



(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 I624181 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：103122572

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : **H04N7/18 (2006.01)**

(30)優先權：2013/08/07 歐洲專利局 13179569.2

(71)申請人：安訊士有限公司 (瑞典) AXIS AB (SE)
瑞典(72)發明人：珊德柏格 高瑞恩 (SE)；羅哈尼 薩梅德 ROHANI, SARMADE (IR)；亞米瑞 摩
哈梅德 瑞薩 山斯 AMIRI, MOHAMMAD REZA SHAMS (IR)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	200818916A	US	2008/0007720A1
US	2011/0317016A1	US	2012/0038766A1
US	2012/0069190A1	US	2012/0307067A1

審查人員：林東威

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：10 共 41 頁

(54)名稱

用以選擇監視攝影機之位置及定向之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR SELECTING POSITION AND ORIENTATION FOR A MONITORING CAMERA

(57)摘要

本發明係關於用以監視一區域之攝影機佈局之領域，且特定言之，係關於在包括一監視區域之一區域中之輔助攝影機佈局之領域。本發明係基於以下認識：在諸多情況中，需要以促進對一區域(106)之監視之一所需入射視角(110)執行對該監視區域之監視。本發明提供用以在一區域(106)中選擇一或多個監視攝影機(102)之位置及定向之方法、系統及電腦可讀記錄媒體，該區域包括至少一監視區域(108)。

The present invention relates to the field of camera placement for monitoring an area' and in particular to the field of assisted camera placement in an area comprising a monitoring area. The present invention is based upon the realization that in many cases, the monitoring of a monitoring area needs to be performed with a required view angle (110) of incidence in order to facilitate monitoring of the area (106). The present invention provides methods' systems and computer-readable recording mediums for selecting position and orientation for one or more monitoring cameras (102) in an area (106), the area comprising at least a monitoring area (108).

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 102 . . . 監視攝影機/光學攝影機/攝影機
 - 104 . . . 視野(FoV)
 - 106 . . . 區域
 - 108 . . . 監視區域/門
 - 110 . . . 入射視角
 - 112 . . . 模擬入射視角

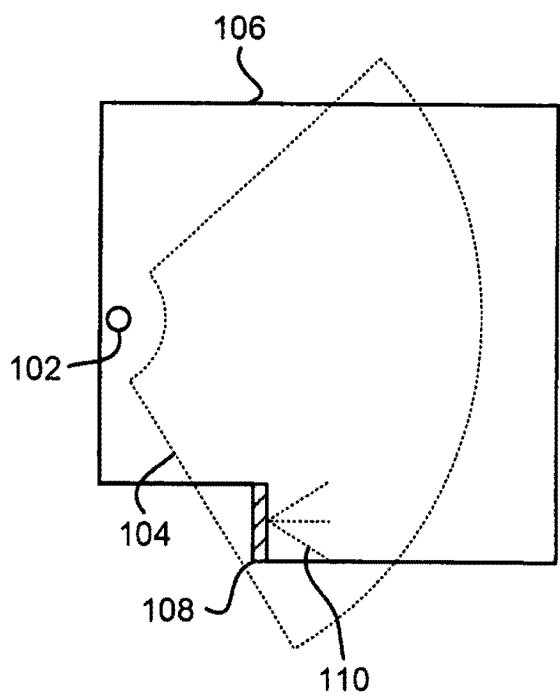


圖 1a

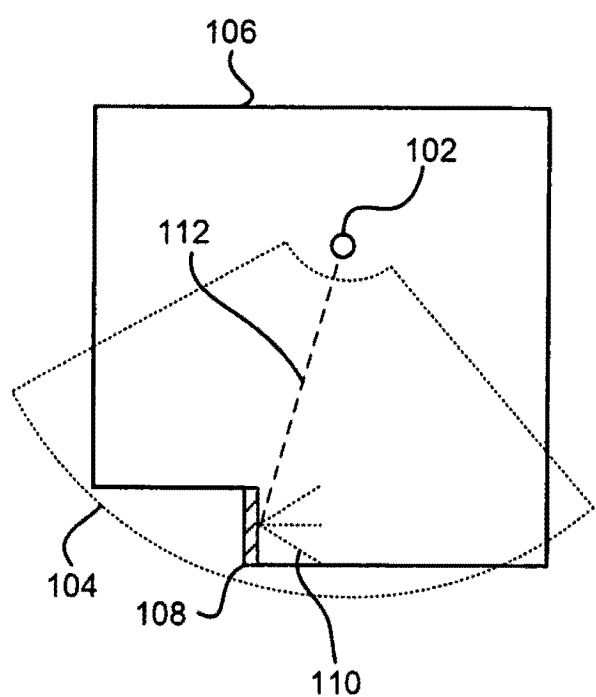


圖 1b

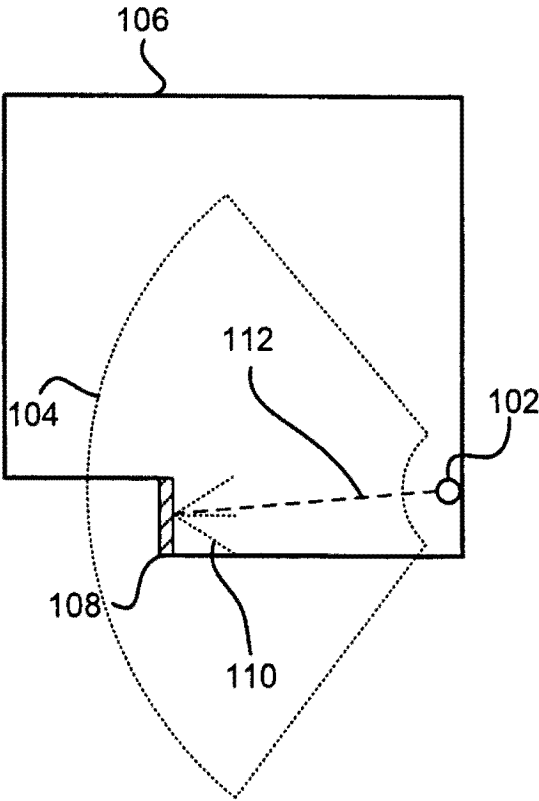


圖 1c

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

用以選擇監視攝影機之位置及定向之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR SELECTING POSITION AND
ORIENTATION FOR A MONITORING CAMERA

【技術領域】

本發明係關於用以監視一區域之攝影機佈局之領域，且特定言之係關於在包括一監視區域之一區域中之輔助攝影機佈局之領域。

【先前技術】

對一區域之視訊監視已(例如)由監控行業使用多年。當在一區域中設立一或多個視訊攝影機以用於監視區域時，可能難以達成考量區域之組態(例如在區域中之障礙，如一柱或一壁)之攝影機之最佳設立。在諸多情況中，訓練有素者需使用其專業知識以設立監視系統。

US 2012/0307067 (Chen等人)係關於用於自動攝影機佈局之一系統及一方法。在此文件中揭示之方法包括將區域分為(例如)一監控區域、一非監控區域、一空白區域及/或一障礙。方法進一步包括選擇及更改(例如)攝影機之數目、攝影機之位置或定向及/或攝影機之模型且接著使用用於選擇攝影機之數目、攝影機之位置或定向及/或攝影機之模型之一適應度函數。在US 2012/0307067中揭示之方法可在選擇一攝影機設立時提供幫助，但在設立一視訊監視系統時需考量進一步特徵及約束。

【發明內容】

鑒於上文，本發明之一目標係提供用以在一區域中選擇一或多個監視攝影機之位置及定向之一改良方法、系統及電腦可讀記錄媒

體，其中該區域包括至少一監視區域。一般言之，由隨附獨立申請專利範圍達成上述目標。

根據一第一態樣，本發明藉由用以在一區域中選擇一或多個監視攝影機之位置及定向之一方法實現，該區域包括至少一監視區域，該方法包括以下步驟：由一處理器接收關於該區域之資料；由該處理器使用該資料模型化一虛擬區域；由該處理器評估一適應度函數之反覆，該適應度函數包括：用於計算該一或多個監視攝影機之一模擬涵蓋面積且用於計算該監視區域之一模擬入射視角之該一或多個監視攝影機在該虛擬區域內之位置及定向；由該處理器選擇對該適應度函數之一擬合解，該擬合解包括該一或多個監視攝影機之該位置及定向，其中該選擇係基於所計算之該一或多個監視攝影機之模擬涵蓋面積、所計算之該監視區域之一模擬入射視角及該監視區域之一所需入射視角。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「適應度函數」應理解為用以計算當前解(即，擬合解)之最佳程度之一量測之一函數。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「定向」應理解為攝影機之一水平移動及一傾斜角度之組合或僅攝影機之水平移動角度或傾斜角度。水平移動係攝影機在一水平面上旋轉之角度且傾斜係攝影機在一垂直面上旋轉之角度。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「監視區域」應理解為區域之需藉由至少一個攝影機監視之一子區域(或在一些情況中，整個區域)。此一區域之一實例可為在一博物館之一名畫、至一銀行金庫之一入口或在一裝配線上之產品安全評估區域。監視區域可包括一個連續區域或若干分開區域。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「入射視角」應理解為區域或在區域中之一物體或區域之一部分藉由一攝影機監視之角度。角

度可表達為一維、二維或三維。所需入射視角可規定一角度範圍，或一最大角度或一最小角度。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「虛擬區域」應理解為區域之任何適當電腦表示。一多邊形表示係最常見的，但一向量表示(例如，藉由使用等值面表示在區域中之表面)同樣可能。根據進一步實施例，採用諸如等位集(level set)之基於離散點之表示。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「涵蓋面積」應理解為至少一個攝影機將監視之面積之區域處於該位置中。

本發明係基於以下認識：在諸多情況中，需要以促進對一區域之監視之一所需入射視角執行對該監視區域之監視。舉例而言，當監視人們穿過一門口進入一區域，攝影機有利地定位於該門口前，且指向門口中在一普通人之一高度處之一位置，以促進(例如)對進入該區域之人之臉部辨識。當監視一裝配線，攝影機經有利地定位，使得在產品之大部分可見之一角度上監視該產品等等。

根據一實施例，在每一反覆中更改該一或多個監視攝影機之至少一者在該虛擬區域內之該位置及定向之至少一者且其中反覆之適應度函數之反覆直至擬合解包括完全涵蓋該監視區域之一模擬涵蓋面積，且該擬合解實現該監視區域之所需入射視角。

由於整個監視區域將受到監視，故此實施例進一步促進對該監視區域之監視。當然，可存在監視攝影機無法監視該整個監視區域之情況。對於該等情況，可組態最大數目次反覆。當該適應度函數達到該最大數目次反覆，選擇最佳擬合解，例如，其中該模擬涵蓋面積幾乎涵蓋該監視區域但其中達成該所需入射視角之解。可注意，即使發現一擬合解包括完全涵蓋該監視區域之一模擬涵蓋面積及該監視區域之所需入射視角，該適應度函數之該等反覆仍可進行。

