

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☒有 ☐無主張優先權
1999.09.30 09/409,141

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ / ）

本發明之背景

本申請案係大致地關於通訊網路，且更特別地，係有關於測試通訊線路。

最近，以普通舊式電話系統(POTS's)載送高速數位訊號之需求已有增加。該需求係由於家庭對於網際網路及遠距辦公室電腦之存取所激起。兩種類型的存取典型地利用一條 POTS 線路作為載送數位訊號的路徑之一部份。

POTS's 之線路係被建構來載送音頻範圍之聲音訊號，而且在靠近音頻範圍能夠載送如音調之數位訊號。現代之數位服務諸如 ISDN 及 ADSL 可在遠高於聲音範圍之頻率將資料傳送得很好。在這些較高的頻率，將聲音訊號傳送得很好的 POTS's 線路可能將數位訊號傳送得很差。儘管如此，許多電話營運公司(TELCO's)仍然想要提供 ISDN 及 /或 ADSL 資料服務給其客戶。

在一 TELCO 交換機及一客戶設備之間的電話線經常是 ISDN 及 ADSL 傳輸在高頻特性之劣等性能的起源。然而，在提供客戶能夠支援 ISDN 及 ADSL 之線路時，普遍地更換用戶線路耗費成本高，是一個不受歡迎的解決方法。一種較便宜的替代方法係僅移除不適於傳送高速數位資料的用戶線路。

為了能夠對不適宜之線路做有限更換，TELCO's 已經在預測哪些用戶線路能夠支援諸如 ISDN 及 ADSL 之資料傳送的發展方法做了一些強化。一些強化亦投入於預測在什麼頻率範圍能夠支援如此之資料傳送。一些用於找出已

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（二）

經支援資料服務之用戶線路的缺陷以修復該缺陷的方法也已被發展。

現在用以預測用戶線路支援高速數位傳輸之能力的方法通常係非自動化而且為勞力密集。經常，這些方法需要使用到線路參數之高頻量測的技巧性解析以決定資料傳輸能力。在一網路之範疇，如此的測試執行起來相當昂貴。

本發明係針對於克服，或者至少減少一或數個以上所說的問題之影響。

本發明之概要

在第一個特性中，本發明提供一個測試用戶線路的方法。該方法包含經由在該用戶線路上之電性量測決定電氣線路特性值，以及以一類神經網路處理該電氣特性值之一部份。該類神經網路自該特性值之該部份預測是否該線路能支援一或更多個預選的資料服務。

在第二個特性中，本發明提供一種方法，其用以建構一種評定用戶線路使用於資料傳輸之資格的測試。該方法包含獲得電氣特性以及用於一訓練組(training set)之樣品線路的評核資料，以及經由該訓練組之資料來決定界定一類神經網路的參數。該網路係被建構來使用一用戶線路之電氣特性值，以預測該用戶線路是否具有一或更多之預選的資料服務的資格。

在第三個特性中，本發明提供一種測試一用戶線路的方法。該方法包含經由在該用戶線路上之電性量測決定該線路之電氣特性值，並形成一具有以這些值為元素的向量

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（3）

。該方法也包含決定該向量是否為一特性向量群集的一員，以及部份地根據群集的一員之判斷來預測該線路是否具有一種資料服務的資格。該群集之特性向量係與一訓練組之樣品線路有關聯。

在第四個特性中，本發明提供一種資料儲存媒體，該媒體儲存一電腦可執行之指令程式以執行以上所述之方法中的一個或更多個方法。

附圖之簡略說明

本發明之其他特質及優點結合以下之附圖加以描述將會更加清楚，其中：

圖 1 顯示一 POTS 網路之一部份，該網路具有一用於測試用戶電話線之系統；

圖 2 描繪一裝置，該裝置執行一電話線路上之單端電氣量測；

圖 3A 係一流程圖，其顯示一使用前向饋送類神經網路來評定用戶線路的方法；

圖 3B 係一流程圖，其顯示在被圖 3A 之類神經網路處理之前，一種平滑化電氣量測的方法；

圖 4A 係一流程圖，其顯示透過圖 3A 之類神經網路處理特性向量的一種方法；

圖 4B 係一方塊圖，其顯示整個圖 4A 之類神經網路層的資料流；

圖 5 係一流程圖，其顯示建構圖 4A-4B 之類神經網路的一種方法；

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (4)

圖 6 係一流程圖，其顯示決定圖 4A-4B 之類神經網路之壓縮層的一種方法；

圖 7 係一流程圖，其顯示決定圖 4A-4B 之類神經網路之基礎層的一種方法；以及

圖 8 係一流程圖，其顯示決定圖 4A-4B 之類神經網路之輸出層之權值的一種方法。

主要部份代表符號之簡要說明

10 POTS 網路

11 系統

12-14 用戶線路

15 電話交換機

16-18 用戶單元

22 電話電纜

40 量測單元

42 測試匯流排

43 裝置

44 聲音測試存取處

46 電腦

48 線路

49 資料儲存裝置

50 可讀之儲存媒體

115 類神經網路

116 第一或是壓縮層

117 第二或是基礎層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (5)

118 最後或是輸出層

119 輸出

較佳實施例之說明

量測及測試特性

圖 1 顯示一 POTS 網路 10 之一部份，其包含有一系統 11 係用以測試用戶線路 12-14。該用戶線路 12-14 連結用戶單元 16-18，換言之即數據機及/或電話至一電話交換機 15。該交換機 15 係連結該用戶線路 12-14 至該電話網路 10 之其餘用戶線路。該交換機 15 可為一 POTS 交換機或其他之裝置，例如，一數位用戶回路存取多工器(DSLAM)。該交換機 15 及測試系統 11 可位於一 TELCO 之一個或更多之交換站內。

各組用戶線路 12-14 係由適於語音傳輸之雙絞線式電話線所組成。該雙絞線通常被稱之為振鈴線 R 及包頭線 T。

各組用戶線路 12-14 係之大部份係被包於一或多條標準之電話電纜 22 之中。該電纜 22 在一緊密的包裝結構中可載送多組用戶線路 12-14，例如多於 12 組。該緊密的包裝產生一種改變個別之用戶線路 12-14 之傳輸性質的電氣環境。

一量測單元 40 執行電氣量測，係被使用於該線路 12-14 之測試中。該量測單元 40 包含一裝置 43，其在線路 12-14 之包頭線及振鈴線上執行單端電導量測。該量測單元 40 也可包含其他裝置(未顯示)而用於執行其他型式之單

五、發明說明（ 6 ）

端電氣量測，例如，測試該線路之預選線路缺陷。該量測單元 40 經由一測試匯流排 42 結合至該交換機 15。

該裝置 43 經由該測試匯流排 42 及一標準聲音測試存取處 44 連結至該交換機 15。該聲音測試存取處 44 電氣連結該裝置 43 至該被選來測試的用戶線路 12-14。該聲音測試存取處 44 可以傳送大約 100 到 20K 赫茲之頻率的電氣訊號，換言之即遠低於 ISDN 及 ADSL 資料服務所用的頻率。

該量測單元 40 係由電腦 46 所控制，其選擇所要執行的量測型式及要測試的用戶線路 12-14。該電腦 46 送出控制訊號至該量測單元 40 並經由該相同的線路 48 從該量測單元 40 接收量測結果。

該電腦 46 執行一軟體程式以控制該量測單元 40 之線路測試。該程式也處理及解析來自該量測單元 40 之結果，以決定該線路 12-14 具有或不具有預選之高速資料服務之資格。該軟體程式係以可執行之形式被儲存在一資料儲存裝置 49 內，例如硬碟或隨機存取記憶體(RAM)。該程式也可被編碼在一可讀之儲存媒體 50 之上，諸如一光碟或一磁碟，程式可自這些媒體被執行。

要執行一量測時，該量測單元 40 送訊號至聲音測試存取處 44 以將一選擇之線路 12-14 自該網路 10 切斷連結，並重新連結該線路 12-14 至連接該內部裝置 43 之匯流排 42 的導線。然後，該內部裝置 43 在該線路 12-14 上執行單端量測。當量測完成後，該量測單元 40 發訊號至該交換

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（ 7 ）

機 15 以重連結該線路 12-14 至該 POTS 網路之其餘用戶線路。

該電腦 46 在完全將該線路 12-14 連結至用戶單元 16-18 之前，能夠評核該用戶線路 12-14 是否具有用於資料服務之資格。評定合格是基於高確定性的斷定一選定之線路 12-14 能夠支援一種特定的資料服務。評定不合格是基於高確定性的斷定該選定之線路 12-14 不能夠支援該特定的資料服務。

