



(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 I851470 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：112142681

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 06 日

(51) Int. Cl. : **G06T7/00 (2017.01)**(71) 申請人：中華電信股份有限公司 (中華民國) CHUNGHWA TELECOM CO., LTD. (TW)
桃園市楊梅區電研路 99 號

(72) 發明人：張國韋 CHANG, KUO WEI (TW)

(74) 代理人：林長榮

(56) 參考文獻：

TW I425184

TW I776163

CN 109962872A

WO 2010117573A2

審查人員：黃秉勤

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 38 頁

(54) 名稱

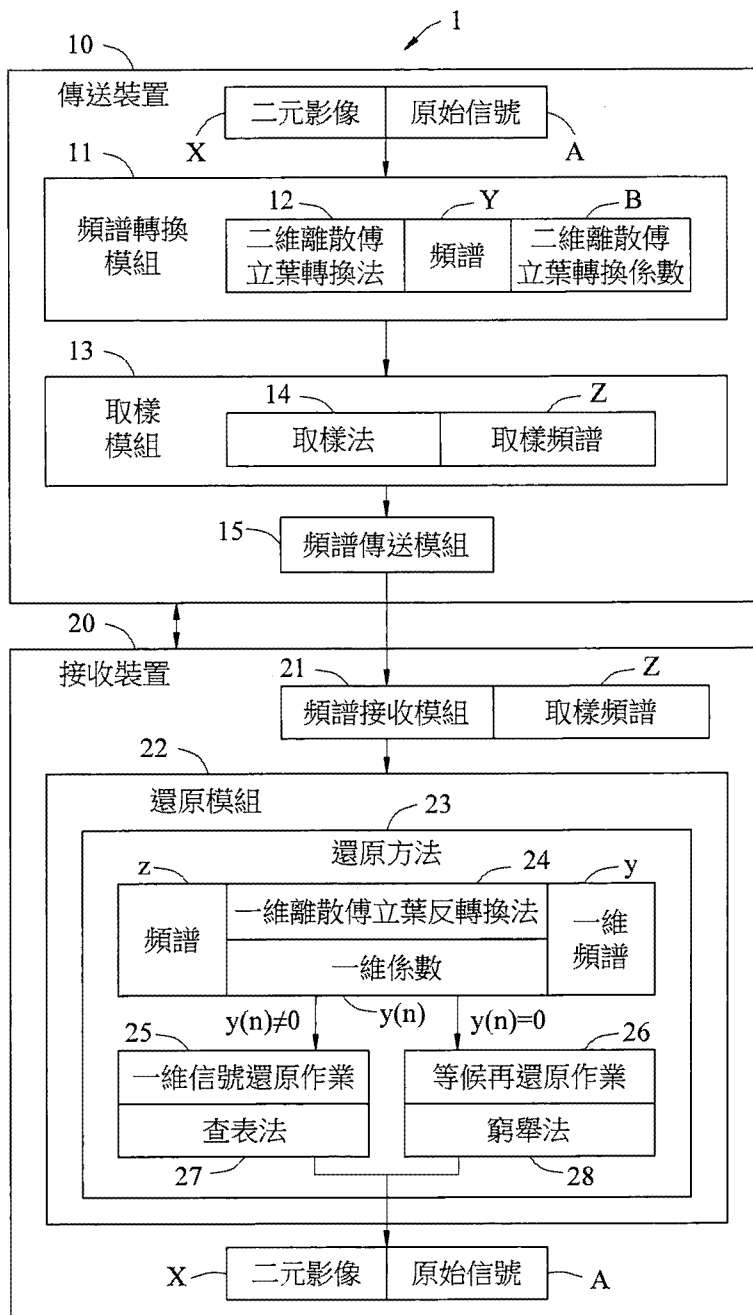
一種還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介

(57) 摘要

本發明揭露一種還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介，係由傳送裝置將二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再對包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜。繼之，由傳送裝置傳送包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜至具有還原模組之接收裝置，俾由還原模組依據包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜迅速地還原出傳送裝置所輸入之二元影像。

The invention discloses a system, method and computer readable medium for restoring binary image. A transmitting device performs a two-dimensional discrete Fourier transform on a binary image to obtain a spectrum including two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of $N*N$ points, and then samples the spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N*N$ points to obtain a sampled spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of $N+2$ points. Next, the transmitting device transmits the sampling spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N+2$ points to a receiving device with a restoration module, so that the restoration module can quickly restores the binary image input by the transmission device based on the sampling spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N+2$ points.

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

- 1:系統
- 10:傳送裝置
- 11:頻譜轉換模組
- 12:二維離散傅立葉轉換法
- 13:取樣模組
- 14:取樣法
- 15:頻譜傳送模組
- 20:接收裝置
- 21:頻譜接收模組
- 22:還原模組
- 23:還原方法
- 24:一維離散傅立葉反轉換法
- 25:一維信號還原作業
- 26:等候再還原作業
- 27:查表法
- 28:窮舉法
- A:原始信號
- B:二維離散傅立葉轉換係數
- X:二元影像
- Y:頻譜
- y:一維頻譜
- y(n):一維係數
- Z:取樣頻譜
- z:頻譜

I851470

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 一種還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介**【英文發明名稱】** SYSTEM, METHOD AND COMPUTERREADABLE MEDIUM FOR RESTORING BINARY
IMAGE**【中文】**

本發明揭露一種還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介，係由傳送裝置將二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再對包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜。繼之，由傳送裝置傳送包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜至具有還原模組之接收裝置，俾由還原模組依據包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜迅速地還原出傳送裝置所輸入之二元影像。

【英文】

The invention discloses a system, method and computer readable medium for restoring binary image. A transmitting device performs a two-dimensional discrete Fourier transform on a binary image to obtain a spectrum including two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of $N*N$ points, and then samples the spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N*N$ points

to obtain a sampled spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of $N+2$ points. Next, the transmitting device transmits the sampling spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N+2$ points to a receiving device with a restoration module, so that the restoration module can quickly restore the binary image input by the transmission device based on the sampling spectrum including the two-dimensional discrete Fourier transform coefficients of the $N+2$ points.

【指定代表圖】 圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

1:系統

10:傳送裝置

11:頻譜轉換模組

12:二維離散傅立葉轉換法

13:取樣模組

14:取樣法

15:頻譜傳送模組

20:接收裝置

21:頻譜接收模組

22:還原模組

23:還原方法

24:一維離散傅立葉反轉換法

25:一維信號還原作業

26:等候再還原作業

27:查表法

28:窮舉法

A:原始信號

B:二維離散傅立葉轉換係數

X:二元影像

Y:頻譜

y:一維頻譜

y(n):一維係數

Z:取樣頻譜

z:頻譜

【特徵化學式】無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 一種還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介

【英文發明名稱】 SYSTEM, METHOD AND COMPUTER
READABLE MEDIUM FOR RESTORING BINARY
IMAGE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種二元影像還原技術，特別是指一種從二維離散傅立葉轉換係數還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介。

【先前技術】

【0002】 目前在二元影像(如黑白影像)之取得上，常常因為設備(如手機)或操作(如手震)之原因，只能獲得一些模糊之影像。這種現象從二元影像之頻譜上來看，就是只能取得二元影像之頻譜之一部分而非全部或全貌。

【0003】 例如，在電腦斷層掃描之二元影像上，可以透過量測方式直接得到某個方向之投影之傅立葉轉換係數，然後透過不同方向之投影來還原原始圖片之二元影像。

【0004】 又例如，在使用者以手機掃描快速響應碼(QR code)時，由於使用者之手震關係，導致使用者所取得之快速響應碼(QR code)可能是模糊之影像，此相當於傅立葉轉換係數遭到破壞。

【0005】 目前習知技術之作法，通常是透過影像強化來進行影像之前處理，其中，影像強化是假設影像為灰階連續信號，再將灰階連續信號作銳

利化。

【0006】然而，習知技術在例如 19 乘 19(即 $19*19$)之二元影像之還原過程需要大約 90 秒之還原時間(運算時間)，故二元影像之還原時間相當冗長且耗費成本。

【0007】因此，如何提供一種創新之二元影像還原技術，以解決上述之任一問題並提供相關之系統或方法，已成為本領域技術人員之一大研究課題。

【發明內容】

【0008】本發明所述之一種還原二元影像之系統包括：一傳送裝置，係將所輸入之二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由傳送裝置對包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，俾由傳送裝置傳送包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，其中， N 係質數；以及一具有還原模組之接收裝置，係通訊連結傳送裝置，以由接收裝置接收傳送裝置所傳送之包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，再由接收裝置之還原模組依據包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜還原出傳送裝置所輸入之二元影像；其中，還原模組對取樣頻譜中包括 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括 N 個點之一維係數之一維頻譜，以於一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 時，由還原模組對為非 0 之一維係數執行一維信號還原作業以還原出二元影像，而於一