根據一進一步實施例，選擇一擬合解之步驟進一步基於藉由監

視該監視區域之該一或多個監視攝影機之至少一者擷取之一影像之一所需解析度。由於一高解析度影像比一低解析度影像含有更多細節，故此可進一步促進對該監視區域之監視。

根據實施例，該區域進一步包括一空白區域，且其中選擇一擬合解之該步驟進一步基於受監視之該空白區域之一百分比。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「空白區域」應理解為該區域中既不需要監視(即，一監視區域)亦不禁止監視之一部分。

即使該區域包括其中監視可為最重要之監視區域，但監視該區域之其他部分可為有利的。藉由進一步基於受監視之該空白區域之百分比選擇該擬合解，該方法可在其中實現以一所需入射視角監視該整個監視區域之要求之複數個解之間選擇。在該等情況中，選定擬合解可為其中該空白區域之最大部分受到監視之一個擬合解。

該區域可進一步包括一非監視區域。根據此實施例，選擇一擬合解之該步驟可進一步基於該非監視區域未受該至少一或多個監視攝影機監視。

在本說明書之背景內容中，藉由術語「非監視區域」應理解為不應受監視之一區域。藉由實例，此一區域可包括一員工之工作空間，或比較私人的區域，諸如一浴廁或一休息區域之部分。

此實施例之一優勢可為該方法處理一區域，其中該區域之一些部分保持未受監視。

根據一些實施例，該適應度函數包括監視攝影機之一數目且其中該擬合解進一步包括監視攝影機之該數目。歸因於經濟或其他原因，更多或更少個攝影機可用於監視該區域。

根據一些實施例，在每一反覆中更改以下至少一者：在該虛擬區域內之監視攝影機之該數目及該一或多個監視攝影機之至少一者在該虛擬區域內之該位置及該定向。由於可改變攝影機之該數目繼而可

增大找到根據要求之一擬合解之可能性，故此可使該適應度函數更靈活。

根據一些實施例，該至少一個監視攝影機之每一者包括攝影機特徵，該等攝影機特徵包括一視野及一調焦位準之至少一者，且其中該擬合解包括該至少一個監視攝影機之該等攝影機特徵。在此情況中，在每一反覆中可更改以下至少一者：在該虛擬區域內之該至少一個監視攝影機之該等攝影機特徵及該一或多個監視攝影機之至少一者在該虛擬區域內之該位置及該定向。歸因於(例如)經濟，不得不使用具有一較小視野且無法調焦之一較廉價攝影機以用於監視。調焦位準可影響(例如)該攝影機之該視野且亦影響由該攝影機擷取之一影像之解析度。當反覆該適應度函數時，藉由能夠更改該等監視攝影機之該等攝影機特徵(即，改變攝影機模型或一攝影機之該調焦位準)達成一更靈活之方法。

在一些實施例中，該適應度函數進一步包括至少兩個監視攝影機且選擇一擬合解之該步驟進一步基於該至少兩個監視攝影機之每一者針對該監視區域之一所需視角。可存在對監視系統之一要求：從(例如)兩個方向監視一區域。舉例而言，當監視一足球場中之一球門區域時，可需從不同角度監視該球門區域之兩個攝影機以完全確定一球是否完全在該球門區域內，即，藉由使用三角量測技術。可注意，該監視區域可包括一個以上分開監視區域且該至少兩個監視攝影機之每一者在此情況中不必監視相同分開監視區域。因此，所需之不同視角可關於不同分開監視區域。

根據一些實施例，使用一有效邊演算法計算模擬涵蓋面積。常用替代方案係使用該虛擬區域之一取樣表示，即，藉由將該虛擬區域分為一格柵，且針對該格柵中之每一格計算該格柵是否被涵蓋。使用該有效邊演算法之一優勢係達成一連續涵蓋面積且因此一更精確之模

擬涵蓋面積。一進一步優勢係該演算法之時間複雜性係 $O(n)$ ，即，一線性時間演算法。此意謂可比使用一較慢演算法更快執行該適應度函數。

根據一些實施例，由一粒子群最佳化(PSO)演算法執行每一反覆中之更改。由於針對一特定攝影機之每一更改受其區域最熟知解及整體最熟知解(即，考量所有攝影機)二者影響，故當使用一個以上攝影機時此係一有利演算法。

可注意，可使用考量至該適應度函數之輸入資料而最佳化對該適應度函數之該解(即，該擬合解)之任何適當最佳化演算法。一適當最佳化演算法之其他實例可為搜尋試探式最佳化方法，諸如演化演算法。一進一步實例可為梯度法或使用諸如動態規劃或整數線性規劃(ILP)之規劃方法。

在一第二態樣中，本發明提供已在其上記錄一程式之一電腦可讀記錄媒體以當在具有處理能力之一裝置上執行時實施根據該第一態樣之該方法。

在一第三態樣中，本發明提供用以在一區域中選擇一或多個監視攝影機之位置及定向之一系統，該區域包括至少一監視區域，該系統包括：一或多個電腦處理器，其等經組態以：接收關於該區域之資料；使用該資料模型化一虛擬區域；評估一適應度函數之反覆以計算一擬合解，該適應度函數包括：該監視區域之一所需視角、及用於計算該一或多個監視攝影機之一模擬涵蓋面積且用於計算該監視區域之一模擬入射視角之該一或多個監視攝影機在該虛擬區域內之位置及定向；選擇對該適應度函數之一擬合解，該擬合解包括該一或多個監視攝影機之該位置及定向，其中該選擇係基於所計算之該一或多個監視攝影機之模擬涵蓋面積、所計算之該監視區域之一模擬入射視角及該監視區域之一所需入射視角。

該第二態樣及第三態樣可大體上具有如該第一態樣之相同特徵及優勢。

一般言之，在申請專利範圍中使用之所有術語應根據其等在技術領域中之普通涵義解釋，除非在本文中另外明確定義。對「一/該[元件、裝置、組件、構件、步驟等]」之所有參考應開放性地解釋為指代該元件、裝置、組件、構件、步驟等之至少一個例項，除非另外明確規定。在本文中揭示之任何方法之步驟並不以揭示之確切順序執行，除非明確規定。

【圖式簡單說明】

現將參考展示本發明之實施例之隨附圖式更詳細描述本發明之上文揭示之態樣及其他態樣，在圖式中：

圖1a至圖1c展示根據實施例之用以選擇一監視攝影機之位置及定向之一方法，

圖2a至圖2d展示根據實施例之用以選擇一監視攝影機之位置及定向之一方法，

圖3a至圖3d展示根據實施例之用以選擇一監視攝影機之位置及定向之一方法，

圖4a至圖4c展示根據實施例之用以選擇兩個監視攝影機之位置及定向之一方法，

圖5展示用以在一區域中選擇一或多個監視攝影機之位置及定向之一方法之一流程圖，

圖6圖解說明一光學攝影機之參數，

圖7展示一光學攝影機之一涵蓋面積之實例，

圖8a至圖8d展示根據實施例之用以選擇兩個監視攝影機之位置及定向之一方法，

圖9描述PSO粒子編碼，

圖10描述監視一監視區域之一攝影機之所需入射視角。

【實施方式】

現將參考隨附圖式在下文中更完整描述本發明之實施例，在圖式中展示本發明之特定實施例。然而，本發明可體現為諸多不同形式且不應解釋為限於在本文中提出之實施例；實情係，藉由實例提供此等實施例，使得本發明將為透徹且完全的，且將完整傳達本發明之範疇至熟習此項技術者。此外，相同元件符號係指遍及全文之相同元件。

可注意，為容易舉例及清楚起見，圖1至圖8之每一者描述一三維場景之一二維表示或一2D投影。

圖6藉由實例展示一光學攝影機102之參數。攝影機102之視野(FoV) 602係一內在參數，其指示場景(體積，例如一圓錐體)之透過攝影機之鏡頭可見且以度量測之部分。FoV實際上表示可由攝影機監視之區域。

在由攝影機提供之影像中可接受地顯得清晰之最近物體及最遠物體之間的距離稱為景深(DoF)。此在圖6中藉由FoV圓錐體602 (在圖6中以橫截面展示)之最近邊緣610 (亦稱為最近深度(ND))及最遠邊緣612 (亦稱為最遠深度(FD))圖解說明。

一攝影機之空間解析度(SR)係在影像上之物體之像素之總數與物體之大小之間的比率。一給定空間解析度要求起因於物體與攝影機之間的距離。一攝影機之空間解析度可轉換為FD。一較高SR要求可導致攝影機具有一較短FD。

由一組參數定義每一攝影機，且存在諸多類型之攝影機可用。每一不同攝影機具有一不同鏡頭類型、元件類型等。通常，攝影機之三種類型係一固定透視攝影機、一水平移動-傾斜-調焦(PTZ)攝影機及一全向攝影機。一旦安裝於適當位置中，一固定透視攝影機具有一

固定位置、定向⁶¹⁴及焦距。一固定透視攝影機可具有一小DoF及FoV，此係因為其之固定焦距，即，其無法調焦。一PTZ攝影機可旋轉且具有一可調整焦距(調焦)。因此，一PTZ攝影機可具有比一固定透視攝影機更大之一DoF及FoV。一全向攝影機具有一 2π 之FoV。對於一PTZ攝影機，由於其旋轉能力，其定向係旋轉角度之一平分線⁶¹⁴。在一全向攝影機之情況中，由於其具有 2π 之FoV，故定向不成問題。

在此描述中，涵蓋面積係指攝影機可監視且不被障礙擋住之區域。此藉由實例在圖7中展示。在圖7中，一障礙706阻擋攝影機102之FoV之部分。效應係並非整個FoV皆可用於監視。在此實例中，區域702受到監視，即，攝影機102之涵蓋面積。然而，由障礙706擋住之區域704仍未受監視。

圖1a至圖1c藉由實例描述用以選擇一監視攝影機102之位置及定向之一方法(部分描述於圖5中)。圖1a展示待受監視之一區域106。區域包括一監視區域108，例如一門。

關於待受監視之區域106之資料由一處理器接收S502且模型化S504為一虛擬區域。在此實例中，以及在結合圖2a至圖2d、圖3a至圖3d、圖4a至圖4c及圖8a至圖8d描述之實例中，圖式展示用以選擇S508一或多個監視攝影機之位置及定向之一適應度函數之反覆。在適應度函數之每一反覆中，更改一或多個監視攝影機之至少一者在虛擬區域內之位置及定向之至少一者。可注意，結合圖式將反覆描述為真實地發生於區域106內，但熟習此項技術者理解，此僅為容易舉例及清楚起見。

如在圖1a中所見，由於接近於區域108之壁阻擋攝影機102之FoV 104之部分，故並非攝影機102之整個FoV 104皆可用於監視區域106(更特定言之監視區域108)。因此，攝影機102在虛擬區域內之一模擬

涵蓋面積並不涵蓋監視區域108。由處理器執行之對適應度函數之此反覆之評估S506可導致需發生適應度函數之一新反覆。在圖1b中，攝影機102之位置及定向皆已更改。憑藉此新位置及定向，無物阻擋攝影機102之FoV 104監視監視區域108，即，監視區域108在攝影機涵蓋面積內。然而，監視區域108之一模擬入射視角112並不在入射視角110之一所需範圍內。由處理器執行之對適應度函數之此反覆之評估S506可導致需發生適應度函數之一新反覆。在圖1c中，再次更改攝影機102之位置及定向。現在攝影機102定位於監視區域108之實質上前方且朝向監視區域108定向。現在監視區域108之模擬入射視角112在入射視角110之所需範圍內。此外，模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。因此，處理器可將攝影機102之此位置及定向選擇S508為對適應度函數之擬合解。

