



(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 202245493 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：111112615

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 31 日

(51)Int. Cl.：

*H04W4/021 (2018.01)**G01S13/06 (2006.01)**H04W4/02 (2018.01)**H04L25/03 (2006.01)*

(30)優先權：2021/04/28

美國

17/242,589

2022/03/30

世界智慧財產權組織

PCT/US22/22572

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

美國

(72)發明人：艾索克庫瑪 賈亞南德 ASOK KUMAR, JAYANAND (IN)；沈曼媛 SHEN, MANYUAN (US)；章曉新 ZHANG, XIAOXIN (CN)；雷卡皮爾 RAI, KAPIL (IN)；坎都庫里 維克朗 KANDUKURI, VIKRAM (IN)；巴薩拉魯 蘇布拉曼雅 普拉仙納 BASARALU SUBRAMANYA, PRASANNA (US)；葛德納 詹姆士 GARDNER, JAMES (US)；瓊斯 文生 諾里斯 JONES, VINCENT KNOWLES (US)；凡尼 迪迪兒 喬哈奈斯 VAN NEE, DIDIER JOHANNES (NL)

(74)代理人：林怡芳

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：30 項 圖式數：10 共 57 頁

(54)名稱

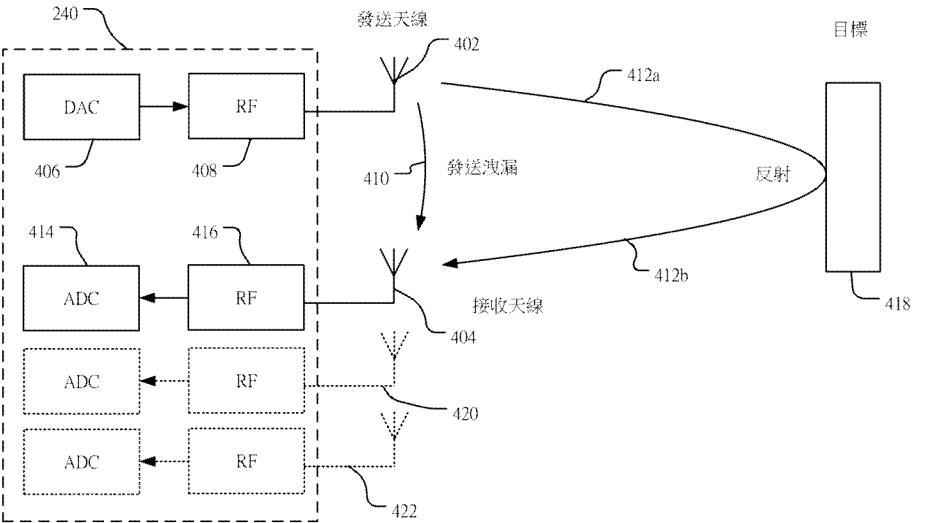
使用基於並行發送和接收的單設備的射頻感測

(57)摘要

提供用於使用單個無線設備進行射頻 (RF) 感測的技術。一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的示例方法包括：利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號；在第一時間處利用無線設備上的接收信道來接收洩漏信號，使得洩漏信號是基於射頻信號的；在第二時間處利用無線設備上的接收信道來接收反射信號，使得反射信號是基於從物件反射的射頻信號的；以及至少部分地基於第一時間和第二時間之間的差來決定到物件的距離。

Techniques are provided for radio frequency (RF) sensing using a single wireless device. An example method for determining a distance to an object with radio frequency sensing includes transmitting a radio frequency signal with a transmit channel on a wireless device, receiving a leakage signal with a receive channel on the wireless device at a first time, such that the leakage signal is based on the radio frequency signal, receiving a reflected signal with the receive channel on the wireless device at a second time, such that the reflected signal is based on the radio frequency signal reflecting from the object, and determining the distance to the object based at least in part on a difference between the first time and the second time.

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

240:無線收發機

400:概念圖

402:發送天線

404:接收天線

406:數位類比轉換器 (DAC)

408:射頻(RF)模組

410:發送洩漏信號

412a:RF 信號

412b:反射信號

414:類比數位轉換器 (ADC)

416:接收 RF 模組

418:目標

420:第二接收鏈

422:第三接收鏈

【發明摘要】

【中文發明名稱】使用基於並行發送和接收的單設備的射頻感測

【英文發明名稱】RADIO FREQUENCY SENSING USING A SINGLE DEVICE
BASED ON CONCURRENT TRANSMIT AND RECEIVE

【中文】提供用於使用單個無線設備進行射頻（RF）感測的技術。一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的示例方法包括：利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號；在第一時間處利用無線設備上的接收信道來接收洩漏信號，使得洩漏信號是基於射頻信號的；在第二時間處利用無線設備上的接收信道來接收反射信號，使得反射信號是基於從物件反射的射頻信號的；以及至少部分地基於第一時間和第二時間之間的差來決定到物件的距離。

【英文】Techniques are provided for radio frequency (RF) sensing using a single wireless device. An example method for determining a distance to an object with radio frequency sensing includes transmitting a radio frequency signal with a transmit channel on a wireless device, receiving a leakage signal with a receive channel on the wireless device at a first time, such that the leakage signal is based on the radio frequency signal, receiving a reflected signal with the receive channel on the wireless device at a second time, such that the reflected signal is based on the radio frequency signal reflecting from the object, and determining the distance to the object based at least in part on a difference between the first time and the second time.

【指定代表圖】圖4

【代表圖之符號簡單說明】

240…無線收發機

400…概念圖

402…發送天線

404…接收天線

406…數位類比轉換器（DAC）

408…射頻（RF）模組

410…發送洩漏信號

412a…RF 信號

412b…反射信號

414…類比數位轉換器（ADC

416…接收 RF 模組

418…目標

420…第二接收鏈

422…第三接收鏈

【發明說明書】

【中文發明名稱】使用基於並行發送和接收的單設備的射頻感測

【英文發明名稱】RADIO FREQUENCY SENSING USING A SINGLE DEVICE
BASED ON CONCURRENT TRANSMIT AND RECEIVE

【技術領域】

【0001】 本專利申請主張享有於 2021 年 4 月 28 日遞交的、名稱為 “RADIO FREQUENCY SENSING USING A SINGLE DEVICE BASED ON CONCURRENT TRANSMIT AND RECEIVE” 的美國專利申請 No. 17/242,589 的優先權，上述申請被轉讓給本申請的受讓人，並且其全部內容透過引用的方式明確地併入本文中。

【0002】 本公開內容涉及使用基於並行發送和接收的單設備的射頻感測。

【先前技術】

【0003】 無線區域網路（WLAN）可以由一個或多個存取點（AP）形成，所述一個或多個 AP 提供共用的無線媒體以供數個客戶端設備使用。可以對應於基本服務集（BSS）的每個 AP 週期性地廣播信標幀，以使 AP 的無線範圍內的兼容的客戶端設備能夠建立或維護與 WLAN 的通信鏈路。根據 IEEE 802.11 系列標準操作的 WLAN 通常被稱為 Wi-Fi 網路，並且在 Wi-Fi 網路中與 AP 進行通信的客戶端設備可以被稱為無線站（STA）。

【0004】 一些無線設備可以被配置為使用射頻信號來與其它無線設備進行通信。例如，網路可以包括被配置為彼此進行無線通信的若干物聯網（IoT）物件和設備。許多物聯網設備（諸如智慧型電器、智慧型電視機和智慧型恆溫器）

可以被配置為支援無線協定，諸如 Wi-Fi 和/或藍牙。無線設備和 AP 之間的無線信道可以用於射頻 (RF) 感測應用。設備可以監聽和擷取關於設備之間的傳輸的信道參數。可以基於無線設備之間的信道狀態的變化來偵測物件。

【發明內容】

【0005】 根據本公開內容，一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的示例方法包括：利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號；在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號，使得所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號，使得所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離。

【0006】 這樣的方法的實現可以包括以下特徵中的一個或多個特徵。所述射頻信號可以是預先指定的序列。所述預先指定的序列可以是單載波 Zadoff-Chu 序列。所述預先指定的序列可以包括正交分頻多工符號。所述預先指定的序列可以包括一個或多個 Wi-Fi 封包。可以發送多個射頻信號以及接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。所述方法可以包括利用多個發送信道來發送多個射頻信號。接收所述射頻信號可以包括利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。可以決定用於接收到的和發送的射頻信號的到達角和離開角。發送所述射頻信號和接收所述射頻信號可以是利用單鏈發送和接收操作來執行的。

【0007】 根據本公開內容，一種示例裝置包括：記憶體；至少一個收發機，其包括至少一個發送鏈和至少一個接收鏈；至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，並且被配置為：利用所述至少一個發送鏈來發送射頻信號；在第一時間處利用所述至少一個接收鏈來接收洩漏信號，使得所述

洩漏信號是基於所述射頻信號的；在第二時間處利用所述至少一個接收鏈來接收反射信號，使得所述反射信號是基於從物件反射的所述射頻信號的；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的距離。

【0008】 這樣的裝置的實現可以包括以下特徵中的一個或多個特徵。所述射頻信號可以是預先指定的序列。所述預先指定的序列可以是單載波 Zadoff-Chu 序列，可以包括正交分頻多工符號，和/或可以包括一個或多個 Wi-Fi 封包。所述至少一個處理器還可以被配置為：發送多個射頻信號以及接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。所述至少一個處理器還可以被配置為：利用多個發送鏈來發送多個射頻信號。所述至少一個處理器還可以被配置為：利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。所述至少一個處理器還可以被配置為：決定用於接收到的射頻信號的到達角。所述至少一個處理器還可以被配置為：決定用於所述射頻信號的離開角。所述至少一個處理器可以被配置為：利用單鏈發送和接收操作來發送所述射頻信號以及接收所述射頻信號。

【0009】 根據本公開內容，一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的示例裝置包括：用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的構件；用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的構件，使得所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的構件，使得所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離的構件。

【0010】 根據本公開內容，一種包括使得一個或多個處理器利用射頻感測來決定到物件的距離的處理器可讀指令的非暫時性處理器可讀儲存媒體包括：用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的碼；用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的碼，使得所述洩漏信號是基於所

