

公告本

406505

申請日期	87.10.7
案 號	87116608
類 別	H04L 27/06

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

406505

一、發明 名稱	中 文	用於多重使用者信號聯合等化與檢測之方法
	英 文	METHOD FOR JOINT EQUALIZATION AND DETECTION OF MULTIPLE USER SIGNALS
二、發明 創作人	姓 名	卡爾 莫納爾
	國 籍	美國
	住、居所	美國.北卡羅萊那州 27513,凱瑞,飛葉廣場 110 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	艾瑞克森公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國.北卡羅萊那州 27709,研究三角公園,發展路 7001 號
	代 表 人 姓 名	查理士 L.莫爾

裝
訂
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

406505

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

美 國(地區) 申請專利，申請日期： 1997.10.31. 案號： 08/962,249

· 有 無主張優先權

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

本發明之領域：

本發明係大致有關於一電信系統中之信號處理，且更特別地，係有關用於符碼序列之聯合等化與檢測的方法。

本發明之背景：

一通訊系統之基本功能係從一產生資訊之資訊源發送資訊至一或更多目的地。於一無線電通訊系統中，必須克服一些障礙才能成功發送以及接收資訊，這些障礙包括頻道失真，其可能引起舉例而言，符碼間干擾（ISI）與加成性雜訊。該接收器必須對頻道失真效應和產生的符碼間干擾作補償。此一補償通常係藉由在該接收器之等化器／檢測器而完成。

在過去已有一些不同的等化方案被用來消除或最小化符碼間干擾。最常使用的方式包括決策回授等化（DFE）與最大似然（likelihood）序列估計（MLSE）。於一最大似然序列估計等化方案中，一檢測器對給定的接收樣本序列產生最可能的符碼序列。一用於執行最大似然序列檢測之算法係 Viterbi 演算法，Viterbi 演算法最初係被設計作為解碼疊積碼。Viterbi 演算法應用於存在符碼間干擾時的順序檢測之問題係由 Gottfried Ungerboeck 描述於「載波調變的資料傳輸系統之適應性最大似然接收器」，電氣與電子工程師協會（IEEE）通訊會報，COM-22 卷、第 5 號、1974 年 5 月。MLSE 方法採用一匹配濾波器接著係一最大似然序列估計演算法與一輔助頻道估計方案。

使用最大似然序列檢測可能遭遇符碼間干擾的通訊頻

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

道之主要缺點係為使得計算複雜性隨著符碼間干擾之範圍與干擾的使用者數目而指數地成長；所以，最大似然序列檢測僅可用於其中符碼間干擾僅跨越少數符碼之單一使用者信號。因此，企盼能找到一新的序列估計法其能減少有關於最大似然序列檢測之計算複雜性。

本發明之概要：

本發明提供一疊代方法係用於產生一發送符碼序列的估計值。該發送符碼序列係透過一通訊頻道接收，而通訊頻道可能導致波形失真。每一可能的發送符碼係由一指示器向量表示，此一指示器向量係用來從一符碼庫向量選擇一可能的發送符碼。一指示器向量之估計值，稱為估計符碼機率向量，係被計算和被用來選擇發送符碼之估計值。

該估計符碼機率向量之第 t 個元素係一被發送的符碼庫向量中之第 t 個符碼的機率估計值。為了形成估計符碼機率向量，頻道估計值係被產生代表頻道對每一發送符碼之估計脈衝響應。該頻道估計值係被用來形成一匹配介質響應向量與一交互作用矩陣。

匹配介質響應向量係由接收信號、頻道估計值和符碼庫向量組合形成而且代表關於符碼庫向量中之該等可能的發送符碼方面之匹配介質響應部分。該交互作用矩陣係根據該等頻道估計值和符碼庫向量以及包括干擾符碼之間的交互作用。該匹配介質響應向量與交互作用矩陣係被用來對發送符碼序列中的每一符碼導出估計符碼機率向量。該估計符碼機率向量係被用來從該符碼庫向量選擇符碼序列

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

中每一發送符碼之估計值。

該估計符碼機率向量係根據匹配介質響應向量、交互作用矩陣和估計符碼機率向量之一先前的估計值藉由遞迴估計每一估計符碼機率向量的每一元素而形成。每一估計符碼機率向量之每一元素的遞迴估計係被執行直到滿足某些預定的收斂準則或者直到一預定的疊代次數為止。估計過程之遞迴性質將得到一指示器向量之最大後驗估計值，此一最大後驗估計值可被用來從該符碼庫向量選擇一發送符碼之估計值。

