



(21)申請案號：102127200

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 07 月 30 日

(51)Int. Cl. : A61B3/113 (2006.01)

G06T7/00 (2006.01)

(30)優先權：2012/07/31 日本

2012-169223

(71)申請人：獨立行政法人科學技術振興機構(日本) JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY (JP)

日本

(72)發明人：中澤篤志 NAKAZAWA, ATSUSHI (JP)；尼奇克 克莉斯丁安 NITSCHKE, CHRISTIAN (DE)

(74)代理人：丁國隆

(56)參考文獻：

JP 2011-172853A

US 4973149A

US 2003/0123027A1

US 2006/0110008A1

US 2010/0066975A1

WO 2011/117776A1

審查人員：陳珮慈

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 48 頁

(54)名稱

注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體

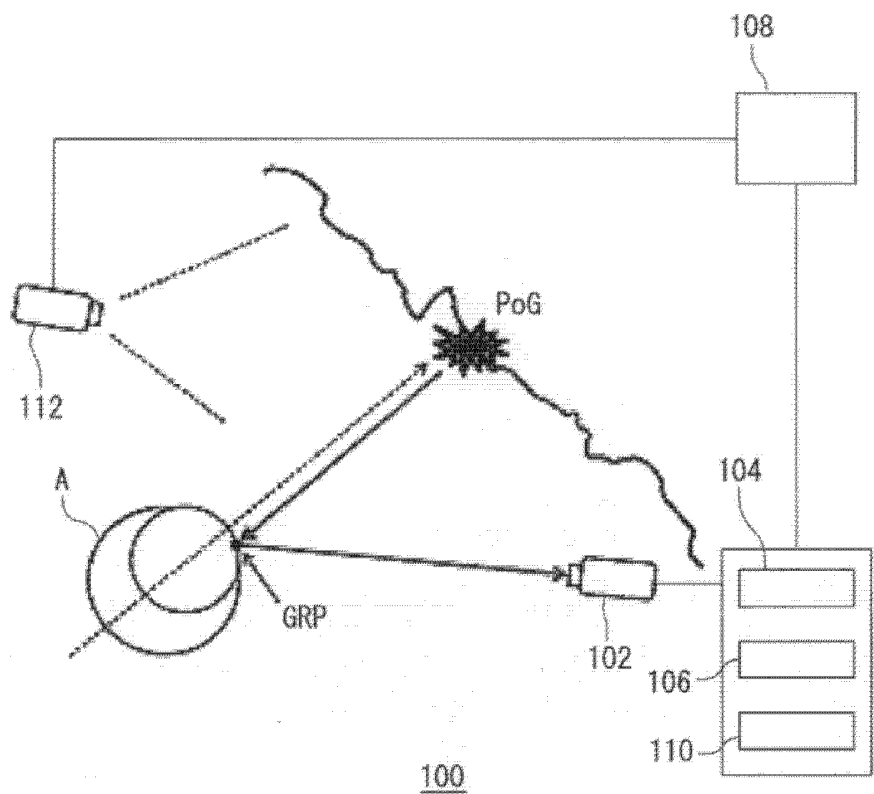
POINT-OF-GAZE DETECTION DEVICE, POINT-OF-GAZE DETECTING METHOD, PERSONAL PARAMETER CALCULATING DEVICE, PERSONAL PARAMETER CALCULATING METHOD, PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(57)摘要

本發明提供注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體。本發明的注視點檢測裝置，係一種檢測受試者對周邊環境之注視點的注視點檢測裝置，具備：眼球圖像取得手段，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定手段，其藉由眼球圖像推定來自受試者眼球的光軸方向的光所反射的第 1 反射點；修正反射點算出手段，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第 1 反射點，並算出修正之後的第 1 反射點即修正反射點；注視點檢測手段，其根據修正反射點的光與周邊環境的光進行檢測注視點。

A point-of-gaze detection device according to the present invention detects a point-of-gaze of a subject toward a surrounding environment. The device includes: an eyeball image obtaining means configured to obtain an eyeball image of the subject; a reflection point estimating means configured to estimate a first reflection point, at which incoming light in an optical axis direction of an eyeball of the subject is reflected, from the eyeball image; a corrected reflection point calculating means configured to calculate a corrected reflection point as a corrected first reflection point by correcting the first reflection point on the basis of a personal parameter indicative of a difference between a gaze direction of the subject and the optical axis

direction of the eyeball; and a point-of-gaze detecting means configured to detect the point-of-gaze on the basis of light at the corrected reflection point and light in the surrounding environment.



第1圖

- A . . . 受試者
- PoG . . . 注視點
- GRP . . . 第 1 反射點
- 100 . . . 注視點檢測裝置
- 102 . . . 眼球圖像取得手段
- 104 . . . 反射點推定手段
- 106 . . . 修正反射點算出手段
- 108 . . . 注視點檢測手段
- 110 . . . 姿勢算出手段
- 112 . . . 環境光檢測裝置

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】(中文/英文)

注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體

POINT-OF-GAZE DETECTION DEVICE, POINT-OF-GAZE
DETECTING METHOD, PERSONAL PARAMETER CALCULATING
DEVICE, PERSONAL PARAMETER CALCULATING METHOD,
PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

【技術領域】

【0001】本發明係關於檢測出受試者對周邊環境之注視點的注視點檢測裝置和注視點檢測方法，個人參數算出裝置與個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體，該個人參數算出裝置與個人參數算出方法係算出顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數。

【先前技術】

【0002】檢測出受試者的注視點係對構築現代、下一代的資訊環境而言重要且必要之技術。使用注視點資訊的使用者界面或普適/周邊(ubiquitous/ambient)環境，人的行動認識、理解或交流分析等，關於注視點檢測的技術之應用範圍甚為廣泛。因此，很多技術已被實用化，其中包括商用產品。

【0003】在非專利文獻1所記載的技術已揭示，以使用眼球表面的環境反射像之方法作為新的注視點檢測方法

。此技術中，藉由對眼球表面上反射之環境的圖像與環境攝影機所拍攝的場景點直接建立對應來實現注視點的檢測。此技術中，(1)系統設置為容易、(2)不需要對受試者安裝機器、(3)可以應付不同縱深的複雜環境等，有很多長處。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

[非專利文獻1]「使用眼球的表面反射與高速活動光投影的非安裝、不需要事先校對的注視點推定」圖像的認識、理解研討會(MIRU2011)論文集，第2011冊，pp.41-48(2011)，中澤，Nitschke，Radkov，竹村

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0005】在非專利文獻1所記載的技術需要求出在眼球表面上反射來自視線方向之光的反射點的方法。藉由比較眼球圖像中的反射點的圖像特徵與環境圖像的圖像特徵，能夠推定環境中的注視點。

【0006】此技術中，假定眼球的光軸方向與受試者的視線方向為相同。然而，因實際上眼球的光軸方向與受試者的視線方向具有個人差異，所以注視點的推定在精度上有限。

【0007】本發明係鑒於上述課題而完成者，其目的在於提供一種考量到顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數的注視點檢測裝置、注視

點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體。

[解決課題之手段]

【0008】本發明係為一種注視點檢測裝置，該注視點檢測裝置檢測出受試者對周邊環境的注視點，其中包含：眼球圖像取得手段，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定手段，其藉由眼球圖像推定來自受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；修正反射點算出手段，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，並算出修正之後的第1反射點即修正反射點；以及注視點檢測手段，其根據修正反射點的光與周邊環境的光，檢測注視點。

【0009】於一實施方式中，注視點檢測裝置包含從眼球圖像算出眼球姿勢之姿勢算出手段，反射點推定手段係根據眼球的姿勢與幾何模式進行推定第1反射點。

【0010】於一實施方式中，反射點推定手段係根據受試者的視線方向平行於受試者的眼球的光軸方向之假定模式，進行推定第1反射點。

【0011】於一實施方式中，周邊環境的光為LED陣列投影機的光。

【0012】於一實施方式中，周邊環境的光為圖案發光標誌的光。

【0013】本發明係為一種注視點檢測方法，該注視點檢測方法檢測受試者對周邊環境的注視點，具有：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定