述射頻信號的；用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的碼，使得所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離的碼。

【0011】 根據本公開內容，一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的示例方法包括：將無線設備上的接收增益設置為第一位準；在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號，使得洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準；在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射，使得所述接收增益處於所述第二位準；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離。

【0012】 根據本公開內容，一種示例裝置包括：記憶體；至少一個收發機；至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，並且被配置為：將無線設備上的接收增益設置為第一位準；在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號，使得洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準；在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射，使得所述接收增益處於所述第二位準；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到物件的距離。

【0013】 根據本公開內容，一種設置用於射頻感測的傳輸增益的示例方法包括：設置第一傳輸增益以避免接收機飽和；使用所述第一傳輸增益來發送第一信號；接收所述第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值；使用所述傳輸增益調整值來發送第二信號；以及接收所述第二信號的反射並且估計所述傳輸增益調整值。

【0014】 根據本公開內容，一種用於控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的示例方法包括：將無線設備上的接收增益設置為第一位準；在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號，其中，洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準；在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射，其中，所述接收增益處於所述第二位準；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到物件的距離。

【0015】 本文所述的項目和/或技術可以提供以下能力中的一種或多種能力以及未提及的其它能力。無線設備被配置為發送射頻（RF）感測信號。無線設備中的一個或多個接收鏈的增益可以在發送 RF 感測信號之後增加。射頻感測信號可以被物件反射並且被接收鏈偵測到。可以決定到物件的距離和方位。單個無線設備可以用於室內地圖繪製。RF 感測信號可以是 WiFi 信號。可以改變 RF 感測信號的頻寬。可以偵測到用戶手勢。可以提供其它能力，而並非根據本公開內容的每種實現都必須提供所討論的能力中的任何能力，更不用說所有能力。

【圖式簡單說明】

【0016】 圖 1 是示例廣域區域網路（WLAN）的方塊圖。

【0017】 圖 2 是示例無線設備的組件的方塊圖。

【0018】 圖 3 是示例存取點的組件的方塊圖。

【0019】 圖 4 是利用由無線設備進行的並行發送和接收的射頻感測的概念圖。

【0020】 圖 5 是圖 4 的無線設備中的示例接收信號的圖形。

【0021】 圖 6 是由無線設備進行的鏈內發送和接收的概念圖。

【0022】 圖 7 是用於設置用於射頻感測傳輸增益的方法的示例性程序流程。

【0023】圖 8 是用於設置用於射頻感測的接收機增益的方法的示例性程序流程。

【0024】圖 9 是用於控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的方法的示例性程序流程。

【0025】圖10是用於利用射頻感測來決定到物件的距離的方法的示例性程序流程。

【實施方式】

【0026】本文討論用於使用單個無線設備進行 RF 感測的技術。信道擷取技術和 RF 感測已經成為許多無線網路中的重要特徵。例如，若干與 IEEE 802.11ac 和 802.11ax 兼容的 Wi-Fi 存取點（其已經實現 RF 感測應用）支援基於信道擷取的 RF 感測。然而，這些先前的解決方案具有局限性，並且不適用於許多應用。通常，先前的信道擷取技術要求附近的第二無線設備發送無線信號（例如，Wi-Fi 封包），使得第一無線設備可以監聽信號並且擷取信道。針對兩個無線設備的要求排除在僅存在單個無線設備或者不存在無線流量來監聽和擷取信道（例如，在車輛內，或者在設備通信流量低的夜間）的場景中使用 RF 感測。此外，第二無線設備可能具有即使在不存在運動時也導致信道擷取的變化的某些發送行為，諸如發送鏈切換、發送鏈之間的隨機相位等，這可能使 RF 感測性能降級。使用兩個設備在決定運動的確切位置（即，決定運動是在第一設備附近還是在第二設備附近）方面也提出挑戰。

【0027】本文提供的技術提供僅使用單個無線設備的 RF 感測系統。單個無線系統可以被配置為利用並行發送和接收來決定信道擷取，而無需另一無線設備或額外的無線流量。這些技術減少或消除先前兩個設備當前信道擷取方法所面臨的互操作性問題，因為其使用單個無線設備。此外，使用單個無線系統去

除在識別位置方面的模糊性。本文描述的單個無線設備可以用於地圖繪製應用、感測用戶的存在、偵測用戶手勢和其它 RF 感測應用。這些技術和配置是示例，並且可以使用其它技術和配置。

【0028】 以下描述提供示例，而不對在申請專利範圍中闡述的範圍、適用性或示例進行限制。可以在不脫離本公開內容的範圍的情況下，在所討論的元素的功能和佈置方面作出改變。各個示例可以酌情省略、替換或增加各種程序或組件。例如，所描述的方法可以以與所描述的順序不同的順序來執行，以及可以增加、省略或組合各種步驟。此外，可以將關於一些示例描述的特徵組合到其它示例中。

【0029】 首先參考圖 1，方塊圖示出 WLAN 網路 100 的示例，例如，實現 IEEE 802.11 系列的標準中的至少一種標準的網路。WLAN 網路 100 可以包括存取點（AP）105 以及一個或多個無線設備 110 或站（STA）（諸如行動站、個人數位助理（PDA）、其它手持設備、上網本、筆記本計算機、平板計算機、膝上型計算機、顯示設備（例如，電視機、計算機監視器等）、印表機、IoT 設備等）。儘管僅示出一個 AP 105，但是 WLAN 網路 100 可以具有多個 AP 105。無線設備 110 中的每一者（其也可以被稱為行動站（MS）、行動設備、存取終端（AT）、用戶設備（UE）、用戶站（SS）或用戶單元）可以經由通信鏈路 115 與 AP 105 進行關聯和通信。每個 AP 105 具有地理覆蓋區域 125，使得該區域內的無線設備 110 通常可以與 AP 105 進行通信。無線設備 110 可以分散在整個地理覆蓋區域 125 中。每個無線設備 110 可以是靜止的或移動的。出於說明的目的，在無線系統的背景描述本公開內容的原理。然而，將理解的是，這些原理不一定限於無線系統，並且還可以在被配置為透過有線連接進行通信的設備和系統中實現。

【0030】 無線設備 110 可以被多於一個 AP 105 覆蓋，並且因此可以在不同的時間處與一個或多個 AP 105 進行關聯。單個 AP 105 和相關聯的站集合可以被

稱為基本服務集(BSS)。擴展服務集(ESS)是連接的 BSS 集合。分發系統(DS)用於連接擴展服務集中的 AP 105。用於存取點 105 的地理覆蓋區域 125 可以被劃分為僅構成覆蓋區域的一部分的扇區。WLAN 網路 100 可以包括不同類型的存取點 105 (例如,都會區網路、家庭網路等),其具有不同大小的覆蓋區域和用於不同技術的重疊覆蓋區域。在其它示例中,其它無線設備可以與 AP 105 進行通信。

【0031】 雖然無線設備 110 可以使用通信鏈路 115,透過 AP 105 彼此進行通信,但是每個無線設備 110 也可以經由直接無線鏈路 120 直接地與一個或多個其它無線設備 110 進行通信。當兩個無線設備 110 都在 AP 地理覆蓋區域 125 內時或者當一個無線設備 110 在 AP 地理覆蓋區域內或者兩個無線設備都不在 AP 地理覆蓋區域 125 內時,兩個或更多個無線設備 110 可以經由直接無線鏈路 120 進行通信。直接無線鏈路 120 的示例可以包括 Wi-Fi 直接連接、透過使用 Wi-Fi 通道直接鏈路設置(TDLS)鏈路而建立的連接、5G-NR 側行鏈路、PC5 和其它 P2P 組連接。這些示例中的無線設備 110 可以根據包括來自 IEEE 802.11 的實體層和 MAC 層的 WLAN 無線電和基頻協定以及其各種版本(包括但不限於 802.11b、802.11g、802.11a、802.11n、802.11ac、802.11ad、802.11ah、802.11ax 等)進行通信。在其它實現中,其它對等連接和/或自組織網路可以在 WLAN 網路 100 內實現。

【0032】 還參考圖 2,UE 200 是無線設備 110 的示例,並且包括計算平台,該計算平台包括處理器 210、包括軟體(SW)212 的記憶體 211、一個或多個感測器 213、用於收發機 215 的收發機介面 214、用戶介面 216、衛星定位系統(SPS)接收機 217、相機 218 以及位置(運動)設備 219。處理器 210、記憶體 211、感測器 213、收發機介面 214、用戶介面 216、SPS 接收機 217、相機 218 和位置(運動)設備 219 可以透過匯流排 220 (其可以例如被配置用於光和/或電通信)通信地彼此耦接。可以從 UE 200 中省略所示的裝置中的一者或多者(例如,相機 218、

位置（運動）設備 219 和/或感測器 213 中的一個或多個感測器等）。處理器 210 可以包括一個或多個智慧型硬體設備，例如，中央處理單元（CPU）、微控制器、特殊應用積體電路（ASIC）等。處理器 210 可以包括多個處理器，其包括通用/應用處理器 230、數位信號處理器（DSP）231、數據機處理器 232、視頻處理器 233、和/或感測器處理器 234。處理器 230-234 中的一者或多者可以包括多個設備（例如，多個處理器）。例如，感測器處理器 234 可以包括例如用於射頻（RF）感測和超聲波的處理器。數據機處理器 232 可以支援雙 SIM/雙連接（或甚至更多 SIM）。例如，原始設備製造商（OEM）可以使用 SIM（用戶識別模組或用戶識別模組），而 UE 200 的最終用戶可以使用另一 SIM 進行連接。記憶體 211 是非暫時性儲存媒體，其可以包括隨機存取記憶體（RAM）、快閃記憶體、光碟記憶體和/或唯讀記憶體（ROM）等。記憶體 211 儲存軟體 212，軟體 212 可以是處理器可讀的、處理器可執行的軟體碼，其包含被配置為在被執行時使得處理器 210 執行本文描述的各種功能的指令。替代地，軟體 212 可以不是可由處理器 210 直接執行的，但是可以被配置為例如在被編譯和執行時使得處理器 210 執行功能。該描述可能僅涉及處理器 210 執行功能，但是這包括諸如處理器 210 執行軟體和/或韌體的其它實現。該描述可能將處理器 210 執行功能簡稱為處理器 230-234 中的一者或多者執行該功能。該描述可能將 UE 200 執行功能簡稱為 UE 200 的一個或多個適當組件執行該功能。除了記憶體 211 之外和/或代替記憶體 211，處理器 210 還可以包括具有儲存的指令的記憶體。下面更充分地討論處理器 210 的功能。