圖 2 說明了在圖 1 之用戶線路 12-14 上執行單端電氣量測之裝置 43。該量測如以下所述，在高頻時可用於對線路 12-14 各別進行速度評定。該量測也可用以偵測線路缺陷，諸如線路搭接處、線徑改變、分叉對線、電阻不平衡、負載線圈、金屬缺陷如短路及開路、以及電容不平衡。以該裝置 43 偵測如此之缺陷的方法已經被描述於美國專利申請編號 09/294,563('563)，申請於 1999 年 4 月 20 日以及美國專利申請編號 09/285,954('954)，申請於 1999 年 4 月 2 日。在本專利申請中係納入這些專利申請案之全部作為參考。

該裝置 43 在該被測試的用戶線路 12-14 中係適於量測在該包頭線 T、振鈴線 R 以及接地 G 之間的導納。該被測試的用戶線路 12-14 之包頭線及振鈴線 T，R 透過已知之電導 G_t 及 G_r 耦合至驅動電壓源 V_1 及 V_2 。該包頭及振鈴線 T，R 亦耦合至電壓計 V_t 及 V_r 。該 V_t 及 V_r 電壓計讀取包頭線 T 與接地 G 之間，以及振鈴線 R 與接地 G 之間的電

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

壓。從電壓計 V_t 及 V_r 之讀取值使得電腦 46 能夠各別決定包頭至接地、包頭至振鈴、及振鈴至接地之配對的導納 Y_{tg} ， Y_{tr} ，及 Y_{rg} 。該裝置 43 可量測在聲音測試存取處 44 所支援範圍之預選頻率的導納 Y_{tg} ， Y_{tr} ，及 Y_{rg} 。該'563 申請專利案已經詳細敘述執行此量測之步驟。

一用戶線路用以支援高速資料傳輸之容量係由其訊號在高頻之衰減值來決定。對 ISDN 及 ADSL 服務其資料傳輸之類別評定係定義如下：

若在 100KHZ 之衰減在 -47dB 以上則符合 ISDN 之規格；

若在 300KHZ 之衰減在 -40dB 以上則符合 ADSL 之規格；

若衰減在其他之範圍則不符合規格。

其他資料服務可能需要在高頻之訊號衰減有不同之限制。然而，任何高速資料服務之評定需要比該裝置 43 執行電氣量測時之頻率更高之頻率之限制。

在界定評定類別的頻率處來量測線路之性質，例如衰減，係很不方便，因該聲音測試存取處 44 只支援低頻量測。因此，某些方法已被發展而用以外插低頻的量測以預測高頻衰減。這些外插法常常不精確，並對於線路之評定情況導致錯誤預測。

具類神經網路之評定

如此處所使用，一類神經網路係一種程序，其由一輸入之特性向量產生一組信賴值，該值表示類別從屬關係之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

機率。該輸入特性向量具有一用戶線路的性質作為其作成份，例如單端電氣量測及由其中所導得之電氣性質。有多種實施例使用類神經網路，其中該些類別係被評定為高速資料服務類別、或是具有或不具有既定條件形式或缺陷的線路類型。

圖 3A 說明一方法 100 係使用低頻量測及一前向饋送類神經網路來速度評定該用戶線路 12-14 在高速資料服務，諸如 ISDN 及 ADSL 中之速度是否合格。該類神經網路可基於低頻量測增進評定測試的精準度。例如，一使用第一階類神經網路的實施例已經正確地預測未知之用戶線路支援 ADSL 及 ISDN 之容量，其在測試時之精度超過 90%。

要測試一選定之用戶線路 12-14 時，該系統 11 估算一組用於選定之線路 12-14 之預選電氣性質(步驟 101)。該預選性質包含以量測單元 40 所做之單端電氣量測，以及其他由此量測所直接導得之性質。該量測性質包含該單端導納 Y_{tg} ， Y_{tr} ，及 Y_{rg} ，而且該導得之性質包含在預定頻率處之導納與電容之比值。從這些選定之電氣性質，該電腦 46 產生一組電氣特性向量，其排列之成份係該預定之電氣性質(步驟 102)。產生該特徵向量後，該電腦 46 以一前向饋送類神經網路來處理該特性向量，該網路具有一多層結構(步驟 103)。從一輸入特性向量，該類神經網路預測該相關線路 12-14 是否合格於一預定之高速資料服務組，例如 ISDN 及/或 ADSL。該類神經網路係由該軟體之一部份加以編碼

五、發明說明 (10)

，該軟體係以一電腦可執行之格式儲存於該資料儲存裝置 49 及/或該可讀媒體 50 之中。

某些實施例結合了該基於一類神經網路的方法 100 以及多種用以偵測缺陷的方法，以預測是否一用戶線路能合格作為高速資料服務。在如此之實施例中，一線路是否合格之預測係基於類神經網路之預測及是否該線路具有線路缺陷。例如，一缺陷之存在可能是一品質因素，其可修正由類神經網路所預測之類別從屬關係的可信度水準。

圖 3B 係一流程圖，其顯示從一用戶線路 12-14 上的單端量測獲得平滑化之電氣性質的方法 104。該量測單元 40 在一組預定之頻率 “f” 下量測該線路 12-14 之導納 Y_{tg} ， Y_{tr} 及/或 Y_{rg} (步驟 105)。一實施例使用一具有 45 個頻率之組合，其起始頻率為 150Hz 並具有與鄰近頻率相差 450Hz 的增量。

該導納 Y_{tg} ， Y_{tr} 及/或 Y_{rg} 之量測很容易受雜訊干擾。該雜訊足以劣化該量測而干擾到該類神經網路所獲得之結果。為了減少該雜訊之干擾，該電腦 46 平滑化該量得之導納 (步驟 106)。

為了實施平滑化，該電腦 46 以一多項式 $B^S(f)$ 展開各個量得之導納 Y_s ，該多項式之型式為：

$$B^S(f) = \sum_{j=0}^D \delta_j^S P_j(f)$$

在該展開式中，該 $P_j(f)$'s 形成一正交多項式基底，例如 Legendre 多項式。對於在以上所述之 45 個頻率之下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (11)

的量測，以最低的 8 個 $P_j(f)$'s 的展開可產生適當的平滑化，換言之 $D=8$ 。該電腦 46 由所測得之 $Y_s(f)$'s 決定該係數 δ_j 係使用以下公式：

$$\delta_j^s = \langle Y_s(f), P_j(f) \rangle$$

此處， $\langle, \rangle$ 係內積， $P_j(f)$'s 係正交的。該多項式 $B^s(f)$ 在一組預定之頻率“f”之值界定了該線路 12-14 之阻抗，其被輸入至該類神經網路。在該多項式 $B^s(f)$ 中，雜訊效應是藉由平均而被減小。

該電腦 46 自多項式 $B^s(f)$ 計算導得之電氣性質，而不是直接由量測值計算(步驟 107)。該推導得之性質可包含電容、導納與在固定頻率處所導得之性質的比值、導納對頻率之比值、以及隨頻率變化之導納的峰值對谷值的比值。再次地，由於該平滑化多項式 $B^s(f)$ 之使用，在計算性質時減少了雜訊效應。在圖 3A 之步驟 102 中，用於該用戶線路 12-14 的特性向量係由 $B^s(f)$ 所決定之量測及導得之電氣性質所連結而成。

圖 4A 係一流程圖 110，其說明圖 3A 之步驟 103，其中該電腦 46 處理該特性向量以決定該相關線路 12-14 的評定情況。該處理過程依序發生於該類神經網路 115 的三個層中，如圖 4B 所示。

在該類神經網路 115 之第一或是壓縮層 116 中，該電腦 46 經由投影至整個 N 維特性空間的一預定 M 維子空間來壓縮此 N 維特性向量 Z_a (步驟 112)。爲了執行該投影，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

該電腦 46 計算該特性向量 Z_a 與展開該子空間之一組特別的正交基底向量之間的純量積。因為該子空間具有一較低之維度 ($M < N$)，該投影產生一壓縮特性向量 X_a 係具有比輸入特性向量 Z_a 更少之成份，因此使得之後的處理更快速。該投影移除了該特性向量中在一訓練組合之樣品線路上沒有重大變化的成份。此類成份對於相關線路之評定情況不太具有指標意義，因為它們對於合格及不合格的線路均有類似的值。