維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為 0 時，由還原模組對為 0 之一維係數執行等候再還原作業以還原出二元影像。

【0009】 本發明所述之一種還原二元影像之方法包括：由一傳送裝置將所輸入之二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由傳送裝置對包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，其中， N 係質數；以及由傳送裝置傳送包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜至一具有還原模組之接收裝置，再由接收裝置之還原模組依據包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜還原出傳送裝置所輸入之二元影像；其中，還原模組對取樣頻譜中包括 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括 N 個點之一維係數之一維頻譜，以於一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 時，由還原模組對為非 0 之一維係數執行一維信號還原作業以還原出二元影像，而於一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為 0 時，由還原模組對為 0 之一維係數執行等候再還原作業以還原出二元影像。

【0010】 本發明之電腦可讀媒介應用於計算裝置或電腦中，係儲存有指令，以執行上述之還原二元影像之方法。

【0011】 因此，本發明提供一種創新之還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介，係能在已知影像為二元影像之情況下，傳送裝置只需從二元影像之頻譜中選取 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數以傳送至接收裝置，俾利接收裝置之還原模組能迅速地還原出傳送裝置所輸入之二元影像而完全不會失真。

【0012】 換言之，本發明能在二元影像之頻譜遭到嚴重破壞之情況下，接收裝置之還原模組(還原方法)只需使用二元影像之頻譜中 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數(如頻譜係數或頻譜資訊)，即能迅速地還原出二元影像。亦即，本發明對於一個具有 $N*N$ 個點之二元影像，只需從二元影像之頻譜中抽取 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數，即能迅速地無損還原出二元影像。

【0013】 為使本發明之上述特徵與優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明。在以下描述內容中將部分闡述本發明之額外特徵及優點，且此等特徵及優點將部分自所述描述內容可得而知，或可藉由對本發明之實踐習得。應理解，前文一般描述與以下詳細描述二者均為例示性及解釋性的，且不欲約束本發明所欲主張之範圍。

【圖式簡單說明】

【0014】 圖 1 為本發明所述之一種還原二元影像之系統之架構示意圖。

【0015】 圖 2 為本發明所述之一種還原二元影像之方法之流程示意圖。

【0016】 圖 3 為本發明所述之一種還原二元影像之方法中，有關圖 1 與圖 2 所示還原模組或其還原方法之實施流程示意圖。

【實施方式】

【0017】 以下藉由特定的具體實施形態說明本發明之實施方式，熟悉此技術之人士可由本說明書所揭示之內容瞭解本發明之其他優點與功效，亦可因而藉由其他不同具體等同實施形態加以施行或運用。

【0018】 圖 1 為本發明所述之一種還原二元影像之系統 1 之架構示意圖，圖 2 為本發明所述之一種還原二元影像之方法之流程示意圖。

【0019】 如圖 1 所示，該還原二元影像之系統 1 係從二維離散傅立葉轉換係數還原二元影像之系統，其主要包括互相通訊連結之一傳送裝置 10 與一接收裝置 20。傳送裝置 10 可具有頻譜轉換模組 11、取樣模組 13 與頻譜傳送模組 15，頻譜轉換模組 11 可具有二維離散傅立葉轉換法 12，且取樣模組 13 可具有取樣法 14。接收裝置 20 可具有頻譜接收模組 21 與還原模組 22，還原模組 22 可具有還原方法(如還原演算法)23，且還原模組 22 或還原方法 23 亦可包括一維離散傅立葉反轉換法 24、一維信號還原作業 25、等候再還原作業 26、查表法 27 及/或窮舉法 28 等。

【0020】 在一實施例中，傳送裝置 10 可為傳送端或影像傳送裝置，亦可為具有傳送功能之電子裝置。接收裝置 20 可為接收端、影像接收裝置、還原端或影像還原裝置，亦可為具有接收/還原功能之電子裝置。電子裝置可為電腦、智慧型手機、智慧型手錶、通訊器、通訊裝置、伺服器等，電腦可為個人電腦、平板電腦、筆記型電腦、桌上型電腦等，且伺服器可為通用伺服器、網路伺服器、雲端伺服器、遠端伺服器等。

【0021】 在一實施例中，傳送裝置 10 之頻譜轉換模組 11 可為頻譜轉換器(晶片/電路)、頻譜轉換軟體(程式)等，取樣模組 13 可為取樣器(晶片/電路)、取樣軟體(程式)等，頻譜傳送模組 15 可為頻譜傳送器(晶片/電路)、頻譜傳送軟體(程式)等。接收裝置 20 之頻譜接收模組 21 可為頻譜接收器(晶片/電路)、頻譜接收軟體(程式)等，還原模組 22 可為還原器(晶片/電路)、還原軟體(程式)等。

【0022】 在一實施例中，本發明所述「二元」可用 1 與 0 代表之，二元影像 X 可為二種顏色所構成之影像、圖像、圖案、圖片、照片、編碼等，例如二元影像 X 可為黑白影像、電腦斷層掃描影像、快速響應碼(QR code)等。取樣頻譜 Z 可為二維頻譜，一維頻譜 y 亦可稱為中介頻譜或中介向量等。一維信號還原作業 15 可為一維信號還原法、一維信號還原功能、一維信號還原程序等，且等候再還原作業可為等候再還原法、等候再還原功能、等候再還原程序。

【0023】 在一實施例中，本發明所述「至少一」代表一個以上(如一、二或三個以上)，「複數」代表二個以上(如二、三、四、十或百個以上)，「通訊連結」代表透過資料、訊號、電性、有線方式(如有線網路)或無線方式(如無線網路)等各種方式互相通訊或連結。但是，本發明並不以各實施例所提及者為限。

【0024】 要特別說明者，本發明之實施例皆將縱向稱為「行」，並將橫向稱為「列」，以避免混淆。但其它實施例中，亦可改將縱向稱為「列」，並將橫向改稱為「行」。例如，本發明之實施例中「第一行」代表「縱向之第一行」，但其它實施例中第一行亦可代表「橫向之第一行」。因此，本發明所述「行」可為縱向與橫向之一者，且「列」可為縱向與橫向之另一者。

【0025】 本發明所述之還原二元影像之系統 1 及方法為一種適用於二元影像 X 之還原技術，能在已知影像為二元影像 X(如 1 與 0 或者黑與白之二元影像)之情況下，只需對傳送裝置 10 所輸入之二元影像 X 通過二維離散傅立葉轉換法 12 所得到之頻譜 Y 選取適當之樣本(稱為取樣頻譜 Z)以傳輸至接收裝置 20 即可，且接收裝置 20 之還原模組 22 可透過還原方法 23 對

取樣頻譜 Z(即對頻譜 Y 之取樣結果)還原出二元影像 X 而完全不會失真。

【0026】亦即，本發明所述之還原二元影像之系統 1 及方法為一種適用於二元影像 X 之還原技術，能在二元影像 X 之長與寬皆為相同質數 N(如質數=2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47...)時，只需要 N+2 個點或以上(如至少 N+2 個點且皆為非 0)之二維離散傅立葉轉換係數 B，便能迅速地還原二元影像 X。

【0027】例如，本發明在 N=19 之情況下，能採用 21 個點(即至少 N+2 個點且皆為非 0)之二維離散傅立葉轉換係數 B 以迅速地還原二元影像 X，相當於只使用 $21 / 361 = 5.8\%$ (大約 6%)之二維離散傅立葉轉換係數 B(如頻譜係數)，且能在 2 秒內還原二元影像 X。

【0028】本發明對於一個具有 N*N 個點之二元影像 X，只需從二元影像 X 之頻譜 Y 中抽取 N+2 個點或以上(即 6%)之二維離散傅立葉轉換係數 B，即能迅速地無損還原出二元影像 X。例如，在 19 乘 19(即 19*19)之二元影像 X 之還原時間(運算時間)上，習知技術需要 90 秒之還原時間，但本發明只需要不到 2 秒之還原時間，故本發明只需花費習知技術之 1/45 的還原時間。

【0029】本發明對於具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN * mN = 38 * 38$)之二元影像 X 之情況，其中 m 為倍數(如 m=2)且 N 為質數(如 N=19)，能採用平移取樣技術以取樣 $(N+2)m^2$ (如 $21 * 2^2 = 84$)個二維離散傅立葉轉換係數 B 即可還原二元影像 X，且二元影像 X 之頻譜 Y 之二維離散傅立葉轉換係數 B 之取樣率同樣只需大約 6%(即 $84 / 38^2 = 5.8\% \approx 6\%$)。