【0033】 在圖 2 中所示的 UE 200 的配置是本發明的示例，而不限制本發明（包括申請專利範圍），並且可以使用其它配置。例如，UE 的示例配置包括以下各者中的一者或多者：處理器 210 的處理器 230-234、記憶體 211 和無線收發機 240。其它示例配置包括處理器 210 中的處理器 230-234、記憶體 211、無線收

發機 240 的一者或多者、以及感測器 213、用戶介面 216、SPS 接收機 217、相機 218、PMD 219 和/或有線收發機 250 中的一者或多者。其它配置可以不包括 UE 200 的所有組件。例如，IoT 設備可以包括一個或多個無線收發機 240、記憶體 211 和處理器 230。

【0034】 UE 200 可以包括數據機處理器 232，其能夠執行對由收發機 215 和/或 SPS 接收機 217 接收和降頻的信號的基頻處理。數據機處理器 232 可以執行對要升頻以用於由收發機 215 發送的信號的基頻處理。另外或替代地，基頻處理可以由處理器 230 和/或 DSP 231 執行。然而，其它配置可以用於執行基頻處理。

【0035】 UE 200 可以包括感測器 213，感測器 213 可以包括例如慣性測量單元 (IMU) 270、一個或多個磁強計 271 和/或一個或多個環境感測器 272。IMU 270 可以包括一個或多個慣性感測器，例如一個或多個加速度計（例如，共同地響應 UE 200 的三個維度上的加速度）和/或一個或多個陀螺儀 274。磁強計可以提供用於決定方位（例如，相對於磁北和/或正北）的測量，該方位可以用於各種目的中的任何一者，例如，以支援一個或多個羅盤應用。環境感測器 272 可以包括例如一個或多個溫度感測器、一個或多個大氣壓力感測器、一個或多個環境光感測器、一個或多個照相機成像器和/或一個或多個麥克風等。感測器 213 可以產生對可以被儲存在記憶體 211 中以及由 DSP 231 和/或處理器 230 處理的類比和/或數位信號指示，以支援一個或多個應用，諸如例如，針對於定位和/或導航操作的應用。

【0036】 感測器 213 可以用於相對位置測量、相對位置決定、運動決定等。由感測器 213 偵測的資訊可以用於運動偵測、相對位移、航位推算、基於感測器的位置決定和/或感測器輔助位置決定。感測器 213 可以用於決定 UE 200 是固定的（靜止的）還是移動的。在另一示例中，對於相對定位資訊，感測器/IMU 可

以用於決定另一設備相對於 UE 200 的角度和/或朝向等。

【0037】 IMU 270 可以被配置為提供關於 UE 200 的運動方向和/或運動速度的測量，其可以用於相對位置決定。例如，IMU 270 的一個或多個加速度計 273 和/或一個或多個陀螺儀 274 可以分別地偵測 UE 200 的線性加速度和旋轉速度。可以在時間上對 UE 200 的線性加速度和旋轉速度測量進行積分以決定 UE 200 的瞬時運動方向以及位移。可以對瞬時運動方向和位移進行積分以追蹤 UE 200 的位置。例如，UE 200 的參考位置可以是例如使用 SPS 接收機 217（和/或透過另一些手段）在某一時刻決定的，以及在該時刻之後根據加速度計 273 和陀螺儀 274 進行的測量可以用於航位推算，以基於 UE 200 相對於參考位置的移動（方向和距離）來決定 UE 200 的當前的位置。

【0038】 磁強計 271 可以決定不同的方向上的磁場強度，其可以用於決定 UE 200 的方位。例如，該方位可以用於提供針對 UE 200 的數位羅盤。磁強計 271 可以包括二維磁強計，其被配置為偵測和提供對在兩個正交維度中的磁場強度的指示。另外或替代地，磁強計 271 可以包括三維磁強計，其被配置為偵測和提供對在三個正交維度中的磁場強度的指示。磁強計 271 可以提供用於感測磁場和例如向處理器 210 提供對磁場的指示的構件。

【0039】 收發機 215 可以包括無線收發機 240 和有線收發機 250，所述無線收發機 240 和有線收發機 250 被配置為分別地透過無線連接和有線連接與其它設備進行通信。例如，無線收發機 240 可以包括耦接到一個或多個天線 246 的發送機 242 和接收機 244，以用於發送和/或接收無線信號 248 以及將信號從無線信號 248 轉換為有線（例如，電和/或光）信號以及從有線（例如，電和/或光）信號轉換為無線信號 248。因此，發送機 242 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個發送機，和/或接收機 244 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個接收機。無線收發機 240 可以被配置為根據諸如以下各項的各種無線

存取技術（RAT）來（例如，與存取點和/或一個或多個其它設備）傳送信號：IEEE 802.11（包括 IEEE 802.11ax）、WiFi、WiFi 直連（WiFi-D）、藍牙®、Zigbee 等。有線收發機 250 可以包括發送機 252 和接收機 254，其被配置用於有線通信。發送機 252 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個發送機，和/或接收機 254 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個接收機。有線收發機 250 可以被配置例如用於光通信和/或電通信。收發機 215 可以例如透過光和/或電連接通信地耦接到收發機介面 214。收發機介面 214 可以至少部分地與收發機 215 整合。

【0040】用戶介面 216 可以包括若干設備中的一者或多者，例如，揚聲器、麥克風、顯示設備、振動設備、鍵盤、觸控螢幕等。用戶介面 216 可以包括這些設備中的任何設備的多於一個的設備。用戶介面 216 可以被配置為使得用戶能夠與由 UE 200 託管（host）的一個或多個應用進行交互。例如，用戶介面 216 可以在記憶體 211 中儲存對類比和/或數位信號的指示，以響應於來自用戶的動作由 DSP 231 和/或通用處理器 230 處理。類似地，在 UE 200 上託管的應用可以將對類比和/或數位信號的指示儲存在記憶體 211 中以向用戶呈現輸出信號。用戶介面 216 可以包括音頻輸入/輸出（I/O）設備，其包括例如揚聲器、麥克風、數位類比電路、類比數位電路、放大器和/或增益控制電路（包括這些設備中的任何設備的多於一個的設備）。可以使用音頻 I/O 設備的其它配置。另外或替代地，用戶介面 216 可以包括響應於觸摸和/或壓力的一個或多個觸摸感測器，例如，在用戶介面 216 的鍵盤和/或觸控螢幕上。

【0041】SPS 接收機 217（例如，全球定位系統（GPS）接收機）能夠經由 SPS 天線 262 來接收和獲取 SPS 信號 260。天線 262 被配置為將無線信號 260 轉換為有線信號（例如，電信號或光信號），以及可以與天線 246 整合。SPS 接收機 217 可以被配置為全部或部分地處理所獲取的 SPS 信號 260 以用於估計 UE

200 的位置。例如，SPS 接收機 217 可以被配置為使用 SPS 信號 260 透過三邊測量來決定 UE 200 的位置。通用處理器 230、記憶體 211、DSP 231 和/或一個或多個專用處理器（未示出）可以被利用為與 SPS 接收機 217 協力來全部或部分地處理所獲取的 SPS 信號和/或計算 UE 200 的估計的位置。記憶體 211 可以儲存對 SPS 信號 260 和/或用於執行定位操作的其它信號（例如，從無線收發機 240 獲取的信號）的指示（例如，測量）。通用處理器 230、DSP 231 和/或一個或多個專用處理器和/或記憶體 211 可以提供或支援用於處理測量以估計 UE 200 的位置的位置引擎。

【0042】 UE 200 可以包括用於擷取靜止或運動圖像的相機 218。相機 218 可以包括例如成像感測器（例如，電荷耦接設備或 CMOS 成像器）、鏡頭、類比數位電路、幀緩衝器等。對表示擷取的圖像的信號的另外的處理、調節、編碼和/或壓縮可以由通用處理器 230 和/或 DSP 231 執行。另外或替代地，視頻處理器 233 可以執行對表示擷取的圖像的信號的調節、編碼、壓縮和/或操控。視頻處理器 233 可以對儲存的圖像資料進行解碼/解壓縮，以便在例如用戶介面 216 的顯示設備（未示出）上呈現。

【0043】 位置（運動）設備（PMD）219 可以被配置為決定 UE 200 的位置以及可能的運動。例如，PMD 219 可以與 SPS 接收機 217 進行通信和/或包括 SPS 接收機 217 的一些或所有 SPS 接收機。PMD 219 還可以或者替代地被配置為使用用於三邊測量、用於輔助獲得和使用 SPS 信號 260、或者兩者的基於地面的信號（例如，信號 248 中的至少一些信號）來決定 UE 200 的位置。PMD 219 可以被配置為使用一個或多個其它技術（例如，依賴於 UE 的自報告位置（例如，UE 的位置信標的一部分））以用於決定 UE 200 的位置，以及可以使用技術的組合（例如，SPS 和陸地定位信號）來決定 UE 200 的位置。PMD 219 可以包括感測器 213（例如，陀螺儀、加速度計、磁強計等）中的一者或多者，其可以感測 UE

200 的位向和/或運動並且提供其指示，處理器 210（例如，處理器 230 和/或 DSP 231）可以被配置為使用該指示來決定 UE 200 的運動（例如，速度向量和/或加速度向量）。PMD 219 可以被配置為提供對所決定的位置和/或運動的不確定度和/或誤差的指示。