步驟，其藉由眼球圖像推定來自眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；修正反射點算出步驟，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，而算出修正之後的第1反射點即修正反射點；注視點檢測步驟，其根據修正反射點的光與周邊環境的光進行檢測注視點。

【0014】本發明係為一種個人參數算出裝置，該個人參數算出裝置算出顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數，具有：眼球圖像取得手段，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定手段，其藉由眼球圖像推定來自眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；反射點檢測手段，其藉由眼球圖像檢測來自注視點的光所反射的第2反射點；個人參數算出手段，其根據第1反射點與第2反射點算出受試者的個人參數。

【0015】於一實施方式中，個人參數算出裝置具備從眼球圖像算出眼球姿勢的姿勢算出手段，其中反射點推定手段係根據眼球的姿勢與眼球的幾何模式推定第1反射點。

【0016】於一實施方式中，反射點推定手段根據受試者的視線方向係平行於受試者的眼球之光軸方向的假定模式推定第1反射點。

【0017】本發明係為一種個人參數算出方法，該個人參數算出方法係算出顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數，包含：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定步驟，其

藉由眼球圖像推定來自受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；反射點檢測步驟，其藉由眼球圖像檢測來自受試者的注視點的光所反射的第2反射點；個人參數算出步驟，其根據第1反射點與第2反射點，算出受試者的個人參數。

【0018】本發明係為一種程式，該程式使電腦執行檢測受試者對周邊環境的注視點之注視點檢測處理，包含：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定步驟，其藉由眼球圖像推定來自受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；修正反射點算出步驟，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，而算出修正之後的第1反射點即修正反射點；以及注視點檢測步驟，其根據修正反射點的光與周邊環境的光檢測注視點。

【0019】本發明係為一種程式，該程式使電腦執行算出顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數的個人參數算出處理，包含：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定步驟，其藉由該眼球圖像推定來自受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；反射點檢測步驟，其藉由眼球圖像檢測來自受試者的注視點的光所反射的第2反射點；以及個人參數算出步驟，其根據第1反射點與第2反射點，算出受試者的個人參數。

【0020】本發明係為一種電腦可讀取的記錄媒體，該電腦可讀取的記錄媒體係記錄有用以使電腦執行檢測受

試者對周邊環境之注視點的注視點檢測處理的程式，其中該程式包含：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定步驟，其藉由眼球圖像推定來自受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；修正反射點算出步驟，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，而算出修正之後的第1反射點即修正反射點；以及注視點檢測步驟，其根據修正反射點的光與周邊環境的光，檢測注視點。

【0021】本發明係為一種電腦可讀取的記錄媒體，該電腦可讀取的記錄媒體記錄使電腦執行算出顯示受試者的視線方向與受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數，其中該程式包含：眼球圖像取得步驟，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定步驟，其藉由眼球圖像推定來自眼球的光軸方向的光所反射的第2反射點；反射點檢測步驟，其藉由眼球圖像檢測來自受試者的注視點的光所反射的第1反射點；以及個人參數算出步驟，其根據第1反射點與第2反射點，算出受試者的個人參數。

【圖式簡單說明】

【0022】

第1圖為表示本發明實施方式1之注視點檢測裝置的示意圖。

第2圖為表示本發明實施方式1之注視點檢測裝置的動作的流程圖。

第 3 圖 (a)~(c) 爲表示藉由暗瞳孔法的眼睛輪廓檢測結果。

第 4 圖爲用以說明利用眼睛的投影像而進行的眼球姿勢推定的示意圖。

第 5 圖 (a)、(b) 爲表示眼球的表面反射與反射點之關係的示意圖。

第 6 圖 (a)~(d) 爲表示 LED-AP 之構成的照片。

第 7 圖 (a)~(c) 爲用以表示對成爲光源的 LED 的識別進行說明的示意圖。

第 8 圖 (a)、(b) 爲表示圖案發光標誌的構成以及眼球的反射像的示意圖。

第 9 圖爲表示本發明的實施方式 2 之個人參數算出裝置的示意圖。

第 10 圖爲表示本發明的實施方式 2 之個人參數算出裝置的動作的流程圖。

第 11 圖爲表示注視點推定角度誤差的表。

第 12 圖爲表示在條件 1 之下的注視點推定結果的圖表。

第 13 圖爲表示在條件 2 之下的注視點推定結果的圖表。

【實施方式】

[實施發明之形態]

【0023】以下，參照圖面針對本發明的注視點檢測裝

置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置以及個人參數算出方法的實施方式進行說明。但是，本發明並不侷限於以下的實施方式。

【0024】[實施方式1：注視點檢測]

第1圖為表示，本發明實施方式1的注視點檢測裝置100的示意圖。注視點檢測裝置100檢測出受試者A對周邊環境的注視點PoG。所謂周邊環境係受試者A的周邊空間，可以為由XY座標表示的空間或由XYZ座標表示的空間。注視點檢測裝置100包含：取得受試者A的眼球圖像的眼球圖像取得手段102、反射點推定手段104、修正反射點算出手段106、以及注視點檢測手段108。注視點檢測裝置100進一步可以具備環境光檢測裝置112。

【0025】眼球圖像取得手段102，例如為數位照相機、CCD照相機或旋轉變焦式攝影機(PTZ攝影機)，能夠檢測可見光區域的光。眼球圖像取得手段102取得在靜止狀態的受試者A之眼球或在活動狀態的受試者A之眼球。反射點推定手段104藉由眼球圖像推定來自受試者A的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點GRP(Gaze Reflection Point)。注視點檢測裝置100進一步可以具備：從眼球圖像算出眼球的姿勢之姿勢算出手段110。

反射點推定手段104根據眼球的姿勢與幾何模式，從眼球圖像推定第1反射點GRP。

【0026】修正反射點算出手段106根據顯示受試者A的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數進行修正第1反射點GRP，算出修正之後第1反射點的修正反射點

cGRP(corrected GRP)。

【0027】環境光檢測裝置 112 是例如數位照相機、CCD 照相機、旋轉變焦式攝影機，能夠檢測出可見光區域的光。環境光檢測裝置 112 能夠檢測出受試者 A 所注視之受試者 A 的周邊環境的光。周邊環境的光形成周邊環境的圖像。注視點檢測手段 108 根據修正反射點 cGRP 的光與周邊環境的光進行檢測注視點 PoG。例如，注視點檢測手段 108 對照藉由修正反射點算出手段 106 所算出的修正反射點 cGRP 的光與藉由環境光檢測裝置 112 所檢測的周邊環境之光，而進行檢測注視點 PoG。

反射點推定手段 104、修正反射點算出手段 106、注視點檢測手段 108、姿勢算出手段 110、例如可以為個人電腦等電子計算機。

【0028】此外，注視點檢測手段 108 根據修正反射點 cGRP 的光與周邊環境的光檢測出注視點 PoG，但是周邊環境的光的檢測並不侷限於用環境光檢測裝置 112 來檢測。

【0029】例如，注視點檢測裝置 100 可以具備投影手段與投影光檢測手段來代替環境光檢測裝置 112。投影手段具有光源，對周邊環境投影光。投影手段例如為投影機。投影手段，例如，可投影對周邊環境顯示景色的可見光或者顯示格雷碼圖案的可見光。如參照附件的圖 B1 和圖 B2 對此詳細說明，投影手段也可以為 LED 陣列投影機。在周邊環境為房間內的牆壁的情況下，投影手段把光投影在房間的牆壁。在周邊環境為山的岩壁的情況下，

