



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201818368 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 16 日

(21)申請案號：106134023

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 02 日

(51)Int. Cl. : *G08G1/16 (2006.01)* *B60W30/095 (2012.01)*

(30)優先權：2016/11/14 美國 62/421,551

2017/05/30 美國 15/607,975

(71)申請人：美商高通公司 (美國) QUALCOMM INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：特平 馬修凱悅 TURPIN, MATTHEW HYATT (US)；查維斯 史蒂芬馬克

CHAVES, STEPHEN MARC (US)

(74)代理人：李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：7 共 54 頁

(54)名稱

運載工具碰撞迴避

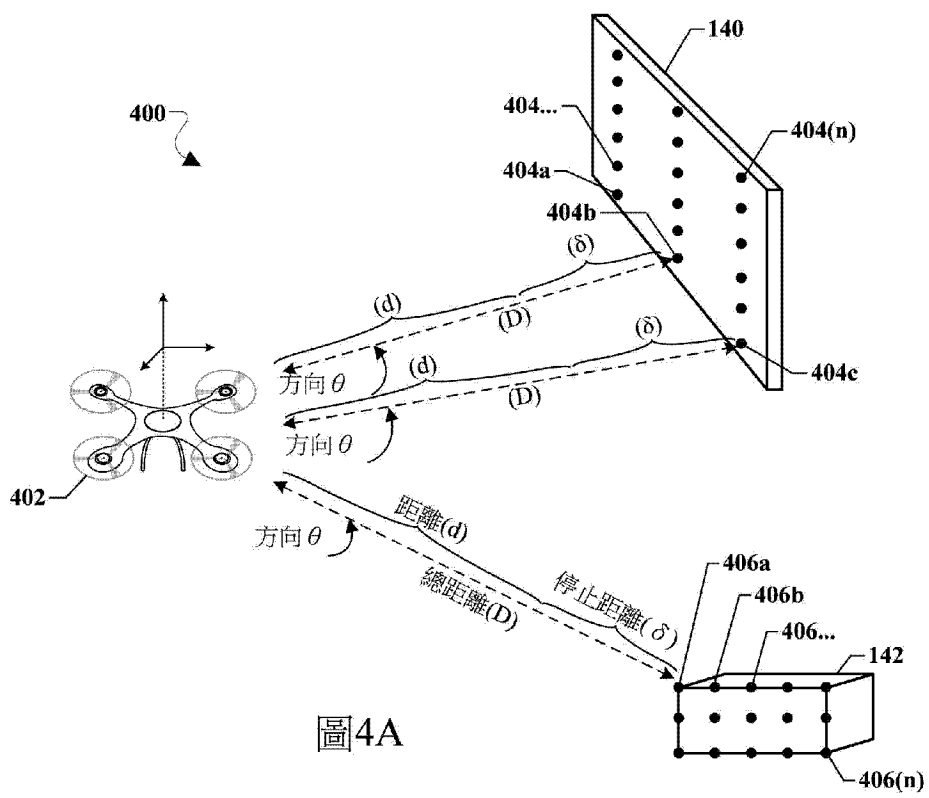
VEHICLE COLLISION AVOIDANCE

(57)摘要

各實施例包括用於運載工具碰撞迴避的設備和方法。運載工具的處理器可以接收包括一或多個點的感測器資料。處理器可以決定從運載工具到一或多個點的距離和方向。處理器可以基於所決定的從運載工具到一或多個點的距離和方向，來決定針對一或多個點之每一者點的速度約束。基於導航指令，處理器可以決定滿足一或多個速度約束的一或多個速度解。處理器可以基於導航指令來從所決定的一或多個速度解中選擇速度解，並且可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。

Embodiments include devices and methods for vehicle collision avoidance. A processor of the vehicle may receive sensor data comprising one or more points. The processor may determine a distance and a direction from the vehicle to the one or more points. The processor may determine a velocity constraint for each of the one or more points based on the determined distance and direction from the vehicle to the one or more points. Based on a navigation instruction, the processor may determine one or more velocity solutions that satisfy the one or more velocity constraints. The processor may select a velocity solution from the determined one or more velocity solutions based on the navigation instruction, and may adjust a vehicle velocity based on the selected velocity solution.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 140 . . . 障礙物
 - 142 . . . 障礙物
 - 400 . . . 方法
 - 402 . . . 運載工具
 - 404 . . . 點
 - 404a . . . 點
 - 404b . . . 點
 - 404c . . . 點
 - 404(n) . . . 點
 - 406 . . . 點
 - 406a . . . 點
 - 406b . . . 點
 - 406(n) . . . 點

【發明說明書】

【中文發明名稱】 運載工具碰撞迴避

【英文發明名稱】 VEHICLE COLLISION AVOIDANCE

【技術領域】

【0001】 本專利申請案主張享受於2016年11月14日提出申請的、名稱為「Vehicle Collision Avoidance」的美國臨時專利申請案第62/421,551的優先權的權益，故該申請案的全部內容經由引用的方式整體地併入本文。

【0002】 本案係關於「運載工具碰撞迴避」。

【先前技術】

【0003】 運動中的運載工具（並且更具體地，半自主式和機器人式運載工具）終究遇到障礙物迴避的挑戰。儘管有人操縱的運載工具可以依賴於人類操作員來感知障礙物並且進行即時導航決策來迴避碰撞，但是遠端控制的運載工具以及半自主式運載工具必須依賴於障礙物迴避的自動化技術。

【發明內容】

【0004】 各個實施例包括可以由運載工具的處理器實現的用於迴避與物體的碰撞的方法。各個實施例可以包括：接收包括一或多個點的感測器資料；決定從該運載工具到該一或多個點的距離和方向；基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的距離和方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的速度約束；基於運載工具導

航指令，來決定滿足所決定的速度約束的一或多個速度解；基於該運載工具導航指令，來從所決定的一或多個速度解中選擇速度解；及基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。在一些實施例中，接收感測器資料可以包括接收未經處理的感測器資料。在一些實施例中，針對該一或多個點之每一者點的該速度約束與可以包括速度不等式約束。

【0005】 在一些實施例中，決定從該運載工具到該一或多個點的該距離和該方向可以包括決定從該運載工具到障礙物的距離和方向。在一些實施例中，該障礙物可以包括由該一或多個點表示的障礙物。

【0006】 在一些實施例中，基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的距離和方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的速度約束可以包括：基於所決定的從該運載工具到由該一或多個點表示的障礙物的距離和方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的速度約束。

【0007】 在一些實施例中，該運載工具導航指令可以包括方向分量，以及基於該運載工具導航指令來從所決定的一或多個速度解中選擇該速度解可以包括：選擇具有與該運載工具導航指令的該方向分量最緊密匹配的方向分量的該速度解。在一些實施例中，該運載工具導航指令可以包括速率分量，以及基於該運載工具導航指令來從所決定的一或多個速度解中選擇該速度解可以包括：選擇具有與

該導航指令的該速率分量最緊密匹配的速率分量的該速度解。

【0008】 另外的實施例可以包括運載工具，其包括處理器，該處理器被配置有處理器可執行指令以執行上文概述的方法的操作。另外的實施例可以包括運載工具，其包括用於執行上文概述的方法的功能的構件。另外的實施例可以包括處理器可讀取儲存媒體，其上儲存有處理器可執行指令，該等處理器可執行指令被配置為使得運載工具的處理器執行上文概述的方法的操作。