圖2a至圖2d藉由實例描述用以選擇監視攝影機102之位置及定向之一方法(部分描述於圖5中)。圖2a展示待受監視之區域106。區域包括監視區域108及一空白區域202。圖2a至圖2b描述如已結合圖1a至圖1b描述之相同事物，即，執行兩次反覆且對反覆之評估S506導致需要進一步反覆。在圖2c中，現在監視區域108之模擬入射視角112在入射視角110之所需範圍內。此外，模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。然而，由於監視區域包括空白區域202，故處理器可經組態以繼續評估S506適應度函數之反覆從而查看其中可監視空白區域202之一較大部分之一擬合解相較於在已找到之擬合解中監視之多大部分。如在圖2d中可看見，藉由將攝影機102向下移動至區域106之右下角且將其稍微向右定向，從攝影機102觀點來看，相較於空白區域202在圖2c中受監視之部分，空白區域202之一更大部分受到監視。因此，處理器可將在圖2d中展示之反覆中之攝影機之位置及定向選擇S508為擬合解。

圖3a至圖3d藉由實例描述用以選擇監視攝影機102之位置及定向

之一方法(部分描述於圖5中)。圖3a展示待受監視之區域106。區域包括監視區域108 (例如，一門)及一非監視區域302。非監視區域302可為(例如)守護門108之一員工之工作區域。圖3a至圖3b描述如已結合圖1a至圖1b描述之相同事物，即，執行兩次反覆且對反覆之評估S506導致需要進一步反覆。再者，圖3b展示攝影機102之涵蓋面積涵蓋非監視區域302，在處理器中實施之評估程序之一些實施例中此可不被允許。根據一些實施例，不允許攝影機102監視非監視區域之任何部分。在其他實施例中，攝影機可以一規定入射視角監視非監視區域。舉例而言，若非監視區域包括一PC，則可允許從PC後方監視非監視區域，即，因此PC之螢幕未受到監視。在結合圖3a至圖3d描述之實施例中，不允許監視非監視區域之任何部分。如在圖3c中可看見，再次更改攝影機102之位置及定向。現在攝影機102經定位，使得監視區域108之模擬入射視角112在入射視角110之所需範圍內。此外，模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。然而，非監視區域302仍被攝影機102之涵蓋面積涵蓋。因此，對反覆之評估S506導致需要進一步反覆。在圖3d中，攝影機102之位置及定向已經更改，使得攝影機102定位於監視區域108與非監視區域302之間。攝影機102朝向監視區域定向，使得監視區域108之模擬入射視角112在入射視角110之所需範圍內且模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。現在，非監視區域302完全在攝影機102之涵蓋面積外。因此，處理器可將在圖3d中展示之反覆中之攝影機位置及定向選擇S508為擬合解。

圖4a至圖4c藉由實例描述用以選擇監視攝影機102、408之位置及定向之一方法(部分描述於圖5中)。區域106包括一監視區域402，其可從兩個方向受到監視，即，其具有兩個所需入射視角404、406。換言之，對擬合解之選擇S508係基於兩個監視攝影機102、408之每一者針對監視區域402之所需入射視角404、406。圖4a圖解說明監視區域

402之模擬入射視角112、412並不在針對兩個攝影機102、408之任一者之所需入射視角404、406內。在下一反覆中(在圖4b中展示)，左攝影機102經定位及定向，使得監視區域402之模擬入射視角112在入射視角406之所需範圍之一者內且模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。然而，右攝影機408仍具有未根據要求之一模擬入射視角412。因此，對反覆之評估S506導致需要進一步反覆。在下一反覆中(在圖4c中展示)，保持左攝影機102之定位及定向但右攝影機408不同於在圖4b中展示之先前反覆而移動且定向。現在，符合兩個人射視角404、406之要求。因此，處理器可將在圖4c中展示之反覆中之兩個攝影機102、408之位置及定向選擇S508為擬合解。

可注意，在一些情況中，一特定點或區域需要從至少三個不同角度(即，以至少三個不同所需入射視角)受到監視。熟習此項技術者理解，易於調適上文描述以處理此等情況且將不再本文中更詳細描述此情況。

根據一些實施例，在適應度函數之每一反覆中不僅可改變位置及/或定向。如上文描述，每一攝影機可具有攝影機特徵，諸如視野及調焦功能性。在一攝影機存在調焦功能性之情況中，調焦位準作為一特徵存在。在反覆適應度函數同時可更改此等特徵之設定。舉例而言，假設由監視監視區域之一監視攝影機擷取之一影像之一解析度不足夠。在此情況中，調焦位準可改變，使得達成所需解析度。此在圖8a至圖8d中圖解說明。圖8a至圖8b描述如已結合圖1a至圖1b描述之相同事物，即，執行兩次反覆且對反覆之評估S506導致需要進一步反覆。在圖8c中，監視區域108之模擬入射視角112在入射視角110之所需範圍內。此外，模擬涵蓋面積完全涵蓋監視區域108。然而，由監視攝影機102擷取之影像之解析度並未根據要求。因此，可需要一進一步反覆。在圖8d中，攝影機102之FD減小，使得達成監視區域108

之所需解析度。因此，處理器可將在圖8d中展示之反覆中之攝影機102之位置及定向及調焦位準選擇S508為擬合解。

可使用一有效邊演算法計算上文描述之模擬涵蓋面積。在 *Automated camera layout to satisfy task-specific and floor plan-specific coverage requirements* (Erdem 等人，2006年，Computer Vision and Image Understanding，103(3):156-169)中詳細描述有效邊演算法且將不再本文中進一步討論。

可使用一粒子群最佳化(PSO)演算法實施反覆方法。群體智慧(SI)啟發最佳化技術在過去十年已十分受歡迎。受社會性昆蟲(諸如螞蟻、蜜蜂及黃蜂以及諸如鳥群或魚群之動物社會)之集體行為啟發，SI規則嘗試藉由模仿此等社會之此行為而設計一智慧系統。儘管此等集群之單一個體並不複雜，但可以一分散化及自我組織方式在個體成員之間的合作及互動下達成複雜任務。

在科學及工業界中，最佳化問題具有高度重要性。一重要類別之最佳化問題(稱為組合最佳化(CO))涉及從一有限組物體找到一最佳物體(如旅行業務員問題、車輛路線規劃、最小生成樹等)。已經開發以解決CO問題之演算法可分類為完全演算法或近似演算法。完全演算法保證找到一CO問題之每一例項且評估每一例項以找到一最佳解。雖然如此，對於非確定型多項式困難(NP-hard)之問題，可能不存在多項式時間演算法，此致使吾等使用近似方法。在近似方法中，保證找到最佳解為在一顯著減少之時間量中得到足夠好之解做出犧牲。近似方法之使用在近年已獲得許多研究者之關注，其歸因於近似方法比傳統基於梯度之方法更易於實施且近似方法不需要梯度資訊(尤其在含蓄給出目標函數時或在目標函數不可微分時)。粒子群最佳化係用於找到對NP-hard CO問題之近似解之最著名SI技術之其中之一且係此研究將進一步討論之焦點。

Kennedy 及 Eberhart(Particle swarm optimization, 1995 年, Proceedings., IEEE International Conference on Neural Networks, 第4卷, 第1942-1948頁)第一次將粒子群最佳化介紹為用於連續非線性函數之一新最佳化方法, 其起源於兩個主要成分方法: 一般言之人工生命及特定言之鳥群、魚群及群體理論。PSO概念源於一簡化社會系統(在覓食時之鳥群及魚群)之模擬。假定每隻鳥作為一粒子, 個別粒子基於其等流速、其等自身先前經歷及目前為止已知之群組之最佳先前經歷朝向一位置移動。PSO遵循適應性文化模型, 其中給出一大可能性空間, 母體能夠透過社會互動之一精簡形式找到解決問題之多變數解、模式。構成PSO之簡單社會認知理論係基於三個原理: 評估(評估刺激之趨勢, 若有機體無法評估或區分吸引或厭惡之環境之特徵, 則無法進行學習), 比較(個體以某些尺度比較自身與其等相鄰者且模仿及跟隨比其他人優異之人), 及模仿(領會其他個體之觀點, 此實際上意謂並不盲目模仿一行為而係認識到其目的且僅當合適時執行行為)。如最初由Kennedy及Eberhart提出之PSO係關於各表示一潛在解、反覆地飛過問題空間以搜尋最佳擬合解之粒子群。如基因演算法(GA), 使用隨機解(粒子)之一母體初始化系統。然而, 不同於GA, 每一粒子亦指派有一隨機速度, 其透過在問題空間中之導航引導粒子。藉由改變每一粒子朝向其自身最佳位置(pBest)及群體之全域最佳位置(gBest)之速度(加速)發生最佳化。粒子群實施方案通常遵循稱為全域最佳(gBest)及區域最佳(lBest)PSO之兩個社會計量原理之一者。在下節中簡要討論此兩個類型。

在全域最佳PSO中, 每一粒子概念性地連接至每一其他粒子且可以說每一粒子之鄰域係整個群體。使用此拓撲之效應係每一粒子受整個群體母體之表現最好之任何成員之影響。

在區域最佳PSO中, 針對每一個體(包含個體自身)及其之k個最

近相鄰者建立一鄰域。此拓撲之一簡單實例將為 $k=2$ （環形拓撲），其中粒子 i 受粒子 $i-1$ 、 i 、 $i+1$ 中之最佳粒子影響。換言之，每一粒子基於環境之區域知識而受到影響。

由於吾等希望朝向個體及社群二者之成功調整個體之意向，故在更新速度方程式中有必要存在 $pBest$ 及 $gBest$ 。就社會觀點而言， $pBest$ 類似於自傳回憶且與其相關聯之速度調整稱為「簡單懷舊」，其中個體設法返回至其等已在過去經歷之最佳位置。替代性地， $gBest$ 類似於個體設法模仿之宣傳知識或群組規範。在文獻中，群組規範亦稱為「社會知識」。使用以下方程式進行速度更新：

$$v_{id}^{t+1} = v_{id}^t + c_1 r_1 (p_{best,i} - x_{id}^t) + c_2 r_2 (G_{best} - x_{id}^t) \quad (\text{方程式1})$$