本發明之主要優點係減少整體複雜性。使用本發明之疊代法，狀態空間係為 $(N_a \times N_b)$ 階與傳統的 Viterbi 演算法中之 $N_b^{N_a}$ 階不同。此整體複雜性的降低係以在演算法中使用多次疊代為代價。減少計算複雜性將便於多個使用者信號同時聯合解調。

圖式之簡略說明：

圖 1 係數位通訊系統之方塊圖。

圖 2 係根據本發明之檢測器的方塊圖。

圖 3 係估計指示器向量產生器的方塊圖。

圖 4 係說明本發明之檢測方法的流程圖。

發明之細節說明：

圖 1 係一用於數位信號傳輸之無線電傳輸系統。該系統係由一具有脈衝響應 $F(t)$ 之發射器 12、一加成性白高斯雜訊(AWGN)之通訊頻道 14、一具有脈衝響應 $f(t)$ 之接收器 16、一週期取樣該接收器 16 之輸出的取樣器 18、和一符

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

碼檢測器 20 所組成。通常，該發射器 12 接收一代表被傳輸資訊之輸入資料序列。該輸入資料序列係假設為數位格式。該發射器 16 使用一 M 次調變方案諸如脈衝振幅調變 (PAM) 或正交振幅調變 (QAM) 將一載波信號與輸入序列調變在一起。該輸入資料序列係再細分成 k 位元符碼，並且每一符碼係由一不同的信號波形表示，在本文中係稱為發送信號。該發送信號在通訊頻道 14 內係易受到干擾，此現象可能導致相位和 / 或振幅失真。該發送信號亦因為加入雜訊而性能降低。在頻道中受干擾之信號係在接收器 16 被接收。在該接收器 16 所收到的信號在本文中指稱為接收信號 y_i 。

該接收器 16 具有一脈衝響應 $f(t)$ 其係完全匹配於該發射器 12 之脈衝響應 $F(t)$ 。實際上，該理想接收器 16 可能無法實現，所以可使用一近似理想的接收器 16。該接收器 16 之輸出係週期性地被取樣電路 18 取樣。一計時信號係從接收信號 y_i 中取出當作一時鐘用以取樣該接收信號 y_i 。接收信號 y_i 經取樣與濾波後係被傳遞至檢測器 20。該檢測器 20 之目的係估計一包含在該接收信號 y_i 內之發送序列 s_m 。

於透過一會引起符碼間干擾的頻道發送的資訊之數位通訊系統中，該最佳檢測器係一最大似然符碼序列檢測器 (MLSD) 其產生最有可能的符碼序列給一給定的接收符碼序列。一決策規則係根據下列所定義的後驗機率之計算來使用：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

$$P(s_m | y_i), m=1, 2, \dots, M. \quad (1)$$

此處 s_m 係發送序列，並且 y_i 係接收信號。該決策準則係根據選擇對應於後驗機率 $\{P(s_m)\}$ 集之最大值的序列。此決策準則使一修正決策之機率最大化，且因此將錯誤機率最小化。此決策準則係稱為最大後驗機率(MAP)準則。

使用 Bayes 規則，後驗機率可被表示為：

$$P(s_m | y_i) = \frac{f(y_i | s_m) P(s_m)}{f(y_i)} \quad (2)$$

此處 $f(y_i | s_m)$ 係給定發送序列 s_m 條件下觀測向量 y 的條件式機率密度函數(p.d.f.)而且 $P(s_m)$ 係第 m 個發送信號之先驗機率。後驗機率 $P(s_m | y_i)$ 之計算需要知道一先驗機率 $P(s_m)$ 以及條件式機率密度函數 $f(y_i | s_m)$ ， $m=1, 2, \dots, M$ 。該條件式機率密度函數係稱為似然函數。

當該等 M 信號係相等時，一先驗機率，即 $P(s_m)=1/M$ ，對於所有 M ，則在最大後驗機率準則中某些項可簡化。再者，值得注意的是於方程式 (2) 中分母係和發送的 M 信號無關。所以，根據求使得後驗機率 $P(s_m | y_i)$ 最大化的信號之決策規則係等於求使得似然函數 $f(y_i | s_m)$ 最大化的信號。