投影手段把光投影在凹凸的岩壁。進一步，若投影手段為三維影像裝置，在除了空氣以外沒有任何東西存在的空間中，能夠投影由點陣列所形成之作為真實的三維影像。

【0030】投影光檢測手段檢測出從投影手段所投影的投影光。投影光檢測手段，例如數位照相機或者CCD照相機，能夠檢測出可見光區域的光。注視點檢測裝置108對照藉由修正反射點裝置106所算出的修正反射點cGRP的光與藉由投影光檢測手段所檢測的投影光，而進行檢測注視點PoG。

【0031】進一步舉例，注視點檢測裝置100可以具備顯示手段來代替環境光檢測裝置112。表示手段顯示周邊環境的光。顯示手段是，例如，發光的顯示面板或顯示器畫面。如參照附件的圖B1和圖B2對此詳細說明，顯示手段也可以為圖案發光標誌。以周邊環境的光作為顯示在顯示手段的顯示像數據發送到注視點檢測手段108。注視點檢測手段108對照藉由修正反射點手段106所算出的修正反射點cGRP的光與藉由顯示手段所顯示的顯示像的光，而進行檢測注視點PoG。

【0032】第2圖為表示注視點檢測裝置100之動作的流程圖。參照第1圖與第2圖對注視點檢測方法進行說明。如下所示，藉由注視點檢測裝置100執行從步驟202到步驟208則實現本發明實施方式1的注視點檢測處理。

【0033】步驟202：眼球圖像取得手段102取得受試者A的眼球圖像。

步驟204：反射點推定手段104藉由眼球圖像推定來

自受試者 A 的眼球的光軸方向入射的光所反射的第 1 反射點 GRP。

步驟 206：修正反射點算出手段 106 根據個人參數進行修正第 1 反射點 GRP，並算出被修正之後的第 1 反射點之修正反射點 cGRP。

步驟 208：注視點檢測手段 108 根據修正反射點 cGRP 的光與周邊環境的光，進行檢測注視點 PoG。

【0034】此外，實現注視點檢測處理的裝置，並不侷限於注視點檢測裝置 100。注視點檢測裝置 100 只要有具備眼球圖像取得裝置 102、反射點推定裝置 104、修正反射點裝置 106 以及注視點檢測裝置 108 之功能，可以為任意的裝置。例如，注視點檢測方法也可以由個人電腦來實現。又可以由構成注視點檢測裝置 100 的一部分之個人電腦來實現。

【0035】在藉由個人電腦實現注視檢測方法的情況下，注視點檢測方法由注視點檢測處理程式的形式來執行。該個人電腦具備儲存器和中央處理器。該儲存器儲存注視點檢測處理程式。該中央處理器從該儲存器讀取注視檢測處理程式，以使具有眼球圖像取得手段 102 的機能之手段執行步驟 202 的方式，更進一步以使具有反射點推定手段 104 的機能之手段執行步驟 204 的方式，對每一個具有眼球圖像取得手段 102 以及反射點推定手段 104 的機能之手段進行控制。

【0036】該中央處理器進一步從該儲存器讀取注視檢測處理程式，以使具有修正反射點算出手段 106 的機能之

手段執行步驟206的方式，更進一步以使具有注視點檢測手段108的機能之手段執行步驟208的方式，對每一個具有修正反射點算出手段106以及注視點檢測手段108的機能之裝置進行控制。

【0037】藉由從記錄有注視點檢測處理程式的、個人電腦的外部之記錄媒體讀出注視點檢測處理程式，能夠安裝在該個人電腦的儲存器。作為個人電腦外部的記錄媒體，可以使用軟碟、CD-ROM、CD-R、DVD、MO等任意媒體。另，經由網際網路等任意網路下載注視點檢測處理程式，以能夠安裝在該個人電腦的儲存器。

【0038】以下，對注視點檢測裝置100以及注視點檢測方法的細節進行說明。在本實施方式中，導入眼球的幾何模式。附件的圖A1為表示眼球的示意圖，附件的圖A2為表示眼球的近似幾何模式。眼球並不是單一的球面，而是由角膜部分的球面(角膜球面)與眼球本體(眼球面)的兩個不同球面近似地構成。在近似幾何模式使用規定的值(眼睛半徑 $r_L=5.6\text{mm}$ ，角膜球半徑 $r_C=7.7\text{mm}$)。近似幾何模式在幾何方面單純又在解析方面容易處理。在眼球表面反射解析上認為具有充分的精度。

【0039】在本實施方式，從眼球圖像推定第1反射點GRP之前，先推定眼球的姿勢。姿勢算出手段110檢測瞳孔的輪廓與眼睛的輪廓，並從眼球圖像算出眼球的姿勢。瞳孔的輪廓與眼睛的輪廓之檢測以利用紅外光而實現。首先，利用暗瞳孔法擷取瞳孔區域。暗瞳孔法是利用瞳孔與其他區域之間的光之反射、吸收特性之不同的手

法。詳細內容可以參考下列文獻。

【0040】R. Kothari及J. L. Mitchell: “Detection of eye locations in unconstrained visual images”, Proc. Int. Conf. on Image Processing(ICIP), pp.519-522(1996).

【0041】第3圖為表示暗瞳孔法之眼睛輪廓的檢測結果。第3圖(a)為表示第1幀，第3圖(b)表示第2幀(紅外光點燈)，第3圖(c)為表示瞳孔以及眼睛輪廓的檢測結果。在第3圖(c)中，白色實線表示眼睛輪廓，在於白色實線內側的白色點線表示由暗瞳孔法所得到的瞳孔輪廓，白色○標誌表示眼睛輪廓的中心，白色×標誌表示角膜球面的中心，而白色△標誌表示第1反射點GRP。

【0042】被安裝在眼球圖像取得手段102的紅外LED，在第1幀(frame)變成關閉狀態，在第2幀變成打開狀態。眼球區域中，因瞳孔會吸收來自外部的光而在兩幀中都被映照得黑暗，但是其他區域會反射光而在第2幀中映照得明亮。藉由取得第1幀與第2幀的攝影圖像之差分，把值小的區域可以當作為瞳孔區域。

【0043】第4圖為用以說明利用眼睛的投影像而進行推定眼球姿勢的示意圖。參照第4圖繼續說明。對瞳孔區域的輪廓適用RANSAC的橢圓偵測，獲得橢圓 $B(x, y, c_x, c_y, a, b, \phi)$ 。但是， (c_x, c_y) 為中心位置， a 、 b 為短徑以及長徑， ϕ 為旋轉角。利用瞳孔輪廓的推定結果進行兩個步驟的最小化，而推定眼睛輪廓。

【0044】步驟S1：利用瞳孔的中心以及旋轉角 (c_x, c_y, ϕ) ，只使直徑的參數 (a, b) 產生變化而使以下函數

變成最小化，並獲得眼睛的直徑之初始參數 a_0 、 b_0 。

$$\begin{aligned} eval(c_x, c_y, a, b, \phi) &= \sum_{x,y} E_x(x, y) \cdot sgn(c_x - x) \cdot \\ &\quad B(x, y, c_x, c_y, a, b, \phi) \quad (1) \\ [a_0, b_0] &= \arg \max_{a,b} eval(c_x, c_y, a, b, \phi) \quad (2) \end{aligned}$$

【0045】在此 $E_x(x, y)$ 為輸入圖像的 X 微分，並且為 $a_0 > a, b_0 > b$ 。只使用圖像的 X 微分是為了避免對眼瞼的影響。另， $sgn(c_x - x)$ 是為了評價從眼睛的中心座標朝外側方向具有黑眼變成白眼的變化。

【0046】步驟 S2：利用所獲得的直徑之初始個人參數，以相同的評價函數收斂橢圓的所有參數，並獲得眼睛輪廓的參數 $(c'_x, c'_y, a', b', \phi')$ 。