在該類神經網路 115 之第二或是基礎層 117 中，該電腦 46 決定該壓縮向量 X_a 是否為位於該投影的子空間中之一或多個特性向量群集的一員(步驟 113)。為了決定群集從屬關係，該電腦 46 計算模糊變數，其值表示隸屬相關於該變數之群集的機率。

該群集係壓縮過之相關於該訓練組合之樣品線路之特性向量的區間群組。每一群集係位於該整個特性空間的投影子空間中，並能模型化為一具有一模糊邊界的超橢圓體。該群集之模糊函數形成該類神經網路 115 之基礎層 117。

對一群集 K ，其相關模糊變數 y_K 係一模糊 Horn 條款。對一投影特性向量 X ，該模糊 Horn 條款之值 y_K 係如下

$$Y_K(X) = \exp[-(X - V_K)' D_K^2 (X - V_K)]$$

V_K 係在該投影特性的向量空間中該群集 K 之中心位置。

D_K^2 係一對角矩陣，其元素 σ_{Ki}^{-2} 係該沿著方向“i”之超橢圓體區之平方寬度。該 σ_{Ki} 's 表示該群集 K 之模糊度。該

五、發明說明 (13)

值 $y_k(X)$ 係代表該具有投影特性向量 X 之線路 12-14 為該群集 K 之一成員的機率。

在該類神經網路 115 之最後或輸出層 118 中，該電腦 46 預測該選定線路之從屬關係為各種評定合格類別(步驟 114)。該類別從屬關係的預測對每一該類神經網路所認知之評定合格類別 Q 產生從屬關係信賴值 C_Q 。該信賴值 C_Q 係由一類別歸屬函數所界定，該函數之型式取決於一權值參數 W_Q 之 $r \times C$ 矩陣。 C 係類別 Q 中之群集數目，而 r 係一固定之非負的整數，其界定了結果的偏差量，例如 $r=0$ 或 1。對於類別 Q ，其信賴值 C_Q 給定如下：

$$C_Q(X) = \{1 + \exp[-(X_r, 1)' W_Q(Y(X))]\}^{-1}$$

此處 $Y(X)$ 係該模糊變數之向量 $[y_1(X), \dots, y_c(X), 1]^t$ 係表示該投影特性向量 X 為該類別 Q 之群集 C 之一成員的機率。 X_r 係該投影特性向量 X 減少維度後之型式，在 X 之中只有 r 個最有意義的項被留下來。

該信賴值 C_Q 's 表示群集從屬關係及類別從屬關係之間的關係。該關係衡量了一項事實，即單一群集之投影特性向量具有相似之評定類別從屬關係。

對每一特性向量，該類神經網路 115 產生一組信賴值，其在該輸出 119 處指出對每一評定類別之從屬關係的機率。該電腦 46 報告了該相關的用戶線路 12-14 係屬於其信賴值為最高的評定類別。

該類神經網路 115 之型式係由一些定義 116-118 各層

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(14)

的參數加以固定。該參數界定該壓縮層 116 之向量空間投影、該基礎層 117 之群集幾合，以及該輸出層 118 之權值，這些層將從屬關係與群集及評定類別相關連在一起。

圖 5 說明了一種方法 120 用以建構該被用於圖 3A，4A 及 4B 中的前向饋送類神經網路 115。為了建構該類神經網路 115，透過直接量測或/及計算而用於樣品線路之一訓練組別的資料是需要的(步驟 122)。該資料包含一電氣特性向量及一用於每一樣品線路的評定分類。該屬於訓練組別之樣品線路的性質可對應於該被以類神經網路 115 測試之未知用戶線路的期望線路性質。當如此的一種對應存在時，該類神經網路便普遍地被期望用以更精準地預測線路評定狀態。從訓練組別中，該電腦 46 經由一學習過程決定了界定該類神經網路 115 的參數(步驟 124)。

在相同電腦 46 上區域化產生及使用該類神經網路 115 的能力帶來了一些優點。因而，該系統 11 係更適於改變為用於普通的用戶線路群 12-14。回應於改變，該電腦 46 經由以一更加與改變後之用戶線路群 12-14 相契合之訓練組別重新計算該網路參數，而重新適用於該類神經網路 115。

圖 6 係一流程圖，其說明了一決定該界定類神經網路 115 之壓縮層 116 之參數的一種方法 125。該產生壓縮之投影係使用一 Karhunen-Loeve(KL)轉換。該 KL 轉換以一 N 個向量的特別正交基底 ϕ_i 提供了一種特性向量的展開。在該基底中，一任意特性向量 X 係被寫為：

五、發明說明 (15)

$$X = \sum_{i=1}^N k_i \varphi_i + \langle X \rangle$$

此處， $\langle X \rangle$ 表示在該訓練組中整個樣品線路之平均，換言之 $\langle X \rangle$ 係該特性向量之平均。

每個基底向量 φ_i 係一共變異數矩陣 R 之特徵向量 (eigenvector)，共變異數矩陣 R 係定義為在該訓練組中整個特性向量之平均。矩陣 R 為：

$$R = \langle (X - \langle X \rangle)(X - \langle X \rangle)' \rangle$$

該基底向量 φ_i 滿足該方程式：

$$R\varphi_i = \lambda_i \varphi_i$$

其中該 λ_i 係其特徵值。

為了決定該壓縮層 116 之參數，該電腦 46 估算該訓練組之特性向量的共變異數矩陣 R (步驟 126)。其後，該電腦 46 決定該共變異數矩陣 R 之特徵值及特徵向量 (步驟 127)。

在該特別基底 $\{\varphi_i\}$ 上的展開項中，該壓縮層 116 經由簡單地刪除向量 X 之元素而壓縮了一特性向量 X 以產生一減項後的向量 X_p ，該減項向量 X_p 給定如下：

$$X_p = \sum_{i=1}^M k_i \varphi_i$$

該減項除去 X 在 φ_i 's 上之展開項中對應於共變異數矩陣 R 之較小的特徵值 λ_i 項。該餘留項係對應於其特徵值 λ_i 大於一預定臨界值的 φ_i 's，例如 $\max(\lambda_i)/250$ (步驟 128)。該餘留項之係數 ($k_1, k_2, \dots, k_M$) 給定如下：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

$$(k_1, k_2, \dots, k_M) = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_M)' X$$

藉由只留下相關於 M 個最大特徵值的 M 個特徵向量，而該特性向量之維度經由自 N 壓縮至 M 而減少。該特徵向量 φ_i ，從 $i=1, \dots, M$ ，界定了該壓縮層 116。

該特性向量 X 之減項產生了一誤差向量 “e”，其被給定如下：

$$e = \sum_{i=M+1}^N k_i \varphi_i$$

該誤差向量 “e” 對應一平方誤差 ε 之和，其形式如下：

$$\varepsilon = \sum_{i=M+1}^N k_i k_i = \sum_{i=M+1}^N \varphi_i' (X - \langle X \rangle) (X - \langle X \rangle)' \varphi_i$$

因此，該誤差 ε 在整個訓練組上之平均為：

$$\langle \varepsilon \rangle = \sum_{i=M+1}^N \varphi_i' R \varphi_i = \sum_{i=M+1}^N 8i$$

因為出現在該 $\langle \varepsilon \rangle$ 中之 λ_i 係 R 之最小特徵值，該步驟 112 之特性空間投影係最佳的。該特性空間投影減少了特性向量之大小並產生最小之“平均”誤差。例如，一實施例刪除特徵值小於 $\max(\lambda_i)/250$ 的特徵向量係大約除去該特性向量之元素項中的三分之二。

圖 7 係一流程圖，其說明了一決定該界定投影特性空間內之群集之基礎層 117 之參數的方法 130。該方法使用模糊 C-means 群聚集以便從該訓練組中之資料遞迴決定該基礎層。在每次遞迴時，每個群集 “a” 之中心位置 V_a 以及該從屬關係值 μ_{ma} 兩者均經由對該訓練組中之資料最小化一模糊成本函數 E 而加以更新。最小化 E 係經由根據幾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

何以及某一關係將投影特性向量群組在一起，而減少了群集間之重疊。該關係指定了該訓練組之每個特性向量至一單一評定類別的群集，換言之即相關樣品線路所隸屬的類別。因此，該訓練組之每個特性向量被用以建構一評定類別的群集。