【0030】本發明之使用情境：在例如電腦斷層掃描之二元影像 X 上，

可以透過量測方式直接得到某個方向之投影之二維離散傅立葉轉換係數 B ，然後透過不同方向之投影來還原原始圖片之二元影像 X 。對此，本發明只需要使用 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數 B 即能還原二元影像 X ，以利減少電腦斷層掃描之量測次數。

【0031】 又例如，在使用者以手機掃描快速響應碼(QR code)時，由於使用者之手震關係，導致使用者所取得之快速響應碼(QR code)可能是模糊之影像，此相當於傅立葉轉換係數遭到破壞。目前習知技術之作法，通常是透過影像強化進行影像之前處理，其中，影像強化是假設影像為灰階連續信號，再將灰階連續信號作銳利化。本發明不同之處在於利用例如快速響應碼(QR code)是二元影像 X 之特性，以利減少傳送裝置 10 之取樣模組 13(取樣法 14)對二元影像 X 取樣所需之二維離散傅立葉轉換係數 B 之個數，且即便二元影像 X 遭到嚴重破壞，接收裝置 20 之還原模組 22(還原方法 23)亦能迅速地還原此二元影像 X 。

【0032】 具體而言，如圖 1 與圖 2 所示，本發明所述之還原二元影像之系統 1 及方法可包括下列步驟 S11 至步驟 S14 與步驟 S21 至步驟 S22 之技術內容。

【0033】 [1]圖 2 之步驟 S11：由傳送裝置 10 輸入包括原始信號 A 之二元影像 X 。在本實施例中，採取具有長(如橫向)與寬(如縱向)皆為 $N=5$ 個點之二元影像 X ，亦即包括 N 乘 N 個點(如 $N*N=5*5=25$ 個點)之原始信號 A 之二元影像 X 。例如，下述二元影像 X 之第一列至第五列之原始信號 A 分別為(1 0 0 1 0)、(1 1 1 1 1)、(0 1 0 0 0)、(1 1 0 0 1)、(0 0 0 0 0)。

【0034】 包括原始信號 A 之二元影像 X ：

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

【0035】 本發明亦可用 $X(n_1, n_2)$ 表示二元影像 X 之 N 個點(如 5 個點)之任一者之原始信號 A ，例如： n_1 為二元影像 X 之 N 個點(如 5 個點)之任一者之列位置， n_2 為二元影像 X 之 N 個點(如 5 個點)之任一者之行位置，且 n_1 與 n_2 皆為 0 至 $N-1$ 其中一者之值(即 0, 1, 2, 3, ..., $N-1$)，在本實施例中， n_1 與 n_2 皆為 0, 1, 2, 3, 4。例如，在上述二元影像 X 之第一列(如橫向第一列)中， $X(0,0)=1$ 、 $X(0,1)=0$ 、 $X(0,2)=0$ 、 $X(0,3)=1$ 、 $X(0,4)=0$ ；在二元影像 X 之第二列(如橫向第二列)中， $X(1,0) = X(1,1) = X(1,2) = X(1,3) = X(1,4) = 1$ ，以此類推。

【0036】 [2]圖 2 之步驟 S12：由傳送裝置 10 之頻譜轉換模組 11 透過下列二維離散傅立葉轉換法 12 將二元影像 X 進行二維離散傅立葉轉換 (Two-Dimensional Discrete Fourier Transform; 2DDFT)，以得到包括 N 乘 N 個點(如 $N*N=5*5=25$ 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 Y 。

【0037】 二維離散傅立葉轉換法 12：

$$Y(k_1, k_2) = \sum_{n_1} \sum_{n_2} X(n_1, n_2) W_N^{-(n_1 k_1 + n_2 k_2)}$$

【0038】 上述二維離散傅立葉轉換法 12 中， Y 為頻譜， N 為質數。 n_1 為二元影像 X 之 N 個點(如 5 個點)之任一者之列位置， n_2 為二元影像 X 之 N 個點(如 5 個點)之任一者之行位置。 n_1 、 n_2 、 k_1 與 k_2 皆為 0 至 $N-1$ 其中一者之值(即 0, 1, 2, 3, ..., $N-1$)，在本實施例中， n_1 、 n_2 、 k_1 與 k_2 皆為 0,

1, 2, 3, 4。 $W_N = e^{2\pi i/N}$ ， e 為自然對數， π 為圓周率， i 為根號負 1。

【0039】 例如，頻譜轉換模組 11 可透過二維離散傅立葉轉換法 12 將二元影像 X 進行二維離散傅立葉轉換(2DDFT)，以得到下列包括 N 乘 N 個點(如 $N*N=5*5=25$ 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 Y 。在本實施例中，二維離散傅立葉轉換係數 B 可包括 11、 $0.309-3.5797i$ 、 $-0.809-4.8410i$ 、 $-0.809-4.8410i$ 、 $0.309+3.5797i$ 、 $2.118-0.3633i$ 、 $-1.9271+2.1266i$... 等，共 25 個點，其中 i 為虛數(即根號負 1)。

【0040】 包括 N 乘 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 Y ：

$$Y = \begin{bmatrix} 11 & 2.118-0.3633i & -0.118-1.5388i & -0.1180+1.5388i & 2.118+0.3633i \\ 0.309-3.5797i & -1.9271+2.1266i & 2.118-0.3633i & 2.809+0.5878i & -0.809-0.5878i \\ -0.809-4.8410i & 1.6910-0.9511i & 1.4271-1.3143i & 0.309+0.9511i & -0.118-1.5388 \\ -0.809+4.8410i & -0.118+1.5388i & 0.309-0.9511i & 1.4271+1.3143i & 1.6910+0.9511i \\ 0.309+3.5797i & -0.809+0.5878i & 2.809-0.5878i & 2.118+0.3633i & -1.9271-2.2166i \end{bmatrix}$$

【0041】 [3]圖 2 之步驟 S13：由傳送裝置 10 之取樣模組 13 利用取樣法 14 對包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 Y 進行取樣，以得到包括 $N+2$ 個點(如 $5+2=7$ 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點(如 $5*5-(5+2)=18$ 個點)之 0(零)之取樣頻譜 Z (即對頻譜 Y 之取樣結果)。

【0042】 例如，取樣模組 13 之取樣法 14 可對頻譜 Y 之第一行取樣第一個點之二維離散傅立葉轉換係數 B (如 11)與第二個點至第 N 個點之一者(如第二個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B (如 $0.309-3.5797i$)，並對頻譜 Y 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)取樣全部 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B (如 $2.118-0.3633i$ 、 $-1.9271+2.1266i$ 、 $1.6910-0.9511i$ 、

$-0.118+1.5388i$ 、 $-0.809+0.5878i$), 其中 i 為虛數(即根號負 1)。亦即, 取樣模組 13 之取樣法 14 可對頻譜 Y 總共取樣 $N+2$ 個點(如 $5+2=7$ 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 。

【0043】同時, 在取樣模組 13 之取樣法 14 對頻譜 Y 取樣第一行之第一個點與第二個點至第 N 個點之一者(如第二個點)以及第二行至第 N 行之一者(如第二行)之全部 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 後, 對於頻譜 Y 之第一行之第一個點與第二個點至第 N 個點之一者(如第二個點)以外的點(如第三個點至第 N 個點)以及第二行至第 N 行之一者以外(如第三行至第五行)的點, 皆毋須取樣二維離散傅立葉轉換係數 B 而改用 0(零)取代之。

【0044】在本實施例中, 傳送裝置 10 之取樣模組 13 之取樣法 14 對頻譜 Y 之取樣結果, 可為下列包括 $N+2$ 個點(如 $5+2=7$ 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點(如 $5*5-(5+2)=18$ 個點)之 0(零)之取樣頻譜 Z 。

【0045】包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0(零)之取樣頻譜 Z :

$$Z = \begin{bmatrix} 11 & 2.118 - 0.3633i & 0 & 0 & 0 \\ 0.309 - 3.5797i & -1.9271 + 2.1266i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.6910 - 0.9511i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.118 + 1.5388i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -0.809 + 0.5878i & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

【0046】[4]圖 2 之步驟 S14: 由傳送裝置 10 之頻譜傳送模組 15 傳送上述包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0(零)之取樣頻譜 Z 。

【0047】 [5]圖 2 之步驟 S21：由接收裝置 20 之頻譜接收模組 21 接收傳送裝置 10 之頻譜傳送模組 15 所傳送之包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0(零)之取樣頻譜 Z 。

【0048】 [6]圖 2 之步驟 S22：由接收裝置 20 之還原模組 22 之還原方法 23 依據包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 之取樣頻譜 Z 還原出傳送裝置 10 所輸入之二元影像 X 。