【0047】利用這些參數，在以下的數式(3)中求得視線方向 g 。

$$g = \begin{bmatrix} \sin \tau \sin \phi & -\sin \tau \cos \phi & -\cos \tau \end{bmatrix}^T. \quad (3)$$

在此 τ 表示眼睛之縱深方向的傾斜，能夠以 $\tau = \pm \arccos(r_{\min}/r_{\max})$ 求之。並且在此利用由 L 到 C 的已知的長度 $d_{LC}(=5.6\text{mm})$ 與視線向量 g 可以求得角膜球面的中心點 C。

【0048】反射點推定手段 104 係利用所得到的眼球的 3 維姿勢，推定來自注視點 PoG 的光在眼球表面所反射的

點(第1反射GRP)。眼球圖像取得手段102的眼球表面反射像的攝影可以視為與反射光學系(Catadioptic system)相同，第1反射點GRP可以使用反射球面的角膜球面的幾何模式與從眼球圖像取得手段102所得到的眼球姿勢而求之。在非專利文獻1有揭示透視投影模式與弱透視投影模式作為第1反射點GRP的推定模式。

【0049】舉例敘述在本實施方式中活用弱透視投影模式作為第1反射點GRP的模式。在眼球表面的光之入射、反射，可以認為在一個平面內發生。在弱透視投影模式的情況下，此面包含眼睛的投影像(橢圓)的短軸，對圖像面成垂直的平面。來自受試者A的注視點PoG的光假定為從眼球的光軸方向來的光，光線的途徑如第5圖(a)所示。第5圖(a)為表示與視線方向(眼球光軸方向)平行地從受試者A的注視點PoG入射的光在角膜表面反射，並入射到眼球圖像手段102的狀態。參照第5圖(a)，利用在角膜表面上的反射關係會得到以下的式子。

$$\begin{aligned} C \cdot n_s &= g \cdot n_s, \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}^T, \\ g &= \begin{bmatrix} \cos \tau & \sin \tau \end{bmatrix}^T, \quad n_s = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \end{bmatrix}^T. \end{aligned} \quad (4)$$

【0050】在此，利用表示眼球光軸方向的 τ 可以得到表示第1反射點GRP的角度 θ 。

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan((1 - \sin \tau) / \cos \tau) \\ &= \tau/2. \end{aligned} \quad (5)$$

【0051】再者，求取弱透視投影之局部投影面上的眼睛的中心與第1反射點GRP之間的距離 $|I_S - I_L|$ 時，則，

$$|I_S - I_L| = r_c \sin \theta - d_{LC} \sin \tau. \quad (6)$$

其次，考量到以眼睛的中心視為物體中心的弱透視投影時，在眼球圖像的第1反射點GRP的位置 i_s 可由以下求之。

$$i_s = i_L + s \cdot v_{sm} |I_S - I_L|, \quad s = r_{\max}/r_L, \quad (7)$$

在此 s 為弱透視投影的比例因子，而 i_L 為表示眼睛中心的座標， v_{sm} 為表示眼睛的投影像(橢圓)的短軸之2維向量。

【0052】修正反射點算出手段106在眼球的姿勢推定所得到的眼睛中心座標系 R_e ，藉由只旋轉個人參數(δx 、 δy)而修正第1反射點GRP，並算出作為修正之後的第1反射點即修正反射點cGRP。具體而言，如下式，

$$\tau^* = \arccos(e_z^T R_c^* e_z), \quad (8)$$

$$v_{sm}^* = \left(\begin{bmatrix} e_x^T \\ e_y^T \end{bmatrix} R_e^* e_y \right) / \left| \begin{bmatrix} e_x^T \\ e_y^T \end{bmatrix} R_e^* e_y \right| \quad (9)$$

$$R_c^* = R_x(\delta x) R_y(\delta y) R_c, \quad (10)$$

其中 R_x 以及 R_y 為表示繞 x 軸、 y 軸的旋轉之行列。在此得到的 τ^* 作為 τ 代入算式(6)，進一步以 v_{sm}^* 作為 v_{sm} 代入算式(7)，則求得修正反射點cGRP。

【0053】注視點檢測手段108根據修正反射點cGRP的

光與周邊環境的光，檢測出注視點PoG。例如，注視點檢測手段108將表示修正反射點cGRP的光之數位資料與表示周邊環境的光之數位資料建立對應，並從建立對應的數位數據檢測包含在周邊環境的注視點PoG。此外，在本說明書中，受試者A的注視點PoG為表示受試者A所注視的點、區域或部分。

【0054】本實施方式中，例如，藉由主動照明法能夠得到表示周邊環境的光之數位數據。主動照明法，例如可以藉由裝備LED陣列投影機(LED-AP)或圖案發光標誌而執行。

【0055】附件的圖B1和圖B2為表示利用LED-AP的系統構成與利用圖案發光標誌的系統構成。附件的圖B1是利用LED-AP的系統構成，而藉由LED-AP把光高速投影在場景。以眼球圖像取得手段102取得照在眼球表面的反射光而推定注視點PoG，可以把注視點PoG作為場景中的任意之點而得之。

【0056】附件的圖B2為利用圖案發光標誌的系統構成，在此構成中把標誌裝設在注視對象物體，以求取是否注視其物體，或者是否注視複數的對象物體之中的任何一個。雖然所得到的注視資訊以對象物體為單位，但只要在對象物體上裝設小型的標誌即可，能夠以更簡易的構成實現注視點推定。此外，亦具有所得到的注視數據的後續解析變得容易之優點。

【0057】第6圖為表示LED-AP的構成。第6圖(a)為表示LED陣列(42LED)單元，包含高亮度LED(可見光或紅外

光)以及用於聚光的菲涅爾透鏡。第6圖(b)為表示LED陣列(9LED)單元。第6圖(c)及第6圖(d)為表示實驗環境及照光圖案。

【0058】LED-AP係包含配置成格子狀的高亮度LED群、透鏡、控制器。每一個LED能夠以0.05ms控制閃光，且每一個LED可以投影不同時間序列(time serious)的二值圖案。另，由於可以個別改變每一個LED的方向，能夠以覆蓋廣泛區域的方式來配置照明光。

【0059】使每一個LED的時間序列(time serious)照明圖案具備獨特的ID，可以由照相機的拍攝圖像列復原ID並認定作為光源的LED(第7圖)。另一方面，環境中的空間解析度因由LED的數量決定故有其限。為了彌補此缺點，由組合線形內插來推定注視點PoG。也就是說，在眼球反射圖像中，求出靠近第1反射點GRP的3個LED之投影點，並求出3個LED的投影點與第1反射點GRP之間的相對位置關係。從環境圖像中也求出各LED的投影點，並利用與第1反射點GRP之間已得到的相對位置關係，推定環境圖像中的注視點PoG。處理的過程為如下。

【0060】首先，從眼球反射圖像列進行時間序列(time serious)代碼的復原，求出各畫素的ID。基於所復原的ID進行標號，求出具有超過一定面積的標誌，且將其重心位置作為相對於各LED的表面反射點。LED-AP安裝有可見光LED或紅外LED。因此，能夠在受試者沒有感覺到投影光的情況下推定注視點PoG。

【0061】第8圖為表示圖案發光標誌的構成及眼球的

反射像。如第 8 圖 (a) 所示，圖案發光標誌構成爲如使 LED-AP 的每一個 LED 獨立，並具備微控制器與紅外線 LED。圖案發光標誌將每一個標誌發光其不同時間序列 (time serious) 的圖案。使標誌安裝在注視對象物體上，能夠判定受試者 A 是否注視其對象物體。

【0062】第 8 圖 (b) 爲表示兩種對象物體在受試者 A 的前面移動的狀況。每一個對象物體都有安裝圖案發光標誌。白色的橢圓表示眼睛輪廓，白色的四角框表示第 1 反射點 GRP。可以理解在圖案發光標誌中的 1 個與第 1 反射點 GRP 爲一致。