對每一類別，該模糊成本函數 E 提供一群集之模糊量測。每個模糊成本函數由下所定義：

$$E = \sum_{a=1}^C \sum_M (\mu_{ma})^{\text{fuzz}} |X_m - V_a|^2$$

其中該總合累計了該相關評定類別之“C”個群集。對每一投影特性向量 X_m ，該模糊變數 μ_{ma} 係表示對於群集“a”之從屬關係。當累加至該樣品線隸屬之類別的 C 個群集時，該 μ_{ma} 上升至一，換言之

$$\sum_{a=1}^C \mu_{ma} = 1$$

爲了找出界定基礎層 117 之函數的參數，該電腦 46 在投影特性向量的分佈中搜尋用於訓練組之群集。在搜尋之前，該電腦 46 接收一表示在一種評定類別中之群集數目 C 的數值，例如，由一運算子所提供之 C 的猜測值(步驟 132)。在收到該群集之數目後，該電腦 46 猜測該類別之每個群集“a”的中心位置 V_a (步驟 134)。從該猜得的中心位置，該電腦 46 計算在該相同類別中相關於一樣品線路之各個特性向量 X_m 之從屬關係變數 μ_{ma} 的值(步驟 136)。該群集從屬關係變數可從該中心位置獲得，係經由解以下方程

五、發明說明 (18)

式：

$$(\mu_{ma})^{-1} = \sum_{a'=1}^C [\{|X_m - V_a| / |X_m - V_{a'}|\}]^{2/(fuzz-1)}$$

其中“fuzz”係一預選之模糊參數。Fuzz 係大於 1，例如，fuzz 可介於 1.6 到 1.7 之間。

使用該群集從屬關係變數 μ_{ma} 's，該電腦 46 更新該群集之中心位置，換言之即 V_a 's(步驟 138)。該更新後之中心位置係由以下方程式來決定：

$$V_a = [\sum_m (\mu_{ma})^{fuzz} X_m] / [\sum_m (\mu_{ma})^{fuzz}]$$

該總和係含括該訓練組之投影特性向量 X_m 及 $X_{m'}$ 。其次，該電腦 46 決定介於該群集目前及最近之中心位置之距離的值是否夠小，換言之，小於一個預定的臨限值(步驟 140)。如果有任何差值超過臨限值，該電腦 46 執行迴圈 142 以啟動另一更新界定該群集之幾何變數 V_a 及 μ_{ma} 的週期。

若所有目前及最近之中心位置之距離均小於該臨限值，該電腦 46 計算各個群集的該寬度(步驟 142)。因為每個群集“a”係一超橢圓體區，群集“a”沿著方向 b 的寬度 Φ_{ab} 係與屬於該沿著方向 b 之群集“a”的投影特性向量的範圍相關。該寬度 Φ_{ab} 的一種定義給定如下：

$$\Phi_{ab} = \sum_m (\mu_{ma} |X_{m,b} - V_{a,b}|^2)^{1/2}$$

此處，一向量 Z 沿著方向“b”的分量係由 $Z \cdot b$ 來表示。

圖 8 係一流程圖，其說明一種決定該類別從屬函數 $C_Q(X)$ 中之權值 W_Q 的疊代方法 150。該方法係以一高斯雜訊模型為基礎而用於該學習過程，其中對於該信賴值 Z_1 的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

第 N 次遞迴估算如下式：

$$Z_l(N) = f_l(N) + *l$$

該模型之雜訊 *l 係呈高斯分佈且平均值為 0，換言之 $\langle *l \rangle = 0$ ，以及變異數 $\langle *l *l \rangle = \Sigma_l^2$ 。

該權值參數 W_Q 係使用一延伸之 Kalman 估算子來決定。該延伸之 Kalman 估算子經由線性化 W_Q 上之相依度以近似該權值 W_Q 之非線性函數 $f_l(N)$ ，而獲得該式：

$$Z_l(N) = {}^E_{ca} H_{l,a}(N) W^a(N) + *l, \text{ 其中 } H_{l,a}(N) = M f_l(N) / M W^a(N)。$$

之後，該指標 "a" 包含了該權值矩陣 $W^a(N)$ 之所有矩陣指標。 $W^a(N)$ 係該最佳權值矩陣 $W^a(\infty)$ 之第 N 次估算值。

爲了決定該權值矩陣，該電腦 46 使用一遞迴演算法。該電腦 46 於整個訓練組中初始化該權值及該共變異數數， $P(N)$ ，其權值誤差爲 $Er(N)$ ，換言之 $Er(N) = W^a(N) - W^a(\infty)$ (步驟 152)。對於第 N 次估算，該權值誤差爲： $Er(N) = W_a(N) - W_a(\infty)$ 。該初始值或第 0 次估算值可被選爲： $P(0) = 10^3 I$ 以及 $W^a(0) = 0$ ，此處 I 係該權值矩陣 W^a 空間上之單位矩陣。

該電腦 46 使用最近的或第 (N-1) 次之 $K^a(N)$ ， $P_l(N)$ ， $W^a(N)$ ， $f_l(N)$ ，以及 $H_{l,a}(N)$ 的估計值來計算其新的或第 N 次估計值。在第 N 次疊代時，該計算需要依序解以下之方程式：

$$K_a(N) = {}^E_{cb} P_{l,ab}(N-1) H_{l,b}(N-1)' / (\Sigma_l^2 + H_{l,b}(N-1) P_{l,b}(N-1) H_{l,b}(N-1)'),$$

$$P_l(N) = [I - {}^E_{ca} K_a(N) H(N)_{l,a}] P_l(N-1),$$

$$W^a(N) = W^a(N-1) + K_a(N) [M_l(X) - f_l(N-1)],$$

五、發明說明 (20)

$f_l(N) = f_l(W^a(N))$ ，以及

$H_{l,a}(N) = Mf_l(N) / MW^a(N)$ 。

該更新係對於該訓練組中之每個向量 X 來執行。 $M_l(X)$ 係在群集“1”中 X 之真正的群集從屬關係值，換言之即 1 或 0。對每一特性向量計算第 N 次近似之後，該電腦計算整個訓練組之該權值向量的平均平方誤差，也就是 $\langle \text{tr} [P_l(N)] \rangle$ (步驟 156)。該電腦 46 決定該誤差，也就是 $\langle \text{tr} [P_l(N)] \rangle$ 是否小於一預定值 (步驟 158)。如果誤差低於該預定值，該電腦 46 記錄該權值矩陣之值以作為使用於該類神經網路 115 中的型式 (步驟 160)。否則，該電腦 46 執行一迴圈 162 以計算第 $(N+1)$ 次估計，也就是 $K_a(N+1)$ ， $P_l(N+1)$ ， $W^a(N+1)$ ， $f_l(N+1)$ ，以及 $H_{l,a}(N+1)$ 。

其餘之實施例也在以下之專利申請範圍之範疇中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 1.一種測試一用戶線路的方法，其包含：
從該用戶線路上之電氣量測決定電氣線路特性值；以及
以一類神經網路處理該電氣特性值之一部份，而該類神經網路自該特性值之該部份預測是否該線路具有支援一或更多個預選之資料服務的資格。
- 2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中若在一預選之頻率處一線路衰減資料低於一預選量，則該線路具有符合一或更多個該資料服務的資格。
- 3.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該預選之頻率實質高於該電氣量測之頻率。
- 4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該量測係單端電氣量測。
- 5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該量測係經由一交換機之測試存取被執行。
- 6.如申請專利範圍第 4 項之方法，其進一步包含：
壓縮一其元素為電氣特性的向量至一子空間；以及
根據該壓縮過之向量預測該線路是否評定合格。
- 7.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中一組樣品線路之元素長度的變異數在該子空間之一正交補空間中比在該子空間中還小。
- 8.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該處理包含有：
決定該向量是否屬於一特性向量之一群集，而該群集

六、申請專利範圍

之各個特性向量係相關於一訓練組之一樣品線路。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中該向量係回應於其位於一幾何區域中而屬於該群集，該區域係由屬於該群集之訓練組的特性向量所界定。

10.如申請專利範圍第 8 項之方法，其一步包含有：

回應於該向量屬於該被評定為具有該特別之資料服務資格之樣品線的特性向量所界定之群集中的一個，以預測該用戶線路具有一個特別之資料服務的資格。

11.如申請專利範圍第 8 項之方法，其一步包含有：

回應於該向量屬於該被評定為不具有該特別之資料服務資格之樣品線的特性向量所界定之群集中的一個，以預測該用戶線路不具有一個特別之資料服務的資格。

12.如申請專利範圍第 2 項之方法，其中該資料服務包含 ISDN 以及 ADSL 的其中之一種。

13.如申請專利範圍第 2 項之方法，其一步包含有：

決定該用戶線路是否具有一線路缺陷。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其一步包含有：

預測該線路是否具有該預選之資料服務的中之一種的一個資格，其中該預測係部份以該線路是否具有一線路缺陷為根據。

15.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中該線路缺陷包含線路搭接、線徑改變、分叉對線、電阻不平衡、負載線圈、金屬缺陷、以及電容不平衡的其中之一。