【圖式簡單說明】

【0009】 併入本文並且構成該說明書的部分的附圖圖示示例性實施例，並且連同上文提供的整體描述以及下文提供的詳細描述用於解釋各個實施例的特徵。

【0010】 圖1是根據各個實施例的在通訊系統內操作的運載工具的系統方塊圖。

【0011】 圖2是圖示根據各個實施例的運載工具的元件的元件方塊圖。

【0012】 圖3圖示根據各個實施例的運載工具的主體座標系。

【0013】 圖4A圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法。

【0014】 圖4B圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法。

【0015】 圖5圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法。

【0016】 圖6是圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法的程序流程圖。

【0017】 圖7是圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法的程序流程圖。

【實施方式】

【0018】 將參照附圖來詳細描述各個實施例。在任何可能的地方，相同的元件符號將貫穿各個圖來使用，以代表相同或類似的部分。對特定實例和實施例的提及是出於說明性的目的，而並非意欲限制請求項的範疇。

【0019】 各個實施例包括可以由運載工具的處理器實現的方法，並且可以經由使得運載工具能夠迴避與障礙物的碰撞來改良運載工具的操作。在一些實施例中，處理器可以接收包括一或多個點的感測器資料，並且處理器可以決定從運載工具到一或多個點的距離和方向。在一些實施例中，處理器可以決定從運載工具到一或多個點的距離和方向，並且可以基於所決定的到一或多個點之每一者點的距離和方向，來決定針對一或多個點之每一者點的速度約束。在一些實施例中，處理器可以決定從運載工具到可以由一或多個點表示的障礙物的距離和方向，並且可以決定針對該障礙物的速度約束。在一些實施例中，處理器可以決定針對一或多個點之每一者點的速度約束。處理器可以接收或者獲取可以包括輸入速度的導航輸入，並且可以使

用輸入速度和一或多個速度約束，以決定滿足速度約束中的所有速度約束的速度解（*velocity solution*）。各個實施例亦可以經由調整運載工具速度以緊密地匹配導航指令，來改良運載工具的操作。各個實施例亦可以經由以下操作來減少運載工具的處理器上的計算負擔，從而改良運載工具的操作：辨識一組點（其可以包括非常大的一組點）之中的一或多個點，並且決定針對一或多個所辨識的點之每一者點的速度約束。在各個實施例中，處理器可以使用速度約束來對運載工具速度設置界限。

【0020】 如本文中所使用的，術語「運載工具」代表各種類型的機器人式運載工具和半自主式運載工具中的一種。運載工具可以包括機載計算設備，其被配置為利用一些遠端操作指令或者對儲存在機載計算設備的記憶體中的指令的更新，來操縱及/或導航運載工具。在一些實現中，運載工具可以是使用複數個推進單元來推進飛行的飛行器，每個推進單元包括為運載工具提供推進及/或提升力的一或多個轉子。在一些實現中，運載工具可以是基於陸地的運載工具、水上運載工具或者水下運載工具。運載工具推進單元可以由一或多個類型的電源（例如，電池、燃料電池、電動發電機、太陽能電池或者其他電力源）供電，其亦可以為機載計算設備、導航元件及/或其他機載元件供電。

【0021】 運動中的運載工具（並且更具體地，半自主式和機器人式運載工具）終究遇到障礙物迴避的挑戰。儘管

有人操縱的運載工具可以依賴於人類操作員來感知障礙物並且進行即時導航決策來迴避碰撞，但是遠端控制的運載工具以及半自主式運載工具必須依賴於障礙物迴避的自動化技術。

【0022】 各個實施例提供了由運載工具的處理器實現的用於迴避與物體的碰撞的方法。在各個實施例中，運載工具的處理器可以偵測障礙物，例如，根據由運載工具的感測器接收的資訊。處理器可以決定運載工具與障礙物之間的距離以及到障礙物的角度，並且可以決定針對障礙物的速度約束。處理器可以接收或者獲取導航指令，其可以包括輸入速度。處理器可以基於滿足速度約束的輸入速度來決定一或多個速度解。處理器可以基於導航指令來選擇速度解，並且處理器可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。在一些實施例中，速度約束可以包括在不與障礙物碰撞的情況下運載工具可以達到的最大速度。

【0023】 各個實施例可以在各種通訊系統100內操作的運載工具中實現，在圖1中圖示其實例。參照圖1，通訊系統100可以包括運載工具102、運載工具控制器130、基地站104、存取點106、通訊網路108以及網路單元110。

【0024】 基地站104和存取點106可以提供無線通訊，以分別經由有線及/或無線通訊回載118和120來存取通訊網路108。基地站104可以包括基地站，其被配置為提供廣域（例如，巨集細胞）以及小型細胞上的無線通

訊，小型細胞可以包括微細胞、毫微微細胞、微微細胞以及其他類似的網路存取點。存取點106可以包括被配置為提供在相對較小的區域上的無線通訊的存取點。基地站和存取點的其他實例亦是可能的。

【0025】 運載工具102可以在無線通訊鏈路116上與運載工具控制器130進行通訊。運載工具控制器130可以向運載工具102提供飛行及/或導航指令。運載工具102亦可以在無線通訊鏈路112上與基地站104進行通訊，以及在無線通訊鏈路114上與存取點106進行通訊。無線通訊鏈路112和114可以包括複數個載波信號、頻率或者頻帶，其之每一者可以包括複數個邏輯通道。無線通訊鏈路112和114可以使用一種或者多種無線電存取技術（RAT）。可以在無線通訊鏈路中使用的RAT的實例係包括3GPP長期進化（LTE）、3G、4G、5G、行動通訊全球系統（GSM）、分碼多工存取（CDMA）、寬頻分碼多工存取（WCDMA）、全球互通微波存取性（WiMAX）、分時多工存取（TDMA），以及其他行動電話通訊技術蜂巢RAT。可以在通訊系統100內的各個無線通訊鏈路中的一或多個鏈路中使用的RAT的另外的實例係包括中程協定（例如，Wi-Fi、LTE-U、LTE直連、LAA、MuLTEfire）以及相對短距離RAT（例如，ZigBee®（紫蜂）、藍芽®，以及低能耗（LE）藍芽®）。

【0026】 網路單元110可以包括網路伺服器或者另一類似的網路單元。網路單元110可以在通訊鏈路122上與通訊網路108進行通訊。運載工具102和網路單元110可以經由通訊網路108進行通訊。網路單元110可以向運載工具102提供多種資訊，例如，導航資訊、天氣資訊、關於局部空中、地面及/或海面交通的資訊、移動控制指令以及與運載工具102的操作相關的其他資訊、指令或者命令。

【0027】 在各個實施例中，運載工具102可以移動通過運動路徑150上的環境。隨著運載工具102移動通過該環境，運載工具可以偵測障礙物，例如，障礙物140或者障礙物142。障礙物可能造成針對運載工具102的碰撞的危險。一些障礙物（例如，障礙物142）可以相對較小，並且可能迴避或者導航繞過。一些障礙物（例如，障礙物140）可以包括不可能迴避或者導航繞過的障礙物，例如，牆或者類似的屏障。

【0028】 運載工具可以包括多種設計。圖2圖示可以利用各個實施例的示例性運載工具200。儘管運載工具200被示為具有飛行器設計，但是此種圖示並不意欲暗示或者要求各個實施例限於旋翼飛行器運載工具或者飛行器。各個實施例可以與有翼運載工具以及地面運載工具、機動運載工具和水下運載工具一起使用。亦將明白的是，其他設計的運載工具可以包括與下文針對飛行器200描述的單