【0049】 圖 3 為本發明所述之一種還原二元影像之系統 1 及方法中，有關圖 1 與圖 2(如步驟 S22)所示還原模組 22 或其還原方法 23 之實施流程示意圖。同時，在圖 3 中，還原模組 22 或其還原方法 23 之細部實施流程可包括下列步驟 S31 至步驟 S36。

【0050】 [1]如圖 3 之步驟 S31 所示，當接收裝置 20 之頻譜接收模組 21 接收到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0(零)之取樣頻譜 Z 時，由接收裝置 20 之還原模組 22 之還原方法 23 從取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)中取得包括 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 z 。

【0051】 例如，接收裝置 20 之還原模組 22 之還原方法 23 可從取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)中取得包括 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 以作為頻譜 z ，亦即頻譜 z 可包括 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 。在本實施例中，還原模組 22 之還原方法 23 從取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)中所取得之頻譜 z 之二維離散傅立葉轉換係數 B 可包括 $2.118-0.3633i$ 、 $-1.9271+2.2166i$ 、 $1.6910-0.9511i$ 、 $-0.118+ 1.5388i$ 、 $-0.809+0.5878i$ ，如下所示。

【0052】 從取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)所取得之頻譜 z ：包括 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 。

$$z = \begin{bmatrix} 2.118 - 0.3633 i \\ -1.9271 + 2.1266 i \\ 1.6910 - 0.9511 i \\ -0.118 + 1.5388 i \\ -0.809 + 0.5878 i \end{bmatrix}$$

【0053】 [2]如圖 3 之步驟 S32 所示，接收裝置 20 之還原模組 22 可將從取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)中所取得之頻譜 z 視為一維(因只有一行)，故還原模組 22 可利用下列一維離散傅立葉反轉換法 24 對包括 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 之頻譜 z 進行一維離散傅立葉反轉換，以得到包括 N 個點(如 5 個點)之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y (如中介頻譜或中介向量)。

【0054】 一維離散傅立葉反轉換法 24：

$$y(k) = 1/N \sum_n z(n) W_N^{nk}$$

【0055】 上述一維離散傅立葉反轉換法 24 中， y 為一維頻譜(如中介頻譜或中介向量)， N 為質數， k 與 n 皆為 0 至 $N-1$ 之任一者之值(即 0, 1, 2, 3, ..., $N-1$)。 z 為取樣頻譜 Z 之第二行至第 N 行之一者(如第二行)之頻譜並包括 N 個點(如 5 個點)之二維離散傅立葉轉換係數 B 。 $W_N = e^{2\pi i/N}$ ， e 為自然對數， π 為圓周率， i 為根號負 1。

【0056】 因此，在本實施例中，還原模組 22 可利用一維離散傅立葉反轉換法 24 以得到下列包括 N 個點(如 5 個點)之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y (如中介頻譜或中介向量)。例如，一維頻譜 y 之 N 個點之一維係數 $y(n)$ 可

包括 $0.19+0.5878i$ 、 0 、 $0.3090-0.9511i$ 、 $1.6180-0.0000i$ 、 0 。

【0057】 包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y ：

$$y = \begin{bmatrix} 0.1910 + 0.5878 i \\ 0 \\ 0.3090 - 0.9511 i \\ 1.6180 - 0.0000 i \\ 0 \end{bmatrix}$$

【0058】 [3]如圖 3 之步驟 S33 至步驟 S36 所示，接收裝置 20 之還原模組 22(還原方法 23)可判斷一維頻譜 y (如中介頻譜或中介向量)之 N 個點(如 5 個點)之任一者之一維係數 $y(n)$ 為非 0(非零)或為 0(零)，亦即 $y(n) \neq 0$ 或 $y(n) = 0$ ？

【0059】 當接收裝置 20 之還原模組 22(還原方法 23)判斷出一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第一個點/第三個點/第四個點)之一維係數 $y(n)$ 為非 0(即 $y(n) \neq 0$)時，還原模組 22(還原方法 23)可對為非 0 之一維係數 $y(n)$ 執行如步驟 S34 所示一維信號還原作業 25，以得到如步驟 S36 所示二元影像 X 之原始信號 A 之還原結果。反之，當還原模組 22(還原方法 23)判斷出一維頻譜之 N 個點之任一者(如第二個點/第五個點)之一維係數 $y(n)$ 為 0(即 $y(n) = 0$)時，還原模組 22(還原方法 23)可對為 0 之一維係數 $y(n)$ 執行如步驟 S35 所示等候再還原作業 26，以得到如步驟 S36 所示二元影像 X 之原始信號 A 之還原結果。例如，上述 $y(n)$ 可為下列之 $y(1)$ 、 $y(2)$ 、 $y(3)$ 、 $y(4)$ 或 $y(5)$ ，但不以此為限。

【0060】 再者，當接收裝置 20 之還原模組 22 判斷出一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第一個點/第三個點/第四個點)之一維係數 $y(n)$ 為非 0(非零)

時，還原模組 22 可利用查表法 27 對一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第一個點/第三個點/第四個點)中為非 0 之一維係數 $y(n)$ 執行一維信號還原作業 25，以從一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第一個點/第三個點/第四個點)中為非 0 之一維係數 $y(n)$ 對應推得或還原出二元影像 X 之任一系列(如第一列/第三列/第四列)之原始信號 A 。又，當接收裝置 20 之還原模組 22 判斷出一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第二個點/第五個點)之一維係數 $y(n)$ 為 0(零)時，還原模組 22(還原方法 23)可對一維頻譜 y 之 N 個點之任一者(如第二個點/第五個點)中為 0 之一維係數 $y(2)$ 執行等候再還原作業 26，以對應推得或還原出二元影像 X 之任一系列(如第二列/第五列)之原始信號 A 。對此，茲舉例說明如下列[3-1]至[3-5]所述之技術內容。

【0061】 [3-1]上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 中，第一個點之一維係數 $y(1)=0.1910+0.5878i$ 。由於一維頻譜 y 之第一個點之一維係數 $y(1)$ 為非 0(非零)，故還原模組 22 可於步驟 S34 中對一維頻譜 y 之第一個點之一維係數 $y(1)$ 執行一維信號還原作業 25，以從一維頻譜 y 之第一個點之一維係數 $y(1)$ 中對應推得或還原出二元影像 X 之第一列之原始信號 A 。例如，還原模組 22 可利用查表法 27 依據下列表 1 之內容對一維頻譜 y 之第一個點之一維係數 $y(1)$ 執行一維信號還原作業 25，以利用查表法 27 從一維頻譜 y 之第一個點之一維係數 $y(1)$ 中成功地對應推得或還原出二元影像 X 之第一列之原始信號 A 為(1 0 0 1 0)。

【0062】 表 1：用於查表法 27 之對應表。例如，當 $N=5$ 時，二元影像 X 之原始信號 A 與一維離散傅立葉反轉換法 24 之一維係數 $y(n)$ 所組成之對應表。

用於查表法之對應表	
二元影像之原始信號	一維離散傅立葉反轉換法 所得到之一維係數
0 0 0 0 0	0
0 0 0 0 1	0.3090+0.9511i
0 0 0 1 0	-0.8090+0.5878i
0 0 0 1 1	-0.5000+1.5388i
0 0 1 0 0	-0.8090-0.5878i
0 0 1 0 1	-0.5000+0.3633i
0 0 1 1 0	-1.6180
0 0 1 1 1	-1.3090 0.9511i
0 1 0 0 0	0.3090-0.9511i
0 1 0 0 1	0.6180
0 1 0 1 0	-0.5000-0.3633i
0 1 0 1 1	-0.1910 +0.5878i
0 1 1 0 0	-0.5000-1.5388i
0 1 1 0 1	-0.1910-0.5878i
0 1 1 1 0	-1.3090-0.9511i
0 1 1 1 1	-1
1 0 0 0 0	1
1 0 0 0 1	1.3090+0.9511i
1 0 0 1 0	0.1910+0.5878i
1 0 0 1 1	0.5000+1.5388i
1 0 1 0 0	0.1910-0.5878i

1 0 1 0 1	0.5000+0.3633i
1 0 1 1 0	-0.6180
1 0 1 1 1	-0.3090+0.9511i
1 1 0 0 0	1.3090-0.9511i
1 1 0 0 1	1.6180
1 1 0 1 0	0.5000-0.3633i
1 1 0 1 1	0.8090+0.5878i
1 1 1 0 0	0.5000-1.5388i
1 1 1 0 1	0.8090-0.5878i
1 1 1 1 0	-0.3090-0.9511i
1 1 1 1 1	0

【0063】 [3-2]上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 中，第二個點之一維係數 $y(2)=0$ 。由於一維頻譜 y 之第二個點之一維係數 $y(2)$ 為 0(零)，故還原模組 22(還原方法 23)可於步驟 S35 中對一維頻譜 y 之第二個點之一維係數 $y(2)$ 執行後續之等候再還原作業 26。