其中：

v_{id}^t 係在維度 d 中之粒子 i 在時間 t 之速度向量；

x_{id}^t 係在維度 d 中之粒子 i 在時間 t 之位置；

$p_{best,i}$ 係目前為止粒子 i 找到之自身最佳位置；

G_{best} 係目前為止由群體找到之最佳擬合粒子；

C_1 係判定懷舊成分貢獻之加速常數；

C_2 係判定社會成分貢獻之加速常數；且

r_1 及 r_2 係來自0.0與1.0之間的均勻分佈之隨機數。

對於區域最佳PSO版本，吾等僅使用 L_{best} 替代方程式1之社會成分中之 G_{best} 。

在每一反覆中，在更新粒子之速度之後，每一粒子將基於其在問題空間中之先前位置及新更新之速度使用以下方程式調整其位置：

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad (\text{方程式2})$$

其中：

x_i^{t+1} 指示粒子 i 之新位置向量(在時間 $t+1$)；

x_i^t 係粒子*i*之先前位置(在時間*t*)；且

v_i^{t+1} 指示粒子*i*之新更新速度(在時間*t+1*)。

此處實施PSO之全域版本之演算法描述為：

1：使用問題空間中*d*維上之隨機速度及位置初始化粒子之一母體。

2：在達到最大反覆或達成足夠好適應度時執行

3：針對每一粒子評估適應度函數。

4：比較粒子之適應度與粒子之*pBest*。若當前值優於*pBest*，則將*pBest*設定為*d*維空間中之當前粒子。

5：比較適應度函數與母體之總先前最佳。若當前值優於*gBest*，則將*gBest*設定為當前粒子。

6：根據方程式(1)及(2)改變粒子之速度及位置。

7：結束

8： *gBest*粒子係透過最佳化程序達成之足夠好之適應度。

群體中之粒子之數目界定群體之初始多樣性。雖然具有大量粒子有助於涵蓋問題空間之更多區段，但其亦引起計算複雜性且將PSO降級至一隨機搜尋。經驗研究已展示具有10至30個之間的粒子之初始母體之一小群體大小足夠找到良好解。不過應注意，群體大小係問題相依且搜尋空間之粗糙度或光滑度實際上界定群體中之粒子之數目。

鄰域之大小界定與彼此相互作用之粒子之數目。具有大鄰域之PSO收斂更快，然而，具有較小大小之鄰域較不可能落入區域最佳。根據文獻，已提出一方法，其中藉由開始於一小鄰域尺寸且反覆地增大鄰域之周邊以確保具有較快收斂之一初始高多樣性。

在方程式(1)中，加速係數*C₁*及*C₂*控制粒子之速度向量之懷舊及社會成分之影響。通常，經驗性地找到*C₁*及*C₂*之值，其等之較低值導

致平穩粒子飛行而較高值導致朝向其他成分之更快加速及突然移動。將 C_1 及 C_2 皆設定為2.0係合理的，以便使搜尋涵蓋圍繞速度方程式之成分之所有區域。而且，在諸多研究中，值1.49445用於確保使用一壓縮因子之收斂。

與PSO相關聯之一個問題係其之高收斂速率。儘管高收斂率加速最佳化程序，但其可導致一並非十分徹底之搜尋，此使問題空間之諸多區域仍未探索。存在兩個特性界定一最佳化演算法搜尋問題空間之良好程度；其等稱為探索及開發。搜尋問題空間之不同區域、尋求更佳最佳值之能力稱為探索且集中於一有希望之區域以界定一候選解之能力稱為開發。為提供一良好最佳化演算法，此兩個目標之間應存在一良好界定之折衷。在下文中帶入有助於平衡此折衷之PSO之不同變動。

每一粒子使用其向量飛過問題空間。PSO演算法以粒子可移動至問題空間之每一維度中之一方式調整速度。在(方程式1)之前討論之速度方程式在振盪變得愈來愈廣泛時具有一探索趨勢。抑制速度通常採用之一個方法係防止速度在個體 i 之每一維度 d 上超過：

$$\begin{aligned} &\text{if } v_{id} > V_{max} \text{ then } v_{id} = V_{max} \\ &\text{else if } v_{id} < -V_{max} \text{ then } v_{id} = -V_{max} \end{aligned} \quad \text{方程式3}$$

通常經驗性地基於問題特性選擇 V_{max} 。

已使用一PSO版本，其將一慣性權重用作一機制以能夠控制群體之探索及開發以及有助於消除速度箝制之需要。慣性權重 ω 控制飛行方向之多少先前記憶控制粒子之新速度，對於gBest PSO，新速度將速度更新方程式(1)改變為：

$$v_{id}^{t+1} = \omega v_{id}^t + c_1 r_1 (p_{best,i} - x_{id}^t) + c_2 r_2 (G_{best} - x_{id}^t) \quad \text{方程式4}$$

設定 $\omega < 1$ 將引起粒子之速度隨著時間減速。 ω 之較大值有助於粒子更易於探索問題空間且改良解之多樣性，而 ω 之較小值有助於演算

法更徹底搜尋區域鄰域。然而，太小值失去群體探索能力。

已使用對於慣性權重之一類似方法，以便判定探索-開發之折衷，以便排除慣性權重 ω ，且以便擺脫速度箝制。在此方法中，速度限於一常數 χ ，其稱為壓縮係數。對於維度 j 之粒子 i 之速度更新方程式(1)改變為：

$$v_{id}^{t+1} = \chi (v_{id}^t + \phi_1 (P_{best,i} - x_{id}^t) + \phi_2 (G_{best} - x_{id}^t)) \quad \text{方程式5}$$

其中：

$$\chi = \frac{2k}{|2 - \phi - \sqrt{\phi(\phi - 4)}|} \quad \text{方程式6}$$

其中

$$\phi = \phi_1 + \phi_2, (\phi \geq 4, k \in [0,1]) ;$$

$$\phi_1 = c_1 r_1 ;$$

$$\phi_2 = c_2 r_2 .$$

藉由滿足約束 $\phi \geq 4$ 且 $k \in [0,1]$ ，保證群體收斂至一穩定點。參數 k 控制群體探索或開發之能力。對於 k 值接近零，群體收斂更快，而考量 k 接近1將引起具有更高探索程度之一更慢收斂。在最佳化期間 k 通常被視為一常數，然而，一些研究者在初始搜尋階段使用具有接近於一之值之 k 以提供初始高探索且隨後將其減少至接近零以在隨後階段中提供更區域性之開發。

如上文討論，在粒子群最佳化中，通常每一粒子表示對於在手邊之問題之一可能解。此等解嘗試藉由採用其等最佳效能之其等自身之區域知識及其他拓撲緊密粒子之可用鄰域知識而增強自身。由於吾等希望找到攝影機在一閉合多邊形中關於不同約束之最佳配置，故應識別之最重要的事係如何由不同粒子表示一解。而後，應定義一有效解之邊界準則。

吾等已使用一固定長度粒子編碼來表示攝影機配置。因此，為在一給定佈局中配置 n 個攝影機，群體之每一粒子應由 n 個基因構成，

其中每一基因含有攝影機之一者之定向及姿勢以及其模型資訊。在圖9中圖解說明粒子編碼。每一基因與含有與一攝影機模型之內在參數有關之額外資訊之特定模型相關聯。此等參數將進一步用於計算每一攝影機之攝影機圓錐體、可見度及部分涵蓋範圍。

在PSO演算法之初始階段中，將產生及隨機初始化 N_c 數目個粒子。為防止不必要計算成本，吾等僅產生可行(有效)解。為確認解之有效性，吾等首先推動初始化程序以將攝影機放置於主要外多邊形內(排除內多邊形(孔))。以此方式，吾等確保未浪費任何攝影機。此程序(在電腦圖形中)稱為命中測試。對於命中測試，使用一簡單及高效之演算法，其中從測試點發射一半無限水平射線(將y座標設定為固定且增大x座標)，且藉由計數其跨越之邊緣之數目且在每一交叉處內側及外側在射線之間改變，其將判定點是否在多邊形內。在下文展示如何執行此等步驟之一概述：

命中測試：

```
public bool HitTest(Polygon poly, double x, double y)
{
    bool odd = false;
    PointList Points = poly.vertices;
    for (int i = 0, j = Points.Count - 1; i <= Points.Count - 1; j = i++)
    {
        if (((Points[i].Y > y) != (Points[j].Y > y)) &&
            (x < ((Points[j].X - Points[i].X) * (y - Points[i].Y) /
                (Points[j].Y - Points[i].Y + Points[i].X))))
        {
            odd = !odd;
        }
    }
    return odd;
}
```

對於具有孔之多邊形，應針對所有多邊形孔使用上述程序以確保一點正確地駐留於閉合多邊形內且將不被放置於孔之一者中。總而言之，將根據在下文方程式(7)中提及之約束初始化每一粒子之基

因。攝影機模型經依序指派至關於使用者需求之基因。傾斜角度(β)限於 $\pm\phi_{v/2}$ (ϕ_v 係攝影機之垂直FoV)，由於在實際情況中，攝影機並不圍繞水平線傾斜太多，因此為避免計算成本，吾等限制傾斜角度。顯而易見，由於吾等希望嘗試場景之所有角度，故水平移動角度(θ)可設定為任何任意角。

$M_i \leftarrow$ 使用者規定之攝影機模組 i

$$\beta \leftarrow Rand\left(-\frac{\phi_v}{2}, +\frac{\phi_v}{2}\right)$$

$$\phi \leftarrow Rand(0, 2\pi)$$

方程式 7

$(x, y) \leftarrow$ 多邊形 P_c 內之一隨機位置(使用命中測試)

將藉由給每一粒子指派一隨機速度向量完成粒子初始化，速度向量判定粒子飛過場景之初始趨勢。為能夠初始化速度向量，首先吾等需設定每一速度之上界限制及下界限制。吾等基於吾等之經驗觀察使用以下限制：

$$step \leftarrow 20$$

$$V_{x_{max}} = \frac{\tau_{width}}{step}, \quad V_{x_{max}} = \frac{\tau_{height}}{step}$$

$$V_{x_{min}} = -\frac{\tau_{width}}{step}, \quad V_{x_{min}} = -\frac{\tau_{height}}{step}$$

$$V_{\beta_{max}} = 15, \quad V_{\phi_{max}} = 5$$

$$V_{\beta_{min}} = -15, \quad V_{\phi_{min}} = -5$$

方程式 8

其中 V_x 、 V_y 、 V_β 及 V_ϕ 分別表示基因之 x 、 y 、水平移動及傾斜之速度向量。且 τ 表示圍繞外多邊形之定界框(最小圈選框)，其可藉由找到多邊形之頂點之最大及最小 (x, y) 座標而簡單計算。最後，使用以下方程式計算粒子之基因之加速向量。

$$V_x = rand * (V_{x_{max}} - V_{x_{min}}) + V_{x_{min}}$$

$$V_y = rand * (V_{y_{max}} - V_{y_{min}}) + V_{y_{min}}$$

$$V_\beta = rand * (V_{\beta_{max}} - V_{\beta_{min}}) + V_{\beta_{min}}$$

$$V_\phi = rand * (V_{\phi_{max}} - V_{\phi_{min}}) + V_{\phi_{min}}$$

方程式 9

更新粒子之速度之主要概念在於每一粒子可如何向一更佳粒子學習。在吾等方法中，透過將粒子改良為類似於更佳執行粒子而發生

學習程序，且吾等藉由使類似基因(具有相同攝影機類型之基因)逐步收斂在一起而完成此程序。此意謂應迫使每一基因之速度朝向更佳執行基因。吾等藉由瞄準每一維度(位置、水平移動及傾斜)中之速度以填充此兩個基因之間的間隙而完成該程序。

$$\begin{aligned} V_x &= \omega V_x + \frac{c_1 r_1 (pBest_x - x) + c_2 r_2 (lBest_x - x)}{\zeta} \\ V_y &= \omega V_y + \frac{c_1 r_1 (pBest_y - y) + c_2 r_2 (lBest_y - y)}{\zeta} \\ V_\beta &= \omega V_\beta + \frac{c_1 r_1 (pBest_\beta - \beta) + c_2 r_2 (lBest_\beta - \beta)}{\zeta} \\ V_\theta &= \omega V_\theta + \frac{c_1 r_1 (pBest_\theta - \theta) + c_2 r_2 (lBest_\theta - \theta)}{\zeta} \end{aligned}$$

