫移動及放置該物件。

【請求項7】

如請求項6之機器人系統，其中該更新計畫至少部分基於在該物件在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時未獲得之該至少一個辨識符來判定。

【請求項8】

如請求項6之機器人系統，其中該更新計畫至少部分基於包括未獲得之該至少一個辨識符之該物件之一側及該一或多個感測器之一位置來判定。

【請求項9】

如請求項1之機器人系統，其中：

該一或多個感測器包括一條碼讀取器；

該物件包括一或多個辨識符；且

該一或多個辨識符包括至少一個條碼。

【請求項10】

如請求項1之機器人系統，其中：

該一或多個感測器包括一射頻辨識(RFID)感測器；

該物件包括一或多個辨識符；且

該一或多個辨識符包括RFID標籤。

【請求項11】

如請求項1之機器人系統，其中自主操作該機器人結構使該物件沿一預定路徑自該源位置移動至該目的地位置包括：

自主操作該機器人結構至少在該物件在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時旋轉該物件。

【請求項12】

如請求項1之機器人系統，其中該一或多個感測器之該臨限範圍對應於該一或多個感測器之一視域。

【請求項13】

如請求項1之機器人系統，其中該一或多個感測器之至少一者相對於該機器人結構安置於一靜態位置處。

【請求項14】

如請求項13之機器人系統，其中該一或多個感測器之該至少一者相對於該機器人結構之一底座安置於一靜態位置處。

【請求項15】

如請求項13之機器人系統，其中該一或多個感測器之該至少一者相對於其上安裝該機器人結構之一托架安置於一靜態位置處。

【請求項16】

如請求項1之機器人系統，其進一步包括：

獲得該計畫來操作該機器人結構將該物件自該源位置移動及放置至該目的地位置，其包括：

至少部分基於該一或多個感測器之至少一者之一位置來判定該計畫。

【請求項17】

如請求項1之機器人系統，其進一步包括：

獲得該計畫來操作該機器人結構將該物件自該源位置移動及放置至該目的地位置，

其中：

該一或多個感測器之至少一者相對於該機器人結構安置於一靜態位置處；且

該計畫包含運行與使該物件移動通過該一或多個感測器之該至少一者之一臨限區域或該臨限範圍相關聯之一預定義常式。

【請求項18】

一種用於辨識物件之方法，其包括：

由一或多個處理器實施將一物件自一源位置移動及放置至一目的地位置之一計畫，其包括：

自主操作機器人結構使該物件沿一預定路徑自該源位置移動至該目的地位置，其中：

該物件包括一或多個辨識符；

回應於判定該一或多個辨識符之至少一者未由一或多個感測器獲得，執行一積極措施以引起該一或多個感測器獲得該物件上之

一特定類型之辨識符，其中該物件上之該特定類型之辨識符係不同於與未曾藉由該一或多個感測器所獲得之該一或多個辨識符之該至少一者相關聯之一對應辨識符類型；

該預定路徑對應於該物件沿其自該源位置移動至該目的地位置之一路徑；且

該預定路徑係根據一計畫所組態使得當該物件沿該預定路徑移動時，該物件在該一或多個感測器之一臨限範圍內移動；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫將該物件放置於該目的地位置處。

【請求項19】

如請求項18之方法，其進一步包括：

獲得該計畫來操作該機器人結構將該物件自該源位置移動及放置至該目的地位置；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫自該源位置拾取該物件，

其中

該物件包括一或多個辨識符；且

自主操作該機器人結構使該物件沿該預定路徑自該源位置移動至該目的地位置包括：

判定該一或多個感測器是否在該物件沿該預定路徑移動時獲得該物件之該一或多個辨識符。

【請求項20】

如請求項19之方法，其中執行該積極措施包括：

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，其中：

該機器人結構改變物件相對於一或多個掃描器之一定向；且

在該物件在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動時該物件相對於該一或多個掃描器之一定向不同於在該物件在一初始嘗試期間在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時該物件之一定向。

【請求項21】

如請求項19之方法，其中執行該積極措施包括：

判定包括未獲得之該至少一個辨識符之該物件之一側；

判定該物件之一重組態定向，其對應於該一或多個感測器將在該物件在該臨限範圍內時獲得該至少一個辨識符之一增加可能性；及

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，該物件至少部分基於該重組態定向在該臨限範圍內移動。

【請求項22】

如請求項19之方法，其中執行該積極措施包括：

判定移動該物件且將該物件放置於該目的地位置處之一更新計畫，其中該更新計畫包括該物件將沿其移動之一更新路徑；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該更新計畫移動及放置該物件。

【請求項23】

一種電腦程式產品，其體現於一非暫時性電腦可讀媒體中且包括用於以下之電腦指令：

由一或多個處理器實施將一物件自一源位置移動及放置至一目的地

位置之一計畫，其包括：

自主操作機器人結構使該物件沿一預定路徑自該源位置移動至該目的地位置，其中：

該物件包括一或多個辨識符；

回應於判定該一或多個辨識符之至少一者未由一或多個感測器獲得，執行一積極措施以引起該一或多個感測器獲得該物件上之一特定類型之辨識符，其中該物件上之該特定類型之辨識符係不同於與未曾藉由該一或多個感測器所獲得之該一或多個辨識符之該至少一者相關聯之一對應辨識符類型；

該預定路徑對應於該物件沿其自該源位置移動至該目的地位置之一路徑；且

該預定路徑係根據一計畫所組態使得當該物件沿該預定路徑移動時，該物件在該一或多個感測器之一臨限範圍內移動；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫將該物件放置於該目的地位置處。

【請求項24】

如請求項23之電腦程式產品，其進一步包括：

獲得該計畫來操作該機器人結構將該物件自該源位置移動及放置至該目的地位置；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該計畫自該源位置拾取該物件，