元類似的單元，並且亦可以包括適於特定運載工具設計的其他單元。

【0029】 參照圖1和圖2，運載工具200可以與運載工具102類似。運載工具200利用由對應的電動機驅動的一或多個轉子202來提供離地升空（或者起飛）以及其他空中移動（例如，前向推進、上升、下降、橫向移動、傾斜、旋轉等）。運載工具200可以包括多個轉子202、框架204以及著陸柱206或者滑撬（skid）。框架204可以為與轉子202相關聯的電動機提供結構支撐。著陸柱206可以支撐運載工具200的元件（在一些情況中，以及有效負荷）的組合的最大負荷重量。為了便於描述和說明，忽略了運載工具200的一些詳細的態樣，例如，連線、框架結構互連或者熟習此項技術者將已知的其他特徵。例如，儘管運載工具200被示為以及被描述為具有框架204（其具有多個支撐構件或者框架結構），但是運載工具200可以使用其中經由成型結構來獲得支撐的成型框架來構造。儘管所圖示的運載工具200具有四個轉子202，但是此情形僅是示例性的，並且各個實施例可以包括多於或者少於四個轉子202。

【0030】 運載工具200亦可以包括控制單元210，其可以存放用於為運載工具200供電和控制其操作的各個電路和設備。控制單元210可以包括處理器220、功率模組230、感測器240、有效負荷保護（securing）單元244、輸出模組250、輸入模組260和無線電模組270。

【0031】 處理器220可以被配置有處理器可執行指令，以控制運載工具200的行進和其他操作，包括各個實施例的操作。處理器220可以包括或者耦合到導航單元222、記憶體224、陀螺儀/加速計單元226和航空電子模組228。處理器220及/或導航單元222可以被配置為經由無線連接（例如，蜂巢資料網路）與伺服器進行通訊，以接收對導航有用的資料，提供即時位置報告以及評估資料。

【0032】 航空電子模組228可以耦合到處理器220及/或導航單元222，並且可以被配置為提供與行進控制相關的資訊，例如，海拔、姿態、空速、航向，以及導航單元222可以用於導航目的的類似資訊（例如，全球導航衛星系統（GNSS）位置更新之間的航位推算）。

【0033】 陀螺儀/加速計單元226可以包括加速計、陀螺儀、慣性感測器或者其他類似的感測器。航空電子模組228可以包括或者接收來自陀螺儀/加速計單元226的資料，其提供關於運載工具200的方位和加速度的資料（其可以用於導航和定位決定）。

【0034】 處理器220亦可以從感測器240（例如，圖像感測器或者光學感測器（例如，能夠感測可見光、紅外線、紫外線及/或光的其他波長））接收額外的資訊。感測器240亦可以包括射頻（RF）感測器、氣壓計、聲納發射器/偵測器、雷達發射器/偵測器、麥克風或者另一聲感測器，或者可以提供可由處理器220用於移動操作以及導航

和定位決定和計算的資訊的另一感測器。感測器 240 可以包括接觸式感測器或者壓力感測器，其可以提供指示運載工具 200 何時已經與表面接觸的信號。有效負荷保護單元 244 可以包括致動電動機，其驅動抓握和釋放機構以及相關的 control 裝置，該抓握和釋放機構以及該等相關的 control 裝置對 control 單元 210 進行回應，以回應於來自 control 單元 210 的命令而抓握和釋放有效負荷。在各個實施例中，control 單元 210 可以被配備有輸入模組 260，其可以用於各種應用。例如，輸入模組 260 可以從機載照相機或者感測器接收圖像或者資料，或者可以從其他元件（例如，有效負荷）接收電子信號。

【0035】 在一些實施例中，導航單元 222 可以包括用於執行各種不同功能的模組，例如，飛行控制器模組 222a 以及路徑規劃器模組 222b。飛行控制器模組 222a 可以執行計算，以及將指令發送給運載工具 200 上的與運載工具移動的即時控制相關的各個電動機控制器及 / 或致動器。飛行控制器模組 222a 可以使用來自以下各項中的一項或多項的資訊：陀螺儀 / 加速計單元 226、航空電子模組 228 以及感測器 240。路徑規劃器模組 222b 可以執行與全域路徑規劃相關的計算和決定（與對運載工具 200 的移動的即時控制相反），並且可以將路徑資訊發送給飛行控制器模組 222a。

【0036】 功率模組 230 可以包括可以將功率提供給各個元件的一或多個電池，各個元件包括處理器 220、感測

器 240、有效負荷保護單元 244、輸出模組 250、輸入模組 260 和無線電模組 270。另外，功率模組 230 可以包括能量儲存元件，例如，充電電池。處理器 220 可以被配置有處理器可執行指令，以控制功率模組 230 的充電（亦即，所收集的能量的儲存），例如，經由使用充電控制電路來執行充電控制演算法。替代地或者另外，功率模組 230 可以被配置為管理其自己的充電。處理器 220 可以耦合到輸出模組 250，其可以輸出用於管理驅動轉子 202 和其他元件的電動機的控制信號。

【0037】 隨著運載工具 200 朝向目的地前進，運載工具 200 可以經由對轉子 202 的各個電動機的控制來被控制。處理器 220 可以從導航單元 222 接收資料，並且使用此種資料，以便決定運載工具 200 的當前位置和方位，以及朝向目的地或者中間位點的合適的路線。在各個實施例中，導航單元 222 可以包括 GNSS 接收器系統（例如，一或多個全球定位系統（GPS）接收器），其使得運載工具 200 能夠使用 GNSS 信號進行導航。在一些實施例中，導航單元 222 可以接收或者決定從基於圖像的系統（例如，虛擬慣性測距法）推導出的位置。替代地或者另外，導航單元 222 可以被配備有無線電導航接收器，其用於從無線電節點（例如，導航信標（例如，極高頻率（VHF）全向範圍（VOR）信標）、Wi-Fi 存取點、蜂巢網路網站、無線電站、遠端計算設備、其他 UAV 等）接收導航信標或者其他信號。

【0038】無線電模組270可以被配置為接收導航信號（例如，來自航空導航設施的信號等），以及將此種信號提供給處理器220及/或導航單元222，以輔助運載工具導航。在各個實施例中，導航單元222可以使用從在地面上的可辨識RF發射器（例如，AM/FM無線電站、Wi-Fi存取點以及蜂巢網路基地站）接收的信號。

【0039】無線電模組270可以包括數據機274以及傳輸/接收天線272。無線電模組270可以被配置為與運載工具控制器290進行無線通訊，以及與無線電話基地站或者細胞塔（例如，基地站104）、網路存取點（例如，存取點106）、信標、智慧型電話、平板設備或者運載工具200可以與其進行通訊的另一計算設備（例如，網路單元110）進行無線通訊。處理器220可以經由無線電模組270的數據機274和天線272以及經由傳輸/接收天線292和無線通訊設備290建立雙向無線通訊鏈路294。在一些實施例中，無線電模組270可以被配置為支援使用不同無線電存取技術與不同的無線通訊設備的多個連接。

【0040】儘管控制單元210中的各個元件被示為單獨的元件，但是該等元件（例如，處理器220、輸出模組250、無線電模組270以及其他單元）中的一些或者全部可以被一起整合在單個設備或者模組（例如，晶片上系統模組）中。

【0041】在一些實施例中，機器人式或者半自主式運載工具可以感測其環境，和或基於框架或者主體座標系進行

某些導航及/或飛行決策。圖3圖示三軸主體框架座標系300的實例。參照圖1-圖3，在一些實施例中，運載工具的處理器（例如，處理器220）可以決定相對於主體框架座標系而言從運載工具到障礙物（或者，如下進一步描述的，到某個點）的方向和距離。在一些實施例中，主體框架座標系300可以使用各種框架，其包括世界框架、主體框架、重力對準主體框架等。在各個實施例中，運載工具的處理器（例如，處理器220）可以表示相對於X軸、Y軸和Z軸之每一者軸的位置。處理器可以將相對方向與每個軸相關聯（例如，將前向和後向方向與X軸、將左右與Y軸以及將上下與Z軸相關聯）。

