



(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 I677323 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 21 日

(21) 申請案號：108104634

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 02 月 12 日

(51) Int. Cl. : *A61B6/03 (2006.01)*

(71) 申請人：高雄醫學大學 (中華民國) KAOHSIUNG MEDICAL UNIVERSITY (TW)

高雄市三民區十全一路 100 號

(72) 發明人：周銘鐘 CHOU, MING-CHUNG (TW)

(74) 代理人：黃耀霆

(56) 參考文獻：

TW 201204327A

CN 101076282B

CN 107003785A

審查人員：王仁佑

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：5 共 17 頁

(54) 名稱

X 射線造影品質之測量評估方法

(57) 摘要

一種 X 射線造影品質之測量評估方法，用以解決習知影像評估方法耗時且準確度低的問題。係包含：一成像步驟，由 X 射線機照射一假體以產生一測量影像，該假體具有數個階層，該假體之各該階層半徑平方係由外而內以等差數列減少，該假體之各該階層厚度係由外而內以等差數列增加；一定位步驟，偵測該測量影像之一中心點；一取樣步驟，以該中心點為基準，將該測量影像區隔為數個等面積之取樣區域；及一運算步驟，以該假體之各該階層厚度為一輸入變數，及各該取樣區域之一影像訊號為一輸出變數，計算出該輸入變數與該輸出變數之一互訊息值。

A method for evaluating an X-ray imaging quality includes an imaging process irradiating a phantom with X rays by an X-ray machine to generate a measured image having several steps, a positioning process detecting a central point of the measured image, a sampling process dividing the measured image into a plurality of sample regions with the same area based on the central point, and a calculation process calculating a mutual information of an input variable and an output variable where the input variable is the thickness of each step and the output variable is an image signal of each sample region. Each of the steps has a radius. The squares of the radiuses of the steps are reduced in an equal difference from the outermost step to the innermost step. The thicknesses of the steps are increased in an equal difference from the outermost step to the innermost step.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S1 . . . 成像步驟

S2 . . . 定位步驟

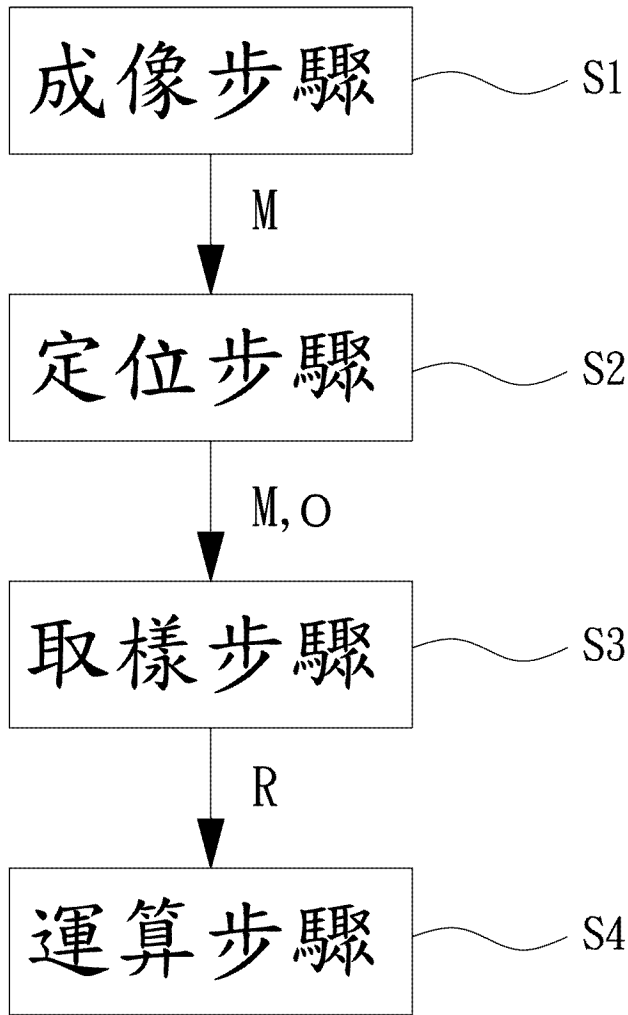
S3 . . . 取樣步驟

S4 . . . 運算步驟

M . . . 測量影像

O . . . 中心點

R . . . 取樣區域



【第 1 圖】



公告本

【發明摘要】

I677323

【中文發明名稱】 X 射線造影品質之測量評估方法

【英文發明名稱】 Method for Evaluating X-Ray Imaging Quality

【中文】

一種 X 射線造影品質之測量評估方法，用以解決習知影像評估方法耗時且準確度低的問題。係包含：一成像步驟，由 X 射線機照射一假體以產生一測量影像，該假體具有數個階層，該假體之各該階層半徑平方係由外而內以等差數列減少，該假體之各該階層厚度係由外而內以等差數列增加；一定位步驟，偵測該測量影像之一中心點；一取樣步驟，以該中心點為基準，將該測量影像區隔為數個等面積之取樣區域；及一運算步驟，以該假體之各該階層厚度為一輸入變數，及各該取樣區域之一影像訊號為一輸出變數，計算出該輸入變數與該輸出變數之一互訊息值。