16.一種建構用於評定用戶線路傳輸資料之資格之測試

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

的方法，其包含有：

獲得一訓練組之樣品線路的電氣特性以及評定資料；

從該訓練組之資料決定出界定一類神經網路之參數，該網路係被組成以使用一用戶線路之電氣性質數值，以預測該線路是否具有一或多個預選之資料服務的資格。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中若在一預選之頻率處一線路衰減資料低於一預選量，則該線路具有支援該等資料服務中之一的資格。

18.如申請專利範圍第 16 之方法，其中該電氣特性包含單端電氣量測以及至少一個由該單端電氣量測所計算之性質。

19.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中該決定參數係包含自該訓練組學習該等參數之一部份。

20.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中該決定參數係包含於一向量空間中找出一投影子空間，各個向量的元素係該樣品線路中之相關的一條的電氣特性。

21 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該投影子空間中之向量之元素的一部份比正交於該子空間之向量的元素具有較大之變異數。

22.如申請專利範圍第 20 項之方法，其中該決定係包含在該投影子空間中之一向量分佈中確認群集。

23.如申請專利範圍第 18 項之方法，其中該決定係包含在一向量分佈中確認群集，而各個向量係對應於該訓練組之樣品線路其中之一條之電氣性質的一列表。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

:

壓縮一其元素為電氣特性的向量至一子空間；以及
根據該壓縮過之向量預測該線路是否評定合格。

32.如申請專利範圍第 31 項之媒體，其中一組樣品線路之元素長度的變異數在該子空間之一正交補空間中比在該子空間中還小。

33.如申請專利範圍第 29 項之媒體，其中該處理包含有：

決定該向量是否屬於一特性向量之一群集，而該群集之各個特性向量係相關於一訓練組之一樣品線路。

34.如申請專利範圍第 33 項之媒體，其中回應於該向量位於一幾何區域中而該向量屬於該群集，該區域係由屬於該群集之訓練組的特性向量所界定。

35.如申請專利範圍第 33 項之媒體，該方法進一步包含有：

回應於該向量屬於該被評定為具有該特別之資料服務資格之樣品線的特性向量所界定之群集中的一個，以預測該用戶線路具有一個特別之資料服務的資格。

36.如申請專利範圍第 33 項之媒體，該方法進一步包含有：

回應於該向量屬於該被評定為不具有該特別之資料服務資格之樣品線的特性向量所界定之群集中的一個，以預測該用戶線路不具有一個特別之資料服務的資格。

37.如申請專利範圍第 27 項之媒體，其中該一或多種

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

資料服務係包含 ISDN 以及 ADSL 的其中之一。

38.如申請專利範圍第 28 項之媒體，其進一步包含有：

決定該用戶線路是否具有一線路缺陷。

39.一種測試一用戶線路的方法，其包含：

從該用戶線路上之電氣量測決定電氣線路特性值；以及

形成一具有該值為元素的向量；

決定該向量是否為特性向量之一群集的一成員，而該群集的特性向量係與一訓練組之一樣品線路相關；以及

部份根據該群集從屬關係之判斷，以預測是否該線路具有一預選之資料服務的資格。

40.如申請專利範圍第 39 項之方法，其進一步包含有：

將以該用戶線路的特性作為元素之向量的元素之一部份作投影；以及

其中該決定從屬關係根據該壓縮過之向量而動作。

41.如申請專利範圍第 39 項之方法，其中若在一預選之頻率處一線路衰減資料低於一預選量，則該線路具有支援該資料服務的資格。

42.如申請專利範圍第 41 項之方法，其中該預選之頻率實質高於該電氣量測之頻率。

43.如申請專利範圍第 39 項之方法，其中該量測係單端電氣量測。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

公告本

修正 31.7.77
本 局 註 冊
補 充

申請日期	89.9.13
案 號	89118648
類 別	H04M.3/30

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

561776

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 新 型 名 稱	中 文	測試用戶線路的方法及儲存用於該方法的電腦可執行之 程式的資料儲存媒體
	英 文	METHOD OF TESTING A SUBSCRIBER LINE AND DATA STORAGE MEDIUM STORING A COMPUTER EXECUTABLE PROGRAM FOR THE SAME
二、發明 創 作 人	姓 名	李 F.何列瓦
	國 籍	美 國
	住、居所	美國,伊利諾州 60031,戈尼,榭費得區 4485 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	泰瑞丹公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國,麻州 02118 波士頓,哈瑞森大道 321 號
	代 表 人 姓 名	司圖特 M.奧斯汀

裝

訂

線

91. 9. -9 修正
年 月 日 補充A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：

)

測試用戶線路的方法及儲存用於該方法的電腦可執行之
程式的資料儲存媒體

一種測試用戶線路之方法。該方法包含從該用戶線路上之電氣量測決定電氣線路特性值，並以一類神經網路處理該電氣特性值之一部份。該類神經網路自該特性值之該部份預測是否該線路具有支援一或更多個預選之資料服務的資格。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

衣

訂

線

英文發明摘要（發明之名稱：METHOD OF TESTING A SUBSCRIBER LINE AND DATA STORAGE MEDIUM STORING A COMPUTER EXECUTABLE PROGRAM FOR THE SAME)

A method tests a subscriber line. The method includes determining values of electrical line features from electrical measurements on the subscriber line and processing a portion of the values of the electrical features with a neural network. The neural network predicts whether the line qualifies to support one or more preselected data services from the portion of the values.

六、申請專利範圍

24.如申請專利範圍第 23 項之方法，其中確認係包含決定群集大小及位置之參數。

25.如申請專利範圍第 23 項之方法，其中該決定進一步包含有：

尋找將一群集中之從屬關係與評定具有該預選之資料服務其中之一之資格相關連在一起的權值。

26.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該預選之資料服務其中之一是 ADSL 以及 ISDN 的其中之一。

27.一種資料儲存媒體，其係儲存一電腦可執行之程式，該程式用於測試一用戶線路之一種方法，該方法包含有：

從該用戶線路上之電氣量測決定電氣線路特性值；以及

以一類神經網路處理該電氣特性值之一部份，而該類神經網路自該特性值之該部份預測是否該線路具有支援一或更多個預選之資料服務的資格。

28.如申請專利範圍第 27 項之媒體，其中若在一預選之頻率處一線路衰減資料低於一預選量，則該線路具有支援該等資料服務中之一的資格。

29.如申請專利範圍第 27 項之媒體，其中該預選之頻率實質高於該電氣量測之頻率。

30.如申請專利範圍第 27 項之媒體，其中該量測係單端電氣量測。

31.如申請專利範圍第 27 項之媒體，該方法進一步包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

44.如申請專利範圍第 39 項之方法，其中回應於該向量位於一幾何區域中而該向量屬於該群集，該區域係由屬於該群集之訓練組的特性向量所界定。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