其中：

pBest係目前為止基因之最佳效能(自身最佳)；

lBest係目前為止鄰域中之最佳執行粒子之基因(區域最佳)；

ω =設定為0.975之慣性係數；

C_1 =設定為2.01之懷舊係數；

C_2 =設定為2.01之社會係數；

$\zeta = c_1 r_1 + c_2 r_2$ ；

r_1, r_2 =在0與1之間的隨機數。

如上文描述，在計算新速度之後且為防止廣泛振盪效應，需要使用定義之邊界值箝制速度。使用在方程式(8)中規定之變量，吾等具有如下之限制速度：

$$\begin{aligned} V_x &= \begin{cases} V_{x_{max}} & \text{if } V_x > V_{x_{max}} \\ V_{x_{min}} & \text{if } V_x < V_{x_{min}} \end{cases} \\ V_y &= \begin{cases} V_{y_{max}} & \text{if } V_y > V_{y_{max}} \\ V_{y_{min}} & \text{if } V_y < V_{y_{min}} \end{cases} \\ V_\beta &= \begin{cases} V_{\beta_{max}} & \text{if } V_\beta > V_{\beta_{max}} \\ V_{\beta_{min}} & \text{if } V_\beta < V_{\beta_{min}} \end{cases} \\ V_\theta &= \begin{cases} V_{\theta_{max}} & \text{if } V_\theta > V_{\theta_{max}} \\ V_{\theta_{min}} & \text{if } V_\theta < V_{\theta_{min}} \end{cases} \end{aligned}$$

藉由計算對於一給定場景中之一點之可見多邊形與攝影機FoV圓

錐體之幾何相交而計算每一攝影機之涵蓋範圍。所得多邊形將給吾等關於透過所要多邊形平面佈置圖中之一給定攝影機之特定姿勢及定向可見哪些點之資訊。吾等亦需計算每一攝影機之可見視野之面積。組合相交多邊形之此計算面積隨後將用於最佳化目的。為計算一多邊形之面積，吾等可簡單合計位於每一線段與x軸之間的面積。

基於涵蓋於每一RoI中之面積及平面佈置圖之總涵蓋範圍計算每一粒子之適應度函數。不同RoI類型不同地促成一粒子之適應度。因此，吾等需計算攝影機及RoI之每一置換之涵蓋範圍。舉例而言，若吾等具有三個攝影機及兩個RoI，則吾等需執行 3×2 個置換之涵蓋範圍計算以評估粒子之總適應度。由於問題定義需要最大化特定RoI之涵蓋範圍且最小化一些其他RoI，故藉由合計所有返回計算適應度值而計算總涵蓋範圍。在計算不同RoI之涵蓋範圍時應考量之一個重要態樣係吾等需將所有涵蓋區域組合在一起以摒棄重疊視野之效應。透過組合促成每一RoI之所有涵蓋幾何形狀且最後施加RoI之特定約束而完成此程序。在計算RoI之特定適應度值之後，藉由將此等值之平均值乘以場景之總面積再加上原始總涵蓋範圍而計算總適應度。在以下演算法中描述此程序：

更新適應度：

```

for each RoI in model.RoIs do
    for each gene in particle.genes do
        roiCoverage ← Calculate gene coverage for RoI regarding constraints
        totalRoICoverage totalRoICoverage + roiCoverage
    end for
    fitness ← fitness + CalculateRoISpecificFitness(RoI, totalRoIcoverage)
end for
fitness ← (fitness / RoICount)*poly.Area + totalVCCoverage
    
```

以此方式，吾等確保最大化RoI涵蓋範圍係第一優先且最大化總涵蓋範圍係第二優先。

對於簡單監視區域，即，監視監視區域之一個以上攝影機不求入射角度(如在圖1至圖3中描述但未在圖4中描述)，應滿足之最重要要求係應由至少一個攝影機實現解析度臨限值。為如此做，吾等應重新計算每一基因(攝影機)之FoV圓錐體以找到具有所需解析度臨限值之可見區域，接著在前一節中描述之普通圓錐體計算將用於找到幾何可見度。最後，將計算幾何形狀之面積且加上適應度值。

任何攝影機不應可見非監視區域(如在圖3中展示)。因此，對非監視區域之適應度之計算類似於簡單監視區域，除了應從適應度值減去最終計算面積。此將充當對適應度函數之一懲罰值且因此迫使粒子避免涵蓋此等區域之攝影機配置。

對於具有一個以上所需入射視角之監視區域(如在圖4中描述)，同樣重要的係每一攝影機透過角度觀察區域之該角度。為計算此等種類之區域之適應度值，僅在攝影機(在圖10中之向量R)及區域之法向向量(在圖10中之向量N)之間的角度不超過所需入射視角之該等攝影機應促成適應度計算。

可使用向量R及N之點乘積計算此角度，如下所述：

$$\theta = \arccos\left(\frac{R \cdot N}{|R||N|}\right)$$

其中：

θ 係攝影機透過角度看見線之該角度；

R係從攝影機放射至RoI之中心之射線；且

N係穿過RoI之中心且垂直於RoI線之法向向量。

在更新速度之後，粒子實際上應飛行。藉由關於影響每一基因之下一位置、水平移動及傾斜角度之相關速度移動該基因而執行粒子飛行。考量之一個態樣係粒子之此移動不應導致一邊界外移動。萬一發生邊界外移動，吾等需校正移動。對於該情況，吾等以兩種主要方

式更新速度向量：首先，將其值除以二(其可在x或y方向上或在二者方向上)；其次，若提及之校正方法未成功，則吾等反映速度向量(再次在x或y方向上或在二者方向上)以產生一有效移動。在兩種情況中，此速度改變並不為永久的且將對移動具有一次性效應，使得其可使基因脫離一無效移動。對於傾斜及水平移動角度，吾等並不施加此等限制。

若兩個粒子以一相當緊密之配置定位，則吾等考量其等在一相同鄰域中。吾等使緊密配置以在兩個不同粒子中之每一類似基因之間的實體距離為特徵，藉此吾等意謂每一對應基因之間的一平均距離應小於一特定範圍。此範圍定義為外多邊形之定界框之直徑除以一特定步階(在吾等情況中為20)。吾等未將水平移動及傾斜角度包含於緊密量測中，此係因為吾等希望使實體緊密但水平移動及傾斜角度不同之基因形成一鄰域，其中其等可受益於由具有一廣泛範圍之定向選擇同時仍具有相當類似之配置之一組基因建構之一區域最佳。

在下文展示此鄰域之選擇：

鄰域選擇：

```

for each  $p_1$  in swarm.Particles do
    if  $p_1$  is unclustered then
         $p_1$ .cluster  $\leftarrow$  Create new cluster
        for each  $p_2$  in swarm.Particles do
            if  $p_1 \neq p_2$  and  $p_2$  is unclustered then
                if  $p_2$ .IsInDistanceOf( $p_1$ , BoundingBoxDiameter / 20) then
                     $p_2$ .cluster  $\leftarrow$   $p_1$ .cluster
                end if
            end if
        end for
    end if
end for

```

吾等開始於建立一個粒子之一叢集且繼續加上相當緊密之粒子。將對於群體中之所有非叢集粒子重複此程序。

熟習此項技術者認識到，本發明絕不限於上文描述之實施例。相反地，在隨附申請專利範圍之範疇內之諸多修改及變動係可能的。舉例而言，攝影機特徵可包括更多特徵，例如攝影機之感測器大小，其可在適應度函數之反覆中更改。感測器大小係判定一攝影機之視野之參數之一者且其亦影響攝影機之解析度。可進一步注意，在反覆適應度函數同時，可針對監視攝影機在每一反覆中改變任何數目個上述可更改特徵(例如，攝影機之位置、定向、數目、一攝影機之調焦位準等)。上述僅例示一些可能更改方案。

【符號說明】

- 102 監視攝影機/光學攝影機/攝影機
- 104 視野(FoV)
- 106 區域
- 108 監視區域/門
- 110 入射視角
- 112 模擬入射視角
- 202 空白區域
- 302 非監視區域
- 402 監視區域
- 404 入射視角
- 406 入射視角
- 408 監視攝影機/攝影機
- 412 模擬入射視角
- 602 模擬涵蓋面積/視野(FoV)/FoV圓錐體
- 610 最近邊緣(最近深度(ND))
- 612 最遠邊緣(最遠深度(FD))
- 614 定向/平分線

702 模擬涵蓋面積/區域

704 區域

706 障礙

N 向量

R 向量/射線

S502 接收

S504 模型化

S506 評估

S508 選擇

θ 角度

發明摘要

※ 申請案號：103122572

※ 申請日：103/06/30

※IPC 分類：**H04N 7/18** (2006.01)

【發明名稱】

用以選擇監視攝影機之位置及定向之方法及系統

METHOD AND SYSTEM FOR SELECTING POSITION AND
ORIENTATION FOR A MONITORING CAMERA

【中文】

本發明係關於用以監視一區域之攝影機佈局之領域，且特定言之，係關於在包括一監視區域之一區域中之輔助攝影機佈局之領域。本發明係基於以下認識：在諸多情況中，需要以促進對一區域(106)之監視之一所需入射視角(110)執行對該監視區域之監視。本發明提供用以在一區域(106)中選擇一或多個監視攝影機(102)之位置及定向之方法、系統及電腦可讀記錄媒體，該區域包括至少一監視區域(108)。

【英文】

The present invention relates to the field of camera placement for monitoring an area, and in particular to the field of assisted camera placement in an area comprising a monitoring area. The present invention is based upon the realization that in many cases, the monitoring of a monitoring area needs to be performed with a required view angle (110) of incidence in order to facilitate monitoring of the area (106). The present invention provides methods, systems and computer-readable recording mediums for selecting position and orientation for one or more monitoring cameras (102) in an area (106), the area comprising at least a monitoring area (108).