【0063】由於每一個標誌均安裝有微控制器，故藉由即時時脈進行同步而可以保持所同步的發光圖案。從此標誌的眼球表面上的第 1 反射點 GRP 與修正反射點 cGRP 的位置關係，能夠計算標誌與視線方向的角度，因此，藉由進行角度的閾值處理等可以判定是否有在注視。

【0064】[實施方式 2：算出個人參數]

第 9 圖係爲表示本發明實施方式的個人參數算出裝置 200 的示意圖。個人參數算出裝置 200 係算出表示受試者 A 的視線方向與受試者 A 的眼球之光軸方向之差的個人參數。個人參數算出裝置 200 包含：取得受試者 A 的眼球圖像的眼球圖像取得手段 102、從眼球圖像推定來自眼球的光軸方向的光所反射的第 1 反射點 GRP 的反射點推定手段 104、從眼球圖像檢測出來自受試者 A 的注視點 PoG 的光所反射的第 2 反射點 CRP (Calibration reflection point) 的反射點檢測手段 206、以及根據第 1 反射點 GRP 與

第2反射點CRP，算出受試者A的個人參數的個人參數算出手段208。

【0065】此外，眼球圖像取得手段102與參照第1圖所說明的眼球圖像取得手段102具有同樣的機能，而反射點推定手段104與參照第1圖所說明的反射點推定手段104具有同樣的機能，故省略詳細說明。

【0066】第10圖為表示個人參數算出裝置200之動作的流程圖。參照第9、10圖對個人參數算出方法進行說明。如下列所示，藉由個人參數算出裝置200執行步驟302至步驟308實現本發明的實施方式2的個人參數算出處理。

【0067】步驟302：眼球圖像取得手段102係取得受試者A的眼球圖像。

步驟304：反射點推定手段104係從眼球圖像推定第1反射點GRP。

步驟306：反射點檢測手段206係從眼球圖像檢測來自受試者A的注視點PoG的光所反射的第2反射點CRP。

步驟308：個人參數算出手段208係根據第1反射點GRP與第2反射點CRP，算出受試者A的個人參數。

【0068】此外，實現個人參數算出處理的裝置並不侷限於個人參數算出裝置200。只要是具備眼球圖像取得手段102、反射點推定手段104、反射點檢測手段206以及個人參數算出手段208之機能的裝置，可以為任意的裝置。例如，個人參數的算出方法也可以由個人電腦來實現。另，也可以由個人電腦來實現，該個人電腦為構成個人

參數算出裝置 200 的一部分。

【0069】在藉由個人電腦實現個人參數的算出方法的情況下，以個人參數算出處理程式的形式來執行個人參數的算出方法。該個人電腦具有儲存器與中央處理器。該儲存器儲存個人參數算出處理程式。該中央處理器從該儲存器讀取個人參數算出處理程式，以具有眼球圖像取得手段 102 的機能之手段執行步驟 302 的方式，進一步以具有反射點推定手段 104 的機能之手段執行步驟 304 的方式，控制每一個具有眼球圖像取得手段 102 以及反射點推定手段 104 的機能之手段。

【0070】該中央處理器進一步從該儲存器讀取個人參數算出處理程式，以具有反射點檢測手段 206 的機能之手段執行步驟 306 的方式，進一步以具有個人參數算出手段 208 的機能之手段執行步驟 306 的方式，控制每一個具有反射點檢測手段 206 以及個人參數算出手段 208 的機能之裝置。

【0071】藉由從記錄有個人參數算出處理程式的個人電腦外部之記錄媒體讀取個人參數算出處理程式，而可安裝在該個人電腦的儲存器。個人電腦外部之記錄媒體係可以使用軟碟、CD-ROM、CD-R、DVD、MO 等任意媒體。此外，藉由網際網路等任意的網路下載個人參數算出處理程式，而可安裝在該個人電腦的儲存器。

【0072】以下，對個人參數算出裝置 200 以及個人參數算出方法進行詳細說明。雖然第 1 反射點 GRP 係根據受試者 A 的視線方向與眼球的光軸方向會一致的假定之下推

定，然而，有被指出受試者 A 的視線方向與眼球的光軸方向並不會一致的情況。受試者 A 的視線方向與眼球的光軸方向之偏差(個人參數)係依存於個人的值，所以有必要在推定注視點之前以某種方法取得。

【0073】因此，與第 1 反射點 GRP 的導出一樣，以活用眼球的表面反射圖像來開發個人參數算出的方法。這個新的校對法與先前的校對法不同，受試者 A 只要注視場景中的 1 點，能夠大幅地減輕受試者 A 在校對時所需要的負擔。

【0074】個人參數係由臉座標系統所定義的固定參數。以臉座標系統定義臉的前方為 z_{face} ，從左眼到右眼的方向為 x_{face} ，而與這些正交的軸為 y_{face} ，個人參數則為，繞 x_{face} (tilt)軸的旋轉角為 $1.5 \sim 3$ 度，繞 y_{face} (pan)軸的旋轉角為 $4 \sim 5$ 度左右。

【0075】以眼睛為中心的座標系統定義為 $Re=[x_e y_e z_e]$ 。然而， x_e, y_e 係為眼睛圖像中的長軸及短軸方向。第 5 圖 (b) 為表示通過眼睛的投影像的短軸方向之平面 ($y_e z_e$ -plane)。在第 5 圖 (b) 顯示眼球光軸方向與視線方向之差異。受試者 A 的視線方向 (g') 與光軸方向 (g) 不會一致。來自視線方向的光在修正反射點 cGRP(T) 反射，並投影在圖像上的 I_T 。

【0076】受試者 A 注視場景中的校對點，而眼球圖像取得手段 102 取得受試者 A 的眼球圖像。反射點推定手段 104 從眼球圖像推定第 1 反射點 GRP。反射點檢測手段 206 從眼球圖像獲得第 2 反射點 CRP 之後，個人參數算出手段

208 在此平面內，能夠由以下求出第 1 反射點 GRP 與第 2 反射點 CRP 之間的角度 γ 。

$$|\mathbf{I}_L - \mathbf{I}_T| = \frac{|\mathbf{v}_{sm} \cdot (\mathbf{i}_T - \mathbf{i}_L)|}{s}, \quad (11)$$

$$\gamma = \tau - \arcsin(d_{LC} \cdot \cos \tau + \frac{|\mathbf{I}_L - \mathbf{I}_T|}{r_C}), \quad (12)$$

但是， $\mathbf{I}_T$ 、 $\mathbf{i}_T$ 係為第 2 反射點 CRP 的位置以及其在圖像中的投影位置。

【0077】考量到第 2 反射點 CRP 的眼球表面反射時，可以由以下求出此平面內的個人參數 δx_e 。

$$2 \cdot (\gamma + \delta x_e) = \tau + \delta x_e, \quad (13)$$

$$\delta x_e = \tau - 2 \cdot \gamma. \quad (14)$$

【0078】同樣，可以由以下求出垂直於此面的個人參數 δy_e 。

$$\delta y_e = 2 \cdot \arcsin\left(\frac{\mathbf{v}_{lm} \cdot (\mathbf{i}_T - \mathbf{i}_L)}{s \cdot r_C}\right), \quad (15)$$