【0044】 還參考圖 3，存取點（AP）300（諸如 AP 105）的示例包括計算平台，計算平台包括處理器 310、包括軟體（SW）312 的記憶體 311、收發機 315 以及（選擇性地）SPS 接收機 317。處理器 310、記憶體 311、收發機 315 和 SPS 接收機 317 可以透過匯流排 320（其可以被配置例如用於光和/或電通信）相互通信地耦接。所示裝置（例如，無線介面和/或 SPS 接收機 317）中的一者或多者可以從 TRP 300 中省略。可以與 SPS 接收機 217 類似地將 SPS 接收機 317 配置為要能夠經由 SPS 天線 362 來接收和獲取 SPS 信號 360。處理器 310 可以包括一個或多個智慧型硬體設備，例如，中央處理單元（CPU）、微控制器、特殊應用積體電路（ASIC）等。處理器 310 可以包括多個處理器（例如，包括如圖 2 所示的通用/應用處理器、DSP、數據機處理器、視頻處理器和/或感測器處理器）。記憶體 311 是可以包括隨機存取記憶體（RAM）、快閃記憶體、光碟記憶體和/或唯讀記憶體（ROM）等的非暫時性儲存媒體。記憶體 311 儲存軟體 312，所述軟體 312 可以是處理器可讀的、處理器可執行的軟體碼，所述軟體碼包含被配置為在執行時使得處理器 310 執行本文中描述的各種功能的指令。或者，軟體 312 可能不能由處理器 310 直接地執行，但是可以被配置為使得處理器 310（例如，當編譯和執行時）執行功能。該描述可能僅涉及處理器 310 執行功能，但是這包括諸如處理器 310 執行軟體和/或韌體的其它實現。該描述可能將在處理器 310 中包含的處理器中的一個或多個處理器執行功能簡稱為處理器 310 執行功能。除了記憶體 311 之外和/或代替記憶體 311，處理器 310 還可以包括具有儲存的指令的記憶體。下文更充分地討論處理器 310 的功能。

【0045】收發機 315 可以包括無線收發機 340 或有線收發機 350，無線收發機 340 和有線收發機 350 被配置為分別地透過無線連接和有線連接與其它設備進行通信。例如，無線收發機 340 可以包括耦接到一個或多個天線 346 的發送機 342 和接收機 344，以用於發送（例如，在一個或多個上行鏈路信道上）和/或接收（例如，在一個或多個下行鏈路信道上）無線信號 348 以及將信號從無線信號 348 轉換為有線（例如，電和/或光）信號以及從有線（例如，電和/或光）信號轉換為無線信號 348。因此，發送機 342 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個發送機，和/或接收機 344 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個接收機。無線收發機 340 可以被配置為根據諸如以下各項的各種無線存取技術（RAT）來（例如，與 UE 200、一個或多個其它 UE 和/或一個或多個其它設備）傳送信號：IEEE 802.11（包括 IEEE 802.11ax）、WiFi、WiFi 直連（WiFi-D）、藍牙®、Zigbee 等。有線收發機 350 可以包括發送機 352 和接收機 354，其被配置用於有線通信。發送機 352 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個發送機，和/或接收機 354 可以包括可以是離散組件或組合/整合組件的多個接收機。有線收發機 350 可以被配置例如用於光通信和/或電通信。

【0046】參考圖 4，示出利用由無線設備進行的並行發送和接收進行射頻感測的概念圖 400。諸如 UE 200 或 AP 300 之類的無線設備包括收發機 240、340，收發機 240、340 具有被配置用於對 RF 信號的並行發送和接收的多個發送鏈和接收鏈。圖 4 中的發送鏈和接收鏈的數量僅是示例，而不是限制，因為可以使用其它收發機和天線配置。例如，收發機 240 可以被配置用於具有兩個發送鏈和兩個接收鏈的多輸入多輸出（MIMO）。可以使用其它陣列大小和配置。在一個示例中，收發機 240 可以包括發送鏈，其包括可操作地耦接到發送 RF 模組 408 的發送天線 402。發送 RF 模組 408 被配置為從數位類比轉換器（DAC）406 接收信號，並且經由發送天線 402 發送相應的 RF 信號。該信號可以由諸如數據機處理

器 232 和/或應用處理器 230 之類的處理器來產生。收發機 240 可以包括一個或多個接收鏈，其包括接收天線 404、接收 RF 模組 416 和類比數位轉換器 (ADC) 414。還可以使用額外接收模組，諸如第二接收鏈 420 和第三接收鏈 422。

【0047】 在操作中，無線設備可以朝著目標 418 發送射頻信號 412a。反射信號 412b 是 RF 信號 412a 的被目標 418 反射並且被一個或多個接收天線（諸如接收天線 404）接收的部分。額外接收鏈可以實現波束成形/方向偵測，以使得無線設備能夠計算針對接收信號的到達角 (AoA)。接收鏈還可以與 RF 信號 412a 的傳輸並行地接收發送洩漏信號 410。根據無線設備的配置，發送洩露 410 可以是傳導和/或輻射干擾。例如，實體屏蔽可以用於減少發送天線和接收天線之間的輻射干擾。在一個實施例中，射頻信號 412a 可以是具有長度 “L” 的預先設計的序列。預先設計的序列可以被設計為具有循環自相關特性，諸如單載波 Zadoff-Chu 序列、或類似於正交分頻多工 (OFDM) 的符號。序列可以被重複且連續地發送 “n” 次，使得無線設備的接收鏈可以在稍後時間處開始監聽長度 “L”，以在不錯過信號資訊的情況下接收序列。這種對接收鏈的放寬的時間要求意味著它們不必與發送機同時啟動。

【0048】 接收 RF 模組 416（以及額外接收鏈 420、422）可以監聽和接收數量 “m” 個序列，而不是 1 個序列。例如，接收 RF 模組 416 可以監聽長度 $m \cdot L$ ，其中 “m” 是由接收 RF 模組 416 擷取的序列的數量，並且 $m \leq n$ 。UE 200 可以對所接收的 “m” 個序列進行組合，以提高信雜比 (SNR)。所接收的序列可以用於 RF 感測。例如，可以利用已知發送序列，以基於信號相關技術來獲得信道估計。信道估計可以經由迭代消除演算法來處理，以偵測洩漏和反射。洩漏和反射之間的時間差可以用於估計到目標 418 的距離。諸如額外接收鏈 420、422 的多個 Rx 天線可以用於接收反射信號 412b 中的序列，決定信道估計並且獲得反射信號 412b 的角度估計。信道估計的變化可以用於偵測目標 418 的運動。對信

道估計結果的分類演算法和/或機器學習可以用於識別目標 418 的運動類型和/或大小。在一個示例中，信道估計可以用於偵測目標 418 的姿勢變化。

【0049】圖 4 的無線設備上的發送和接收鏈的數量僅是示例，而不是限制。其它無線設備可以具有多個陣列，並且每個陣列可以由不同數量和模式的天線元件組成。例如，天線陣列可以包括 1x2、1x4、1x5、1x8、2x2、2x4、2x5、2x8、3x4、3x5、3x8 等的元件矩陣。也可以使用其它天線陣列矩陣尺寸。

【0050】在一個實施例中，具有一個或多個多元件天線陣列的無線設備可以被配置為對發送的 RF 信號和接收 RF 信號進行波束成形。例如，收發機 240 可以包括射頻積體電路（RFIC），其包括用於修改發送和接收波束增益的移相器。無線設備可以被配置為改變 RF 信號 412a 的離開角（AoD）。在一個示例中，RF 信號 412a 可以掃過不同的 AoD，並且可以決定對應反射信號的增益。改變 RF 信號 412a 的 AoD 可以用於決定到目標 418 的直接路徑（例如，基於最高反射增益）。在一個示例中，波束掃描可以用於決定物件的變化姿態（例如，基於隨時間的一系列反射信號）。在一個實施例中，所發送的 RF 信號 412a 可以是極化（polarized）信號，並且可以偵測所接收的信號 412b 的極化。在所發送的和所接收的信號之間的極化變化可以用於決定特性和/或對目標 418 進行分類。

【0051】參考圖 5，進一步參考圖 4，示出示例接收信號的圖形 500。圖形 500 包括相對功率軸 502、時間軸 504 和信號響應函數 506。信號響應函數 506 表示接收天線 404 偵測到的信號。第一峰值 508 是基於發送洩露 410 的，並且第二峰值 510 是基於反射信號 412b 的。RF 接收機 416（和其它接收鏈 420、422）可以被配置為在 RF 信號 412a 的傳輸的持續時間內減少接收增益。例如，接收機中的一個或多個放大器組件（例如，低雜訊放大器（LNA））可以被配置有可調整增益功能。可以減少接收增益，以減少洩漏對接收鏈的影響。其它迭代消除演算法可以用於減少第一峰值 508 的影響並且改進對第二峰值 510 的偵測。可以增

加 RF 發送模組 408 的傳輸增益，以改進對反射信號 412b 的偵測。例如，可以基於與反射信號 412b 相關聯的一個或多個峰值的值，針對序列中的每個序列來迭代地增加傳輸增益。

【0052】 在操作中，信號響應函數 506 包括所發送的序列，並且 ADC 模組 414 中的對應的 ADC 擷取等同於信道擷取，其可以用於實現基於信道擷取的 RF 感測用例。第一峰值 508（即，發送的時間）和第二峰值 510（即，反射信號 412b）之間的時間差可以用於估計到目標 418 的距離。可以基於來自多個天線（例如，額外接收鏈 420、422）的 ADC 擷取來獲得反射信號 412b 的 AoA。所測量到的到目標 418 的距離和方向資訊可以在室內地圖繪製應用中使用。所發送的 RF 信號 412a 的頻寬可以變化，並且不限於 Wi-Fi 封包頻寬。例如，寬頻寬可以是基於 DAC 和 ADC 速率以及可以大於 Wi-Fi 封包頻寬的類比濾波器頻寬的。RF 信號 412a 的發送和接收可以在數百微秒內執行，並且因此對 Wi-Fi 通信的影響可以最小。因此，本文描述的 RF 感測技術可以與 Wi-Fi 資料交換功能並行地使用。