圖式

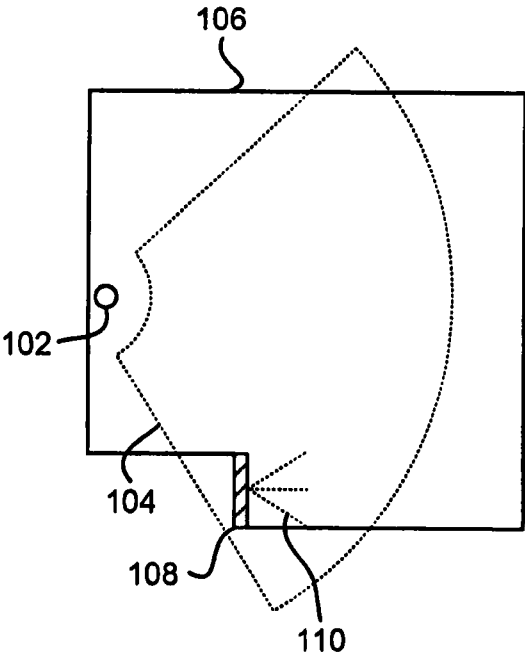


圖 1a

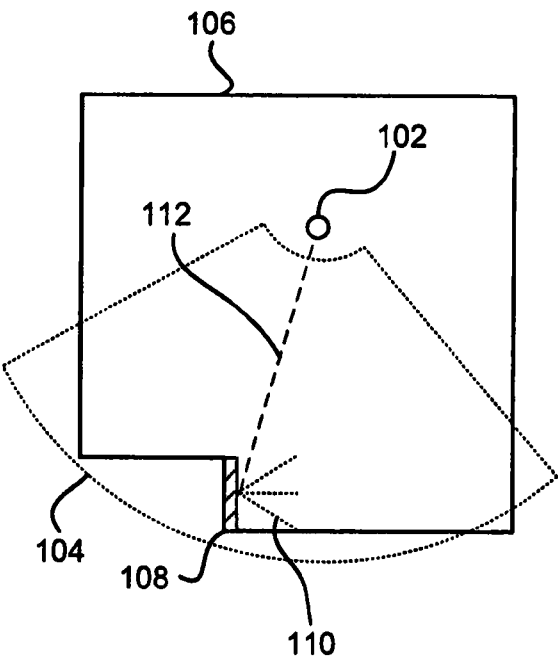


圖 1b

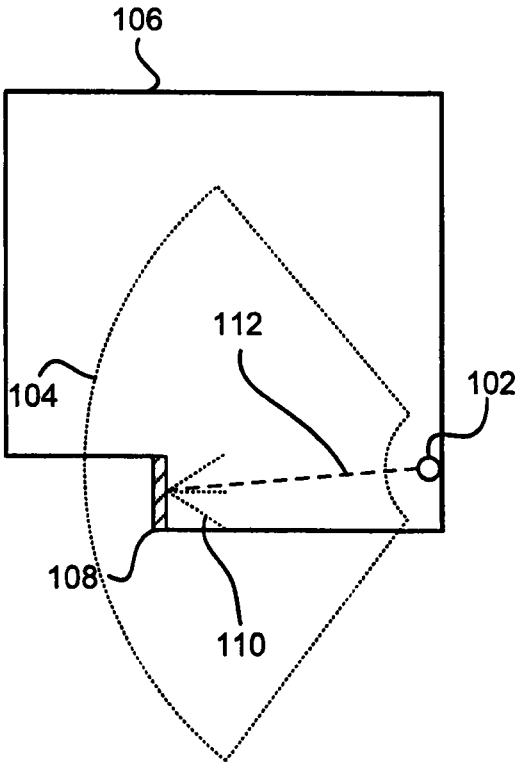


圖 1c

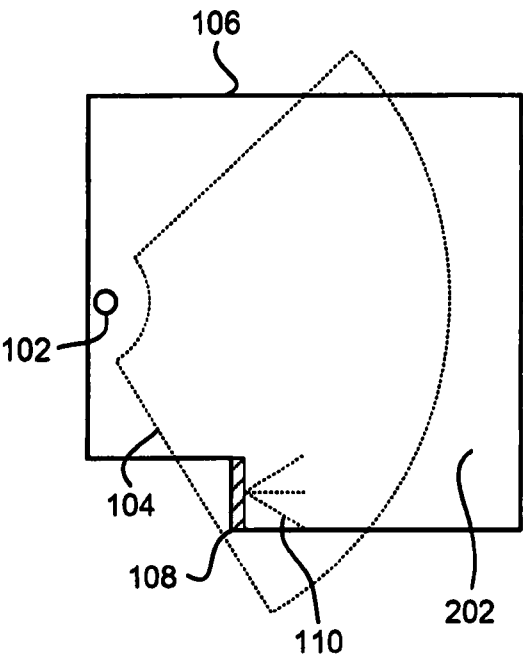


圖 2a

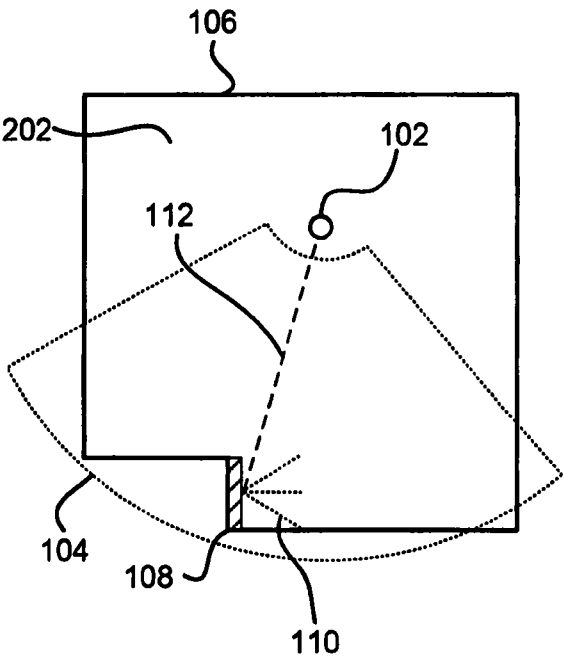


圖 2b

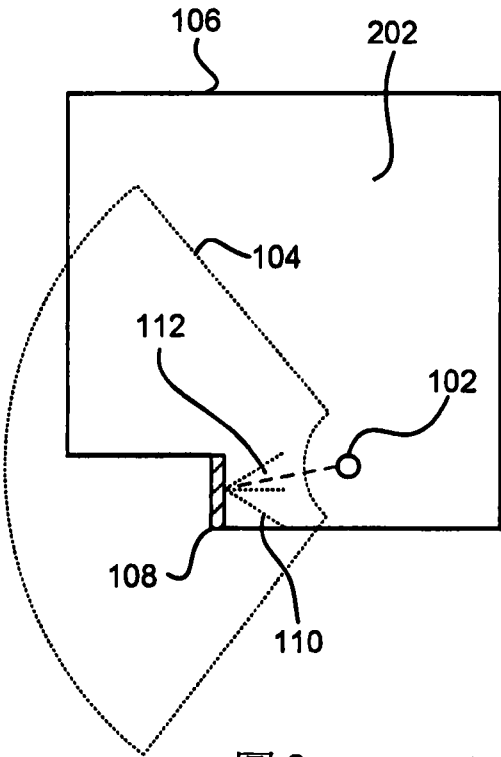


圖 2c

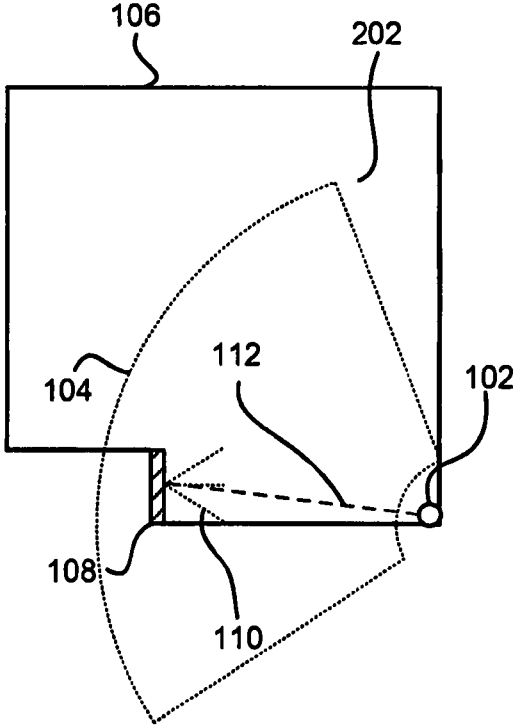


圖 2d

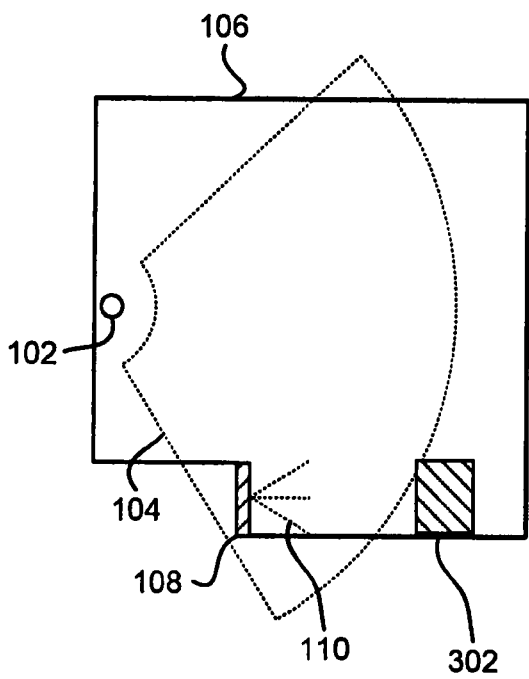


圖 3a

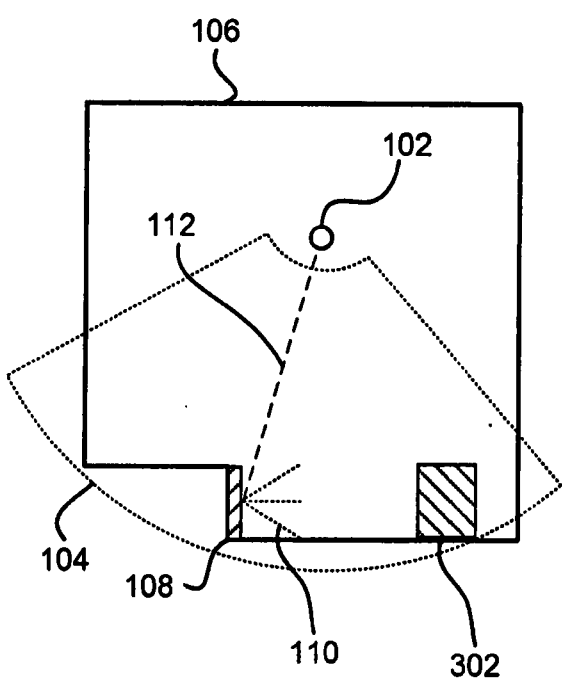


圖 3b

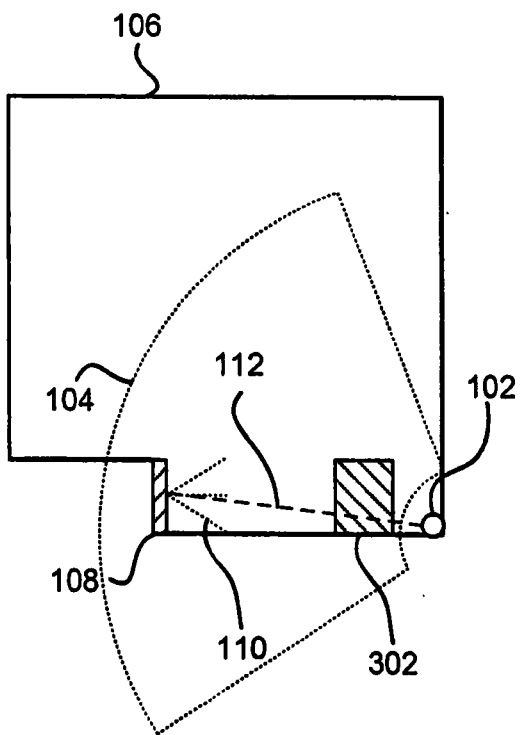


圖 3c

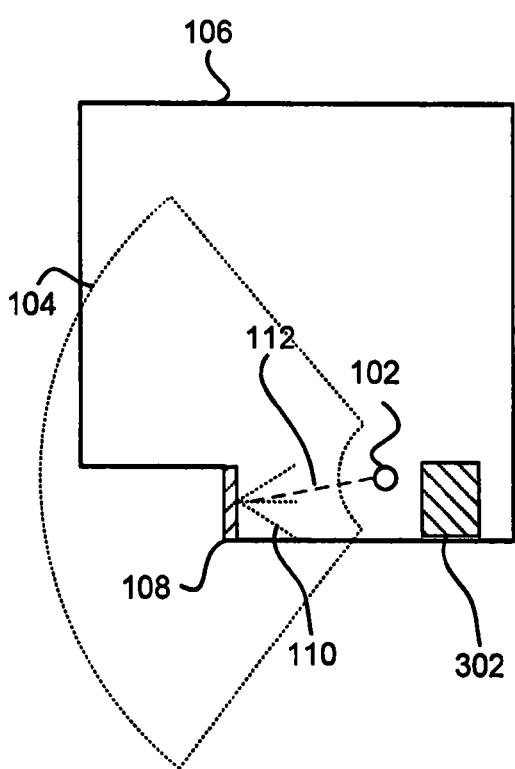


圖 3d

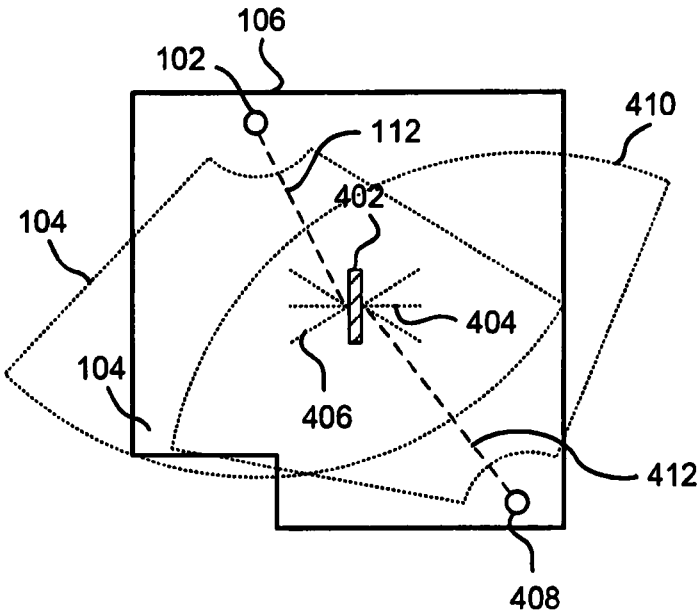


圖 4a

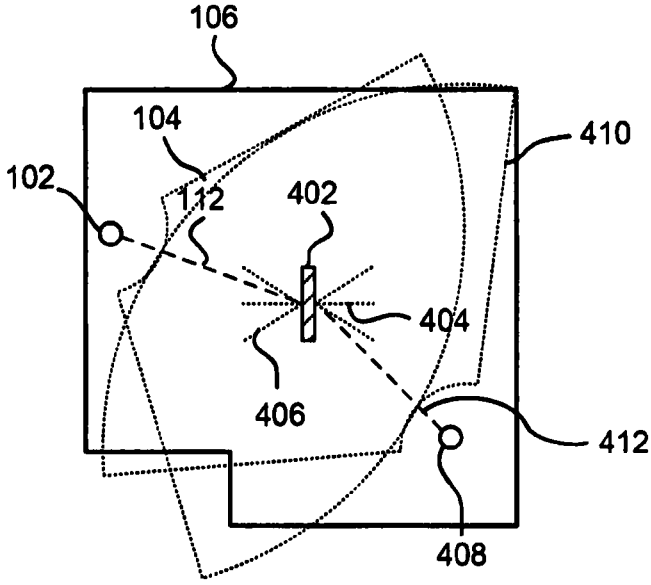


圖 4b

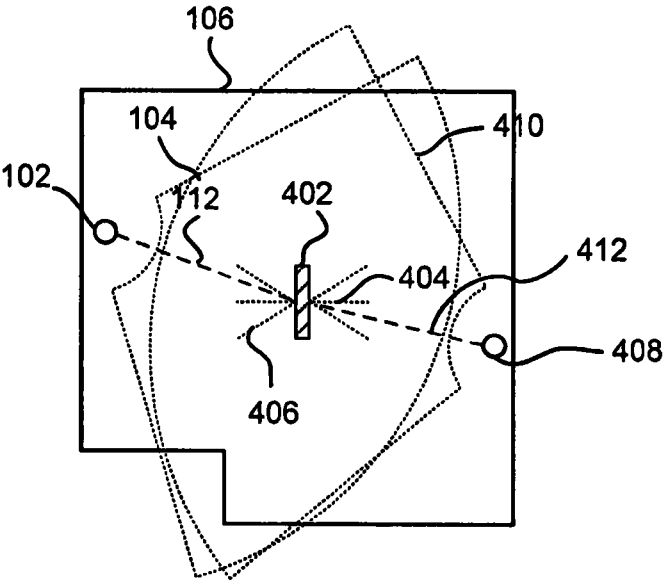


圖 4c

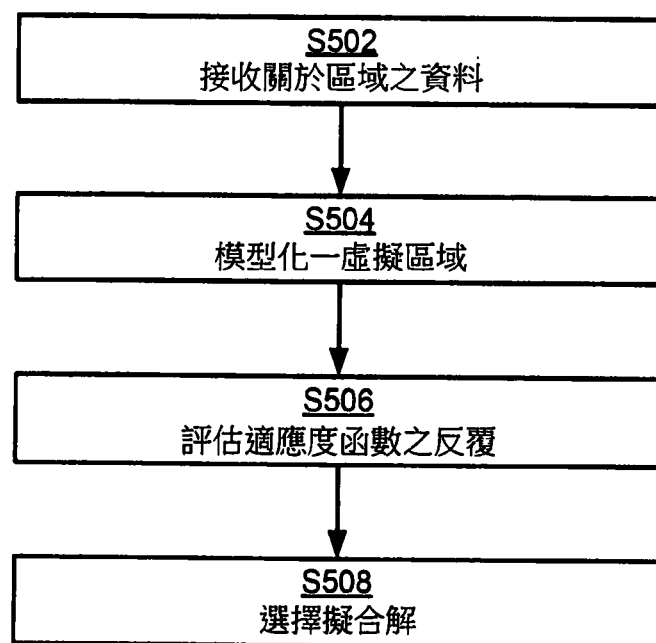


圖 5

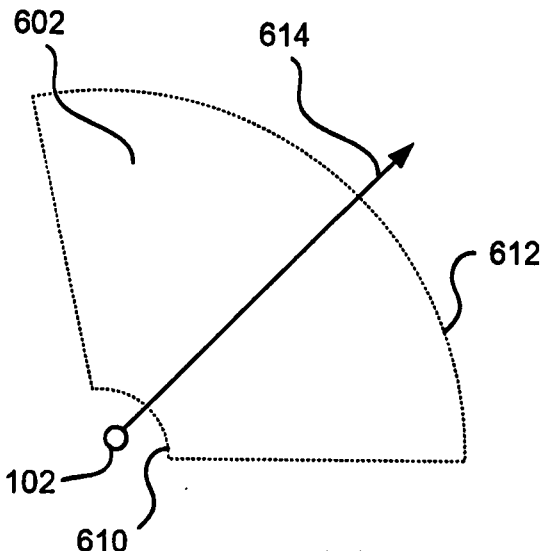


圖 6

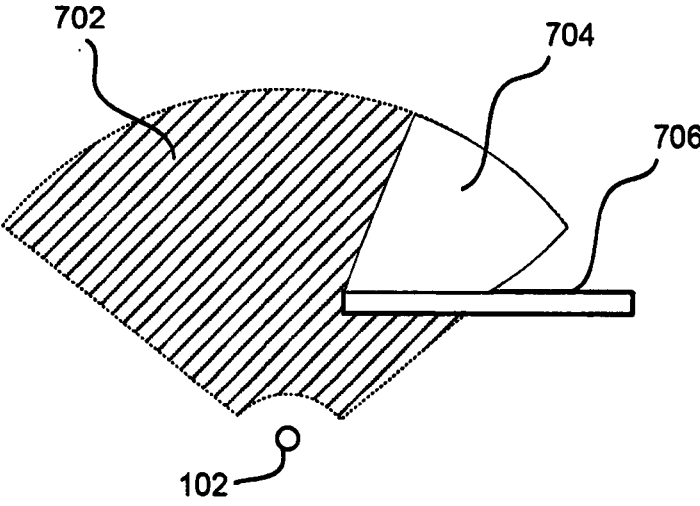


圖 7

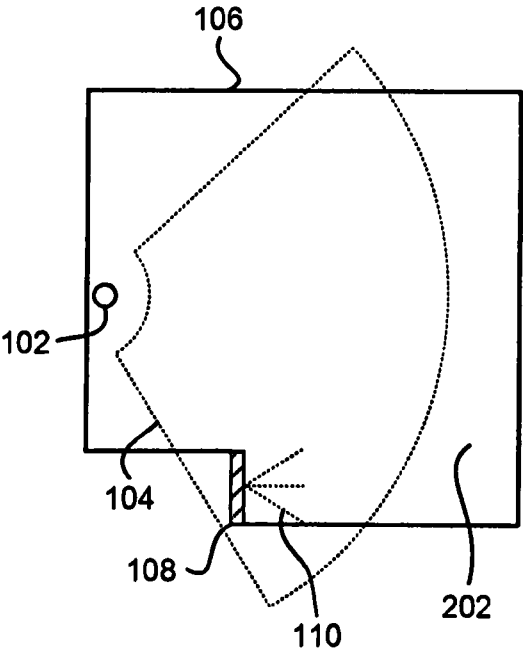


圖 8a

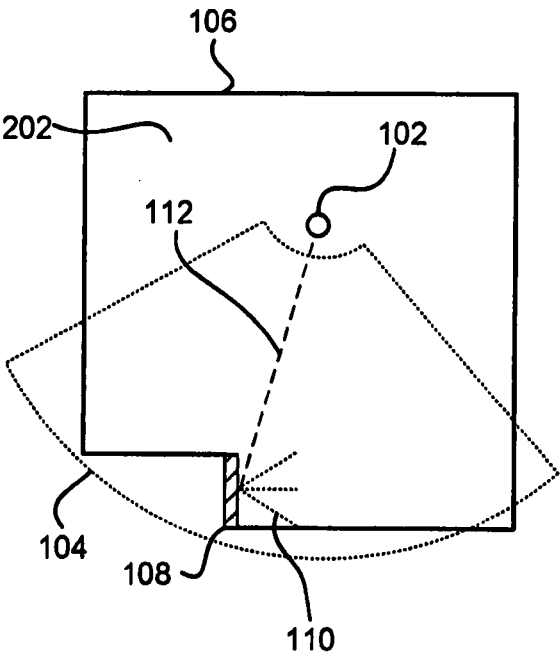


圖 8b

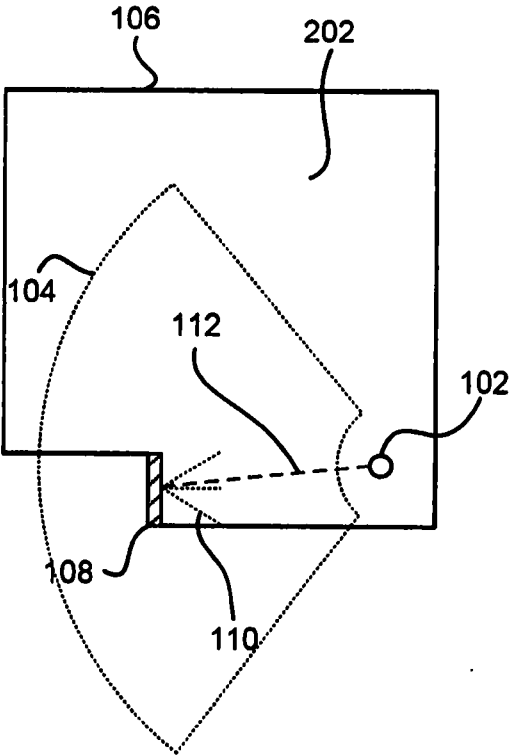


圖 8c

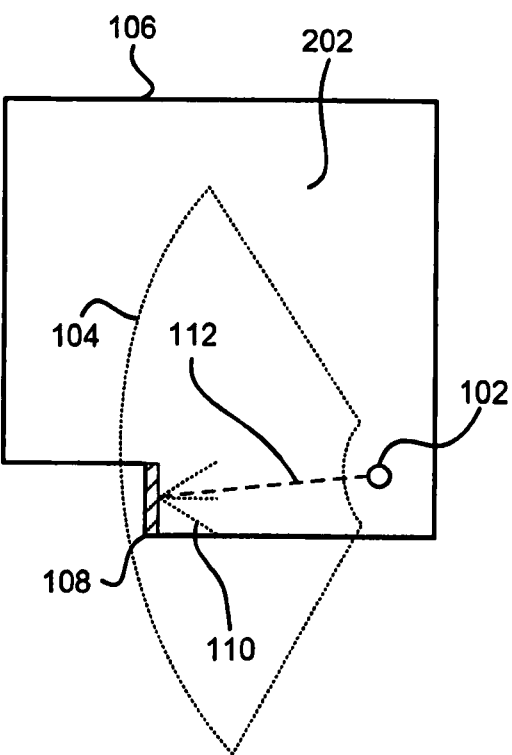


圖 8d

粒子

攝影機模型	攝影機位置		傾斜角度	水平移動角度
 M_1	X_1	Y_1	φ_1	β_1
 M_2	X_2	Y_2	φ_2	β_2
 M_3	X_3	Y_3	φ_3	β_3
...				
 M_n	X_n	Y_n	φ_n	β_n

圖 9

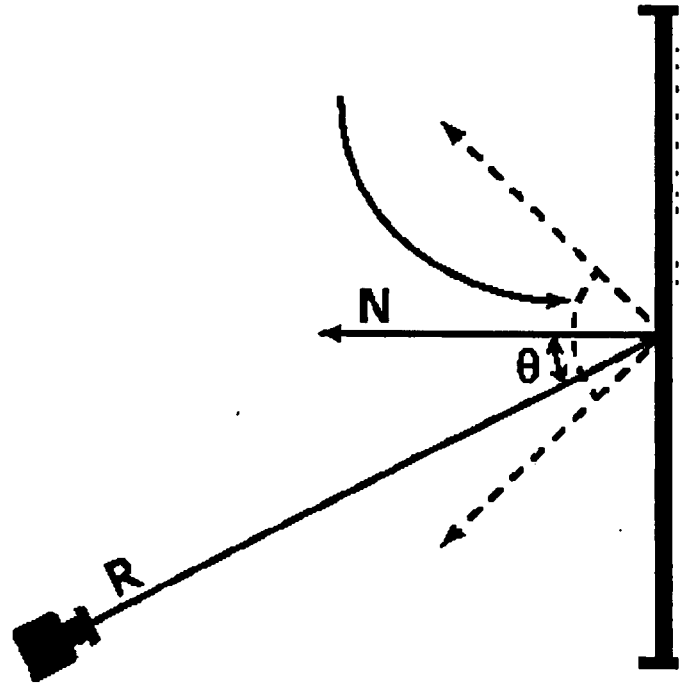


圖 10

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1a-1c）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102 監視攝影機/光學攝影機/攝影機