【0042】 圖4A圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法400。參照圖1-圖4A，運載工具402（其可以與運載工具102和200類似）的處理器（例如，處理器220）可以使用運載工具的感測器（例如，感測器240中的一或多個感測器）來偵測障礙物，例如，障礙物140和142。在一些實現中，感測器可以獲得或者接收使得運載工具402的處理器能夠決定從運載工具402到障礙物（例如，障礙物140和142）的距離和方向（例如，角度）的資料。例如，感測器可以包括雙目感測器（例如，雙目照相機），其使得運載工具402的處理器能夠獲得深度立體（DFS）資訊，處理器可以使用該資訊來決定從運載工具402到障礙物140和142的距離和方向。作為另一實例，感測器可以包括雷達、雷射雷達、聲納感測器或者可

以向處理器提供用於決定到障礙物 140 和 142 的距離和方向的資訊的另一感測器中的一項或多項。

【0043】 對障礙物進行特徵化（例如，決定偵測到的障礙物的尺寸、形狀和其他特性）可能是計算密集型的。為了減少處理器上的計算負擔，在一些實施例中，處理器可以辨識一或多個點，例如，在障礙物 140 上圖示的點 404(1-n) 以及在障礙物 142 上圖示的點 406(1-n)。一或多個點（例如，404(1-n) 以及 406(1-n)）之每一者點可以指示障礙物在該點的位置處的存在，及/或本身可以指示整個障礙物。在一些實施例中，一或多個點之每一者點可以表示障礙物。在一些實施例中，處理器可以不或者可能無法辨識任何點，此情形可以指示沒有偵測到障礙物。

【0044】 在一些實施例中，處理器可以辨識一或多個點，例如，點 404a、404b、404c、...、404(n) 以及點 406a、406b、...、406(n)。在一些實現中，點可以是在障礙物（例如，障礙物 140 和 142）上或者附近的點，但是此情形並不是必需的。在一些實施例中，處理器可以從例如運載工具 402 的感測器的視野辨識一或多個點。例如，處理器可以使用照相機接收圖像，並且可以辨識該圖像中的一或多個點。在一些實現中，點可以與圖像中的圖元相對應。在一些實現中，處理器可以辨識非常大量的點，例如，針對圖像之每一者圖元的一個點。在一些實施例中，處理器可以經由辨識較少的點來減少處理負

擔。在一些實施例中，處理器可以經由減小圖像的解析度來減少處理負擔，從而減少從其辨識點的圖元的數量。

【0045】 在各個實施例中，處理器可以接收未經處理的感測器資料（「原始感測器資料」），例如，來自照相機的未經處理的圖像資料，並且可以不對所接收的原始感測器資料執行進一步處理來辨別或者辨識在感測器資料中表示的物體。例如，處理器可以不對感測器資料執行分析來辨識、定義、定位或者以其他方式特徵化在感測器的視野內的物體。因此，儘管可以經由處理所接收的原始感測器資料來辨識或者特徵化物體，但是各個實施例不涉及或者要求此種計算密集型操作。在一個實施例中，處理器可以不將未經處理的感測器資料應用於演算法或者公式來辨識由感測器資料表示的物體。

【0046】 對於每個偵測到的障礙物（例如，140、142），或者對於每個所辨識的點（例如，404(1-n)、406(1-n)），處理器可以決定處理器可以使用其來調整運載工具402的速度的速度約束。（例如，運載工具402的）速度以及速度約束均可以是向量，其包括方向分量和速率分量。在一些實施例中，運載工具402的處理器可以決定針對障礙物上的每個點的速度約束。對速度約束的決定可以基於從運載工具到障礙物或者點的距離和方向。在各個實施例中，隨著到障礙物或者點的距離及/或方向改變，處理器可以決定新/不同的速度約束。在各個實施例中，隨著到運載工具移動通過相對於每個障礙物或者點的

空間，處理器可以決定速度約束。在一些實施例中，處理器可以每秒多次（潛在地每秒成百或者成千次）決定速度約束，此情形取決於可用的處理資源和處理器的能力。

【0047】 在各個實施例中，所決定的從運載工具到障礙物或者點的距離可以包括停止距離。停止距離可以是距離障礙物（或者點）的緩衝距離，在該距離處，運載工具必須停止朝向障礙物或者點移動，以迴避與障礙物或者點碰撞。在一些實施例中，停止距離可以是至少運載工具的長度（或者運載工具的尺寸的另一量測結果）。停止距離亦可以包括額外的距離，以提供在運載工具與障礙物或者點之間的更大的緩衝。處理器可以基於運載工具感測器的靈敏度，來決定或者調整停止距離。例如，雙目照相機感測器可以具有最小深度感知，並且處理器可以基於感測器的最小深度感知來決定停止距離。處理器亦可以基於運載工具速度、運載工具質量（例如，以某一速度移動的運載工具的停止距離）、處理器的處理速度以及可以從運載工具的動力學推導出的任何其他屬性，來決定或者調整停止距離。

【0048】 在一些實施例中，處理器可以決定距離值「 d 」，其可以被表示為：

$$d = D - \delta \quad [\text{式} 1]$$

其中「 D 」表示從運載工具到障礙物或者點的總距離；「 δ 」表示停止距離；及「 d 」表示從運載工具到停止距離的距離（亦即，總距離減去停止距離）。

【0049】 在各個實施例中，處理器可以經由決定表示運載工具的主體座標框架的參考軸與從運載工具到障礙物或者點延伸的線之間的角度的角度「 θ 」，來決定障礙物或者點的位置。在一些實施例中，處理器可以決定主體座標框架的兩個或者更多個參考軸與從運載工具到障礙物或者點延伸的線之間的兩個或者更多個角度（例如，從x軸的角度、從y軸的角度以及從z軸的角度中的一或多個）。在各個實施例中，隨著運載工具相對於障礙物或者點移動，處理器可以決定新/不同的角度和距離。

【0050】 圖4B圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法400。參照圖1-圖4B，運載工具402（其可以與運載工具102和200類似）的處理器（例如，處理器220）可以決定處理器可以使用其來決定滿足多個速度約束的速度解的多個速度約束。例如，對於三點（例如，點404b、404c和406a），處理器可以決定相應的速度約束410、420和430。處理器可以使用速度約束410、420和430，以界定或者限制運載工具的速度。在一些實施例中，處理器可以使用速度約束410、420和430，以界定或者限制運載工具在每個點（或者障礙物）的參考框架內的速度。在一些實施例中，處理器可以接收包括輸入（例如，指示的或者命令的）運載工具速度（例如， $V_{\text{輸入}} 440$ ）的導航指令，並且處理器可以使用速度約束410、420和430以及輸入速度 $V_{\text{輸入}} 440$ 來決定一或多個速度解（例

如， $V_{\text{解}} 450$ ）。在各個實施例中，輸入速度 440 和速度解 450 均可以包括方向分量和速率分量。

【0051】 在一些實施例中，速度約束可以表示在不會碰撞障礙物或者點的情況下運載工具可以達到（或者處理器可以允許運載工具達到）的最大速度。速度約束可以由以下函數來表示：

$$V^2 = 2ad \quad [式2]$$

其中「 V 」表示速度約束，「 a 」表示最大加速度（其可以是或者可以不是常數），以及「 d 」表示從運載工具到停止距離的距離。

【0052】 在各個實施例中，所決定的速度約束可以表示為超平面，其定義運載工具與障礙物或者點之間的位於停止距離的距離該點或者障礙物最遠的端點處的虛擬「柵欄」或者「屏障」。處理器可以使用每個速度約束 410 、 420 和 430 ，來決定滿足（例如，小於或者等於）每個速度約束的速度解，從而防止運載工具行進進入針對每個障礙物或者點的停止距離。例如，如圖4B中所示，輸入速度 $V_{\text{輸入}} 440$ 超出速度約束 410 和 420 （被示為在其之上以及在其左側）。處理器可以使用速度約束 410 、 420 和 430 （處理器將其視為整體），返回速度解 $V_{\text{解}} 450$ ，其可以在速度約束 410 、 420 和 430 之內（被示為在其下方）。因此，在一些實施例中，處理器可以經由經組合的速度約束 410 、 420 和 430 來界定或者限制運載工具的速度。