參考圖 6，示出由無線設備進行的鏈內發送和接收的概念圖 600。諸如 UE 200 或 AP 300 之類的無線設備包括具有一個或多個發送鏈和接收鏈的收發機 602。圖 6 中的發送鏈和接收鏈的數量僅是示例，而不是限制，因為可以使用其它收發機和天線配置。例如，收發機 602 可以被配置用於具有兩個發送鏈和兩個接收鏈的多輸入多輸出（MIMO）。可以使用其它陣列大小和配置。通常，發送鏈和接收鏈是概念性用語，其意指對於發送/接收信號處理必要的硬體。MIMO 無線電單元可以被配置為增加來自多個天線的信號分量。單鏈發送和接收操作可以將單個天線用於發送和接收功能。在一個示例中，第一收發機鏈 604 被配置用於單鏈 Tx 和 Rx 操作。收發機 602 可以包括被配置用於單鏈或獨立 Tx 和 Rx 操作的額外收發機鏈 606a、606b。第一收發機鏈 604 被配置為朝向目標 610 發送 RF 信號 608a，並且然後接收反射的 RF 信號 608b。例如，第一收

發機鏈 604 可以被配置為在定向耦接器的埠之間切換，以實現鏈內 Tx 和 Rx 操作。在一個實施例中，額外收發機鏈 606a、606b 還可以接收相應的反射信號 608c、608d。RF 信號 608a 可以是單載波 Zadoff-Chu 序列或正交分頻多工符號（OFDM）或其它正交資源，其被配置為最佳化同步和信道估計性能，諸如在圖 4 中所描述的。在一個示例中，無線設備可以使用 MIMO，利用多個 Tx 和多個 Rx 來改進信道資訊擷取，諸如透過使用現有的 MIMO 前導碼長訓練欄位（LTF）序列。也可以使用其它序列和信號。

【0053】 參考圖 7，進一步參考圖 1 至圖 6，用於設置用於射頻感測的傳輸增益的方法 700 包括所示的階段。通常，方法 700 可以用於設置 RF 信號的傳輸增益，以增加接收信號強度指示（RSSI），同時降低接收機飽和。然而，方法 700 僅是示例，而不進行限制。方法 700 可以例如透過增加、移除、重新排列、組合、並行地執行各階段和/或將單個階段拆分為多個階段來改變。

【0054】 在階段 702，該方法包括設置第一傳輸增益以避免接收機飽和。發送 RF 模組 408 是用於設置第一發送增益的構件。無線設備（諸如 UE 200 和 AP 300）中的收發機可以被配置為修改一個或多個發送機鏈（諸如發送 RF 模組 408）的輸出增益（例如，調整 Tx 功率）。RF 模組 408 可以發送具有足夠安全以避免接收機飽和的低發送增益（例如，Tx *Gain*₁）的第一 RF 信號。接收機飽和可以基於在所接收的信號中觀察到的信號限幅量來決定。Tx *Gain*₁ 的值可以被選擇為使得所接收的信號將不會由於限幅或者因信號飽和而造成的其它衰減而失真。在一個示例中，Tx *Gain*₁ 的值可以被儲存在記憶體中，並且用於 RF 感測應用中的初始傳輸。

【0055】 在階段 704，該方法包括使用第一傳輸增益來發送第一信號。發送 RF 模組 408 是用於使用第一傳輸增益來發送第一信號的構件。例如，參考圖 4，第一信號可以是 RF 信號 412a。第一信號可以是第一 Wi-Fi RF 感測封包、或諸如

單載波 Zadoff-Chu 序列或類似 OFDM LTF 的符號之類的其它 RF 信號。

【0056】 在階段 706，該方法包括接收第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值。接收 RF 模組 416 是用於接收第一信號的反射的構件，並且處理器 230 可以用於估計傳輸增益調整值的構件。參考圖 4，反射信號可以是反射信號 412b。在一個示例中，處理器 230 或無線設備中的其它處理器可以被配置為基於第一信號來決定 ADC 414 中的剩餘餘量（headroom）。餘量可以是基於時變信號（例如，正弦波峰值）的幅度或正交信號（例如，類似 OFDM 的符號）中的限幅位準的。傳輸增益的增加可以是基於剩餘的可用餘量的。傳輸增益調整可以是值 Tx_Gain_delta ，其表示用於在不使接收機飽和的情況下提高 RSSI 的對傳輸增益增加的估計。

【0057】 在階段 708，該方法包括使用傳輸增益調整值來發送第二信號。發送 RF 模組 408 是用於發送第二信號的構件。發送 RF 模組 408 可以發送另一 Wi-Fi RF 感測封包或者其它 RF 信號，其具有等於第一傳輸增益（即， Tx_Gain_1 ）加上傳輸增益調整值（即， TX_Gain_delta ）的發送機增益。因此，該信號可以具有傳輸增益值 $TX_Gain_2 = Tx_Gain_1 + TX_Gain_delta$ 。

【0058】 在階段 710，該方法包括接收第二信號的反射並且估計傳輸增益調整值。接收 RF 模組 416 是用於接收第二信號的構件，並且處理器 230 可以用於估計傳輸增益調整值的構件。在一個示例中，處理器 230 或無線設備中的其它處理器可以被配置為基於在階段 708（例如，以傳輸增益 Tx_Gain_2 ）發送的信號來決定 ADC 414 中的剩餘餘量。處理器 230 可以被配置為基於時變信號（例如，正弦波峰值）的幅度或正交信號（例如，類似 OFDM 的符號）中的限幅位準來調整傳輸增益調整值，如前所述。可以調整發送增益值，並且該程序可以基於在額外信號上的經調整的傳輸增益值而迭代回到階段 708。

【0059】 方法 700 可以用於在無線設備被初始化並且 Wi-Fi RF 感測能力被

啟用時設置發送增益值。方法 700 還可以週期性地或基於觸發條件（諸如偵測到位置的變化、周圍環境的變化或者硬體或軟體的變化）來執行。其它觸發條件（諸如異常 RSSI 值或當偵測到 ADC 限幅時）也可以用於初始化方法 700。

【0060】 參考圖 8，進一步參考圖 1 至圖 6，用於設置用於射頻感測的接收機增益的方法 800 包括所示的階段。通常，方法 800 可以用於設置 RF 信號的接收機增益，以改善 ADC 範圍、減少量化雜訊和限幅，以及改善弱信號偵測。然而，方法 800 僅是示例，而不進行限制。方法 800 可以例如透過增加、移除、重新排列、組合、並行地執行各階段和/或將單個階段拆分為多個階段來改變。

【0061】 在階段 802，該方法包括設置第一接收機增益並且接收第一信號。接收 RF 模組 416 是用於設置第一接收機增益並且接收第一信號的構件。第一接收機增益值（即， $Rx\ Gain_1$ ）可以是被儲存在記憶體中並且在接收 RF 模組 416 初始化時設置的預先建立的值。第一信號可以是包括第一 Wi-Fi RF 感測封包的反射信號 412b、或諸如單載波 Zadoff-Chu 序列或類似 OFDM LTF 的符號之類的其它 RF 信號。

【0062】 在階段 804，該方法包括估計減少的接收機增益值。處理器 230 可以用於估計減少的接收機增益值的構件。在一個示例中，處理器 230 或無線設備中的其它處理器可以被配置為決定正在 ADC 414 中發生的接收信號限幅的程度。該限幅可以是基於時變信號（例如，正弦波峰值）的預期幅度或正交信號（例如，類似 OFDM 的符號）中的資源的限幅位準的。接收機增益可以被減少值 $Rx\ Gain_delta$ ，該值表示基於 ADC 範圍和接收信號中的限幅位準的接收機增益的比例減少。第一接收機增益被減少估計值（即， $Rx\ Gain_2 = Rx\ Gain_1 - Rx\ Gain_delta$ ）。

【0063】 在階段 806，該方法包括使用減少的接收機增益來接收第二信號。接收 RF 模組 416 是用於接收第二信號的構件。第二信號可以是包括第二 Wi-Fi

RF 感測封包的另一反射信號 412b、或諸如前述的另一 RF 信號。方法 800 可以迭代回階段 804，以基於 ADC 414 中的信號品質來決定接收增益值是否需要額外調整。方法 800 可以用於在無線設備被初始化並且 Wi-Fi RF 感測能力被啟用時設置接收器增益值。方法 800 還可以週期性地或基於觸發條件（例如偵測到位置的變化、周圍環境的變化或者硬體或軟體的變化）來執行。其它觸發條件（諸如異常 RSSI 值或者當偵測到 ADC 限幅時）也可以用於初始化方法 800。

【0064】 在操作中，無線設備可以被配置為在發送 RF 感測信號之前清除信道，以避免與其它 Wi-Fi 幀的衝突。在一個示例中，該設備可以以與 RF 感測信號相同的頻寬來向自身發送清除發送（CTS）以清除信道。在另一示例中，該設備可以發送現有的 Wi-Fi 傳統前導碼格式，以確保其它設備推遲 RF 感測信號。在另一示例中，該設備被配置為在發送之後或在接收到的封包結束之後的短幀間間隔（SIFS）內發送 RF 感測信號。其它方法也可以用於驗證信道是否閒置。

【0065】 參考圖 9，進一步參考圖 1 至圖 8，用於控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的方法 900 包括所示的階段。然而，方法 900 僅是示例，而不進行限制。方法 900 可以例如透過增加、移除、重新排列、組合、並行地執行各階段和/或將單個階段拆分為多個階段來改變。

【0066】 在階段 902，該方法包括將無線設備上的接收增益設置為第一位準。接收 RF 模組 416 是用於將接收增益設置為第一位準的構件。在一個示例中，諸如 UE 200 或 AP 300 之類的無線設備被配置為在 RF 感測信號被發送的時段期間減少一個或多個接收鏈上的增益。例如，RF 接收機 416（和其它接收鏈 420、422）可以被配置為在對 RF 信號 412a 的發送的持續時間內減少接收增益。在一個實施例中，接收機中的一個或多個放大器組件（例如，LNA）可以被配置有可調整增益功能，並且可以減少接收增益以減少洩漏對接收鏈的影響。