【英文】

A method for evaluating an X-ray imaging quality includes an imaging process irradiating a phantom with X rays by an X-ray machine to generate a measured image having several steps, a positioning process detecting a central point of the measured image, a sampling process dividing the measured image into a plurality of sample regions with the same area based on the central point, and a calculation process calculating a mutual information of an input variable and an output variable where the input variable is the thickness of each step and the output variable is an image signal of each sample region. Each of the steps has a radius. The squares of the radiuses of the steps are reduced in an equal difference from the outermost step to the innermost step. The thicknesses of the

steps are increased in an equal difference from the outermost step to the innermost step.

【指定代表圖】 第 1 圖

【代表圖之符號簡單說明】

S1 成像步驟

S2 定位步驟

S3 取樣步驟

S4 運算步驟

M 測量影像

O 中心點

R 取樣區域

【發明說明書】

【中文發明名稱】 X 射線造影品質之測量評估方法

【英文發明名稱】 Method for Evaluating X-Ray Imaging Quality

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種醫療影像品質管理，尤其是一種以自動化方式快速且精確取樣的 X 射線造影品質之測量評估方法。

【先前技術】

【0002】 X 射線照相技術係廣泛應用於醫療行為之圖像診斷，藉由 X 射線成像系統所產生的影像，係可以用於健康檢查、探測病變、術前術後對照等輔助醫療行為，因此，為提升醫療品質且避免劣質的影像導致誤診，必須確保 X 射線成像的精準及穩定性，而一般評估影像品質係以對比度（contrast）、空間解析度（spatial resolution）、雜訊（noise）等特性作為指標。

【0003】 惟，X 射線影像品質評估大多由單一特性討論，或由人為主觀感覺認定，導致評估結果缺乏客觀性、比較性及評估標準，使 X 射線影像品質之相關研究缺乏一致的標準，因此，近年來發展一種互訊息（Mutual Information, MI）的測量計算方法，係可以配合一種楔型階層假體（step wedge）進行數個測量及計算得到一互訊息值，由於該互訊息值與對比度、空間解析度及雜訊之間有高度相關，該互訊息值係可以用於評估 X 射線影像的品質優劣。

【0004】 上述習知的 X 射線影像品質評估方法，所普遍使用的長方形楔型階層假體，僅能評估單一方向性而無法評估照野內各方向的影像品質差

異，此外，另一種圓形楔型階層假體，雖然可以對各方向進行評估，但無法有效評估影像解析度，又，所取得之假體影像需先經由圈選興趣區域(Regions of Interest, ROIs)再分區進行評估，導致評估之前置工作耗時，且圈選的位置及大小係影響測量準確度。

【0005】有鑑於此，習知的 X 射線影像品質評估方法確實仍有加以改善之必要。

【發明內容】

【0006】為解決上述問題，本發明的目的是提供一種 X 射線造影品質之測量評估方法，係可以快速且精確完成評估前的取樣工作。

【0007】本發明的次一目的是提供一種 X 射線造影品質之測量評估方法，係可以全面評估各種造影條件。

【0008】本發明的又一目的是提供一種 X 射線造影品質之測量評估方法，係可以維持每一次 X 射線造影的品質。

【0009】本發明全文所記載的元件及構件使用「一」或「一個」之量詞，僅是為了方便使用且提供本發明範圍的通常意義；於本發明中應被解讀為包括一個或至少一個，且單一的概念也包括複數的情況，除非其明顯意指其他意思。

【0010】本發明的 X 射線造影品質之測量評估方法，包含：一成像步驟，由 X 射線機照射一假體以產生一測量影像，該假體係以數個圓形板同心堆疊，該假體具有數個階層，該假體之各該階層半徑平方係由外而內以等差數列減少，該假體之各該階層厚度係由外而內以等差數列增加；一定位步驟，藉由分析該測量影像的亮度變化，偵測該測量影像之一中心點；一取樣步驟，以該中心點為圓心，將該測量影像分隔形成數個面積相等之扇形區域，再搭