但是 $\mathbf{v}_{lm}$ 係為眼睛的投影像的長軸方向。

【0079】一般而言，由於眼球圖像取得手段 102 設置於臉的前方方向，故在上述所得到的臉座標系統的個人參數，可以藉由以下的算式轉換成相機座標系。

$$\delta x = \arctan\left(\frac{\mathbf{e}_y^T \mathbf{R}_c \mathbf{u}}{\mathbf{e}_z^T \mathbf{R}_c \mathbf{u}}\right), \quad (16)$$

$$\delta y = \arctan\left(\frac{\mathbf{e}_x^T \mathbf{R}_c \mathbf{u}}{\mathbf{e}_z^T \mathbf{R}_c \mathbf{u}}\right), \quad (17)$$

$$\mathbf{u} = \left[\sin \delta y_c \quad \sin \delta x_c \quad \sqrt{1 - \sin^2 \delta x_c - \sin^2 \delta y_c} \right]^T. \quad (18)$$

$$\mathbf{e}_x = [1 \ 0 \ 0]^T, \mathbf{e}_y = [0 \ 1 \ 0]^T,$$

$$\mathbf{e}_z = [0 \ 0 \ 1]^T.$$

【0080】得到個人參數之後，可以求出修正反射點 cGRP。修正反射點 cGRP 係藉由使姿勢算出手段 110 所進行的眼球的姿勢推定所得到的眼睛中心座標系統 $\mathbf{R}_e$ ，只旋轉個人參數 $(\delta x, \delta y)$ 就可以得到。

[實施例]

【0081】爲了確認本發明實施方式的有效性，對本發明實施方式再加上組裝常用在注視點檢測裝置之商用系統的內插法之注視點檢測，並互相比較。內插法的注視點檢測係爲在商用系統常用的系統，並使用兩種紅外光源。其中一種光源用於暗瞳孔法的瞳孔檢測，另一種點光源 (CAM-LED) 用於爲了得到眼球的表面反射。由此，利用瞳孔中心與 CAM-LED 的表面反射點之間的相對位置關係求出視線方向。在內插法用 4 個點之校對點取出試樣點，以輸入幀的瞳孔中心與 CAM-LED 的表面反射點之間的位置關係表示爲校對點的線形內插，而求出注視點。

【0082】第 6 圖 (下段右) 爲表示 LED-AP 的實驗環境。

實驗在一般的室內照明環境中進行，而受試者 A 坐在從壁面離開的位置，並注視壁面上的 20 點標誌。眼球圖像取得手段 102 位於受試者 A 的臉的稍微下方之處，而臉與眼球圖像取得手段 102 之間的距離為約 0.6m。環境光檢測裝置 112 位於受試者 A 的後方，並被設置為能夠拍攝所有壁面上的標誌。

【0083】以 Point Grey Dragonfly Express 照相機 (640×480 畫素，B/W，30Hz) 作為眼球圖像取得手段 102 來使用，而以飛利浦社製作的 9 個 Luxeon Rebel High-Power LED (3W，白色) 作為 LED-AP 的光源來使用。圖案光投影、攝影及取得圖像藉由個人電腦 (Intel Core i7-960 3.06Ghs，8GB RAM) 所進行，而圖像處理由同一個個人電腦上的 Matlab R2010b 以及 Image Processing Toolkit 的環境中所進行。在圖案發光標誌的實驗中，雖然受試者 A 與眼球圖像取得手段 102 之間的位置關係、取得圖像及處理機器的結構為相同，但使用了 4 個低輸出 (15mA) 的近紅外 LED。

【0084】為了評價在不同縱深的環境中的注視點推定誤差，以受試者 A 與壁面的距離設定為 1900mm (條件 1)、3000mm (條件 2) 的兩個進行實驗。在條件 1 所得到的受試者 A 的個人參數適用於藉由條件 1 的推定及藉由條件 2 的推定。另，內插法的校對也同樣在條件 1 之下進行。

【0085】第 11 圖為表示受試者 A 的眼睛視為 $(x, y, z) = (900, 600, 1900)$ [mm] 及 $(900, 600, 3000)$ [mm] 時的注視點推定角度誤差 (先前的手法 (內插法) 與導入個人參數的本發

明的手法之間的比較)。單位係為「deg(degree)」。另，第12圖為表示在條件1的注視點推定結果，而第13圖為表示在條件2的注視點推定結果。第12圖及第13圖中，「+」為表示注視對象標誌(Ground truth)，每一個「○」、「●」、「△」、「▲」以及「□」分別為表示本發明之手法對不同的受試者的推定結果。受試者的人數為5個使用者(5個受試者)。「×」表示使用者1(受試者1)在內插法的結果。

【0086】但是，LED-AP的投影光在本座標系統中投影在(1490,1200)、(895,1200)、(300,1200)、(1430,750)、(835,750)、(300,750)、(1450,300)、(820,300)、(320,300)[mm]。並且，眼球位於(900,600,1900)[mm](條件1)以及(900,600,3000)[mm](條件2)。本發明的實施例(本發明的手法)中，可以確認在不同縱深的2個條件下均以1度以下的誤差可以推定。可以了解雖然內插法在與進行校對時相同的條件(條件1)下得到良好的結果，但是在具有不同縱深的條件下精度變得不好。

[產業上之可利用性]

【0087】根據本發明，因能夠檢測出顧客在店內的視線，故可以實現經濟效率好的商品展示，也可以安裝在自動售貨機上提升銷售效率。再者，在生活空間中能夠解析受試者A的視線之動作，從而對受試者A可以實現方便的生活環境之設計。另，能夠開發在生活空間中利用視線資訊的普適周邊環境之界面，作為使用者界面的應用。例如，由於能夠監視、警告駕駛者的注視點，所以

能夠貢獻於汽車等安全駕駛。

【0088】特別是，作為從小孩或老年人獲得的資訊，視線係為重要的，而非安裝型的視線追蹤界面能夠發揮很大的作用。例如，視線資訊係對自閉症等小孩的發育障礙的診斷很重要，而可以利用在實驗室環境中所得到的視線資訊來診斷小孩。藉由實現本發明實施方式的注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置以及個人參數算出方法，能夠以非安裝的方式得到嬰幼兒的高精度之視線資訊，並且能夠期待對生活科學區域、機器人區域的很大的貢獻。

進一步，根據本發明能夠推定受試者的周邊視覺。也就是說，在本發明取得受試者的眼球的表面反射圖像。故，根據表面反射圖像，可以判定從受試者的注視中心位置在多少程度的角度時受試者才能看到在受試者的周邊視野中的物體。結果，能夠判定受試者是否有看到受試者的周邊視野中的物體，又能夠測量在多少程度的視野區域時才有看到物體。例如，對汽車的駕駛人而言周邊視覺的資訊(例如人的衝進等狀況)係重要，即能夠正確地測量周邊視覺的資訊。

更進一步，藉由先前的注視點檢測法，檢測注視點之前，例如對眼球測量相機上所照的受試者的瞳孔的中心位置與受試者的注視點進行校對。故，在校對之後眼球測量相機從安裝位置偏移的情況下，則無法推定受試者的注視點。根據本發明，從受試者的眼球圖像推定眼球的姿勢，並根據所推定的眼球姿勢來推定受試者的注

視點，即使在檢測注視點之前眼球測量相機從安裝位置偏移，能夠抑制對注視點推定結果的影響。

【符號說明】**【0089】**

A	受試者
PoG	注視點
GRP	第1反射點
CRP	第2反射點
cGRP	修正反射點
100	注視點檢測裝置
102	眼球圖像取得手段
104	反射點推定手段
106	修正反射點算出手段
108	注視點檢測手段
110	姿勢算出手段
112	環境光檢測裝置
200	個人參數算出裝置
206	反射點檢測手段
208	個人參數算出手段

發明摘要

※ 申請案號：102 (27) 200

※ 申請日：102.07.30

※ IPC 分類：

A61B 3/113
G06T 7/60 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體

POINT-OF-GAZE DETECTION DEVICE, POINT-OF-GAZE
DETECTING METHOD, PERSONAL PARAMETER CALCULATING
DEVICE, PERSONAL PARAMETER CALCULATING METHOD,
PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

【中文】

本發明提供注視點檢測裝置、注視點檢測方法、個人參數算出裝置、個人參數算出方法、程式、以及電腦可讀取的記錄媒體。本發明的注視點檢測裝置，係一種檢測受試者對周邊環境之注視點的注視點檢測裝置，具備：眼球圖像取得手段，其取得受試者的眼球圖像；反射點推定手段，其藉由眼球圖像推定來自受試者眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；修正反射點算出手段，其根據顯示受試者的視線方向與眼球的光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，並算出修正之後的第1反射點即修正反射點；注視點檢測手段，其根據修正反射點的光與周邊環境的光進行檢測注視點。

【英文】

A point-of-gaze detection device according to the present invention detects a point-of-gaze of a subject toward a surrounding environment. The device includes: an eyeball image obtaining means configured to obtain an eyeball image of the subject; a reflection point estimating means configured to estimate a first reflection point, at which incoming light in an optical axis direction of an eyeball of the subject is reflected, from the eyeball image; a corrected reflection point calculating means configured to calculate a corrected reflection point as a corrected first reflection point by correcting the first reflection point on the basis of a personal parameter indicative of a difference between a gaze direction of the subject and the optical axis direction of the eyeball; and a point-of-gaze detecting means configured to detect the point-of-gaze on the basis of light at the corrected reflection point and light in the surrounding environment.