其中：

該物件包括一或多個辨識符；且

自主操作該機器人結構使該物件沿該預定路徑自該源位置移動至

該目的地位置包括：

判定該一或多個感測器是否在該物件沿該預定路徑移動時獲得該物件之該一或多個辨識符。

【請求項25】

如請求項24之電腦程式產品，其中執行該積極措施包括：

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，其中：

該機器人結構改變物件相對於一或多個掃描器之一定向；且

在該物件在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動時該物件相對於該一或多個掃描器之一定向不同於在該物件在一初始嘗試期間在該一或多個感測器之該臨限範圍內移動時該物件之一定向。

【請求項26】

如請求項24之電腦程式產品，其中執行該積極措施包括：

判定包括未獲得之該至少一個辨識符之該物件之一側；

判定該物件之一重組態定向，其對應於該一或多個感測器將在該物件在該臨限範圍內時獲得該至少一個辨識符之一增加可能性；及

自主操作該機器人結構在該一或多個感測器之該臨限範圍內再次移動該物件，該物件至少部分基於該重組態定向在該臨限範圍內移動。

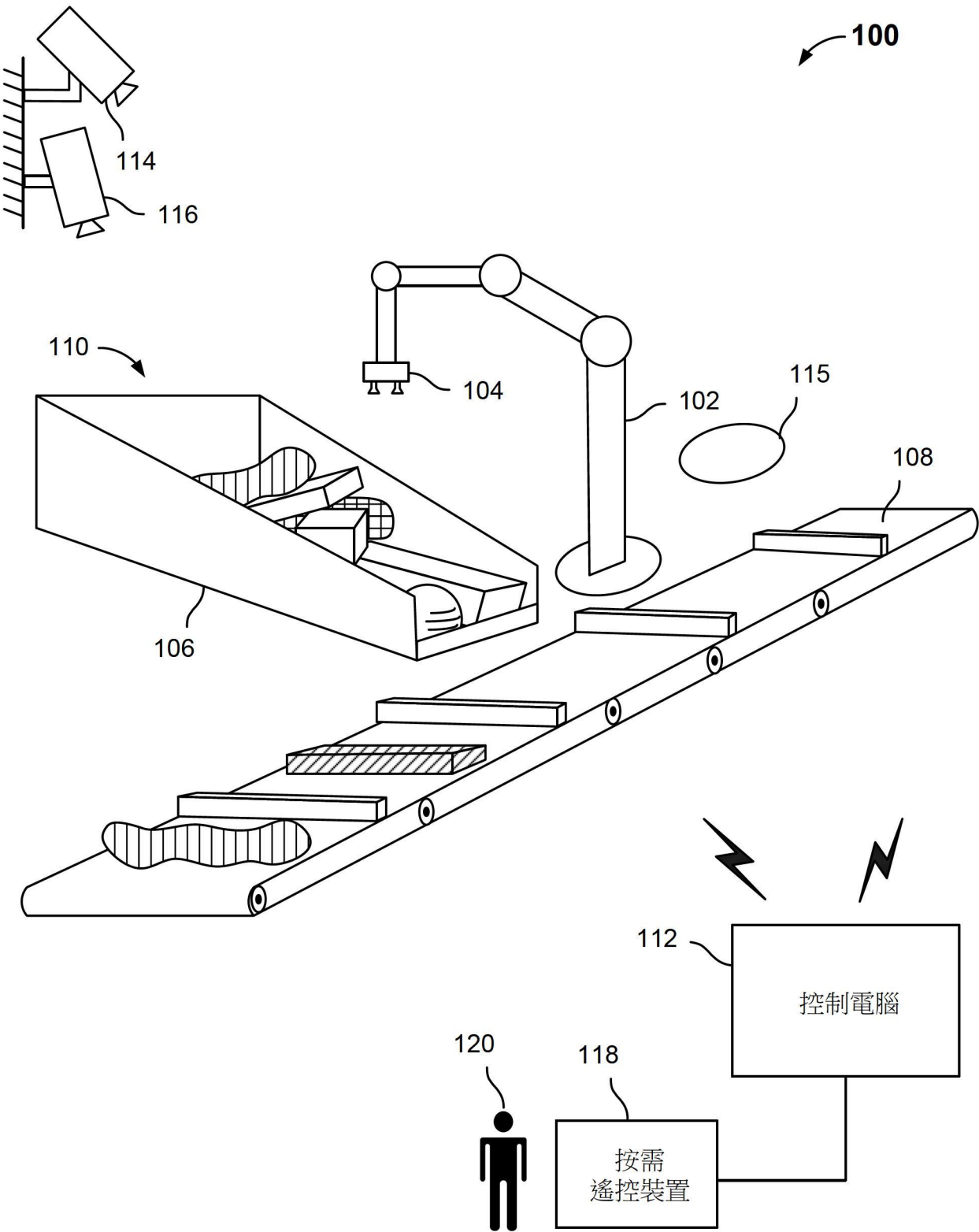
【請求項27】

如請求項24之電腦程式產品，其中執行該積極措施包括：

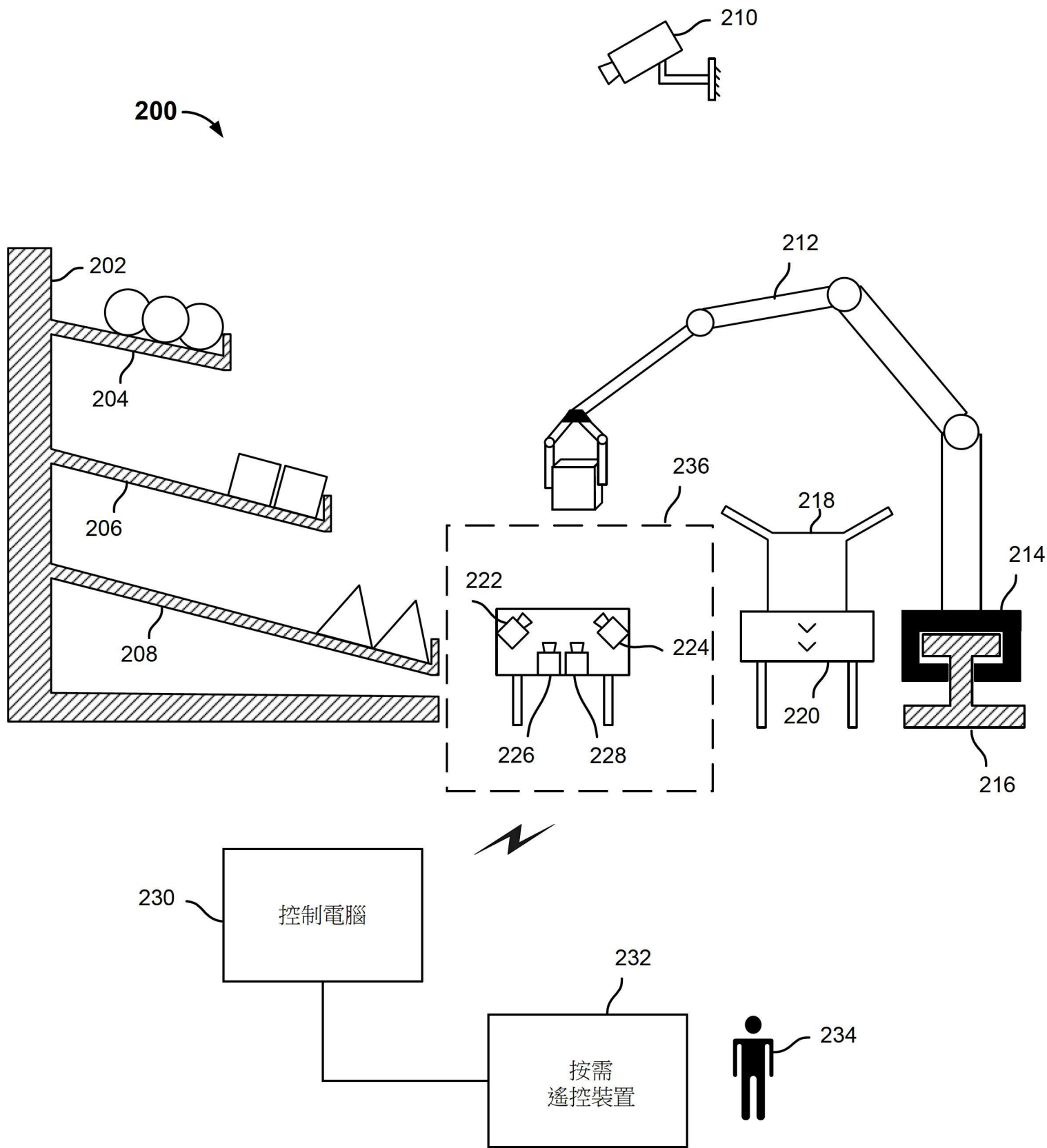
判定移動該物件且將該物件放置於該目的地位置處之一更新計畫，其中該更新計畫包括該物件將沿其移動之一更新路徑；及