配該假體之該數個階層將該測量影像區隔為數個等面積之取樣區域；及一運算步驟，以該假體之各該階層厚度為一輸入變數，及各該取樣區域之一影像訊號為一輸出變數，藉由夏農熵的資訊理論計算出該輸入變數與該輸出變數之一互訊息值。

【0011】 據此，本發明的 X 射線造影品質之測量評估方法，藉由分析圓形楔型階層假體之測量影像，係可以均勻規律且自動化的方式選取待評估之取樣區域，而各該取樣區域的面積相等且涵蓋完整的測量影像，係具有全面地評估一張 X 射線成像的功用，並達到節省圈選取樣的時間及維持 X 射線造影品質的功效。

【0012】 其中，該測量影像的亮度與該假體之厚度成正比。如此，該測量影像係形成亮度係由外而內增加之環形影像，係具有評估不同攝影條件之成像品質的功效。

【0013】 其中，該定位步驟藉由該測量影像的像素大小，計算該假體與該測量影像之間的相關係數，並調整該測量影像近似該假體的實際大小與位置。如此，每一次取得的測量影像係可以是共同的相對坐標，係具有提升取樣步驟的速度及精確度的功效。

【0014】 其中，各該扇形區域之角度係 360 度除以該數個扇形區域之數量。如此，係具有全面評估完整影像的功效。

【0015】 其中，計算該互訊息值之公式如下：

$$H(x) = \sum_i p_i \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

$$H(y) = \sum_j p_j \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_j} \right)$$

$$H(x, y) = \sum_{ij} p_{ij} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right)$$

$$MI(x, y) = H(x) + H(y) - H(x, y)$$

其中， x 為該輸入變數， y 為該輸出變數， $H(x)$ 為該輸入變數之熵， $H(y)$ 為該輸出變數之熵， $H(x, y)$ 為該二變數 x, y 的聯合熵， p_i 為在第 i 階層的機率， p_j 為在第 j 個影像訊號的機率， p_{ij} 為同時在第 i 階層及第 j 個影像訊號的機率， $MI(x, y)$ 為該互訊息值。如此，係可以量化變數間的相互依賴性，係具有客觀評估及比較的功效。

【0016】 其中，以關係式 $p_i = \frac{n_i}{n}$ ， $p_j = \frac{n_j}{n}$ 及 $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$ 代入該互訊息值之公式，得出：

$$H(x) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_i n_i \log_2 n_i$$

$$H(y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_j n_j \log_2 n_j$$

$$H(x, y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_{i,j} n_{ij} \log_2 n_{ij}$$

其中， n_i 為在第 i 階層的偵測結果總和， n_j 為在第 j 個影像訊號的偵測結果總和， n_{ij} 為同時在第 i 階層及第 j 個影像訊號的偵測結果， n 為所有偵測結果的總和。如此，係可以將偵測結果直接代入公式，係具有簡化運算的功效。

【0017】 其中，由該互訊息值計算一標準化互訊息值，公式如下：

$$NMI = \frac{MI}{\log_2 n}$$

其中， NMI 為該標準化互訊息值，且該標準化互訊息值的最大值為 1，最小值為 0。如此，係可以將每一項評估結果以相同標準檢視，具有方便比較及統一評估標準的功效。

【圖式簡單說明】

【0018】

- 〔第 1 圖〕 本發明一較佳實施例的步驟流程。
- 〔第 2 圖〕 本發明一較佳實施例的使用情形側視圖。
- 〔第 3 圖〕 如第 2 圖所示之假體上視圖。
- 〔第 4 圖〕 如第 2 圖所示之假體的測量影像圖。
- 〔第 5 圖〕 如第 4 圖所示之測量影像的取樣情形圖。

【實施方式】

【0019】 為讓本發明之上述及其他目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉本發明之較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【0020】 請參照第 1 圖所示，其係本發明 X 射線造影品質之測量評估方法的一較佳實施例，係包含一成像步驟 S1、一定位步驟 S2、一取樣步驟 S3 及一運算步驟 S4。

【0021】 請參照第 1 至 3 圖所示，該成像步驟 S1 係以一 X 射線機 C 照射一假體 P 以產生一測量影像 M，如第 3 圖所示，該假體 P 係圓形楔型階層假體（Circular Step Wedge Phantom），該假體 P 係以數個圓形板同心堆疊，使該假體 P 具有數個階層，該假體 P 之各該階層半徑平方係由外而內以等差數列減少，該假體 P 之各該階層厚度係由外而內以等差數列增加，例如第 3 圖所示：各該階層半徑由外而內依序是 $\sqrt{6}$ 、 $\sqrt{5}$ 、2、 $\sqrt{3}$ 、 $\sqrt{2}$ 、1（單位長度），各該階層厚度由外而內依序是 1、2、3、4、5、6（mm），如此，各該階層朝上裸露之面積相等。另外，該假體 P 之材質可以是壓克力。