修正
補充
本(年 10 月) 日

1/10

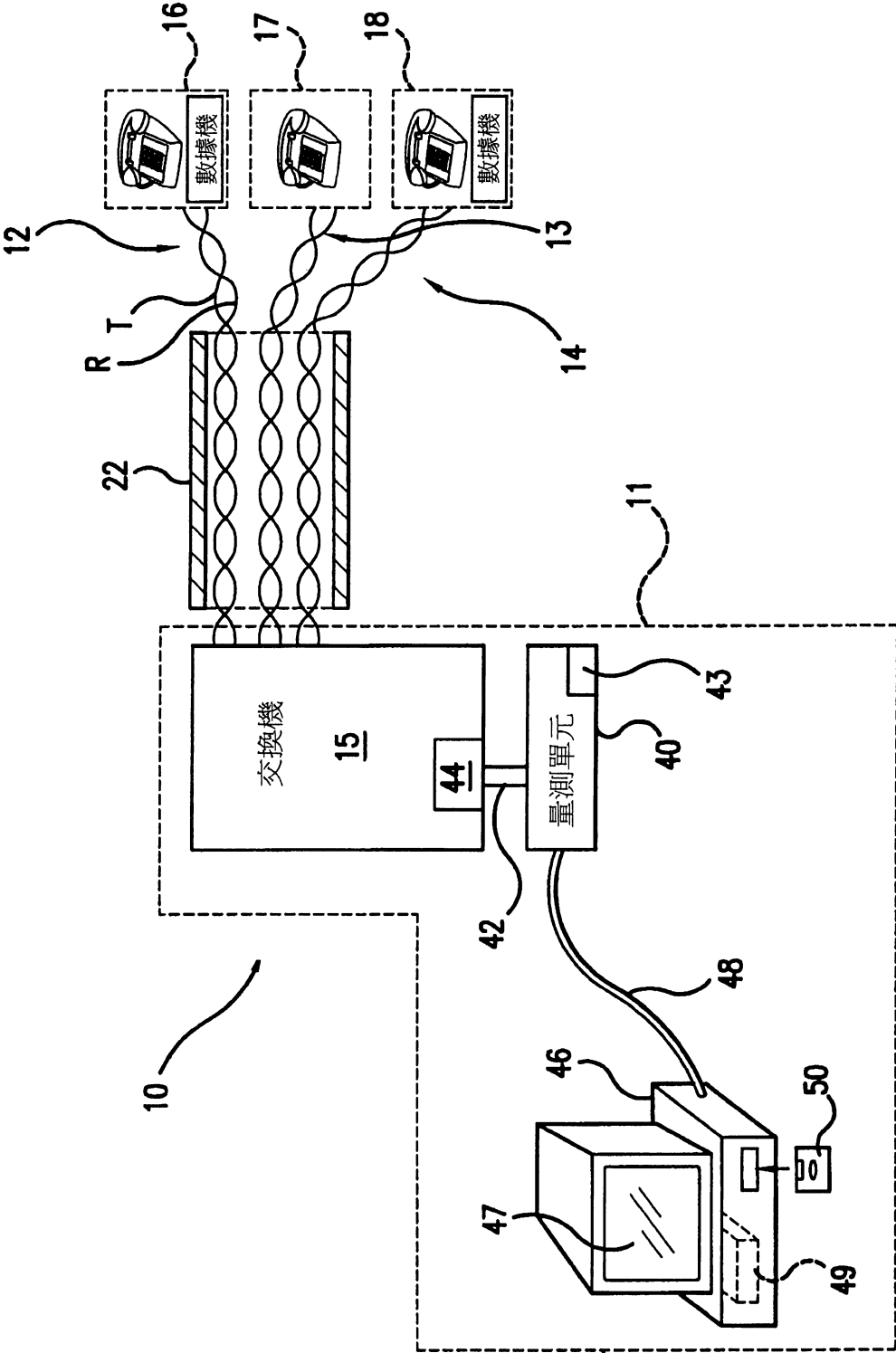


圖1

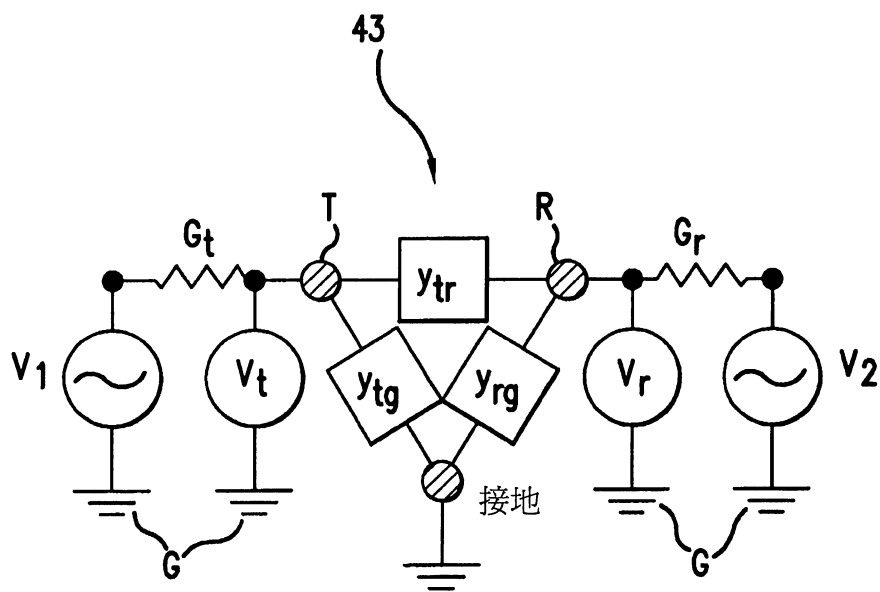


圖 2

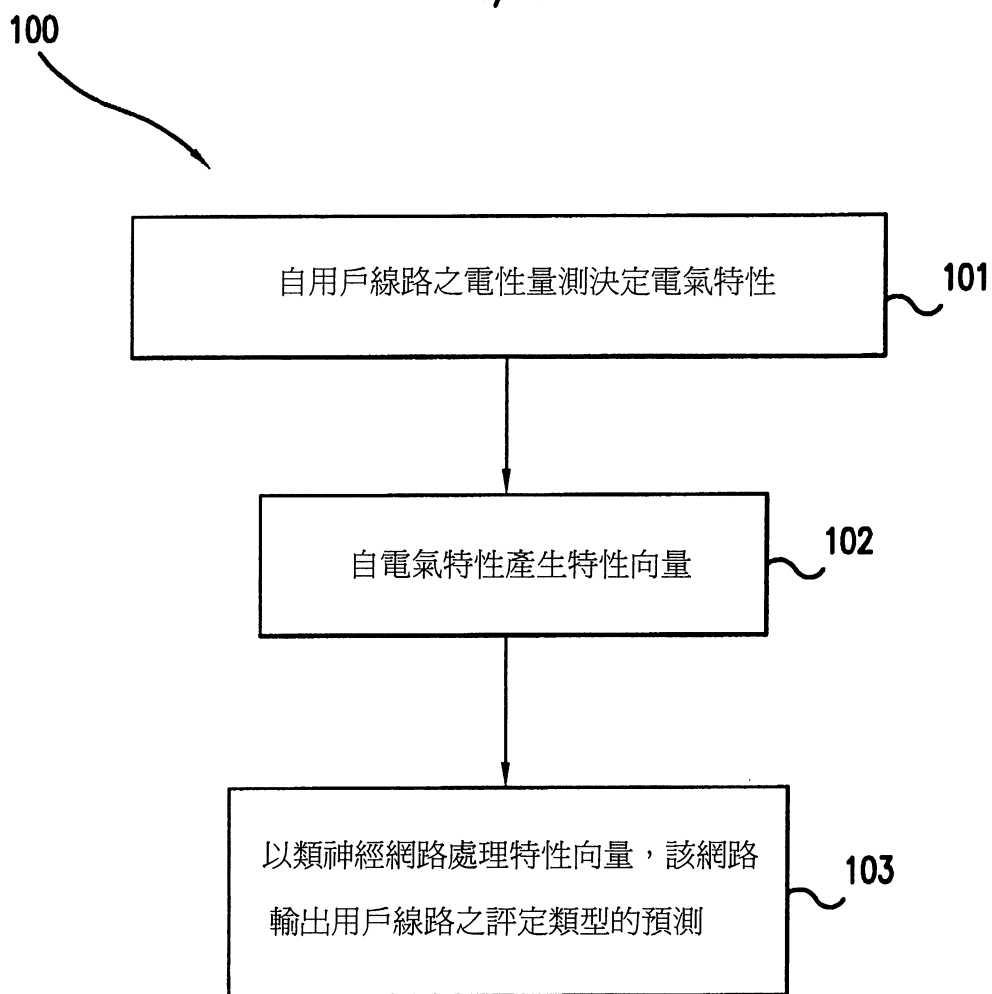


圖 3A

104