自主操作該機器人結構至少部分基於該更新計畫移動及放置該物件。

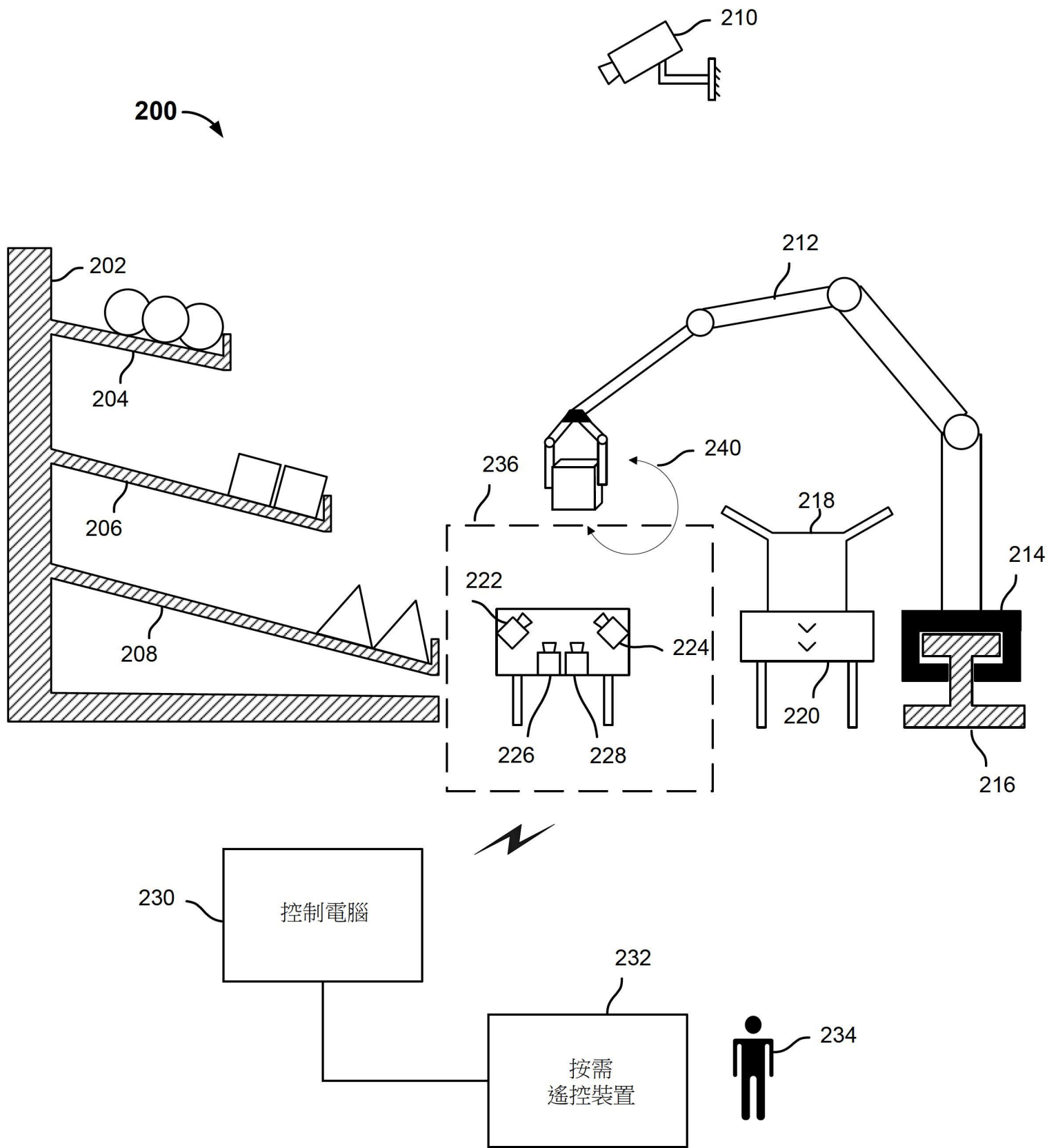
【發明圖式】