【0064】 [3-3]上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 中，第三個點之一維係數 $y(3)=0.3090-0.9511i$ 。由於一維頻譜 y 之第三個點之一維係數 $y(3)$ 為非 0(非零)，故還原模組 22 可於步驟 S34 中對一維頻譜 y 之第三個點之一維係數 $y(3)$ 執行一維信號還原作業 25，以從一維頻譜 y 之第三個點之一維係數 $y(3)$ 中對應推得或還原出二元影像 X 之第三列之原始信號 A 。例如，還原模組 22 可利用查表法 27 依據上述表 1 之內容對一維頻譜 y 之第三個點之一維係數 $y(3)$ 執行一維信號還原作業 25，以利用查表法 27 從一維頻譜 y 之第三個點之一維係數 $y(3)$ 中成功地對應推得或還原出二元

影像 X 之第三列之原始信號 A 為(0 1 0 0 0)。

【0065】 [3-4]上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 中，第四個點之一維係數 $y(4)=1.6180-0.0000i$ (即 1.6180)。由於一維頻譜 y 之第四個點之一維係數 $y(4)$ 為非 0(非零)，故還原模組 22 可於步驟 S34 中對一維頻譜 y 之第四個點之一維係數 $y(4)$ 執行一維信號還原作業 25，以從一維頻譜 y 之第四個點之一維係數 $y(4)$ 中對應推得或還原出二元影像 X 之第四列之原始信號 A。例如，還原模組 22 可利用查表法 27 依據上述表 1 之內容對一維頻譜 y 之第四個點之一維係數 $y(4)$ 執行一維信號還原作業 25，以利用查表法 27 從一維頻譜 y 之第四個點之一維係數 $y(4)$ 中成功地對應推得或還原出二元影像 X 之第四列之原始信號 A 為(1 1 0 0 1)。

【0066】 [3-5]上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 中，第五個點之一維係數 $y(5)=0$ 。由於一維頻譜 y 之第五個點之一維係數 $y(5)$ 為 0(零)，故還原模組 22(還原方法 23)可於步驟 S35 中對一維頻譜 y 之第五個點之一維係數 $y(5)$ 執行後續之等候再還原作業 26。

【0067】 然後，由於上述包括 N 個點之一維係數 $y(n)$ 之一維頻譜 y 只有 5 個點，已經沒有下一個點了。因此，還原模組 22 毋須再等候，並立即開始對上述一維頻譜 y 之第二個點之一維係數 $y(2)$ 與第五個點之一維係數 $y(5)$ 執行等候再還原作業 26。

【0068】 舉例而言，如圖 3 之步驟 S35 所示等候再還原作業 26，還原模組 22(還原方法 23)可對例如 $y(2)=0$ 與 $y(5)=0$ 執行下列等候再還原作業 26 之還原程序 P1 至還原程序 P3。

【0069】 還原程序 P1：還原模組 22(還原方法 23)可將已還原之二元

影像 X 之各列之原始信號 A(如第一列之原始信號 A 為(1 0 0 1 0)、第三列之原始信號 A 為(0 1 0 0 0)、第四列之原始信號 A 為(1 1 0 0 1))先分別進行橫向加總，以得到已還原之二元影像 X 之各列(如第一列、第三列、第四列)之橫向加總結果(如 2、1、3)。同時，還原模組 22(還原方法 23)可將未還原之二元影像 X 之各列(如第二列、第五列)之部分(如未還原之信號)皆以變數(如 v2、v5)取代。因此，還原模組 22(還原方法 23)可得到下列之一維信號 V(因只有一行)。

【0070】 一維信號 V：

$$V = \begin{bmatrix} 2 \\ v_2 \\ 1 \\ 3 \\ v_5 \end{bmatrix}$$

【0071】 還原程序 P2：由上述 $y(2)=y(5)=0$ 與表 1 所載用於查表法 27 之對應表之內容可得知，二元影像 X 之第二列或第五列之原始信號 A 一定是(0 0 0 0 0)或(1 1 1 1 1)，且一維信號 V 之變數 v2 或變數 v5 於橫向加總後之值必定為 0 與 5 其中一者。因此，一維信號 V 之變數 v2 與變數 v5 總共只有四種可能性，亦即：(1)第一種可能性為 $v_2=0$ 與 $v_5=0$ ，(2)第二種可能性為 $v_2=5$ 與 $v_5=0$ ，(3)第三種可能性為 $v_2=0$ 與 $v_5=5$ ，(4)第四種可能性為 $v_2=5$ 與 $v_5=5$ 。

【0072】 還原程序 P3：由取樣頻譜 Z 之二維離散傅立葉轉換係數 B 之性質可得知，一維信號 V 之變數 v2 與變數 v5 之二個一維離散傅立葉轉換係數即是取樣頻譜 Z 之第一行之二個二維離散傅立葉轉換係數 B，故還原

模組 22 可利用窮舉法 28 逐一檢查下列四種可能性。

【0073】 (1)第一種可能性：還原模組 22 可利用窮舉法 28 檢查一維信號 V 之 $v_2=0$ 與 $v_5=0$ ，亦即一維信號 V 如下：

$$V = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

【0074】 例如，還原模組 22 利用窮舉法 28 檢查於一維信號 V 之 $v_2=0$ 與 $v_5=0$ 時，可以得到一維信號 V 之二個一維離散傅立葉轉換係數分別為 $6.0000+0i$ 與 $-1.2361+1.1756i$ ，故還原模組 22 可進一步比對出一維信號 V 之二個一維離散傅立葉轉換係數與上述取樣頻譜 Z 之第一行之二個二維離散傅立葉轉換係數 B (如 11 與 $0.309-3.5797i$)不符合。

【0075】 (2)第二種可能性：還原模組 22 可利用窮舉法 28 檢查一維信號 V 之 $v_2=5$ 與 $v_5=0$ ，亦即一維信號 V 如下：

$$V = \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

【0076】 例如，還原模組 22 利用窮舉法 28 檢查於一維信號 V 之 $v_2=5$ 與 $v_5=0$ 時，可以得到一維信號 V 之二個一維離散傅立葉轉換係數分別為 $11.0000+0i$ (即 11)與 $0.3090-3.5797i$ ，故還原模組 22 可進一步比對出一維信號 V 之二個一維離散傅立葉轉換係數與上述取樣頻譜 Z 之第一行之二個二維離散傅立葉轉換係數 B (如 11 與 $0.309-3.5797i$)相符合。

【0077】 因此，一維信號 V 之二個一維離散傅立葉轉換係數分別為

11.0000+0i(即 11)與 0.3090-3.5797i，此與上述取樣頻譜 Z 之第一行之二個二維離散傅立葉轉換係數 B (如 11 與 0.309-3.5797i)相符合，故還原模組 22 利用窮舉法 28 所得到之答案為 $v_2=5$ 與 $v_5=0$ 。換言之，二元影像 X 之第二列之原始信號 A 是由 5 個 1 構成(1 1 1 1 1)，且二元影像 X 之第五列之原始信號是由 5 個 0 構成(0 0 0 0 0)。

【0078】 (3)第三種可能性與(4)第四種可能性：由於還原模組 22 已利用窮舉法 28 得到答案為 $v_2=5$ 與 $v_5=0$ ，故還原模組 22 可以不必再進一步檢查第三種可能性與第四種可能性。

【0079】 至此，還原模組 22 已經完全還原了二元影像 X ，如下所示。

【0080】 已還原之二元影像 X ：

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

【0081】 本發明之實施例中，係以具有長與寬之邊長皆為質數 N 個點(如 $N=5$ ，共 $N*N=5*5=25$ 個點)之二元影像 X 作例子。但對於具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN=2*5=10$ ，倍數 $m=2$ ，質數 $N=5$ ，共 $mN*mN = 10*10 = 100$ 個點)之二元影像 X ，本發明亦可採取平移取樣技術加以推廣並據以實施。

【0082】 舉例而言，對於具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN=2*5=10$ ，共 $mN*mN=10*10=100$ 個點)之二元影像 X ，傳送裝置 10 之取樣模組 13 可採取平移取樣技術以對具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數

個點(如 $mN*mN=10*10$ 個點)之二元影像 X 進行取樣。例如，在二元影像 X 中， S 代表取樣(Sample)， H 代表不取樣(Hide)。

【0083】 平移取樣技術：對具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點之二元影像 X 之取樣。

S	S	H	H	H	S	S	H	H	H
S	S	H	H	H	S	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H
S	S	H	H	H	S	S	H	H	H
S	S	H	H	H	S	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H
H	S	H	H	H	H	S	H	H	H