【0053】在各個實施例中，處理器可以使用速度約束來修改或者調整導航指令，以迴避與一或多個障礙物或者點的碰撞。例如，運載工具可以獲取指示輸入速度440的導航指令。在一些實施例中，處理器可以獲取來自使用者輸入（例如，來自控制器130）的導航指令。在一些實施例中，處理器可以經由存取可以儲存在運載工具的記憶體中的所儲存的導航資料，來獲取導航指令。在一些實施例中，處理器可以經由從遠端源（例如，網路單元110）接收導航資料的傳輸，來獲取導航指令。

【0054】導航指令可以包括方向分量和速率分量，其指示運載工具應當行進的方向和速率。若處理器決定期望的速度440超過約束410、420和430中的一或多個，則處理器可以使用期望的速度440以及速度約束410、420和430來執行最佳化函數，以決定將滿足（例如，將不違背）速度約束410、420和430的速度解。在一些實施例中，儘管速度約束是使用等式運算式來產生的，但是每個速度約束可以被表示為提供閾值速度的不等式運算式（「速度不等式約束」），其中處理器必須維持低於閾值速度的運載工具速度。例如，速度不等式約束可以由以下函數來表示：

$$\frac{\bar{d}_i}{\|d_i\|} \cdot \vec{v} \leq \sqrt{2ad} \quad [式3]$$

其中「 $\bar{d}$ 」表示從運載工具到障礙物或者點「i」的向量，「a」表示最大加速度（其可以是或者可以不是常數），

以及「 d 」表示運載工具在其內可以迴避與障礙物或者點的碰撞的距離（例如，從運載工具到針對障礙物或者點的停止距離的距離）。在一些實施例中，處理器可以將速度約束 410、420、430 以及期望的速度 440 傳遞給最佳化函數，以產生一或多個速度解 450。速度解 450 可以是交替的速度，其在由運載工具的導航單元 / 飛行控制器實現的情況下將防止運載工具與障礙物或者點碰撞。

【0055】 在一些實施例中，運載工具可以將一或多個產生的速度解 450 與期望的速度 440 進行比較，並且可以選擇與期望的速度 440 的速率分量和方向分量中的至少一者最緊密匹配的速度解 450。因此，在一些實施例中，處理器可以選擇具有與導航指令的方向分量最緊密匹配的方向分量的速度解。在一些實施例中，處理器可以選擇與導航指令的速率分量最緊密匹配的速度解。在一些實施例中，處理器可以選擇具有與導航指令的方向分量和速率分量最緊密匹配的方向分量和速率分量二者的速度解。在一些實施例中，處理器可以反覆運算地（例如，週期性地或者非週期性地）重新決定速度約束 410、420 和 430，並且可以重新決定速度解 450，以便迴避隨著運載工具參照障礙物或者點移動時的碰撞。在一些實施例中，對速度約束和速度解的反覆運算重新決定可以使得處理器能夠選擇與導航指令最緊密匹配的決定的速度解。處理器隨後可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。在操作時，對速度約束和速度解的反覆運算重新決定以及基於其的

對運載工具速度的調整可以使得處理器能夠以對於運載工具操作者而言感覺自然且不造成混亂的方式來調整運載工具速度。在一些實施例中，在未改變的導航輸入可能導致與障礙物或者點的運載工具碰撞的情況下，處理器使用所決定的速度解來調整運載工具速度可以使得運載工具沿著迴避與障礙物或者點的碰撞的路徑移動，並且甚至可以導致運載工具沿著不同於與導航輸入緊密匹配的路徑而繞開障礙物或者點、沿著障礙物或者點滑動、從障礙物或者點之下鑽過或者在障礙物或者點之上滑動的運動。

【0056】 在一些實施例中，處理器可以使用未經處理（「原始」）感測器資料，並且可以不執行關於一或多個辨識的點的額外的決定，進行假設及/或得出結論。例如，處理器可以不決定圍繞一或多個點的體積（例如，在一維或多維中）。作為另一實例，處理器可以不決定一或多個點是靜態的還是處於運動中。

【0057】 圖5圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法500。參照圖1-圖5，該方法500可以由運載工具（例如，運載工具102、200和402）的處理器（例如，處理器220及/或類似的處理器）來實現。

【0058】 運載工具502（其可以與運載工具102、200或者402類似）的處理器可以獲取導航指令（例如，來自使用者輸入、儲存的導航資料、來自網路單元等）。導航指令可以包括速度，其可以包括方向分量和速率分量。例如，導航指令可以導引運載工具502沿著障礙物140和

142 之間的路徑 504。作為另外的實例，導航指令可以導引運載工具 502 沿著朝向障礙物 142（或者朝向點 406a、406b、...、406(n) 中的一或多個點）的路徑 506。作為另外的實例，導航指令可以導引運載工具沿著朝向障礙物 140（或者朝向一或多個點 404a、404b、...、406(n)）的路徑 508。運載工具 502 沿著路徑 504 的行進可以不需要對運載工具 502 的速度的調整。

【0059】 相比之下，在沒有對運載工具 502 的速度的任何調整的情況下遵循路徑 506，可能導致運載工具 502 與障礙物 142 之間的碰撞。然而，在已經決定與障礙物 142（或者與點 406a、406b、...、406(n)）相關聯的速度約束之後，處理器可以使用速度約束來決定滿足（例如，小於或者等於）速度約束的一或多個速度解。在一些實施例中，處理器可以選擇與導航指令最緊密匹配的速度解，並且可以基於所選擇的速度解來調整運載工具 502 的速度。

【0060】 例如，隨著沿著路徑 506 行進的運載工具 502 接近或者到達靠近障礙物 142 的位置 506a，不管所指示的速度如何，處理器可以決定滿足速度約束的一或多個速度解，並且可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度，從而防止運載工具 502 與障礙物 142 碰撞。在一些實施例中，處理器可以選擇具有與導航指令的方向分量最緊密匹配的方向分量的速度解。在一些實施例中，處理器可

以選擇與導航指令的速率分量最緊密匹配的速度解。在一些實施例中，處理器可以選擇具有與導航指令的方向分量和速率分量最緊密匹配的方向分量和速率分量二者的速度解。

【0061】 例如，基於所選擇的速度解，處理器可以調整運載工具速度，從而導引運載工具502遵循迴避與障礙物142的碰撞的路徑。例如，儘管導航指令包括原本將使得運載工具502與障礙物142碰撞的速度，但是處理器可以基於所選擇的速度解來調整運載工具502的速度，以使得運載工具502在障礙物142周圍行進，例如，從位置506a到位置506b。在各個實施例中，處理器可以基於改變到障礙物或者點的距離和方向，來反覆運算地重新決定速度約束。在一些實施例中，當運載工具502到達或者接近位置506b時，處理器可以選擇另一速度解（在一些實施例中，基於導航指令的方向分量及/或速率分量），並且處理器可以相應地調整運載工具速度。例如，在位置506b處，處理器可以再次基於導航指令的方向分量及/或速率分量，來調整運載工具502的速度，從而導引運載工具502使用與導航指令的速度更為緊密匹配的速度來行進。儘管圖5圖示沿著路徑506的兩個位置506a和506b，但是在各個實施例中，處理器可以在大量的時間點處調整運載工具速度。例如，處理器可以反覆運算地重新決定從運載工具到每個障礙物或者點的距離和方向，並且可以反覆運算地重新決定針對每個障礙物或者點的速