【0022】 請參照第 2 及 4 圖所示，該假體 P 置於一成像平台 T，並經由該 X 射線機 C 照射，由於 X 光的強度隨該假體 P 之厚度衰減，因此，產生之該測量影像 M 的亮度與該假體 P 之厚度成正比，該測量影像 M 係數圈同心且相接之環形影像，各圈影像之亮度係由外而內增加。

【0023】請參照第 1 及 4 圖所示，該定位步驟 S2 係偵測該測量影像 M 之中心點 O，係可以對該測量影像 M 作不同方向的投影，再藉由投影訊號的曲線變化找出最大值的位置，不同方向投影之最大值位置的垂直線交錯點即為該中心點 O。另外，該定位步驟 S2 還可以藉由該測量影像 M 的像素大小，計算該假體 P 與該測量影像 M 之間的相關係數，並調整使該測量影像 M 近似該假體 P 的實際大小與位置。

【0024】請參照第 1 及 5 圖所示，該取樣步驟 S3 係以該中心點 O 為圓心，等角度間隔形成數條半徑線，係可以由該數條半徑線將該測量影像 M 分隔形成數個面積相等之扇形區域，各該扇形區域之角度係 360 度除以該數個扇形區域之數量。如此，該測量影像 M 對應於該假體 P 之該數個階層，再搭配該數條半徑線係可以將該測量影像 M 區隔為數個等面積之取樣區域 R，各該取樣區域 R 具有一影像訊號。例如：以該測量影像 M 之該中心點 O 為圓心建立 36 條半徑線，且各該半徑線與鄰近之半徑線間隔 10 度，係劃分該測量影像 M 為 36 個等面積扇形區域，又，該假體 P 具有 6 個不同厚度之該數個階層，係形成 216 個該取樣區域 R。

【0025】該運算步驟 S4 以該假體 P 之各該階層厚度為一輸入變數 x ，及各該取樣區域 R 之影像訊號為一輸出變數 y ，並藉由夏農熵(Shannon Entropy)的資訊理論計算出該輸入變數 x 與該輸出變數 y 之一互訊息值 $MI(x, y)$ ，公式如下：

$$H(x) = \sum_i p_i \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

$$H(y) = \sum_j p_j \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_j} \right)$$

$$H(x, y) = \sum_{ij} p_{ij} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right)$$

$$MI(x, y) = H(x) + H(y) - H(x, y)$$

其中， $H(x)$ 為該輸入變數 x 之熵， $H(y)$ 為該輸出變數 y 之熵， $H(x, y)$ 為該二變數 x, y 的聯合熵（Joint Entropy）， p_i 為在第 i 階層的機率， p_j 為在第 j 個影像訊號的機率， p_{ij} 為同時在第 i 階層及第 j 個影像訊號的機率。

【0026】 將 $p_i = \frac{n_i}{n}$ ， $p_j = \frac{n_j}{n}$ 及 $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$ 代入上述公式，其中， n_i 為在第 i 階層的偵測結果總和， n_j 為在第 j 個影像訊號的偵測結果總和， n_{ij} 為同時在第 i 階層及第 j 個影像訊號的偵測結果， n 為所有偵測結果的總和，係可以推導出：

$$H(x) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_i n_i \log_2 n_i$$

$$H(y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_j n_j \log_2 n_j$$

$$H(x, y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_{i,j} n_{ij} \log_2 n_{ij}$$

另外，還可以計算標準化之互訊息值（Normalized Mutual Information, NMI）：

$$NMI = \frac{MI}{\log_2 n}$$

其中，該標準化互訊息值 NMI 的最大值為 1，最小值為 0。

【0027】 請參照第 1 圖所示，據由前述步驟，係可以將該假體 P 之該測量影像 M 劃分為該數個面積相等的取樣區域 R，且該數個取樣區域 R 的亮度深淺係沿徑向方向在每個扇形區域變化，而各該扇形區域之亮度係與該假體 P 之各該階層厚度相關，通過該運算步驟 S4 計算，係可以分別在每個扇形區域取得一標準化互訊息值 NMI，如此，藉由比較不同角度方位之扇形區域的標準化互訊息值 NMI，係可以分析該測量影像 M 在所有角度的影像品質。