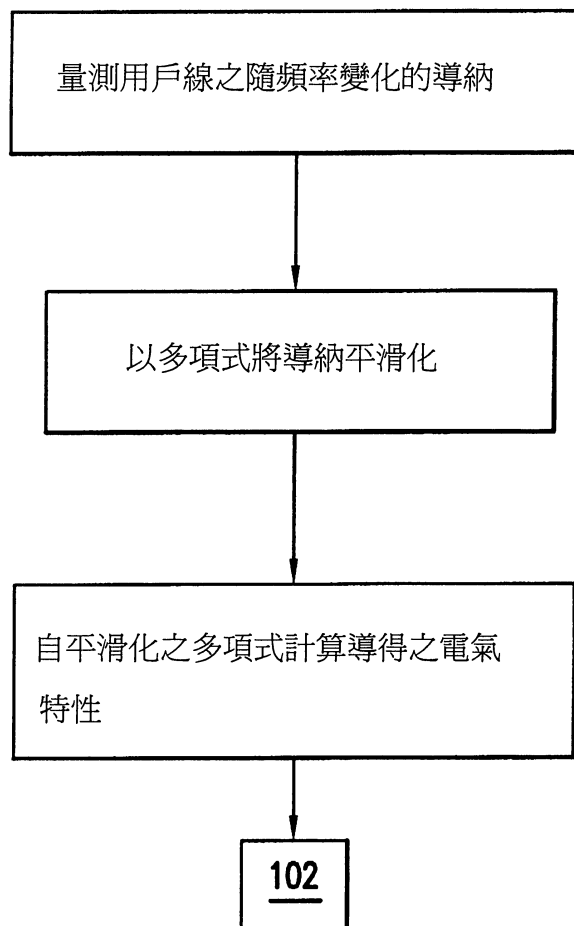


圖 3 B

5/10

110

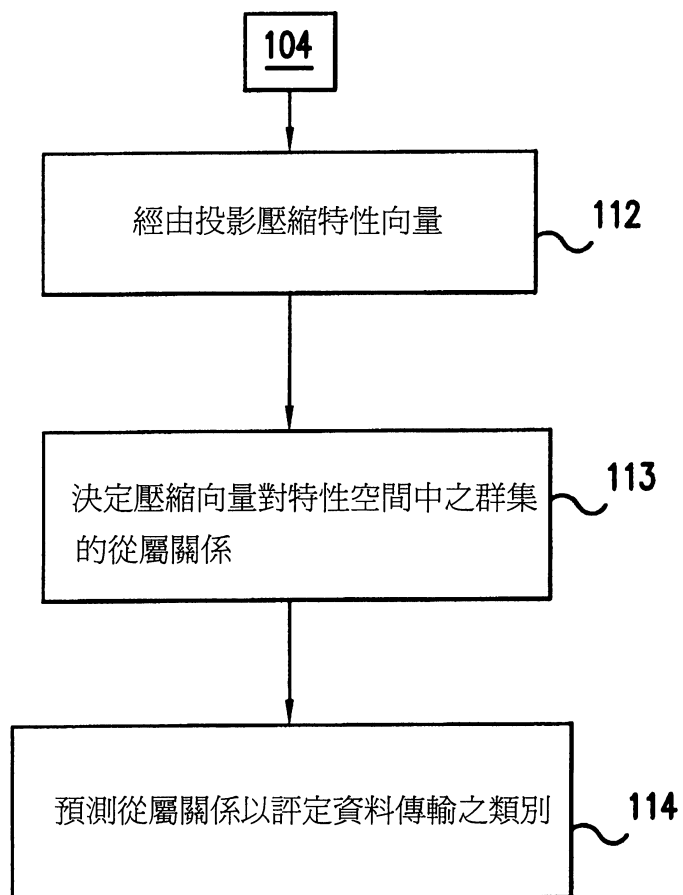


圖 4A

6/10

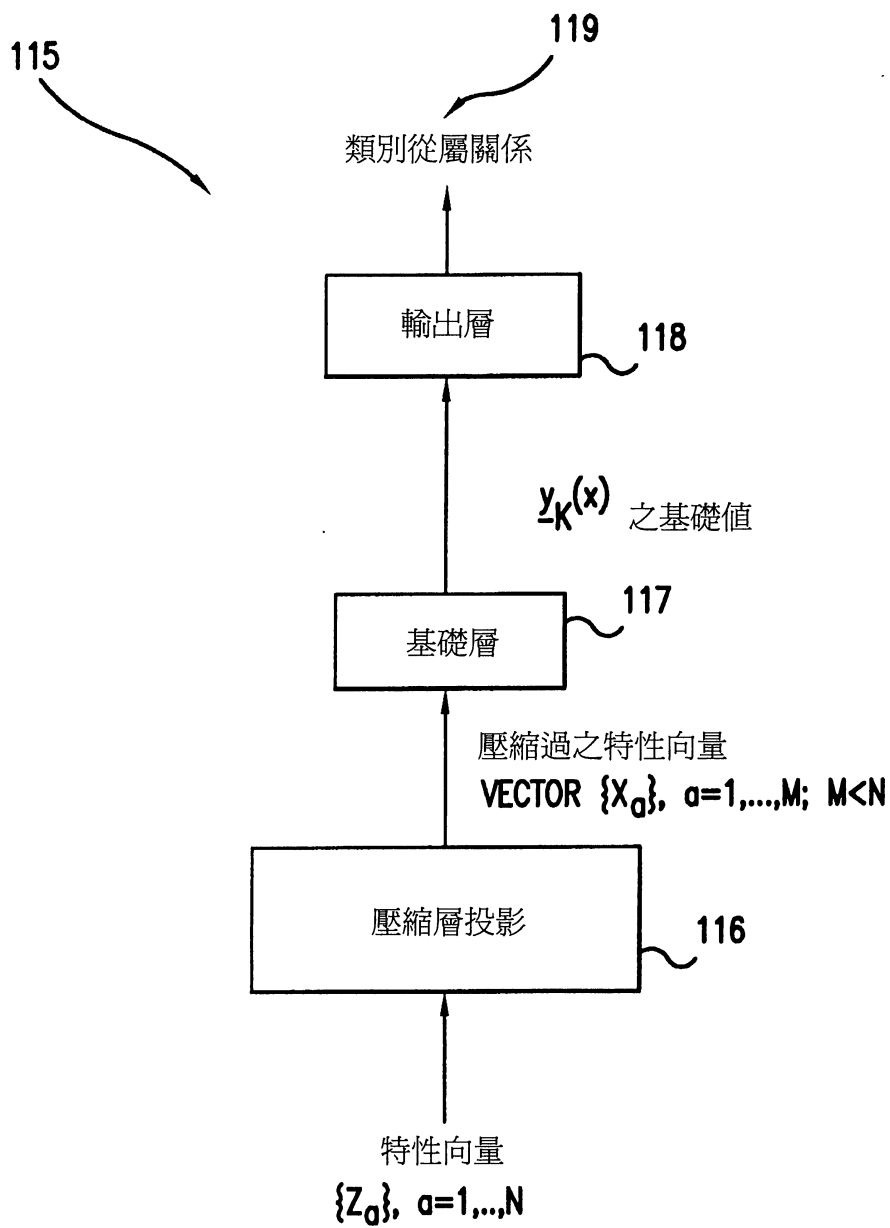


圖 4B

120

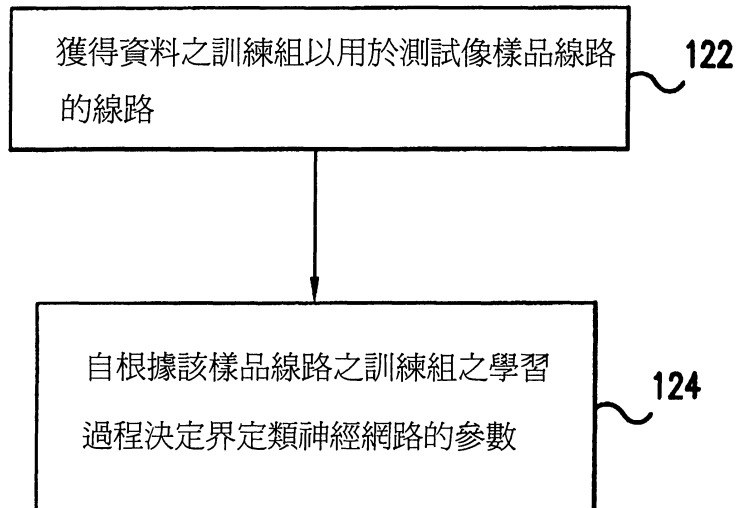