申請專利範圍

1. 一種注視點檢測裝置，該注視點檢測裝置係檢測受試者對周邊環境的注視點，具備：

眼球圖像取得手段，其取得該受試者的眼球圖像；

反射點推定手段，其從該眼球圖像推定來自該受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；

修正反射點算出手段，其根據顯示該受試者的視線方向與該眼球的該光軸方向之差的個人參數來修正該第1反射點，並算出該修正之後的該第1反射點，該修正之後的該第1反射點是修正反射點；以及

注視點檢測手段，其根據該修正反射點的光與該周邊環境的光，檢測出該注視點。

2. 如申請專利範圍第1項之注視點檢測裝置，該注視點檢測裝置具備：姿勢算出手段，其從該眼球圖像算出該眼球的姿勢；

其中該反射點推定裝置根據該眼球的該姿勢與該眼球的幾何模式推定該第1反射點。

3. 如申請專利範圍第1或2項之注視點檢測裝置，該反射點推定手段根據假定該受試者的該視線方向係平行於該受試者的該眼球之該光軸方向的模式，推定該第1反射點。

4. 如申請專利範圍第1項之注視點檢測裝置，其中該周邊環境的光是LED陣列投影機的光。

5. 如申請專利範圍第1項之注視點檢測裝置，其中該周邊環境的光是圖案發光標誌的光。

6. 一種注視點檢測方法，具備：

眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；

反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；

修正反射點算出步驟，其根據顯示該受試者的視線方向與該眼球的該光軸方向之差的個人參數來修正第1反射點，而算出該修正之後的該第1反射點，該修正之後的該第1反射點是修正反射點；以及

注視點檢測步驟，其根據該修正反射點的光與該周邊環境的光檢測該注視點。

7. 一種個人參數算出裝置，該個人參數算出裝置係算出顯示受試者的視線方向與該受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數，具備：

眼球圖像取得手段，其取得該受試者的眼球圖像；

反射點推定手段，其由該眼球圖像推定來自該眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；

反射點檢測手段，其由該眼球圖像檢測來自該受試者之注視點的光所反射的第2反射點；以及

個人參數算出手段，其根據該第1反射點與該第2反射點算出該受試者的該個人參數。

8. 如申請專利範圍第7項之個人參數算出裝置，該個人參數算出裝置具備姿勢算出手段，其從該眼球圖像算出該眼球的姿勢，其中：

該反射點推定手段根據該眼球的該姿勢與該眼球的幾何模式推定第1反射點。

- 9.如申請專利範圍第7或8項之個人參數算出裝置，其中：
- 該反射點推定手段根據假定該受試者的該視線方向係平行於該受試者的該眼球之該光軸方向的模式，推定該第1反射點。
- 10.一種個人參數算出方法，該個人參數算出方法係算出顯示受試者的視線方向與該受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數，具備：
- 眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；
- 反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；
- 反射點檢測步驟，其由該眼球圖像檢測出來自該受試者的注視點的光所反射的第2反射點；以及
- 個人參數算出步驟，其根據該第1反射點與該第2反射點，算出該受試者的該個人參數。
- 11.一種程式，該程式使電腦執行檢測受試者對周邊環境的注視點之注視點檢測處理，包含：
- 眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；
- 反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；
- 修正反射點算出步驟，其根據顯示該受試者的視線方向與該眼球的該光軸方向之差的個人參數來修正該第1反射點，而算出該修正之後的該第1反射點，該修正之後的該第1反射點是修正反射點；以及
- 注視點檢測步驟，其根據該修正反射點的光與該周邊環境的光，檢測該注視點。

12. 一種程式，該程式係使電腦執行算出顯示受試者的視線方向與該受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數之個人參數算出處理，包含：

眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；

反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；

反射點檢測步驟，其由該眼球圖像檢測來自該受試者的注視點的光所反射的第2反射點；以及

個人參數算出步驟，其根據該第1反射點與該第2反射點，算出該受試者的該個人參數。

13. 一種電腦可讀取的記錄媒體，該電腦可讀取的記錄媒體係記錄有用以使電腦執行檢測受試者對周邊環境的注視點的注視點檢測處理之程式，

該程式包含：

眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；

反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該受試者的眼球的光軸方向的光所反射的第1反射點；

修正反射點算出步驟，其根據顯示該受試者的視線方向與該眼球的該光軸方向之差的個人參數來修正該第1反射點，而算出該修正之後的該第1反射點，該修正之後的該第1反射點是修正反射點；以及