【0084】 從傳送裝置 10 之取樣模組 13 採取平移取樣技術以對具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN*mN=10*10$ 個點)之二元影像 X 之取樣中，可以發現具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN*mN=10*10$ 個點)之二元影像 X 中左上角、右上角、左下角與右下角共四組之 $N*N$ 個點(如 $5*5$ 個點)，均與上方取樣模組 13 之取樣法 14 對於具有長與寬之邊長皆為質數 N 個點(如 $5*5$ 個點)之二元影像 X 一致。因此，接收裝置 20 之還原模組 22 可採取平移取樣技術，以將具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN*mN=10*10$ 個點)之二元影像 X 之還原方式(還原問題)轉變成多組具有長與寬之邊長皆為質數 N 個點(如 4 組具有 $5*5$ 個點)之二元影像 X 之還原方式(還原問題)。

【0085】 這種將具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN*$

$mN=10*10$ 個點)之二元影像 X 之還原方式(還原問題)轉變成多組具有長與寬之邊長皆為質數 N 個點(如 4 組具有 $5*5$ 個點)之二元影像 X 之還原方式(還原問題)之原理如下。例如，以一維 mN 個點(如 $mN=2*5=10$ 個點)之原始序列(頻譜)轉變成二組 N 個點(如 5 個點)之序列(頻譜)來說明，而二維影像 X 則可採用相同或相似方式獲得。

【0086】 [1]原始序列：假設傳送裝置 10 具有一維 mN 個點(如倍數 $m=2$, 質數 $N=5$, $mN=2*5=10$ 個點)之原始序列並表示為 $x(n)$ ，其中 $n=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ 。

【0087】 [2]分割序列：接收裝置 20 之還原模組 22(還原方法 23)可將傳送裝置 10 之一維 mN 個點(如 $m*N=2*5=10$ 個點)之原始序列分成二組 N 個點(如 5 個點)之序列，且二組 N 個點(如 $N=5$ 個點)之序列分別稱為序列 $x_1(n)$ 與序列 $x_2(n)$ 。例如， $x_1(n) = x(0), x(2), x(4), x(6), x(8)$ ，且 $x_2(n) = x(1), x(3), x(5), x(7), x(9)$ 。

【0088】 [3]計算一維係數：還原模組 22(還原方法 23)可分別計算二組 N 個點(如 5 個點)之序列 $x_1(n)$ 與 $x_2(n)$ 之一維係數，例如一維係數為一維離散傅立葉轉換係數(簡稱 DFT)。假設二組 N 個點(如 5 個點)之序列 $x_1(n)$ 與序列 $x_2(n)$ 之一維係數(如 DFT)之計算結果分別為 $y_1(k)$ 與 $y_2(k)$ ， $y_1(k) = \text{DFT}(x_1(n))$ ， $y_2(k) = \text{DFT}(x_2(n))$ ，且 $k=0, 1, 2, 3, 4$ 。

【0089】 [4]組合結果：還原模組 22(還原方法 23)可將二組 N 個點(如 5 個點)之序列 $x_1(n)$ 與序列 $x_2(n)$ 之一維係數(如 DFT)之計算結果組合成 10 個點之一維係數(如 DFT)，這可以通過下列方式完成。

【0090】 例如，對於 $k=0, 1, 2, 3, 4$ 而言，二個計算公式分別為 $y(k)$

$= y_1(k) + W_N^k y_2(k)$ 與 $y(k+5) = y_1(k) - W_N^k y_2(k)$ ， y 就是 x 之 mN 個點(如 $2*5=10$ 個點)之一維係數(如 DFT)。反之，如果已經有了 $y(k)$ 與 $y(k+5)$ ，則可以利用二個計算公式 $y(k) = y_1(k) + W_N^k y_2(k)$ 與 $y(k+5) = y_1(k) - W_N^k y_2(k)$ ，反向求得 $y_1(k)$ 與 $y_2(k)$ 。

【0091】 因此，上述[1]至[4]之內容，即為利用一維 mN 個點(如 $mN=2*5=10$ 個點)之原始序列(頻譜)轉變成二組 N 個點(如 5 個點)之序列(頻譜)之方法。

【0092】 此外，本發明還提供針對一種還原二元影像之方法之電腦可讀媒介，係應用於具有處理器與記憶體之計算裝置或電腦中，且電腦可讀媒介儲存有指令，並可利用計算裝置或電腦透過處理器與記憶體執行電腦可讀媒介，以於執行電腦可讀媒介時執行上述內容。在一實施例中，該還原二元影像之方法係從二維離散傅立葉轉換係數還原二元影像之方法。在另一實施例中，該電腦可讀媒介係非暫時性(non-transitory)的電腦可讀儲存媒介。

【0093】 在一實施例中，處理器可為中央處理器(CPU)、圖形處理器(GPU)、微處理器(MPU)、微控制器(MCU)等，記憶體可為隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、快閃(Flash)記憶體、記憶卡、硬碟(如雲端/網路/外接式硬碟)、光碟、隨身碟、資料庫等，且計算裝置或電腦可為計算機、智慧型手機、平板電腦、個人電腦、筆記型電腦、桌上型電腦、伺服器(如雲端/遠端/網路伺服器)等。

【0094】 綜上，本發明所述之還原二元影像之系統、方法及電腦可讀媒介係至少具有下列特色、優點或技術功效。

【0095】 一、本發明能在已知影像為二元影像之情況下，傳送裝置只

需從二元影像之頻譜中選取 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數以傳送至接收裝置，俾利接收裝置之還原模組(還原方法)能迅速地還原出傳送裝置所輸入之二元影像而完全不會失真。

【0096】 二、本發明能在二元影像之頻譜遭到嚴重破壞之情況下，接收裝置之還原模組(還原方法)只需使用二元影像之頻譜中 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數(如頻譜係數或頻譜資訊)，即能迅速地還原出二元影像。

【0097】 三、本發明對於一個具有 $N*N$ 個點之二元影像，只需從二元影像之頻譜中抽取 $N+2$ 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數，即能迅速地無損還原出二元影像。例如，在 19 乘 19(即 $19*19$)之二元影像之還原時間(運算時間)上，習知技術需要 90 秒之還原時間，但本發明只需要不到 2 秒之還原時間，故本發明只需花費習知技術之 $1/45$ 的還原時間。

【0098】 四、本發明之接收裝置之還原模組能在幾秒內(如 2 秒內)之還原時間還原出傳送裝置所輸入之二元影像，明顯優於習知技術需要 90 秒之還原時間。

【0099】 五、本發明對於具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點(如 $mN*mN=38*38$)之二元影像之情況，其中 m 為倍數(如 $m=2$)且 N 為質數(如 $N=19$)，能採用平移取樣技術以取樣 $(N+2)m^2$ (如 $21*2^2=84$)個二維離散傅立葉轉換係數即可還原二元影像，且二元影像之頻譜之二維離散傅立葉轉換係數之取樣率同樣只需大約 6%。

【0100】 六、本發明在例如電腦斷層掃描之二元影像上，只需要使用

N+2 個點或以上(大約或最少 6%)之二維離散傅立葉轉換係數即能還原二元影像，以利減少電腦斷層掃描之量測次數。

【0101】 七、本發明能利用例如快速響應碼(QR code)是二元影像之特性，以利減少傳送裝置之取樣模組(取樣法)對二元影像取樣所需之二維離散傅立葉轉換係數之個數，且即便二元影像遭到嚴重破壞，接收裝置之還原模組(還原方法)亦能迅速地還原此二元影像。

【0102】 八、本發明可能應用之產業為例如醫療業、手機之相機晶片模組等，且可能應用之產品為例如斷層掃描儀、有關快速響應碼(QR code)之掃描模組等，但不以此為限。

【0103】 上述實施形態僅例示性說明本發明之原理、特點及其功效，並非用以限制本發明之可實施範疇，任何熟習此項技藝之人士均能在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施形態進行修飾與改變。任何使用本發明所揭示內容而完成之等效改變及修飾，均仍應為申請專利範圍所涵蓋。因此，本發明之權利保護範圍應如申請專利範圍所列。

【符號說明】

【0104】

1:系統

10:傳送裝置

11:頻譜轉換模組

12:二維離散傅立葉轉換法

13:取樣模組

- 14:取樣法
- 15:頻譜傳送模組
- 20:接收裝置
- 21:頻譜接收模組
- 22:還原模組
- 23:還原方法
- 24:一維離散傅立葉反轉換法
- 25:一維信號還原作業
- 26:等候再還原作業
- 27:查表法
- 28:窮舉法
- A:原始信號
- B:二維離散傅立葉轉換係數
- S11 至 S14,S21 至 S22,S31 至 S36:步驟
- X:二元影像
- Y:頻譜
- y:一維頻譜
- y(n):一維係數
- Z:取樣頻譜
- z:頻譜