度約束。處理器亦可以基於所重新決定的速度約束來決定新的速度解，並且可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。

【0062】 作為另一實例，基於所選擇的速度解，處理器可以導引運載工具502遵循路徑508，該路徑在沒有對運載工具502的速度的任何調整的情況下遵循時可能導致運載工具502與障礙物140之間的碰撞。在障礙物140包括運載工具502可能不容易導航繞過的障礙物（例如，牆）的情況下，處理器可以決定速度約束，並且可以選擇防止運載工具502與障礙物140碰撞的速度解。在該實例中，因為障礙物140無法被導航繞過，所以處理器可以基於所選擇的速度解，來調整運載工具速度，以使得運載工具502沿著障礙物140的表面（例如，牆表面）行進。因此，在一些實施例中，基於所選擇的速度解來調整運載工具速度可以導引運載工具502執行「牆滑動」操縱，或者以其他方式沿著迴避運載工具502與障礙物140之間的碰撞的路徑行進。

【0063】 在一些實施例中，處理器可以選擇具有與導航指令的方向分量及/或速率分量最緊密匹配的速度解。在一些實施例中，處理器可以選擇與導航指令的方向及/或速率分量最緊密匹配的速度解，以使得所調整的或者所得到的運載工具速度從所指示的運載工具速度儘可能平滑地改變。例如，處理器可以選擇速度解，以使得導航指令的運載工具速度與經調整的運載工具速度之間的變化量

在一時間段內保持在閾值變化內。在一些實施例中，處理器可以選擇速度解，以使得經調整的速度的方向分量和速率分量中的一或多個從導航指令的方向分量和速率分量的變化在一時間段內在閾值變化內。

【0064】 運載工具502的經調整速度的方向和速率均可以獨立於導航指令的速度的方向分量和速率分量來改變。例如，從位置508a處開始，處理器可以調整運載工具502的速度，以在與導航指令的方向分量顯著不同的方向（例如，90°）上行進，同時具有可以與導航指令的速率分量極為緊密匹配的速率分量，反之亦然。

【0065】 圖6圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法600。參照圖1-圖6，該方法600可以由運載工具（例如，運載工具102、200、402、502和602）的處理器（例如，處理器220及/或類似的處理器）來實現。

【0066】 在方塊602中，運載工具的處理器可以偵測障礙物。在一些實施例中，運載工具的處理器可以使用運載工具中的一或多個感測器來偵測障礙物。

【0067】 在方塊604中，運載工具的處理器可以決定從運載工具到障礙物的距離和方向。在一些實施例中，處理器可以辨識一或多個點，並且處理器可以決定從運載工具到一或多個點的距離和方向。

【0068】 在方塊606中，處理器可以基於到障礙物的距離和方向來決定針對障礙物的速度約束。在一些實施例中，處理器可以決定針對一或多個點之每一者點的速度約

束。在一些實施例中，處理器可以基於所獲取的導航指令來決定一或多個速度約束，其可以是反應性操作（例如，基於對導航指令的獲取），而不是預先規劃的操作（例如，作為路徑規劃或者其他導航規劃操作的部分）。在一些實施例中，運動控制器模組（例如，運動控制器模組 222a）可以決定速度約束。在一些實施例中，速度約束可以包括速度不等式約束。

【0069】 在方塊 608 中，處理器可以獲取導航指令。

【0070】 在方塊 610 中，處理器可以決定滿足速度約束的一或多個速度解。在一些實施例中，處理器可以基於所獲取的導航指令來決定一或多個速度解，其可以是反應性操作（例如，基於對導航指令的獲取），而不是預先規劃的操作（例如，作為路徑規劃或者其他導航規劃操作的部分）。在一些實施例中，運動控制器模組（例如，飛行控制器模組 222a）可以決定滿足速度約束的一或多個速度解。

【0071】 在方塊 612 中，處理器可以從一或多個速度解之中選擇所決定的與導航指令最緊密匹配的速度解。在一些實施例中，處理器可以基於運載工具與障礙物之間的距離以及從運載工具和障礙物的方向中的任一項或者二者以及導航指令，來選擇速度解。

【0072】 在方塊 614 中，處理器可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。

【0073】 在方塊602中，處理器可以再次偵測障礙物。在各種實現中，關於同一障礙物（例如，障礙物140和142），處理器可以重複地執行方塊602-614的操作，從而使得處理器更新或者調整一或多個速度約束，以及根據經更新或者經調整的速度約束來調整運載工具速度。

【0074】 圖7圖示根據各個實施例的運載工具碰撞迴避的方法700。參照圖1-圖7，該方法700可以由運載工具（例如，運載工具102、200、402、502和602）的處理器（例如，處理器220及/或類似的處理器）來實現。在方塊608-614中，設備處理器可以執行方法600的類似編號的方塊的操作。

【0075】 在方塊702中，運載工具的處理器可以接收包括一或多個點的感測器資料。在一些實施例中，處理器可以接收未經處理的或者原始的感測器資料，例如，來自照相機的未經處理的圖像資料，並且可以不對所接收的原始感測器資料執行進一步處理來辨別或者辨識在感測器資料中表示的物體。例如，處理器可以不使用感測器資料來執行用於辨識、定義、定位或者以其他方式特徵化感測器的視野內的物體的決定。在一些實施例中，處理器可以不將未經處理的感測器資料應用於演算法或者公式來辨識由感測器資料表示的物體。

【0076】 對感測器資料內的障礙物進行特徵化（例如，決定偵測到的障礙物的尺寸、形狀和其他特性）可能計算密集型的。為了減少處理器上的計算負擔，在一些實施例

中，處理器可以在不執行額外的決定（例如，對原始感測器資料的計算）以偵測感測器的視野內的障礙物（例如，以偵測障礙物或者以決定障礙物的尺寸、形狀或者其他特性）的情況下，辨識一或多個點（例如，在障礙物 140 上圖示的點 404(1-n) 以及在障礙物 142 上圖示的點 406(1-n)）。在一些實施例中，處理器可以使用未經處理（原始）的感測器資料，並且可以不執行關於一或多個所辨識的點的額外的決定、計算，進行假設及/或得出結論。例如，處理器可以不決定圍繞一或多個點的體積、表面或者其他幾何參數（例如，在一維或多維中）。作為另一實例，處理器可以不決定一或多個點是靜態的還是處於運動中。

【0077】 在方塊 704 中，運載工具的處理器可以決定從運載工具到一或多個點之每一者點的距離和方向。例如，處理器可以使用照相機接收圖像，並且可以辨識圖像中的一或多個點。在一些實現中，點可以與圖像中的圖元相對應。在一些實現中，處理器可以辨識或者選擇非常大量的點，例如，針對圖像之每一者圖元的一個點。在一些實施例中，處理器可以經由辨識/選擇用於決定距離和方向的較少的點來減少處理負擔。在一些實施例中，處理器可以經由減小圖像的解析度，從而減少從其辨識點的圖元的數量，來減少處理負擔。

【0078】 在方塊 706 中，處理器可以基於以下項來決定針對所辨識的一或多個點之每一者點的速度約束：所決定

的到該點或者多個點的距離和方向。在一些實施例中，處理器可以基於所獲取的導航指令來決定針對所辨識的一或多個點之每一者點的速度約束。所獲取的導航指令可以是反應性操作（例如，基於對導航指令的獲取），而不是預先規劃的操作（例如，作為路徑規劃或者其他導航規劃操作的部分）。在一些實施例中，運動控制器模組（例如，飛行控制器模組 222a）可以決定速度約束。在一些實施例中，每個速度約束可以包括速度不等式約束。