【0028】 綜上所述，本發明的 X 射線造影品質之測量評估方法，藉由分析圓形楔型階層假體之測量影像，係可以均勻規律且自動化的方式選取待評估之取樣區域，而各該取樣區域的面積相等且涵蓋完整的測量影像，係具

有全面地評估一張 X 射線成像的功用，並達到節省圈選取樣的時間及維持 X 射線造影品質的功效。

【0029】 雖然本發明已利用上述較佳實施例揭示，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者在不脫離本發明之精神和範圍之內，相對上述實施例進行各種更動與修改仍屬本發明所保護之技術範疇，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0030】

S1	成像步驟
S2	定位步驟
S3	取樣步驟
S4	運算步驟
C	X 射線機
P	假體
M	測量影像
T	成像平台
O	中心點
R	取樣區域

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】 一種 X 射線造影品質之測量評估方法，包含：

一成像步驟，由 X 射線機照射一假體以產生一測量影像，該假體係以數個圓形板同心堆疊，該假體具有數個階層，該假體之各該階層半徑平方係由外而內以等差數列減少，該假體之各該階層厚度係由外而內以等差數列增加；

一定位步驟，藉由分析該測量影像的亮度變化，偵測該測量影像之一中心點；

一取樣步驟，以該中心點為圓心，將該測量影像分隔形成數個面積相等之扇形區域，再搭配該假體之該數個階層將該測量影像區隔為數個等面積之取樣區域；及

一運算步驟，以該假體之各該階層厚度為一輸入變數，及各該取樣區域之一影像訊號為一輸出變數，藉由夏農熵的資訊理論計算出該輸入變數與該輸出變數之一互訊息值，其中，計算該互訊息值之公式如下：

$$H(x) = \sum_i p_i \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

$$H(y) = \sum_j p_j \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_j} \right)$$

$$H(x, y) = \sum_{ij} p_{ij} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right)$$

$$MI(x, y) = H(x) + H(y) - H(x, y)$$

其中， x 為該輸入變數， y 為該輸出變數， $H(x)$ 為該輸入變數之熵， $H(y)$ 為該輸出變數之熵， $H(x, y)$ 為該二變數 x, y 的聯合熵， p_i 為在第 i 階層的機率， p_j 為在第 j 個影像訊號的機率， p_{ij} 為同時在第 i 階層及第 j 個影像訊號的機率， $MI(x, y)$ 為該互訊息值，

其中，以關係式 $p_i = \frac{n_i}{n}$ ， $p_j = \frac{n_j}{n}$ 及 $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n}$ 代入該互訊息值之公式，得出：

$$H(x) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_i n_i \log_2 n_i$$

$$H(y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_j n_j \log_2 n_j$$

$$H(x, y) = \log_2 n - \frac{1}{n} \sum_{i,j} n_{ij} \log_2 n_{ij}$$

其中， n_i 為在第*i*階層的偵測結果總和， n_j 為在第*j*個影像訊號的偵測結果總和， n_{ij} 為同時在第*i*階層及第*j*個影像訊號的偵測結果， n 為所有偵測結果的總和。

【第 2 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之 X 射線造影品質之測量評估方法，其中，該測量影像的亮度與該假體之厚度成正比。

【第 3 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之 X 射線造影品質之測量評估方法，其中，該定位步驟藉由該測量影像的像素大小，計算該假體與該測量影像之間的相關係數，並調整該測量影像近似該假體的實際大小與位置。

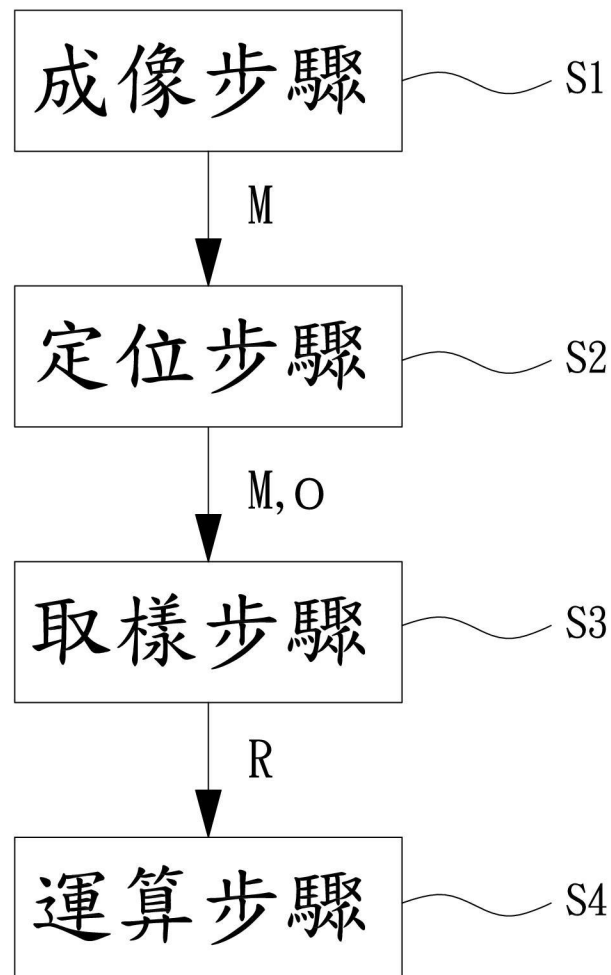
【第 4 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之 X 射線造影品質之測量評估方法，其中，各該扇形區域之角度係 360 度除以該數個扇形區域之數量。