104 視野(FoV)

106 區域

108 監視區域/門

110 入射視角

112 模擬入射視角

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

申請專利範圍

1. 一種用以在一區域(106)中選擇複數個監視攝影機(102、408)之位置及定向之方法，該區域包括至少一監視區域(108、402)及一非監視區域(302)，該方法包括以下步驟：

由一處理器接收(S502)關於該區域(106)之資料；

由該處理器使用該資料模型化(S504)一虛擬區域之一多邊形表示(representation)；

由該處理器評估(S506)一適應度(fitness)函數之反覆(iteration)，該適應度函數包括用於計算該複數個監視攝影機(102、408)之一模擬涵蓋面積且用於計算該監視區域(108、402)之一模擬入射視角(112、412)之該複數個監視攝影機(102、408)在該虛擬區域內之位置及定向；

由該處理器選擇(S508)對該適應度函數之一擬合解(fit solution)，該擬合解包括該複數個監視攝影機(102、408)之該位置及定向，其中該選擇係基於所計算之該複數個監視攝影機(102、408)之模擬涵蓋區域(602、702)、所計算之該監視區域(108、402)之模擬入射視角(112、412)及該監視區域(108、402)之一所需入射視角(110、404、406)；

其中在每一反覆中更改該複數個監視攝影機(102、408)之至少一者在該虛擬區域內之該位置及定向之至少一者且其中評估該適應度函數之反覆直至該擬合解包括完全涵蓋該監視區域(108、402)且並不涵蓋該非監視區域(302)之一模擬涵蓋區域(602、702)，且該擬合解實現該監視區域(108、402)之該所需入射視角(110、404、406)；

其中由一粒子群最佳化(PSO)演算法執行每一反覆中之該等更

改，其中該複數個攝影機數目為 n ，其中該PSO演算法之一初始階段包含 n 個粒子之產生，每一粒子對應於該複數個攝影機中特定之一者，其中該等 n 個粒子之每一者之一初始定位包含使用一命中測試演算法來定位在該虛擬區域之一主要外多邊形內之每一粒子，排除表示該虛擬區域中一孔(hole)之任何內多邊形。

2. 如請求項1之方法，其中該PSO演算法之一反覆包含建立該等 n 個粒子之叢集，其中建立該等 n 個粒子之叢集係基於該虛擬區域中每一粒子之位置，但並不基於該粒子對應之攝影機之定向。
3. 如請求項1或2之方法，其中選擇(S508)一擬合解之步驟進一步基於藉由監視該監視區域(108、402)之該複數個監視攝影機(102、408)之至少一者擷取之一影像之一所需解析度。
4. 如請求項1或2之方法，其中該區域(106)進一步包括一空白區域(202)，且其中選擇(S508)一擬合解之該步驟進一步基於受到監視之該空白區域(202)之一百分比。
5. 如請求項1或2之方法，其中該適應度函數包括監視攝影機(102、408)之一數目且其中該擬合解進一步包括監視攝影機(102、408)之該數目。