【0079】 各個實施例使得運載工具的處理器能夠迴避與物體的碰撞，從而改良運載工具的操作。各個實施例亦可以經由調整運載工具速度以緊密地匹配導航指令的運載工具速度（在一些情況中，在閾值變化內），來改良運載工具的操作。各個實施例亦經由將一或多個點分配給障礙物以及決定分配給該等點中的一或多個點的速度約束，來減少減少運載工具的處理器上的計算負擔，從而改良運載工具的操作。

【0080】 圖示並且描述的各個實施例僅作為實例來提供，以說明請求項的各個特徵。然而，關於任何給定實施例所圖示並且描述的特徵未必限於相關聯的實施例，並且可以與圖示並且描述的其他實施例一起使用或者相組合。此外，請求項並不意欲由任何一個示例性實施例限制。例如，方法 400、500、600 和 700 中的操作中的一或多個操作可以替換方法 400、500、600、700 中的一或多個操作或者與其組合，反之亦然。

【0081】 前述方法描述和程序流程圖僅是作為說明性實例來提供的，而並非意欲要求或者暗示各個實施例的操作必須以所提供的次序來執行。如熟習此項技術者將明白的，可以以任何次序來執行前述實施例中的操作的次序。諸如「之後」、「隨後」、「接下來」等的詞語並非僅在限制操作的次序；該等詞語用於引用讀者通讀該等方法的描述。此外，對單數形式的請求項要素的任何提及（例如，使用冠詞「一（a）」、「一個（an）」或者「該（the）」）並不被解釋為將該要素限制為單數。

【0082】 結合本文揭示的實施例描述的各個說明性的邏輯區塊、模組、電路和演算法操作均可以實現成電子硬體、電腦軟體或該二者的組合。為了清楚地說明硬體和軟體之間的此種可交換性，上文對各個說明性的元件、方塊、模組、電路和操作均圍繞其功能進行了整體描述。至於此種功能是實現為硬體還是實現為軟體，取決於特定的應用和對整體系統所施加的設計約束。熟習此項技術者可以針對每個特定應用，以變通的方式實現所描述的功能，但是此種實施例決策不應解釋為造成對請求項的範疇的脫離。

【0083】 利用被設計為執行本文所述功能的通用處理器、數位信號處理器（DSP）、特殊應用積體電路（ASIC）、現場可程式設計閘陣列（FPGA）或者其他可程式設計邏輯設備、個別閘門或者電晶體邏輯、個別硬體元件或者其任意組合，可以實現或執行用於實現結合本

文揭示的態樣所描述的各個說明性的邏輯單元、邏輯區塊、模組和電路的硬體。通用處理器可以是微處理器，但是在替代方案中，該處理器可以是任何習知的處理器、控制器、微控制器或者狀態機。處理器亦可以實現為接收器智慧物件的組合，例如，**D S P**和微處理器的組合、複數個微處理器、一或多個微處理器結合**D S P**核，或者任何其他此種配置。或者，一些操作或方法可以由特定於給定功能的電路系統來執行。

【0084】 在一或多個態樣，所描述的功能可以用硬體、軟體、韌體，或者其任意組合來實現。若用軟體來實現，則功能可以作為一或多個指令或代碼儲存在非暫時性電腦可讀取儲存媒體或者非暫時性處理器可讀取儲存媒體上。本文揭示的方法或演算法的操作可以體現在處理器可執行軟體模組或者處理器可執行指令中，其可以位於非暫時性電腦可讀取或處理器可讀取儲存媒體上。非暫時性電腦可讀取或者處理器可讀取儲存媒體可以是可由電腦或處理器存取的任何儲存媒體。經由舉例而非限制的方式，此種非暫時性電腦可讀取或處理器可讀取儲存媒體可以包括**R A M**、**R O M**、**E E P R O M**、快閃記憶體、**C D - R O M**或者其他光碟儲存、磁碟儲存或者其他磁儲存智慧物件，或者可以用於儲存具有指令或資料結構形式的期望程式碼並且可以被電腦存取的任何其他媒體。如本文中所使用的，磁碟（**d i s k**）和光碟（**d i s c**）包括壓縮光碟（**C D**）、雷射光碟、光碟、數位多功能光碟（**D V D**）、軟碟和藍

光光碟，其中磁碟通常磁性地複製資料，而光碟則用雷射來光學地複製資料。上述各項的組合亦包括在非暫時性電腦可讀取和處理器可讀取媒體的範疇之內。另外，方法或演算法的操作可以作為代碼及/或指令中的一個或者任意組合或者集合位於非暫時性處理器可讀取儲存媒體及/或電腦可讀取儲存媒體上，其可以併入電腦程式產品中。

【0085】 為了使任何熟習此項技術者能夠實現或使用請求項，提供了對所揭示的實施例的先前描述。對於熟習此項技術者而言，對該等實施例的各種修改將是容易顯而易見的，並且在不脫離請求項的精神或範疇的情況下，本文中定義的整體原理可以應用於其他實施例。因此，本案內容並非意欲限於本文中所展示的實施例，而是被賦予與隨後的請求項和本文揭示的原理和新穎特徵相一致的最廣範疇。

【符號說明】

【0086】

100 通訊系統

102 運載工具

104 基地站

106 存取點

108 通訊網路

110 網路單元

112 無線通訊鏈路

114 無線通訊鏈路

- 1 1 6 無線通訊鏈路
- 1 1 8 有線及 / 或無線通訊回載
- 1 2 0 有線及 / 或無線通訊回載
- 1 2 2 通訊鏈路
- 1 3 0 運載工具控制器
- 1 4 0 障礙物
- 1 4 2 障礙物
- 1 5 0 運動路徑
- 2 0 0 運載工具
- 2 0 2 轉子
- 2 0 4 框架
- 2 0 6 著陸柱
- 2 1 0 控制單元
- 2 2 0 處理器
- 2 2 2 導航單元
- 2 2 2 a 飛行控制器模組
- 2 2 2 b 路徑規劃器模組
- 2 2 4 記憶體
- 2 2 6 陀螺儀 / 加速計單元
- 2 2 8 航空電子模組
- 2 3 0 功率模組
- 2 4 0 感測器
- 2 4 4 有效負荷保護單元
- 2 5 0 輸出模組

- 2 6 0 輸入模組
- 2 7 0 無線電模組
- 2 7 2 傳輸/接收天線
- 2 7 4 數據機
- 2 9 0 運載工具控制器/無線通訊設備
- 2 9 2 傳輸/接收天線
- 2 9 4 雙向無線通訊鏈路
- 3 0 0 三軸主體框架座標系
- 4 0 0 方法
- 4 0 2 運載工具
- 4 0 4 點
- 4 0 4 a 點
- 4 0 4 b 點
- 4 0 4 c 點
- 4 0 4 (n) 點
- 4 0 6 點
- 4 0 6 a 點
- 4 0 6 b 點
- 4 0 6 (n) 點
- 4 1 0 速度約束
- 4 2 0 速度約束
- 4 3 0 速度約束
- 4 4 0 輸入速度
- 4 5 0 速度解

5 0 0 方 法

5 0 2 運 載 工 具

5 0 4 路 徑

5 0 6 路 徑

5 0 6 a 位 置

5 0 6 b 位 置

5 0 8 路 徑

5 0 8 a 位 置

6 0 0 方 法

6 0 2 方 塊

6 0 4 方 塊

6 0 6 方 塊

6 0 8 方 塊

6 1 0 方 塊

6 1 2 方 塊

6 1 4 方 塊

7 0 0 方 法

7 0 2 方 塊

7 0 4 方 塊

7 0 6 方 塊

【生物材料寄存】

【 0 0 8 7 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 8 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)
無