【第 5 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之 X 射線造影品質之測量評估方法，其中，由該互訊息值計算一標準化互訊息值，公式如下：

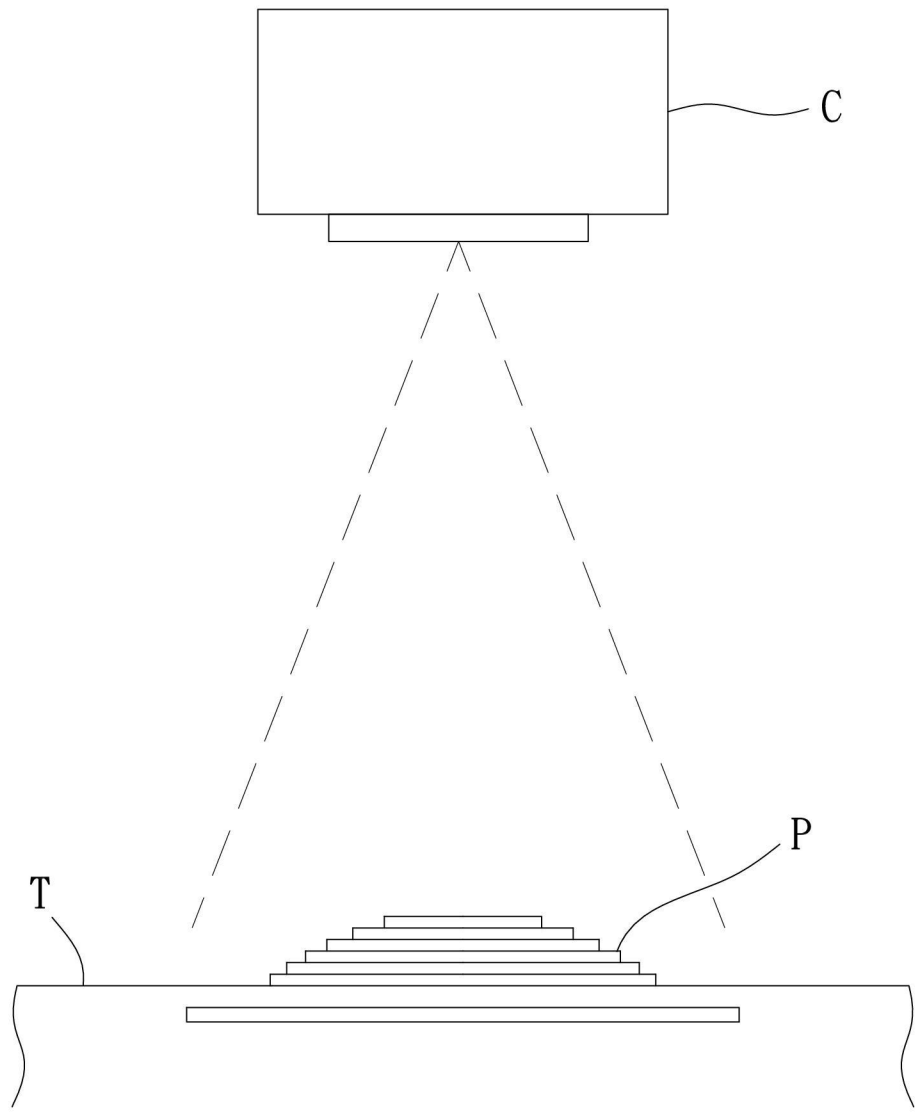