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種還原二元影像之系統，包括：

一傳送裝置，係將所輸入之二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由該傳送裝置對包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，俾由該傳送裝置傳送包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，其中， N 係質數；以及

一具有還原模組之接收裝置，係通訊連結該傳送裝置，以由該接收裝置接收該傳送裝置所傳送之包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，再由該接收裝置之該還原模組依據包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜還原出該傳送裝置所輸入之該二元影像；

其中，該還原模組對該取樣頻譜中包括 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括 N 個點之一維係數之一維頻譜，以於該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 時，由該還原模組對為非 0 之一維係數執行一維信號還原作業以還原出該二元影像，而於該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為 0 時，由該還原模組對為 0 之一維係數執行等候再還原作業以還原出該二元影像。

【請求項2】 如請求項 1 所述之系統，其中，該傳送裝置係具有頻譜轉換模組，以由該頻譜轉換模組透過二維離散傅立葉轉換法將該二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜。

【請求項3】 如請求項 1 所述之系統，其中，該傳送裝置係具有取樣模組，以由該取樣模組透過取樣法對該頻譜之第一行取樣第一個點之二維離散傅立葉轉換係數與第二個點至第 N 個點之一者之二維離散傅立葉轉換

係數，並對該頻譜之第二行至第 N 行之一者取樣 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數，俾使該取樣模組之該取樣法對該頻譜總共取樣該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數。

【請求項4】如請求項 1 所述之系統，其中，該傳送裝置係具有取樣模組與頻譜傳送模組，以由該取樣模組透過取樣法對包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0 之取樣頻譜，再由該頻譜傳送模組傳送包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0 之取樣頻譜至該接收裝置。

【請求項5】如請求項 1 所述之系統，其中，該接收裝置之該還原模組更從該取樣頻譜之第二行至第 N 行之一者中取得包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由該還原模組利用一維離散傅立葉反轉換法對包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括該 N 個點之一維係數之一維頻譜。

【請求項6】如請求項 1 所述之系統，其中，該接收裝置之該還原模組係利用一維離散傅立葉反轉換法對包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括該 N 個點之一維係數之一維頻譜，再由該還原模組判斷該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 或為 0。

【請求項7】如請求項 1 所述之系統，其中，當該二元影像具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點時，由該傳送裝置採取平移取樣技術以對具有該長與寬之邊長皆為該質數 N 之倍數個點之該二元影像進行取樣，且由該接收裝置之該還原模組採取該平移取樣技術以將具有該長與寬之邊長

皆為該質數 N 之倍數個點之該二元影像 X 之還原方式轉變成多組具有該長與寬之邊長皆為質數 N 個點之該二元影像 X 之還原方式。

【請求項8】 一種還原二元影像之方法，包括：

由一傳送裝置將所輸入之二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由該傳送裝置對包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜，其中， N 係質數；以及

由該傳送裝置傳送包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜至一具有還原模組之接收裝置，再由該接收裝置之該還原模組依據包括該 $N+2$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之取樣頻譜還原出該傳送裝置所輸入之該二元影像；

其中，該還原模組對該取樣頻譜中包括 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括 N 個點之一維係數之一維頻譜，以於該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 時，由該還原模組對為非 0 之一維係數執行一維信號還原作業以還原出該二元影像，而於該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為 0 時，由該還原模組對為 0 之一維係數執行等候再還原作業以還原出該二元影像。

【請求項9】 如請求項 8 所述之方法，更包括由該傳送裝置透過二維離散傅立葉轉換法將該二元影像進行二維離散傅立葉轉換以得到包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜。

【請求項10】 如請求項 8 所述之方法，更包括由該傳送裝置透過取樣法對該頻譜之第一行取樣第一個點之二維離散傅立葉轉換係數與第二個點至第 N 個點之一者之二維離散傅立葉轉換係數，並對該頻譜之第二行至第

N 行之一者取樣 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數，俾使該取樣模組之該取樣法對該頻譜總共取樣該 N+2 個點之二維離散傅立葉轉換係數。

【請求項11】 如請求項 8 所述之方法，更包括由該傳送裝置透過取樣法對包括該 $N*N$ 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行取樣以得到包括該 N+2 個點之二維離散傅立葉轉換係數與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0 之取樣頻譜，再由該傳送裝置傳送包括該 N+2 個點之二維離散傅立葉轉換係數與 $N*N-(N+2)$ 個點之 0 之取樣頻譜至該接收裝置。

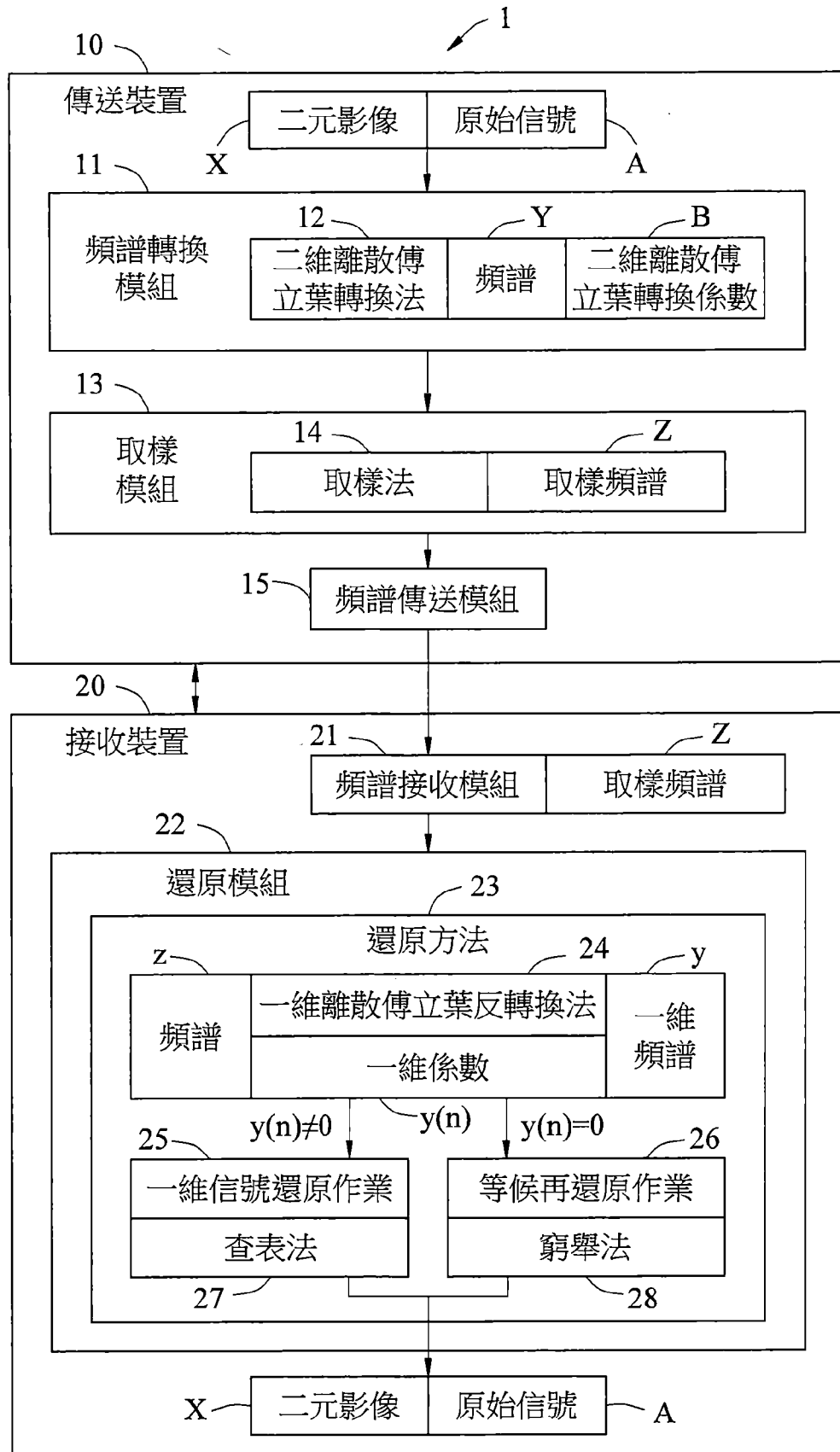
【請求項12】 如請求項 8 所述之方法，更包括由該接收裝置之該還原模組從該取樣頻譜之第二行至第 N 行之一者中取得包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜，再由該還原模組利用一維離散傅立葉反轉換法對包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括該 N 個點之一維係數之一維頻譜。