6. 如請求項5之方法，其中在每一反覆中更改以下至少一者：在該虛擬區域內之監視攝影機(102、408)之該數目及該複數個監視攝影機(102、408)之至少一者在該虛擬區域內之該位置及該定向。
7. 如請求項1或2之方法，其中該至少一個監視攝影機(102、408)之每一者包括攝影機特徵，該等攝影機特徵包括一視野及一調焦位準之至少一者，且其中該擬合解包括該至少一個監視攝影機(102、408)之該等攝影機特徵。
8. 如請求項7之方法，其中在每一反覆中更改以下至少一者：在該虛擬區域內之該至少一個監視攝影機(102、408)之該等攝影機特

徵及該複數個監視攝影機(102、408)之至少一者在該虛擬區域內之該位置及該定向。

9. 如請求項1或2之方法，其中該適應度函數進一步包括至少兩個監視攝影機(102、408)且其中選擇(S508)一擬合解之該步驟進一步基於該至少兩個監視攝影機(102、408)之每一者針對該監視區域(402)之一所需入射視角(404、406)。
10. 如請求項1或2之方法，其中使用一有效邊演算法計算該模擬涵蓋面積。
11. 一種電腦可讀記錄媒體，已在其上記錄一程式以當在具有處理能力之一裝置上執行時實施如請求項1至10中任一項之方法。
12. 一種用以在一區域(106)中選擇複數個監視攝影機(102、408)之位置及定向之系統，該區域包括至少一監視區域(108、402)及一非監視區域(302)，該系統包括：

一或多個電腦處理器，其等經組態以：

接收(S502)關於該區域(106)之資料；

使用該資料模型化(S504)一虛擬區域之一多邊形表示；

評估(S506)一適應度函數之反覆以計算一擬合解，該適應度函數包括用於計算該複數個監視攝影機(102、408)之一模擬涵蓋面積且用於計算該監視區域(108、402)之一模擬入射視角(112、412)之該複數個監視攝影機(102、408)在該虛擬區域內之位置及定向；及

選擇(S508)對該適應度函數之一擬合解，該擬合解包括該複數個監視攝影機(102、408)之該位置及定向，其中該選擇係基於所計算之該複數個監視攝影機(102、408)之模擬涵蓋面積(602、702)、所計算之該監視區域(108、402)之模擬入射視角(112、412)及該監視區域(108、402)之一所需入射視角(110、

404、406)，

其中在每一反覆中更改該複數個監視攝影機(102、408)之至少一者在該虛擬區域內之該位置及定向之至少一者且其中評估該適應度函數之反覆直至該擬合解包括完全涵蓋該監視區域(108、402)且並不涵蓋該非監視區域(302)之一模擬涵蓋區域(602、702)，且該擬合解實現該監視區域(108、402)之該所需入射視角(110、404、406)；

其中由一粒子群最佳化(PSO)演算法執行每一反覆中之該等更改，其中該複數個攝影機數目為 n ，其中該PSO演算法之一初始階段包含 n 個粒子之產生，每一粒子對應於該複數個攝影機中特定之一者，其中該等 n 個粒子之每一者之一初始定位包含使用一命中測試演算法來定位在該虛擬區域之一主要外多邊形內之每一粒子，排除表示該虛擬區域中一孔之任何內多邊形。