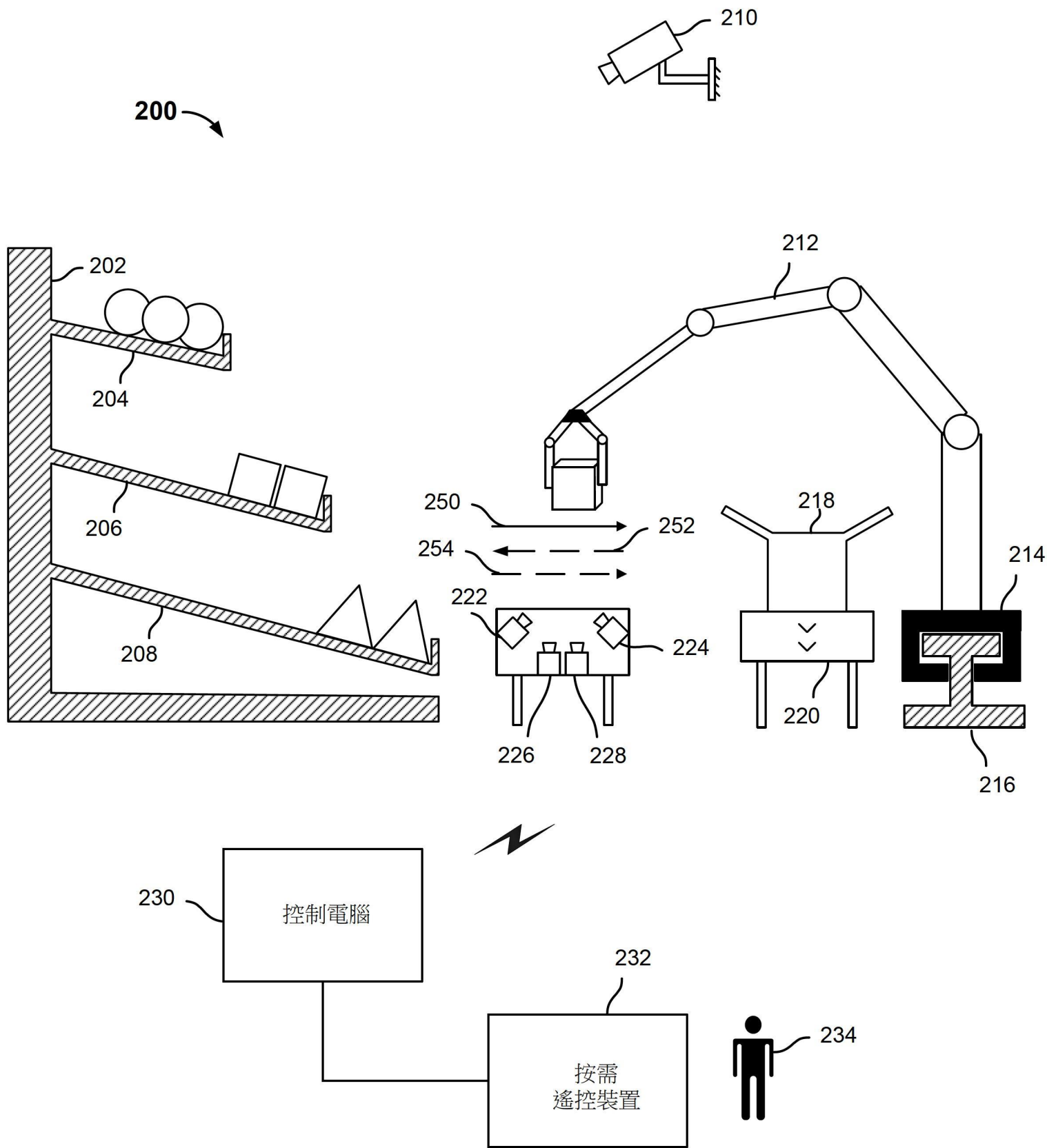
【圖1】



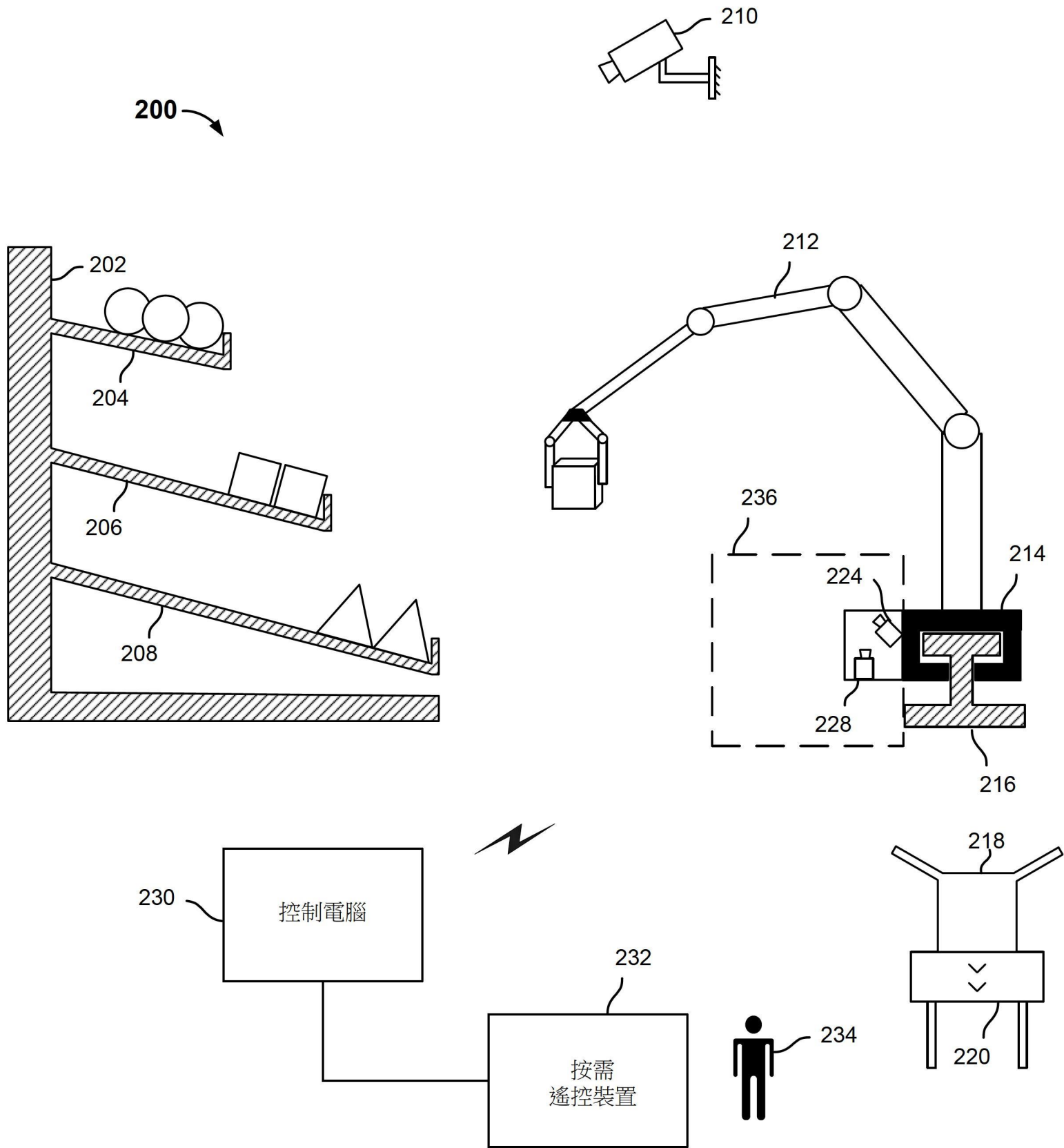
【圖2A】