【請求項13】 如請求項 8 所述之方法，更包括由該接收裝置之該還原模組利用一維離散傅立葉反轉換法對包括該 N 個點之二維離散傅立葉轉換係數之頻譜進行一維離散傅立葉反轉換以得到包括該 N 個點之一維係數之一維頻譜，再由該還原模組判斷該一維頻譜之 N 個點之任一者之一維係數為非 0 或為 0。

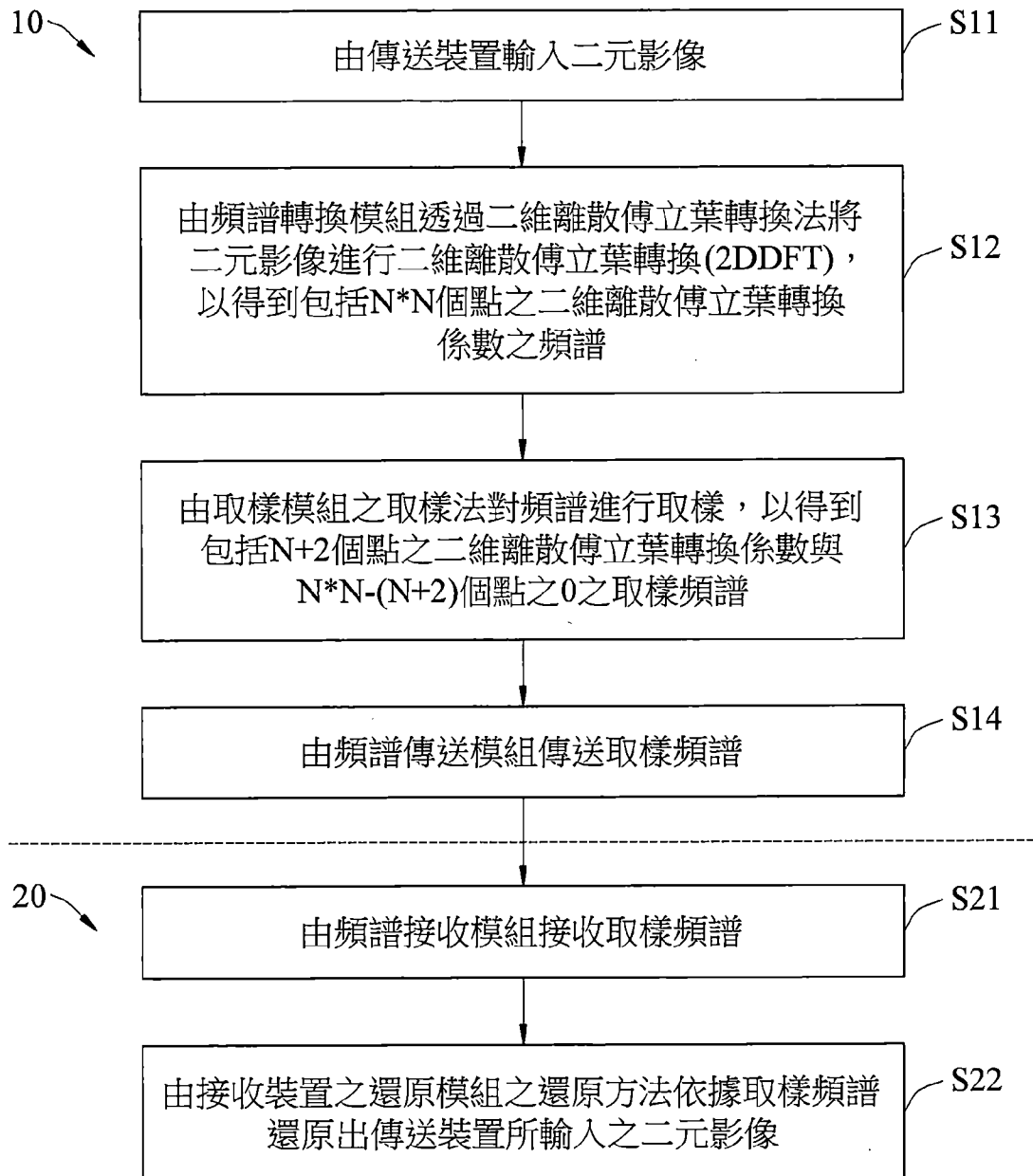
【請求項14】 如請求項 8 所述之方法，更包括當該二元影像具有長與寬之邊長皆為質數 N 之倍數個點時，由該傳送裝置採取平移取樣技術以對具有該長與寬之邊長皆為該質數 N 之倍數個點之該二元影像進行取樣，且由該接收裝置之該還原模組採取該平移取樣技術以將具有該長與寬之邊長皆為該質數 N 之倍數個點之該二元影像 X 之還原方式轉變成多組具有該長與寬之邊長皆為質數 N 個點之該二元影像 X 之還原方式。

【請求項15】 一種電腦可讀媒介，應用於計算裝置或電腦中，係儲存有指令，以執行如請求項 8 至 14 之其中一者所述還原二元影像之方法。

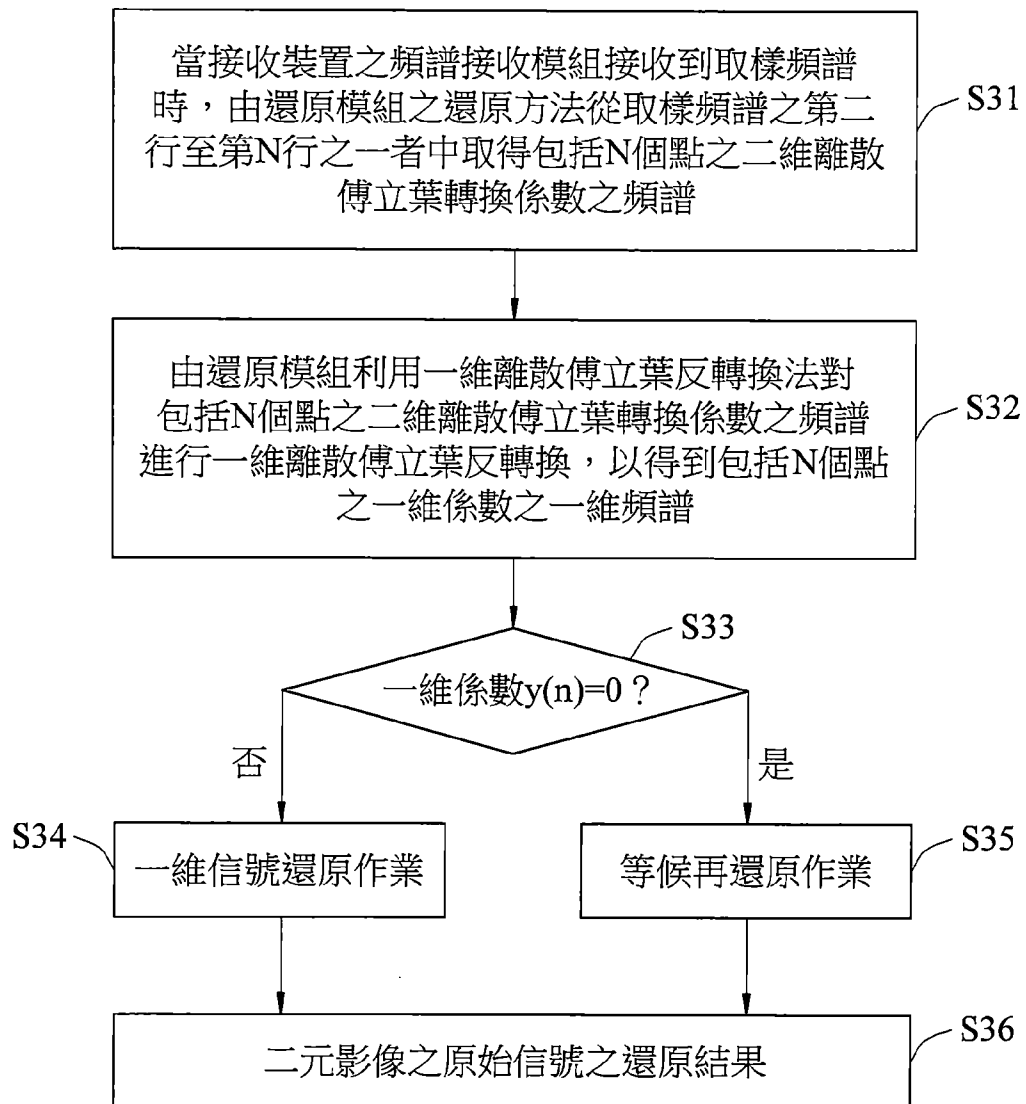
【發明圖式】



【圖 1】



【圖 2】



【圖 3】