圖 5

125

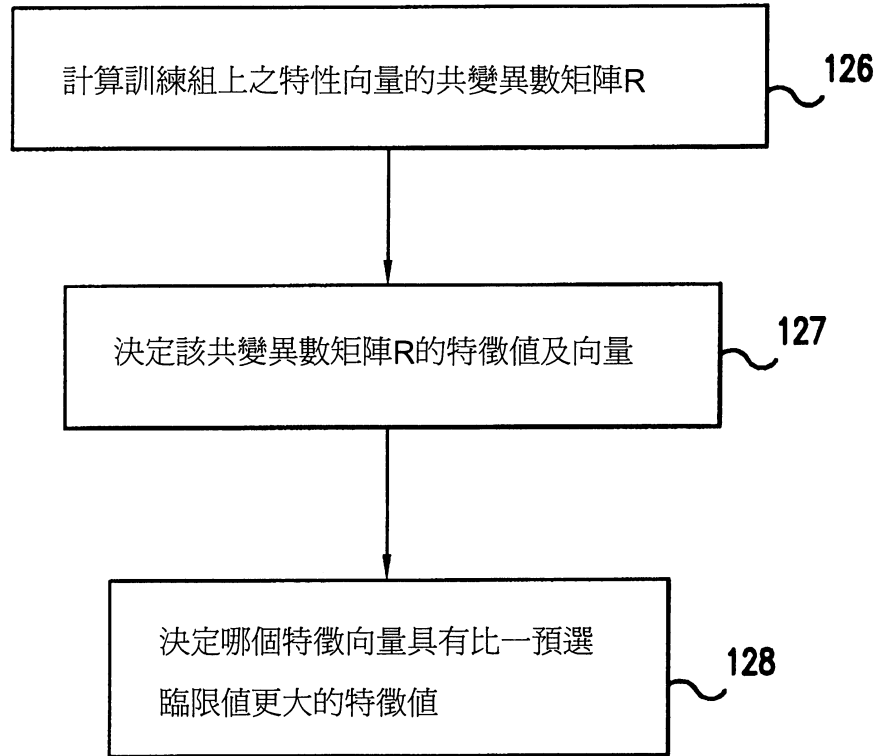


圖 6

130

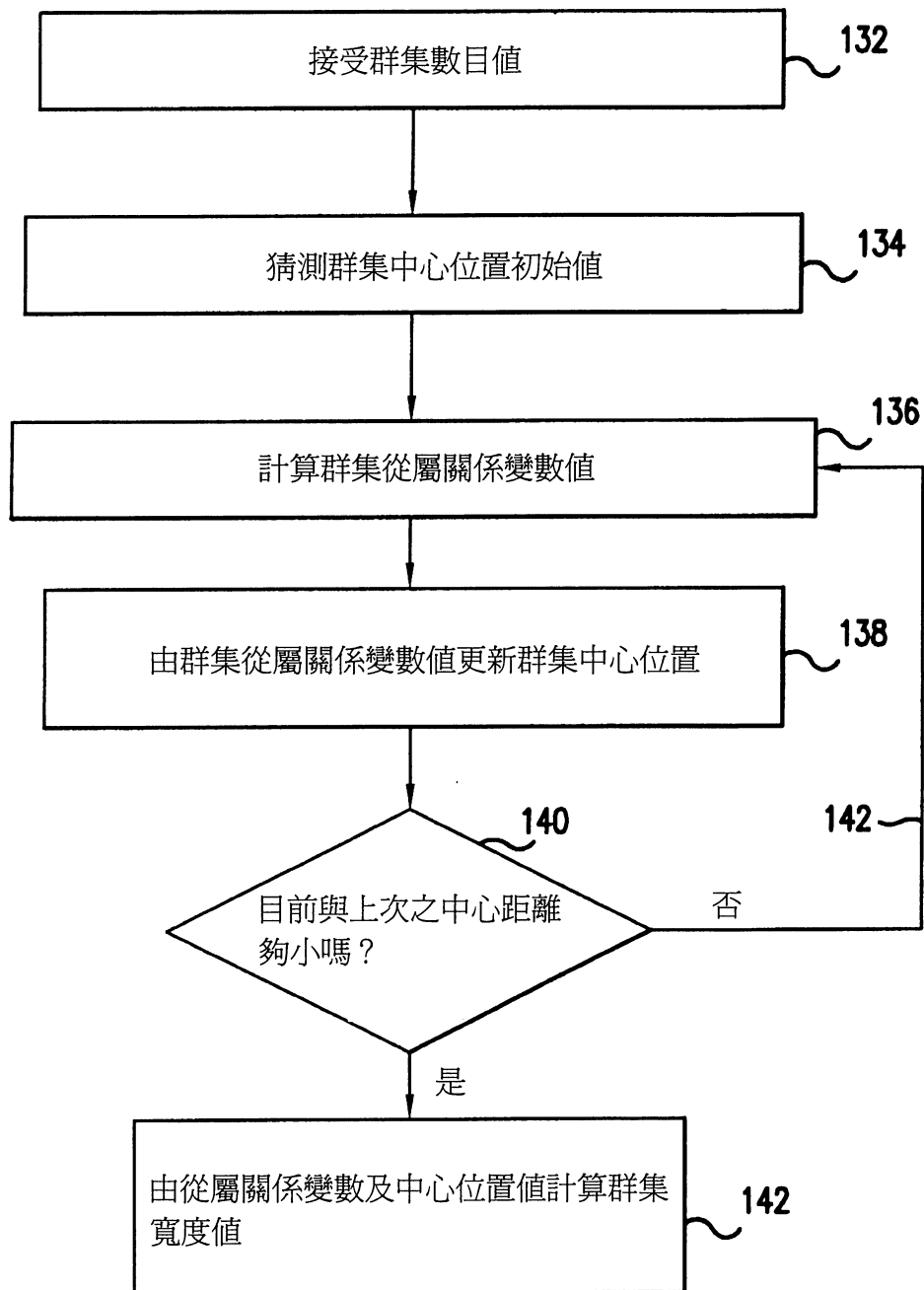


圖 7

150

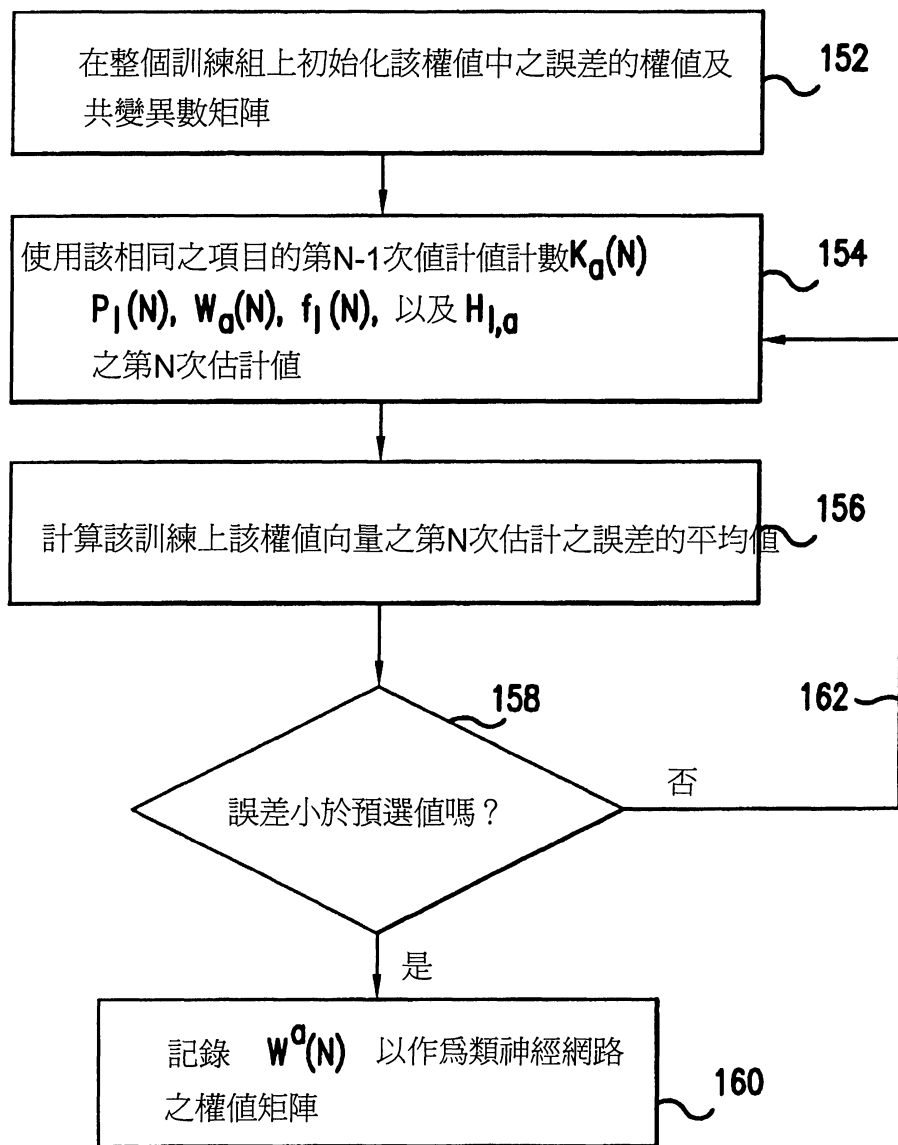


圖 8