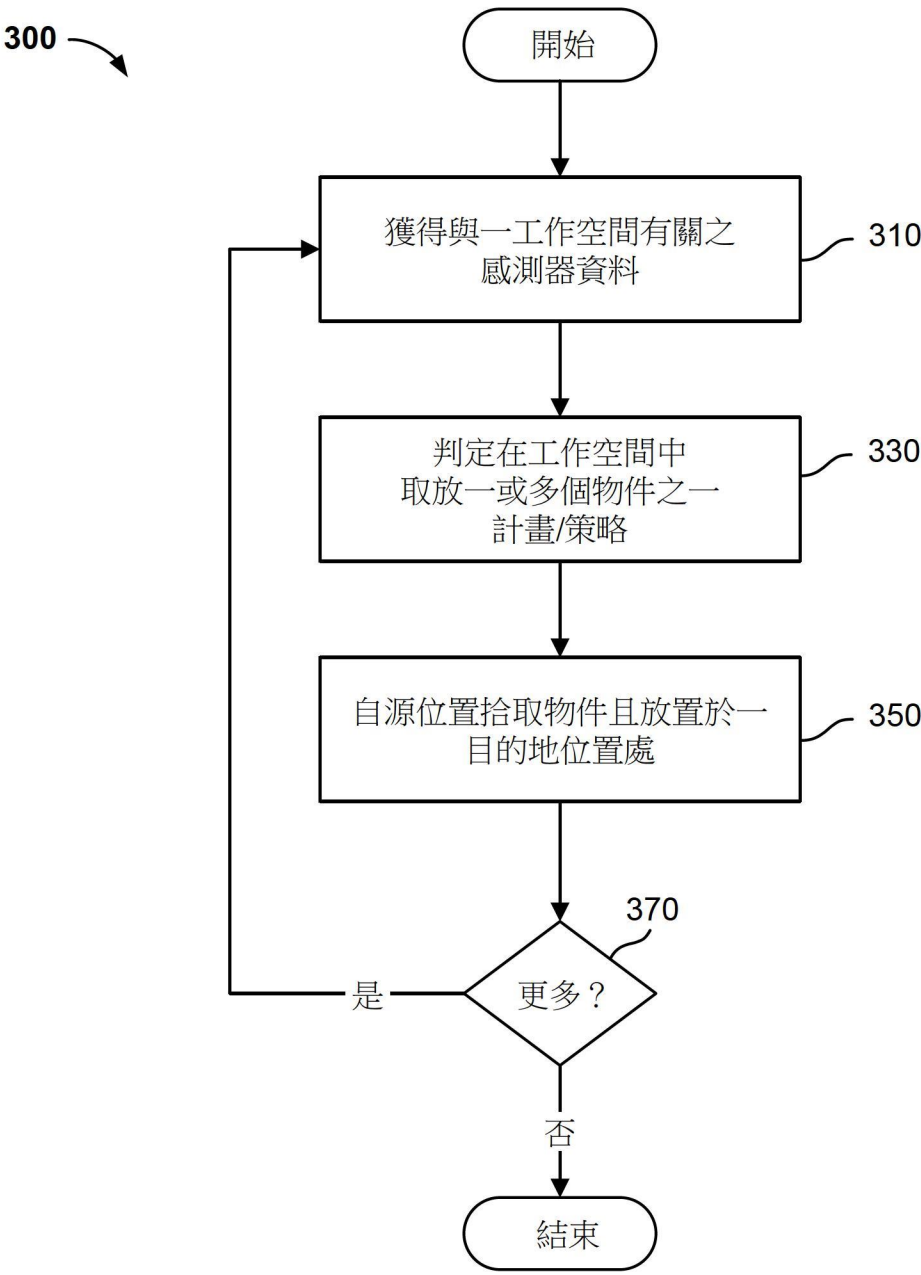
【圖2B】



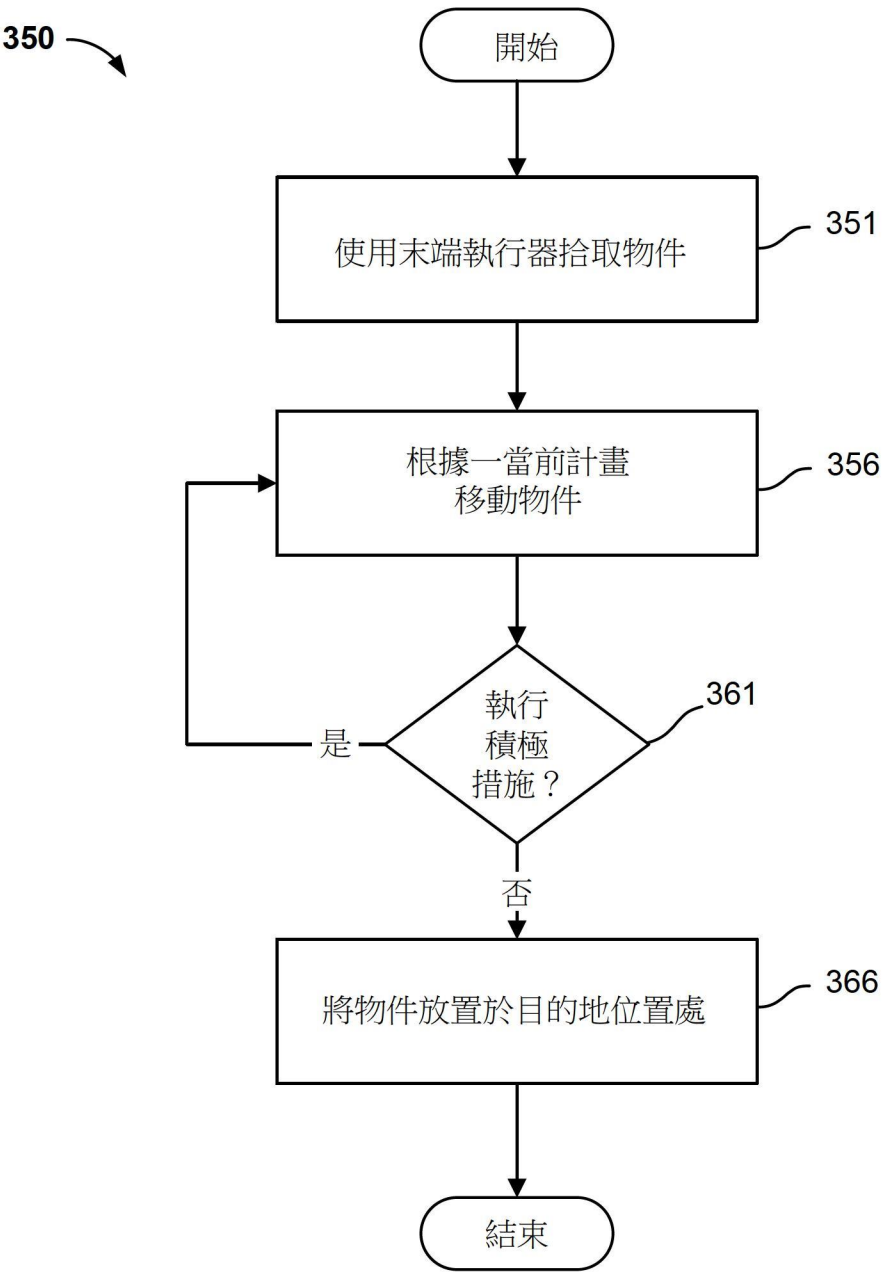
【圖2C】