201818368

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 運載工具碰撞迴避**【英文發明名稱】** VEHICLE COLLISION AVOIDANCE**【中文】**

各實施例包括用於運載工具碰撞迴避的設備和方法。運載工具的處理器可以接收包括一或多個點的感測器資料。處理器可以決定從運載工具到一或多個點的距離和方向。處理器可以基於所決定的從運載工具到一或多個點的距離和方向，來決定針對一或多個點之每一者點的速度約束。基於導航指令，處理器可以決定滿足一或多個速度約束的一或多個速度解。處理器可以基於導航指令來從所決定的一或多個速度解中選擇速度解，並且可以基於所選擇的速度解來調整運載工具速度。

【英文】

Embodiments include devices and methods for vehicle collision avoidance. A processor of the vehicle may receive sensor data comprising one or more points. The processor may determine a distance and a direction from the vehicle to the one or more points. The processor may determine a velocity constraint for each of the one or more points based on the determined distance and direction from the vehicle to the one or more points. Based on a navigation instruction, the processor may determine one or more velocity solutions that satisfy the one or more velocity constraints. The processor may select a velocity solution from the determined one or more velocity solutions based on the navigation instruction, and may adjust a vehicle velocity based on the selected velocity solution.

【指定代表圖】第（4A）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 4 0 障 礙 物

1 4 2 障 礙 物

4 0 0 方 法

4 0 2 運 載 工 具

4 0 4 點

4 0 4 a 點

4 0 4 b 點

4 0 4 c 點

4 0 4 (n) 點

4 0 6 點

4 0 6 a 點

4 0 6 b 點

4 0 6 (n) 點

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種運載工具碰撞迴避的方法，包括以下步驟：

接收包括一或多個點的感測器資料；

決定從一運載工具到該一或多個點的一距離和一方向；

基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束；

基於一運載工具導航指令，來決定滿足所決定的該等速度約束的一或多個速度解；

基於該運載工具導航指令，來從所決定的該一或多個速度解中選擇一速度解；及

基於所選擇的該速度解來調整一運載工具速度。

【第2項】 根據請求項 1 之方法，其中接收感測器資料之步驟包括以下步驟：接收未經處理的感測器資料。

【第3項】 根據請求項 1 之方法，其中針對該一或多個點之每一者點的該速度約束包括一速度不等式約束。

【第4項】 根據請求項 3 之方法，其中決定從該運載工具到該一或多個點的該距離和該方向之步驟包括以下步驟：

決定從該運載工具到一障礙物的一距離和一方向。

【第5項】 根據請求項 4 之方法，其中該障礙物包括由該一或多個點表示的一障礙物。

【第6項】 根據請求項 1 之方法，其中基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束之步驟包括以下步驟：

基於所決定的從該運載工具到由該一或多個點表示的一障礙物的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束。

【第7項】 根據請求項 1 之方法，

其中該運載工具導航指令包括一方向分量，以及

其中基於該運載工具導航指令來從所決定的該一或多個速度解中選擇該速度解之步驟包括以下步驟：選擇具有與該運載工具導航指令的該方向分量最緊密匹配的一方向分量的該速度解。

【第8項】 根據請求項 1 之方法，

其中該運載工具導航指令包括一速率分量，以及

其中基於該運載工具導航指令來從所決定的該一或多個速度解中選擇該速度解之步驟包括以下步驟：選擇具有與該運載工具導航指令的該速率分量最緊密匹配的一速率分量的該速度解。

【第9項】 一種運載工具，包括：

一處理器，其被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：

接收包括一或多個點的感測器資料；

決定從該運載工具到該一或多個點的一距離和一方向；

基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束；

基於一運載工具導航指令，來決定滿足所決定的該等速度約束的一或多個速度解；

基於該運載工具導航指令，來從所決定的該一或多個速度解中選擇一速度解；及

基於所選擇的該速度解來調整一運載工具速度。

【第10項】 根據請求項9之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：接收包括未經處理的感測器資料的感測器資料。

【第11項】 根據請求項9之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令，以使得針對該一或多個點之每一者點的該速度約束包括一速度不等式約束。

【第12項】 根據請求項11之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：

決定從該運載工具到一障礙物的一距離和一方向。

【第13項】 根據請求項12之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令，以使得該障礙物包括由該一或多個點表示的一障礙物。

【第14項】 根據請求項9之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：

基於所決定的從該運載工具到由該一或多個點表示的一障礙物的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束。

【第15項】 根據請求項9之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令，以使得該運載工具導航指令包括一方向分量，以及

其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：選擇具有與該運載工具導航指令的該方向分量最緊密匹配的一方向分量的該速度解。

【第16項】 根據請求項9之運載工具，其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令，以使得該運載工具導航指令包括一速率分量，以及

其中該處理器亦被配置有處理器可執行指令以進行以下操作：經由選擇具有與該運載工具導航指令的該速率分量最緊密匹配的一速率分量的該速度解，來基於該運載工具導航指令選擇該速度解。

【第17項】 一種運載工具，包括：

用於接收包括一或多個點的感測器資料的構件；

用於決定從該運載工具到該一或多個點的一距離和一方向的構件；

用於基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束的構件；

用於基於一運載工具導航指令，來決定滿足所決定的該等速度約束的一或多個速度解的構件；

用於基於該運載工具導航指令，來從所決定的該一或多個速度解中選擇一速度解的構件；及

用於基於所選擇的該速度解來調整一運載工具速度的構件。

【第18項】 一種非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其具有儲存在其上的處理器可執行指令，該等處理器可執行指令被配置為使得一運載工具的一處理器執行包括以下各項的操作：

接收包括一或多個點的感測器資料；

決定從該運載工具到該一或多個點的一距離和一方向；

基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之

每一者點的一速度約束；

基於一運載工具導航指令，來決定滿足所決定的該等速度約束的一或多個速度解；

基於該運載工具導航指令，來從所決定的該一或多個速度解中選擇一速度解；及

基於所選擇的該速度解來調整一運載工具速度。

【第19項】 根據請求項 18 之非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得接收感測器資料包括接收未經處理的感測器資料。

【第20項】 根據請求項 18 之非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得針對該一或多個點之每一者點的該速度約束包括一速度不等式約束。

【第21項】 根據請求項 20 之非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得決定從該運載工具到該一或多個點的該距離和該方向包括：

決定從該運載工具到一障礙物的一距離和一方向。

【第22項】 根據請求項 21 之非暫時性處理器可讀取

儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得該障礙物包括由該一或多個點表示的一障礙物。

【第23項】 根據請求項 18 之非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得基於所決定的從該運載工具到該一或多個點之每一者點的該距離和該方向來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束包括：

基於所決定的從該運載工具到由該一或多個點表示的一障礙物的該距離和該方向，來決定針對該一或多個點之每一者點的一速度約束。

【第24項】 根據請求項 18 之非暫時性處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得：

該運載工具導航指令包括一方向分量，以及

基於該運載工具導航指令來從所決定的該一或多個速度解中選擇該速度解包括：選擇具有與該運載工具導航指令的該方向分量最緊密匹配的一方向分量的該速度解。

【第25項】 根據請求項 18 之非暫時性處理器可讀取

儲存媒體，其中所儲存的該等處理器可執行軟體指令被配置為使得該運載工具的該處理器執行操作，以使得：

該運載工具導航指令包括一速率分量，以及

基於該運載工具導航指令來從所決定的該一或多個速度解中選擇該速度解包括：選擇具有與該運載工具導航指令的該速率分量最緊密匹配的一速率分量的該速度解。