$$NMI = \frac{MI}{\log_2 n}$$

其中，NMI為該標準化互訊息值，且該標準化互訊息值的最大值為 1，最小值為 0。

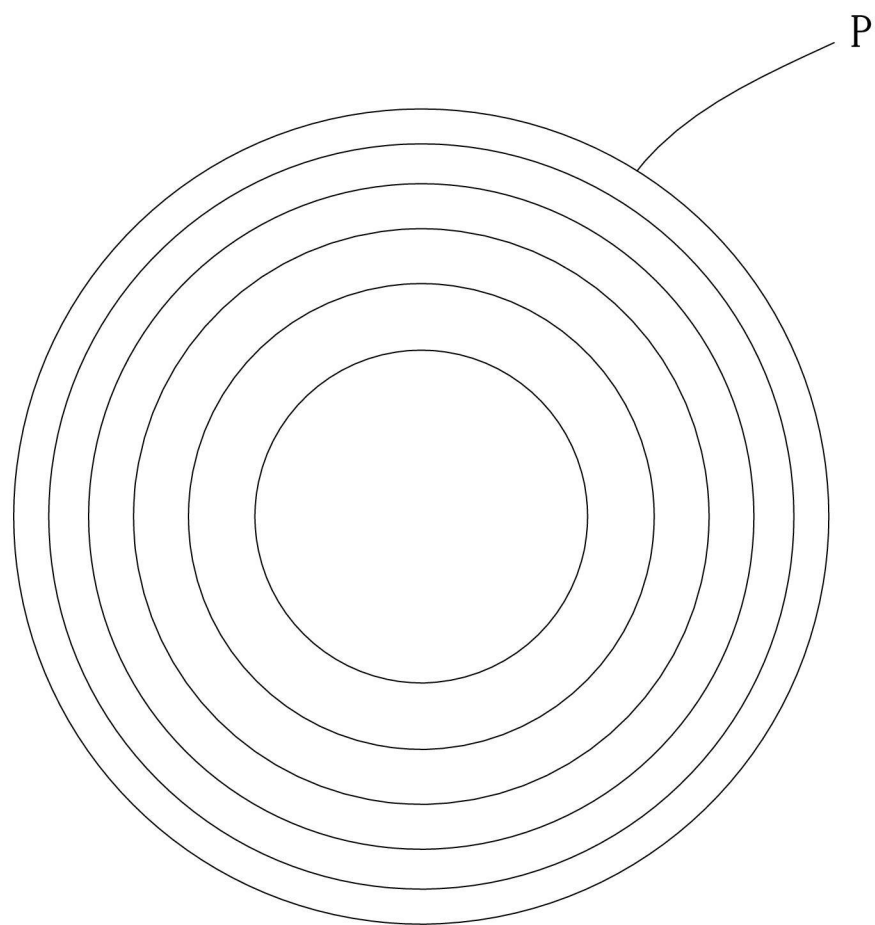
【發明圖式】