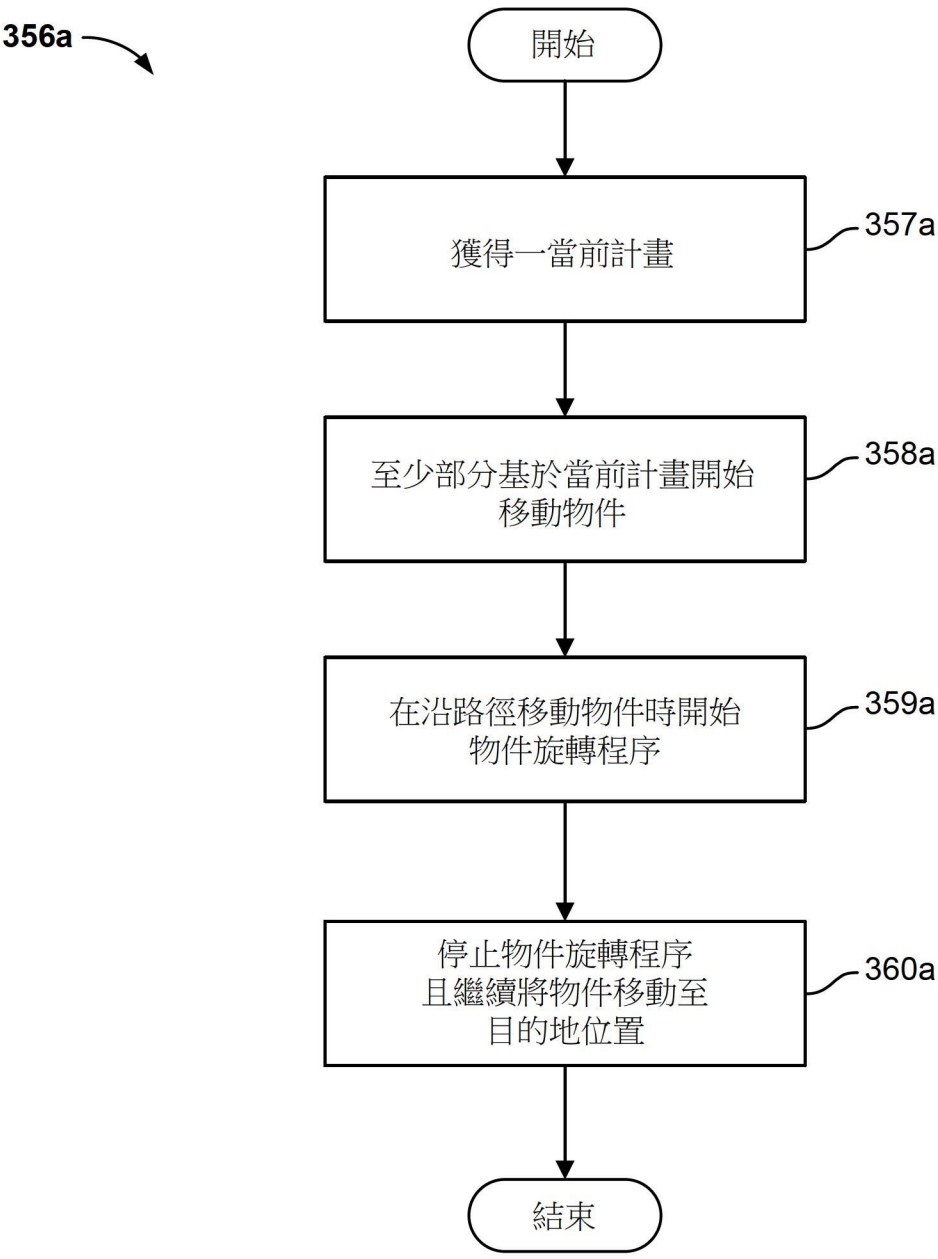
【圖2D】



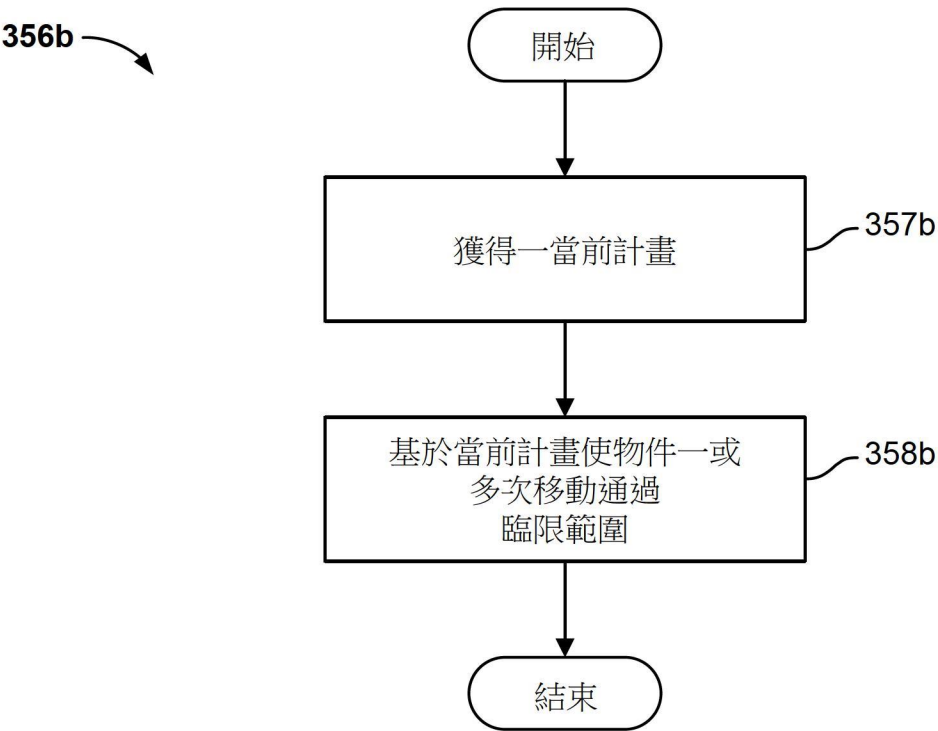
【圖3A】



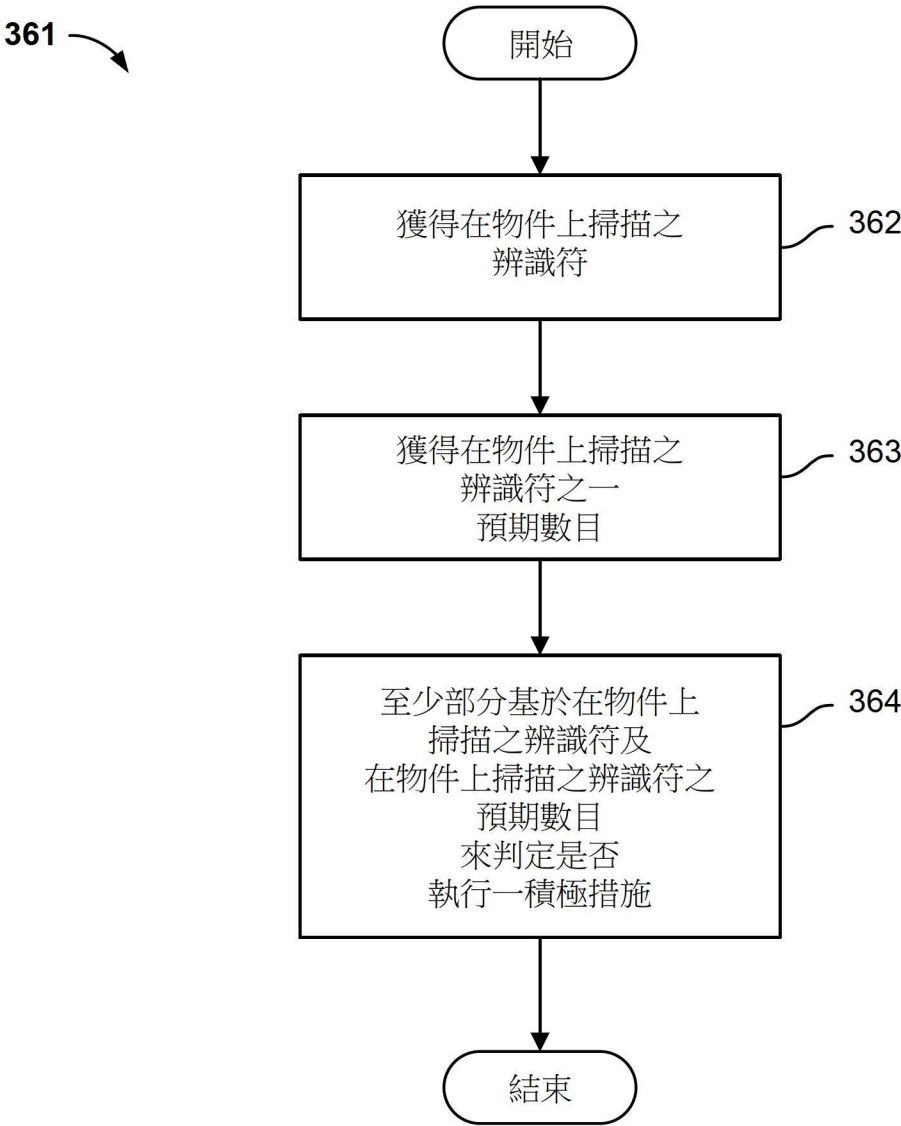