【0067】 在階段 904，該方法包括在第一時間處利用無線設備來發送射頻

信號，其中，洩漏信號是由無線設備利用處於第一位準的接收增益而接收的。發送 RF 模組 408 是用於發送射頻信號的構件。參考圖 4，洩漏信號可以是與對 RF 信號的發送並行地接收的洩漏信號 410。在一個示例中，RF 信號可以是預先設計的序列，其被設計為具有循環自相關特性，諸如單載波 Zadoff-Chu 序列或類似 OFDM LTF 的符號。第一時間可以是基於序列中的一個 RF 信號被發送的時間。序列可以被重複且連續地發送“n”次，使得 UE 200 或 AP 300 的接收鏈可以在稍後時間處開始監聽長度“L”，以在不錯過信號資訊的情況下接收序列。在一個實施例中，方法 700 可以用於設置用於 RF 信號的發送機增益。

【0068】在階段 906，該方法包括將無線設備上的接收增益設置為第二位準。接收 RF 模組 416 是用於將接收增益設置為第二位準的構件。與第一位準相比，第二位準可以是接收機增益的增加。也就是說，接收增益中的 LNA 可以被配置為增加靈敏度以偵測反射信號 412b。接收機增益的增加發生在階段 904 的傳輸之後。在一個實施例中，方法 800 可以用於設置用於第二接收增益位準的值。

【0069】在階段 908，該方法包括在第二時間處利用無線設備來接收射頻信號的反射，其中，接收增益處於第二位準。接收 RF 模組 416 是用於接收反射射頻信號的構件。在第二時間處接收的反射射頻信號可以是反射 RF 信號 412b，並且可以由一個或多個接收鏈（例如，額外接收鏈 420、422）接收。在一個示例中，接收 RF 模組 416 可以使用增加的 Rx 增益值來監聽第二峰值 510，第二峰值 510 是在第二時間處接收的。接收 RF 模組 416 還可以監聽和接收數量“m”個序列，而不是 1 個序列。例如，接收 RF 模組 416 可以監聽長度 $m \cdot L$ ，其中“m”是由接收 RF 模組 416 擷取的序列數量，並且 $m \leq n$ 。無線設備可以對所接收的“m”個序列進行組合以提高反射信號的信雜比（SNR）。

【0070】在階段 910，該方法包括至少部分地基於第一時間和第二時間之

間的差來決定到物件的距離。UE 200 中的處理器 230 和 AP 300 中的處理器 310 是用於決定距離的構件。發送時間（即，第一時間）和接收時間（即，第二時間）之間的差表示用於所發送的信號 412a 和反射信號 412b 的往返飛行時間。在一個示例中，距離可以被計算為時間差乘以光速的一半。在距離計算中也可以使用其它誤差校正和偏差值。額外值（諸如例如 RSSI 和 AoA）可以用於決定目標的距離、方位和朝向。

【0071】 參考圖 10，進一步參考圖 1 至圖 8，用於利用射頻感測來決定到物件的距離的方法 1000 包括所示的階段。然而，方法 1000 僅是示例，而不進行限制。方法 1000 可以例如透過增加、移除、重新排列、組合、並行地執行各階段和/或將單個階段拆分為多個階段來改變。

【0072】 在階段 1002，該方法包括利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號。發送 RF 模組 408 是用於發送射頻信號的構件。射頻信號可以是從一個或多個發送天線 402 發送的一個或多個 Wi-Fi 封包或其它 RF 信號。通常，Wi-Fi 封包是用於 Wi-Fi 網路中的資料的電子傳輸的用語。在一個實施例中，無線設備可以被配置為從一個或多個發送機和發送天線發送多個 RF 信號。在一個示例中，RF 信號可以是預先設計的序列，其被設計為具有循環自相關特性，諸如單載波 Zadoff-Chu 序列或類似 OFDM LTF 的符號。第一時間可以是基於序列中的一個 RF 信號被發送的時間的。序列可以被重複且連續地發送“n”次，使得 UE 200 或 AP 300 的接收鏈可以在稍後時間處開始監聽長度“L”，以在不錯過信號資訊的情況下接收序列。在一個實施例中，用於 RF 信號的發送機增益可以基於方法 700 來決定，並且被儲存在記憶體中，以在 RF 感測應用被啟用時使用。

【0073】 在階段 1004，該方法包括在第一時間處利用設備上的接收信道來接收洩漏信號，其中，洩漏信號是基於射頻信號的。接收 RF 模組 416 是用於接收洩漏信號的構件。在一個示例中，無線設備中的一個或多個接收鏈可以與在階

段 1002 對 RF 信號的傳輸並行地接收發送洩露信號 410。根據無線設備的配置，發送洩露 410 可以是傳導和/或輻射干擾。無線設備被配置為決定接收到一個或多個 RF 洩漏信號的時間。洩漏信號可以是在多於一個的接收鏈以及 TX 洩漏峰值的定時（例如，第一峰值 508）上接收的。

【0074】 在階段 1006，該方法包括在第二時間處利用該設備上的接收信道來接收反射信號，其中，反射信號是基於從物件反射的射頻信號的。接收 RF 模組 416 是用於接收反射信號的構件。在第二時間處接收的射頻信號可以是反射的 RF 信號 412b，並且可以由一個或多個接收鏈（例如，額外接收鏈 420、422）接收。在一個示例中，接收 RF 模組 416 可以監聽並且接收數量“m”個序列，而不是 1 個序列。例如，接收 RF 模組 416 可以監聽長度 $m \cdot L$ ，其中，“m”是由接收 RF 模組 416 擷取的序列數量，並且 $m \leq n$ 。無線設備可以對所接收的“m”個序列進行組合以提高反射信號的信雜比（SNR）。在一個實施例中，用於接收 RF 信號的接收機增益可以基於方法 800 來決定，並且被儲存在記憶體中，以在 RF 感測應用被啟用時使用。

【0075】 在階段 1008，該方法包括至少部分地基於第一時間和第二時間之間的差來決定到物件的距離。UE 200 中的處理器 230 和 AP 300 中的處理器 310 是用於決定距離的構件。接收到洩漏信號的時間（即，第一時間）和接收時間（即，第二時間）之間的差表示用於所發送的信號 412a 和反射信號 412b 的往返飛行時間。在一個示例中，距離可以被計算為時間差乘以光速的一半。在距離計算中也可以使用其它誤差校正和偏差值。額外值（諸如 RSSI 和 AoA）可以用於決定目標的距離、方位和朝向。

【0076】 在一個實施例中，方法 1000 可以包括一個或多個額外特徵。例如，射頻信號可以是預先指定的序列。單載波 Zadoff-Chu 序列、正交分頻多工符號、一個或多個 Wi-Fi 封包是預先指定的序列的示例。可以發送和接收多個射頻信

號。可以利用多個發送信道來發送多個射頻信號。可以利用多個接收鏈來接收射頻信號。可以決定用於接收到的 RF 信號的到達角 (AoA) 和用於被發送的信號的離開角 (AoD)。可以利用單鏈發送和接收操作來執行發送和接收射頻信號。

【0077】 其它示例和實現在本公開內容和所附申請專利範圍的範圍和精神內。例如，由於軟體和計算機的性質，可以使用由處理器執行的軟體、硬體、韌體、硬連線或這些項中的任何項的組合來實現上文描述的功能。實現功能的特徵還可以實體地位於各種位置處，包括是分布式的以使得功能中的部分是在不同的實體位置處實現的。

【0078】 如本文所使用的，除非上下文另有明確地指示，否則單數形式的“一 (a)”、“一個 (an)”和“所述 (the)”還包括複數形式。例如，“一處理器”可以包括一個或多個處理器。如本文所使用的，用語“包括 (comprises)”、“包括 (comprising)”、“包括 (includes)”和/或“包括 (including)”指定所述特徵、整數、步驟、操作、元素和/或組件的存在，但是不排除一個或多個其它特徵、整數、步驟、操作、元素、組件和/或其群組的存在或增加。

【0079】 另外，如本文所使用的，如在以“中的至少一個”結束或以“中的一個或多個”結束的條目列表中使用的“或”指示分離性列表，使得例如“A、B 或 C 中的至少一個”的列表或“A、B 或 C 中的一個或多個”的列表意指 A 或 B 或 C 或 AB 或 AC 或 BC 或 ABC (即，A 和 B 和 C)、或與一個以上的特徵的組合 (例如，AA、AAB、ABBC 等)。

【0080】 可以根據具體要求進行實質變化。例如，還可以使用定制化的硬體，和/或特定的元素可以是在硬體、由處理器執行的軟體 (包括便攜式軟體，諸如小應用程序等) 或兩者中實現的。進一步地，可以採用到諸如網路輸入/輸出設備之類的其它計算設備的連接。

【0081】 上文討論的系統和設備是示例。各種配置可以酌情省略、替換或者增加各個程序或組件。例如，可以在各種其它配置中組合相對於某些配置所描述的特徵。這些配置的不同方面和元素可以以類似的方式組合。另外，技術發展，並且因此元素中的許多元素是示例，以及不限制本公開內容或申請專利範圍的範圍。

【0082】 無線通信系統是在其中無線地傳送通信（即，透過電磁波和/或聲波傳播透過大氣空間，而不是透過導線或其它實體連接）的系統。無線通信網路可能並不使所有通信被無線地發送，但是被配置為使至少一些通信被無線地發送。進一步地，用語“無線通信設備”或類似的用語不要求設備的功能專門地或有規律地主要用於通信，或者設備是行動設備，而是指示設備包括無線通信能力（單向或雙向），例如，包括用於無線通信的至少一個無線電單元（每個無線電單元是發送機、接收機或收發機的一部分）。

【0083】 在描述中給出具體細節，以提供對示例配置（包括實現方式）的透徹的理解。然而，可以在無這些具體細節的情況下實施配置。例如，已經在無不必要的細節的情況下示出眾所周知的電路、程序、演算法、結構和技術，以便避免配置。該描述僅提供示例配置，以及不限制申請專利範圍的範圍、適用性或配置。相反，對配置的前面的描述提供用於實現所描述的技術的描述。在不脫離本公開內容的精神或範圍的情況下，可以在元素的功能和安排中做出各種改變。