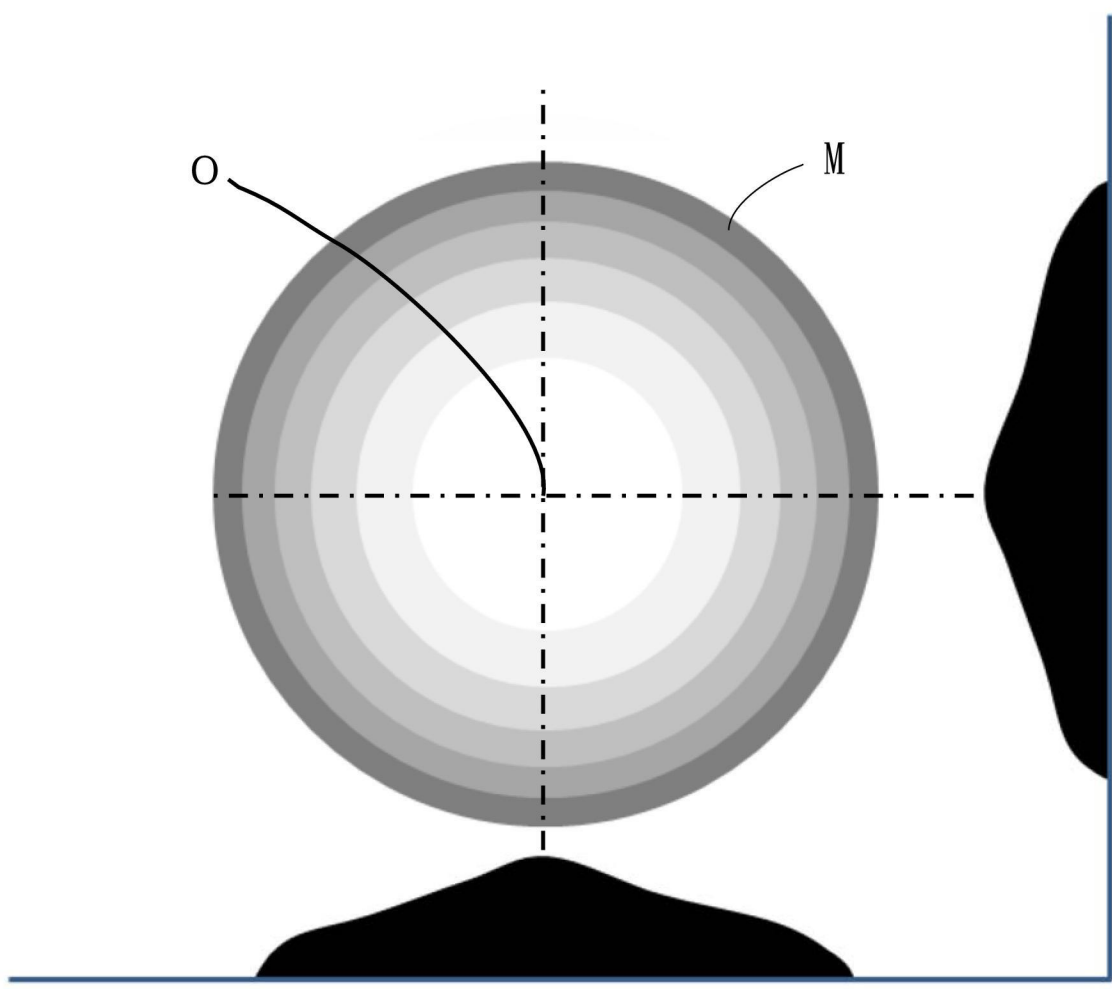
【第 1 圖】



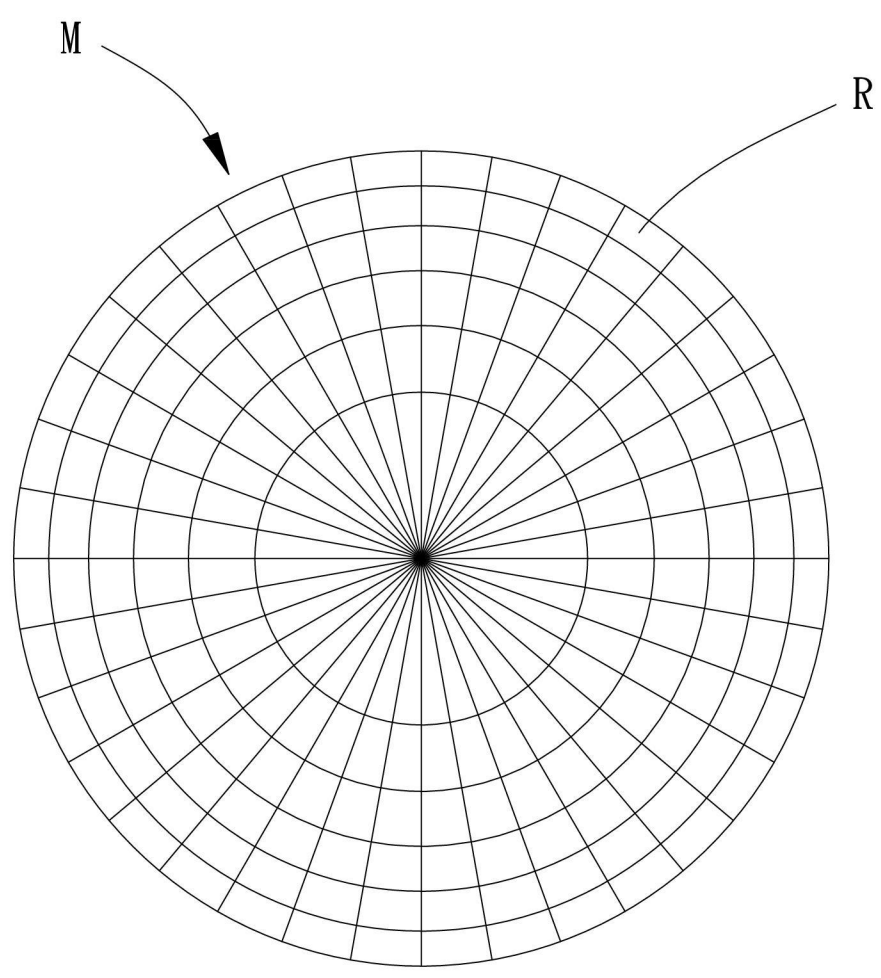
【第 2 圖】



【第 3 圖】



【第 4 圖】



【第 5 圖】