【圖3B】



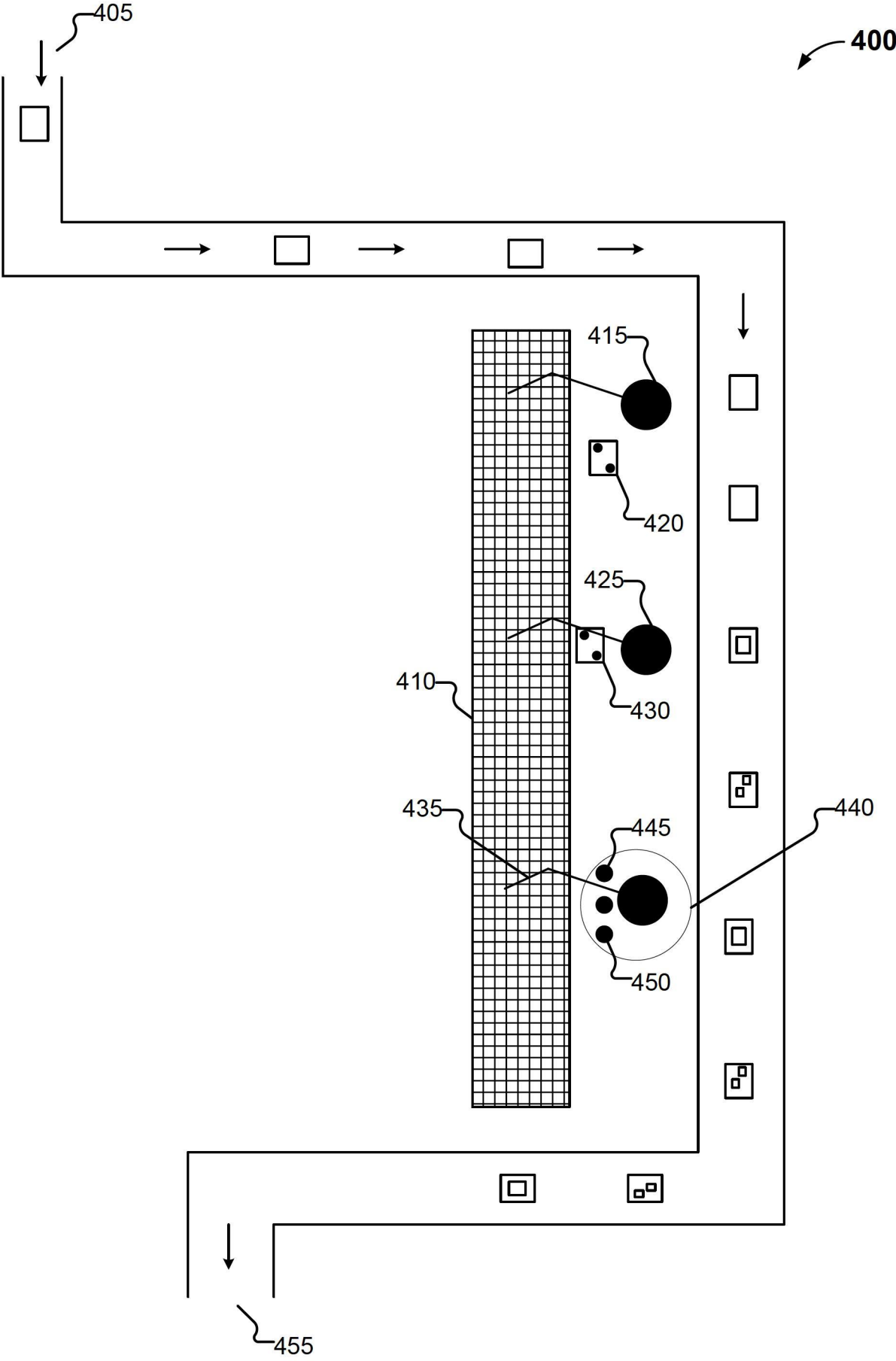
【圖3C】



【圖3D】



【圖3E】



【圖4】