【0084】 如本文所使用的，用語“處理器可讀媒體”、“機器可讀媒體”和“計算機可讀媒體”指的是參與提供使得機器以特定方式操作的資料的任何媒體。使用計算平台，各種處理器可讀媒體可以參與向處理器提供指令/碼以供執行和/或可以用於儲存和/或攜帶這樣的指令/碼（例如，作為信號）。在許多實現方式中，處理器可讀媒體是實體和/或有形儲存媒體。這樣的媒體可以採用多種形式，包括但不受限於非揮發性媒體和揮發性媒體。非揮發性媒體包括例如光

碟和/或磁碟。揮發性媒體包括但不受限於動態記憶體。

【0085】 關於值超過（或是大於或高於）第一閾值的陳述等同於關於該值滿足或超過略大於第一閾值的第二閾值的陳述，例如，在計算系統的解析度下，第二閾值是高於第一閾值的一個值。關於值小於第一閾值（或在第一閾值內或低於第一閾值）的陳述等同於關於該值小於或等於略低於第一閾值的第二閾值的陳述，例如，在計算系統的解析度下，第二閾值是低於第一閾值的一個值。

【0086】 在以下編號的條款中描述實現示例：

【0087】 條款 1、一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的方法，包括：利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號；在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離。

【0088】 條款 2、根據條款 1 所述的方法，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【0089】 條款 3、根據條款 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【0090】 條款 4、根據條款 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【0091】 條款 5、根據條款 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【0092】 條款 6、根據條款 1 所述的方法，還包括：發送多個射頻信號以及接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。

【0093】 條款 7、根據條款 1 所述的方法，還包括：利用多個發送信道來

發送多個射頻信號。

【0094】 條款 8、根據條款 1 所述的方法，其中，接收所述射頻信號包括：利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。

【0095】 條款 9、根據條款 8 所述的方法，還包括：決定用於接收到的射頻信號的到達角。

【0096】 條款 10、根據條款 1 所述的方法，還包括：決定用於所述射頻信號的離開角。

【0097】 條款 11、根據條款 1 所述的方法，其中，發送所述射頻信號和接收所述射頻信號是利用單鏈發送和接收操作來執行的。

【0098】 條款 12、一種裝置，包括：記憶體；至少一個收發機，其包括至少一個發送鏈和至少一個接收鏈；至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，並且被配置為：利用所述至少一個發送鏈來發送射頻信號；在第一時間處利用所述至少一個接收鏈來接收洩漏信號，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；在第二時間處利用所述至少一個接收鏈來接收反射信號，其中，所述反射信號是基於從物件反射的所述射頻信號的；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的距離。

【0099】 條款 13、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【0100】 條款 14、根據條款 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【0101】 條款 15、根據條款 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【0102】 條款 16、根據條款 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【0103】 條款 17、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：發送多個射頻信號以及接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。

【0104】 條款 18、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：利用多個發送鏈來發送多個射頻信號。

【0105】 條款 19、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。

【0106】 條款 20、根據條款 19 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：決定用於接收到的射頻信號的到達角。

【0107】 條款 21、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：決定用於所述射頻信號的離開角。

【0108】 條款 22、根據條款 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器被配置為：利用單鏈發送和接收操作來發送所述射頻信號以及接收所述射頻信號。

【0109】 條款 23、一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的裝置，包括：用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的構件；用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的構件，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的構件，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離的構件。

【0110】 條款 24、根據條款 23 所述的裝置，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【0111】 條款 25、根據條款 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【0112】 條款 26、根據條款 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【0113】 條款 27、根據條款 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【0114】 條款 28、根據條款 23 所述的裝置，還包括：用於發送多個射頻信號的構件以及用於接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號的構件。

【0115】 條款 29、根據條款 23 所述的裝置，還包括：用於利用多個發送鏈來發送多個射頻信號的構件。

【0116】 條款 30、根據條款 23 所述的裝置，其中，所述用於接收所述射頻信號的構件包括：用於利用多個接收鏈來接收所述射頻信號的構件。

【0117】 條款 31、根據條款 30 所述的裝置，還包括：用於決定用於接收到的射頻信號的到達角的構件。

【0118】 條款 32、根據條款 23 所述的裝置，還包括：用於決定用於所述射頻信號的離開角的構件。

【0119】 條款 33、根據條款 23 所述的裝置，其中，所述用於發送所述射頻信號的構件和所述用於接收所述射頻信號的構件是利用單鏈發送和接收操作來執行的。

【0120】 條款 34、一種包括使得一個或多個處理器利用射頻感測來決定到物件的距離的處理器可讀指令的非暫時性處理器可讀儲存媒體，包括：用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的碼；用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的碼，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的碼，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所

述距離的碼。

【0121】 條款 35、根據條款 34 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【0122】 條款 36、根據條款 35 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【0123】 條款 37、根據條款 35 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【0124】 條款 38、根據條款 35 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【0125】 條款 39、根據條款 34 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，還包括：用於發送多個射頻信號的碼以及用於接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號的碼。

【0126】 條款 40、根據條款 34 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，還包括：用於利用多個發送信道來發送多個射頻信號的碼。

【0127】 條款 41、根據條款 34 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述用於接收所述射頻信號的碼包括：用於利用多個接收鏈來接收所述射頻信號的碼。

【0128】 條款 42、根據條款 41 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，還包括：用於決定用於接收到的射頻信號的到達角的碼。

【0129】 條款 43、根據條款 34 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，還包括：用於決定用於所述射頻信號的離開角的碼。

【0130】 條款 44、一種設置用於射頻感測的傳輸增益的方法，包括：設置第一傳輸增益以避免接收機飽和；使用所述第一傳輸增益來發送第一信號；接收所述第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值；使用所述傳輸增益調整值來發

送第二信號；以及接收所述第二信號的反射並且估計傳輸增益調整值。

【0131】 條款 45、一種裝置，包括：記憶體；至少一個收發機，其包括至少一個發送鏈和至少一個接收鏈；至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，並且被配置為：設置第一傳輸增益以避免接收機飽和；使用所述第一傳輸增益來發送第一信號；接收所述第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值；使用所述傳輸增益調整值來發送第二信號；以及接收所述第二信號的反射並且估計傳輸增益調整值。

【0132】 條款 46、一種設置用於射頻感測的傳輸增益的裝置，包括：用於設置第一傳輸增益以避免接收機飽和的構件；用於使用所述第一傳輸增益來發送第一信號的構件；用於接收所述第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值的構件；用於使用所述傳輸增益調整值來發送第二信號的構件；以及用於接收所述第二信號的反射並且估計所述傳輸增益調整值的構件。

【0133】 條款 47、一種包括使得一個或多個處理器設置用於射頻感測的傳輸增益的處理器可讀指令的非暫時性處理器可讀儲存媒體，包括：用於設置第一傳輸增益以避免接收機飽和的碼；用於使用所述第一傳輸增益來發送第一信號的碼；用於接收所述第一信號的反射並且估計傳輸增益調整值的碼；用於使用所述傳輸增益調整值來發送第二信號的碼；以及用於接收所述第二信號的反射並且估計所述傳輸增益調整值的碼。

【0134】 條款 48、一種用於控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的方法，包括：將無線設備上的接收增益設置為第一位準；在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號，其中，洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準；在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射，其中，所述接收增益處於所述第二位準；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間

之間的差來決定到物件的距離。

【0135】 條款 49、一種裝置，包括：記憶體；至少一個收發機，其包括至少一個發送鏈和至少一個接收鏈；至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，並且被配置為：將無線設備上的接收增益設置為第一位準；在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號，其中，洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準；在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射，其中，所述接收增益處於所述第二位準；以及至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到物件的距離。

【0136】 條款 50、一種用於控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的裝置，包括：用於將無線設備上的接收增益設置為第一位準的構件；用於在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號的構件，其中，洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；用於將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準的構件；用於在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射的構件，其中，所述接收增益處於所述第二位準；以及用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到物件的距離的構件。

【0137】 條款 51、一種包括使得一個或多個處理器控制無線設備中的接收機以用於射頻感測的處理器可讀指令的非暫時性處理器可讀儲存媒體，包括：用於將無線設備上的接收增益設置為第一位準的碼；用於在第一時間處利用所述無線設備來發送射頻信號的碼，其中，洩漏信號是由所述無線設備利用處於所述第一位準的所述接收增益而接收的；用於將所述無線設備上的所述接收增益設置為第二位準的碼；用於在第二時間處利用所述無線設備來接收所述射頻信號的反射的碼，其中，所述接收增益處於所述第二位準；以及用於至少部分地基於

所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到物件的距離的碼。

【符號說明】

100…無線區域網路（WLAN）網路

105…存取點（AP）

110…無線設備

115…通信鏈路

120…直接無線鏈路

125…地理覆蓋區域

200…用戶設備（UE）

210…處理器

211…記憶體

212…軟體（SW）

213…感測器

214…收發機介面

215…收發機

216…用戶介面

217…衛星定位系統（SPS）接收機

218…相機

219…位置（運動）設備

220…匯流排

230…通用/應用處理器

231...數位信號處理器 (DSP)

232...數據機處理器

233...視頻處理器

234...感測器處理器

240...無線收發機

242...發送機

244...接收機

246...天線

248...無線信號

250...有線收發機

252...發送機

254...接收機

260...SPS 信號

262...SPS 天線

270...慣性測量單元 (IMU)

271...磁強計

272...環境感測器

273...加速度計

274...陀螺儀

300...存取點 (AP)

310...處理器

311...記憶體

312...SW

315...收發機

317...SPS 接收機

320...匯流排

340...無線收發機

342...發送機

344...接收機

346...天線

348...無線信號

350...有線收發機

352...發送機

354...接收機

360...SPS 信號

362...SPS 天線

400...概念圖

402...發送天線

404...接收天線

406...數位類比轉換器 (DAC)

408...射頻 (RF) 模組

410...發送洩漏信號

412a...RF 信號

412b...反射信號

414...類比數位轉換器 (ADC)