注視點檢測步驟，其根據該修正反射點的光與該周邊環境的光，檢測該注視點。

14. 一種電腦可讀取的記錄媒體，該電腦可讀取的記錄媒體係記錄有用以使電腦執行算出顯示受試者的視線方

向與該受試者的眼球的光軸方向之差的個人參數之個人參數算出處理的程式，

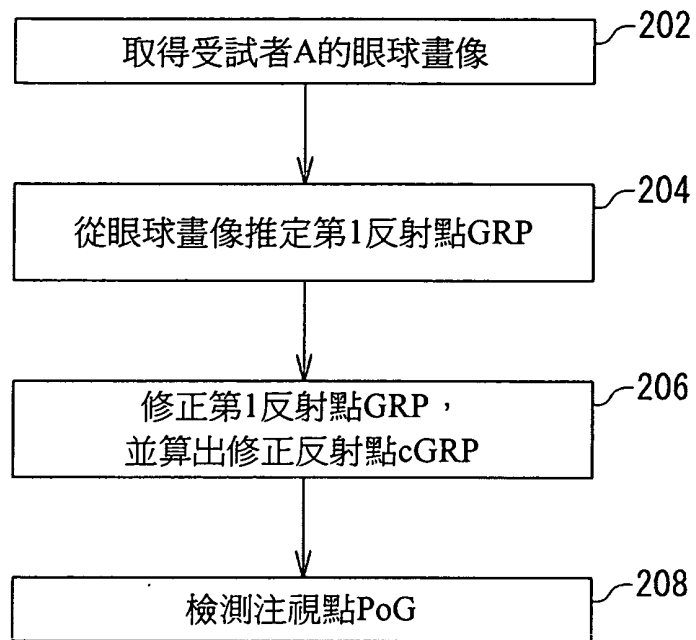
其中該程式包含：

眼球圖像取得步驟，其取得該受試者的眼球圖像；

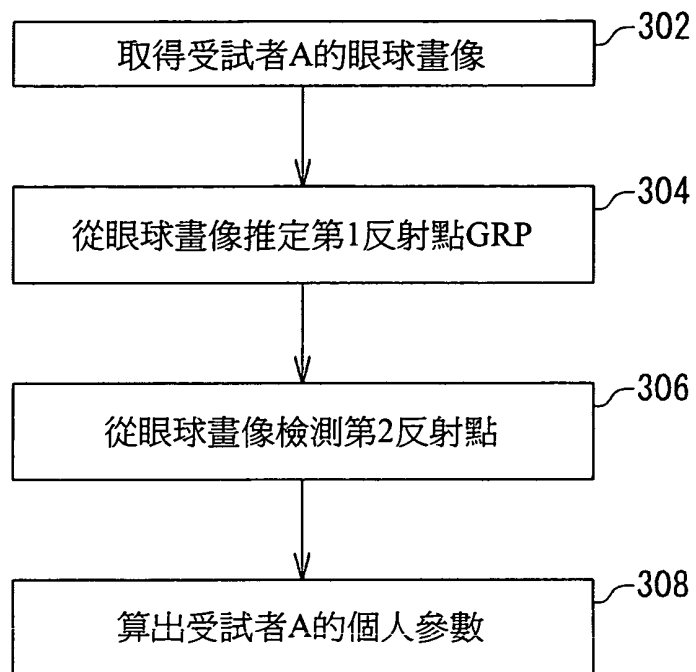
反射點推定步驟，其由該眼球圖像推定來自該眼球的光軸方向的光所反射的第2反射點；

反射點檢測步驟，其由該眼球圖像檢測來自該受試者的注視點的光所反射的第1反射點；以及

個人參數算出步驟，其根據該第1反射點與該第2反射點，算出該受試者的該個人參數。



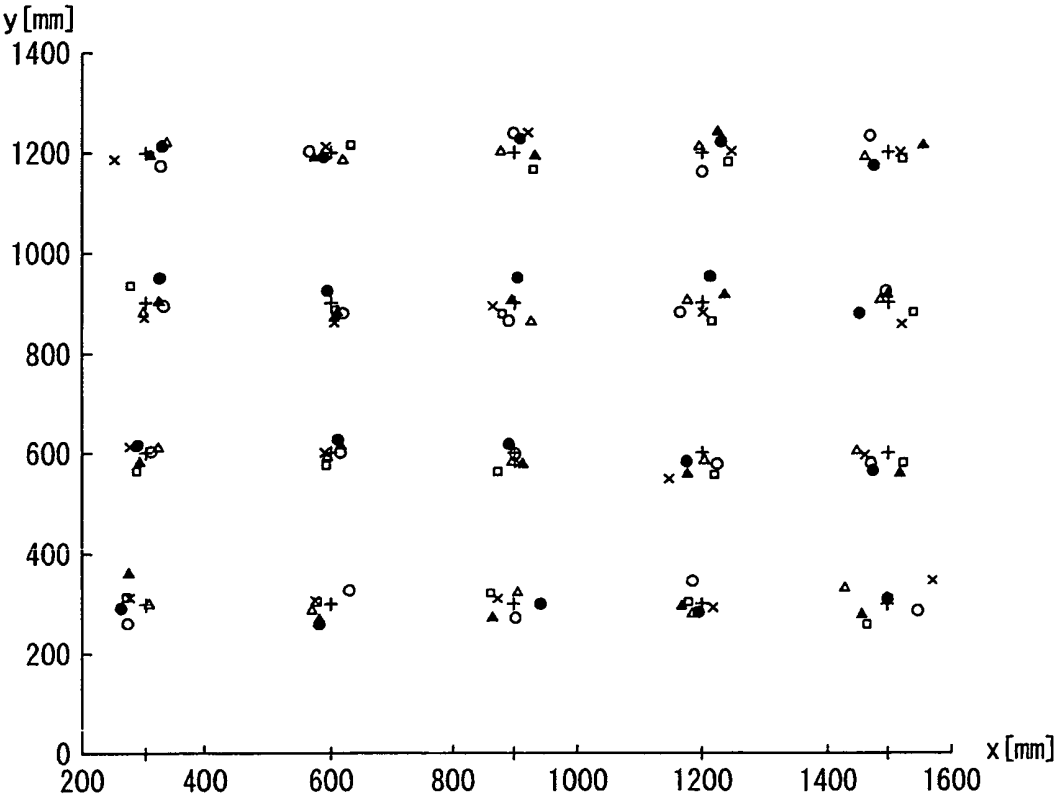
第2圖



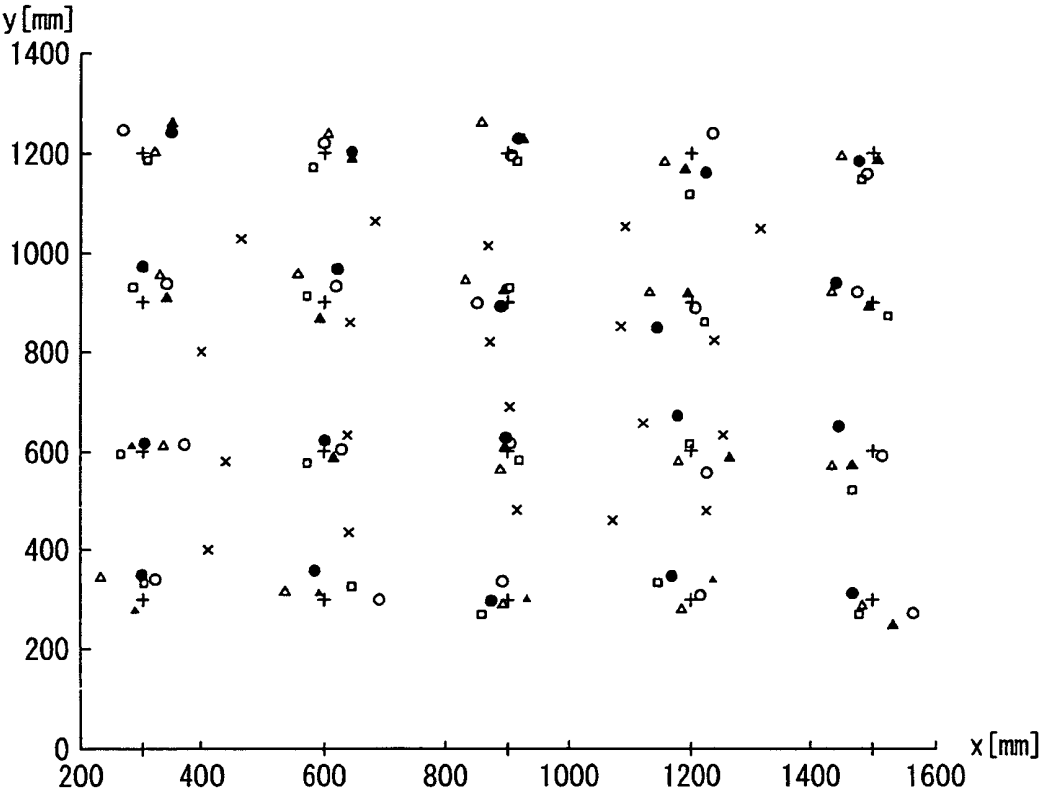
第10圖

	條件1 (depth = 1900mm)		條件2 (depth = 3000mm)	
	本發明的 手法	內插法	本發明的 手法	內插法
User 1	0.960	0.973	0.909	3.084
User 2	0.960	0.973	0.909	3.084
User 3	0.960	0.973	0.909	3.084
User 4	0.960	0.973	0.909	3.084
User 5	0.960	0.973	0.909	3.084
Mean	0.899	0.996	0.899	3.837

第11圖



第12圖



第13圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 1 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

A	受 試 者
PoG	注 視 點
GRP	第 1 反 射 點
100	注 視 點 檢 測 裝 置
102	眼 球 圖 像 取 得 手 段
104	反 射 點 推 定 手 段
106	修 正 反 射 點 算 出 手 段
108	注 視 點 檢 測 手 段
110	姿 勢 算 出 手 段
112	環 境 光 檢 測 裝 置

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。