416...接收 RF 模組

418...目標

420...第二接收鏈

422...第三接收鏈

500...圖形

502...功率軸

504...時間軸

506...信號響應函數

508...第一峰值

510...第二峰值

600...概念圖

602...收發機

604...第一收發機鏈

606a...額外收發機鏈

606b...額外收發機鏈

608a...RF 信號

608b...RF 信號

608c...反射信號

608d...反射信號

610...目標

700...方法

- 702...步驟
- 704...步驟
- 706...步驟
- 708...步驟
- 710...步驟
- 800...方法
- 802...步驟
- 804...步驟
- 806...步驟
- 900...方法
- 902...步驟
- 904...步驟
- 906...步驟
- 908...步驟
- 910...步驟
- 1000...方法
- 1002...步驟
- 1004...步驟
- 1006...步驟
- 1008...步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的方法，包括：

利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號；

在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；

在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及

至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離。

【請求項2】 根據請求項 1 所述的方法，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【請求項3】 根據請求項 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【請求項4】 根據請求項 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【請求項5】 根據請求項 2 所述的方法，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【請求項6】 根據請求項 1 所述的方法，還包括：發送多個射頻信號以及

第1頁，共 6 頁(發明申請專利範圍)

接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。

【請求項7】 根據請求項 1 所述的方法，還包括：利用多個發送信道來發送多個射頻信號。

【請求項8】 根據請求項 1 所述的方法，其中，接收所述射頻信號包括：利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。

【請求項9】 根據請求項 8 所述的方法，還包括：決定用於接收到的射頻信號的到達角。

【請求項10】 根據請求項 1 所述的方法，還包括：決定用於所述射頻信號的離開角。

【請求項11】 根據請求項 1 所述的方法，其中，發送所述射頻信號和接收所述射頻信號是利用單鏈發送和接收操作來執行的。

【請求項12】 一種裝置，包括：

記憶體；

至少一個收發機，其包括至少一個發送鏈和至少一個接收鏈；

至少一個處理器，其通信地耦接到所述記憶體和所述至少一個收發機，

並且被配置為：

利用所述至少一個發送鏈來發送射頻信號；

在第一時間處利用所述至少一個接收鏈來接收洩漏信號，其中，所

述洩漏信號是基於所述射頻信號的；

在第二時間處利用所述至少一個接收鏈來接收反射信號，其中，所述反射信號是基於從物件反射的所述射頻信號的；以及

至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的距離。

【請求項13】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述射頻信號是預先指定的序列。

【請求項14】 根據請求項 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【請求項15】 根據請求項 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【請求項16】 根據請求項 13 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【請求項17】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：發送多個射頻信號以及接收所述多個射頻信號中的一個或多個射頻信號。

【請求項18】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：利用多個發送鏈來發送多個射頻信號。

【請求項19】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：利用多個接收鏈來接收所述射頻信號。

【請求項20】 根據請求項 19 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：決定用於接收到的射頻信號的到達角。

【請求項21】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器還被配置為：決定用於所述射頻信號的離開角。

【請求項22】 根據請求項 12 所述的裝置，其中，所述至少一個處理器被配置為：利用單鏈發送和接收操作來發送所述射頻信號以及接收所述射頻信號。

【請求項23】 一種用於利用射頻感測來決定到物件的距離的裝置，包括：

用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的構件；

用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的構件，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；

用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的構件，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；
以及

用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離的構件。

【請求項24】 根據請求項 23 所述的裝置，其中，所述射頻信號是預先指定

第4頁，共 6 頁(發明申請專利範圍)

的序列。

【請求項25】 根據請求項 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列是單載波 Zadoff-Chu 序列。

【請求項26】 根據請求項 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括正交分頻多工符號。

【請求項27】 根據請求項 24 所述的裝置，其中，所述預先指定的序列包括一個或多個 Wi-Fi 封包。

【請求項28】 一種包括使得一個或多個處理器利用射頻感測來決定到物件的距離的處理器可讀指令的非暫時性處理器可讀儲存媒體，包括：

用於利用無線設備上的發送信道來發送射頻信號的碼；

用於在第一時間處利用所述無線設備上的接收信道來接收洩漏信號的碼，其中，所述洩漏信號是基於所述射頻信號的；

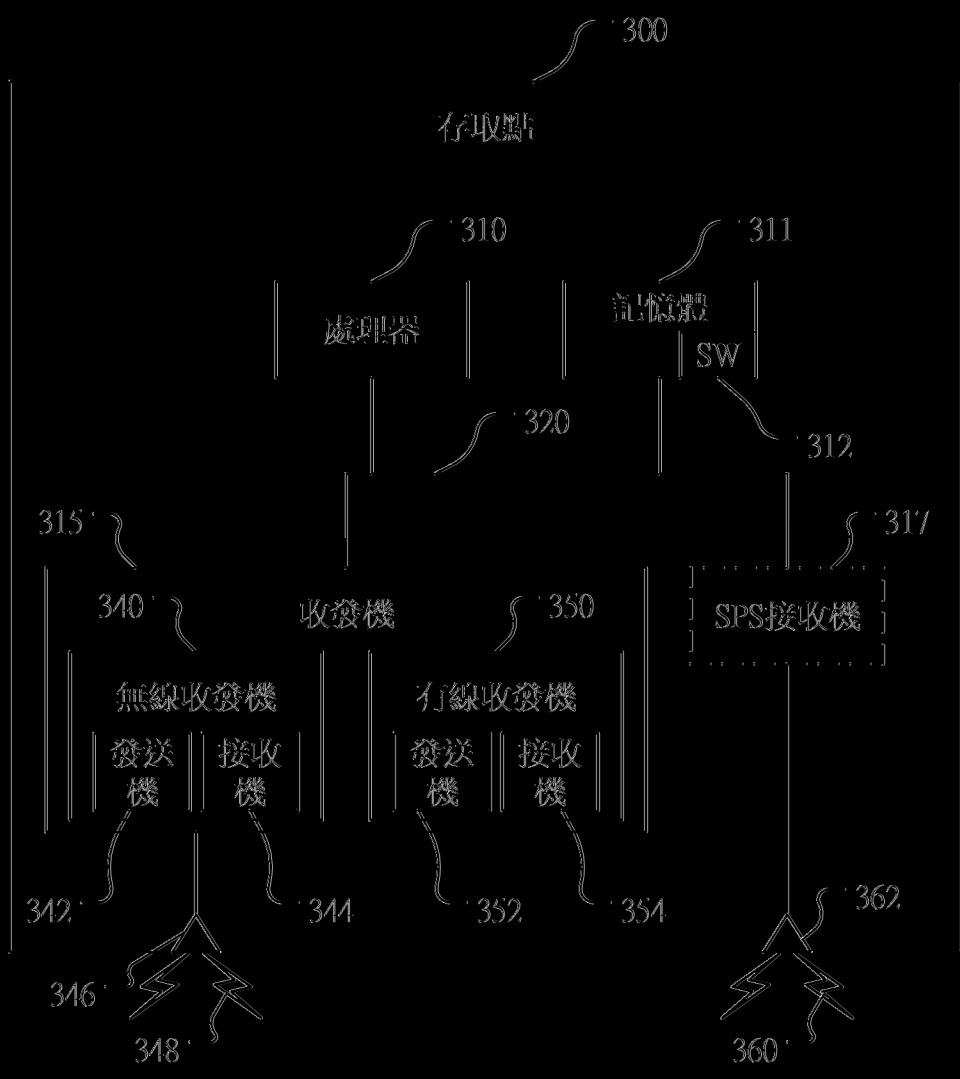
用於在第二時間處利用所述無線設備上的所述接收信道來接收反射信號的碼，其中，所述反射信號是基於從所述物件反射的所述射頻信號的；以及

用於至少部分地基於所述第一時間和所述第二時間之間的差來決定到所述物件的所述距離的碼。

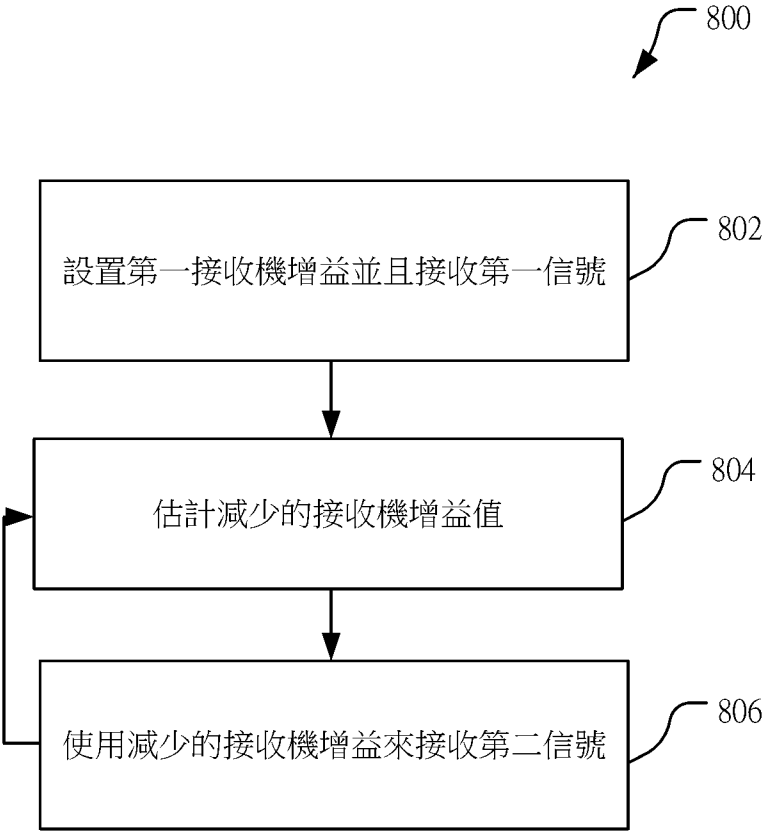
【請求項29】 根據請求項 28 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，還包括：用於利用多個發送信道來發送多個射頻信號的碼。

【請求項30】 根據請求項 28 所述的非暫時性處理器可讀儲存媒體，其中，所述用於接收所述射頻信號的碼包括：用於利用多個接收鏈來接收所述射頻信號的碼。

$$\left[\begin{array}{c} [\\ 2 \\] \\ \text{[gagaga]} \\ [\end{array} \right]$$



|(圖3)|



【圖8】