在一具有加成性的白高斯雜訊(AWGN)之衰落與色散頻道中之情況下，該接收信號係假設為下列形式：

$$y_i = \sum_{l=1}^L s_l g_{i-l} + w_i \quad (3)$$

此處 y_i 係在時間 i 之接收信號， s_l 係第 l 個發送符碼， g_{i-l} 係含有符碼 s_l 之接收信號在時間為 i 時的頻道脈衝

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

響應，和 w_i 係在時間 i 之雜訊。此模式對應於一具有符碼間隔回波和 Nyquist 匹配濾波的接收信號 y_i 。

於該接收器中傳統使用的對數—似然函數係寫成下式

$$\log(y_i|s, g) = \sum_{l=-L}^L \left[-2R_e \{s_l^* r_l\} + \sum_{m=1}^L s_l^* h_{l,m} s_m \right] \quad (4)$$

此處

$$r_l = \sum_{k=0}^{K-1} g_{k,k+l}^H y_{k+l} \quad (5)$$

$$h_{l,m} = \sum_{k=0}^{K-1} g_{k-l,l}^H g_{k-m,m} \quad (6)$$

該項 r_l 表示符碼為 l 時接收器對發射器與頻道的匹配介質響應。該項 $h_{l,m}$ 表示由多重路徑成份與脈衝形狀之波形產生的相鄰符碼之間之複數的符碼間干擾(ISI)。該符碼 $g_{i-l,l}^H$ 係頻道脈衝響應之共軛轉置。

本發明之方法係將在一給定取樣區間內所收到的第 l 個符碼(s_l)表示為兩向量之函數的形式，其可用數學式描述如下：

$$s_l = Z_l^T B_l \quad (7)$$

此處 Z_l 係一指示器向量和 B_l 係一符碼庫向量。值得注意的是該符碼庫向量 B_l 對所有 l 值而言可被固定，在此一情況下該調變在時域上並無變化（例如，四相移位鍵控(QPSK)）。該符碼庫向量 B_l 可在時域上變化表示一編碼調變序列。該符碼庫向量 B_l 包含的元素為所有可能的發送符碼。該指示器向量 Z_l 包括由等於「1」之單一元素與等於「0」之所有剩餘元素組成的複數個元素。於該指示器向量 Z_l 之元

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

素數係等於符碼庫向量 B_l 之元素 (或符碼) 數。所以，於該指示器向量內之「1」之元素位置係唯一指明位在該符碼庫向量 B_l 內相同位置之符碼。舉例而言，一指示器向量於第三位置具有一「1」元素係表示符碼庫向量 B_l 之第三個元素被發送。

使用指示器向量記法和以該等變數 U 與 V 代替，則方程式 (4) 之對數似然函數變成：

$$\log(y|s, g) = \sum_{l=1}^L Z_l^T \left[U_l + \sum_{m=1}^L V_{l,m} Z_m \right] \quad (8)$$

此處

$$U_l = -2R_e \{ B_l^* r_l \} \quad (9)$$

係一可能的發送符碼 b_l 之匹配介質響應向量；和

$$V_{l,m} = B_l^* B_l^T h_{l,m} \quad (10)$$

係一交互作用矩陣，其表示該等接收符碼與它們的相鄰符碼之間的符碼間干擾 (ISI)。該項相鄰符碼在本文係用來表示一給定接收符碼之局部鄰域中會在一給定接收符碼中引起符碼間干擾的符號。如下文將描述的，方程式 (8) 之對數似然函數係用作在一已知的接收符碼 s_l 情況下估計符碼機率向量 \hat{z}_l 之疊代計算的收斂準則。

根據本發明，一疊代方法係用來對每一發送符碼求指示器向量 z_l 的估計值 \hat{z}_l 。此估計值在本文係稱為估計符碼機率向量 \hat{z}_l 並且第 t 個元素 $\hat{z}_{l,t}^{(p)}$ 可以用下式表示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

$$\hat{Z}_{i,t}^{(p)} = \frac{\exp\left\{e_i^T \left[U_i + \sum_{m \in n_i} V_{i,m}(u,v) \left(e_i + z_m^{(p-1)} \right) \right] \right\}}{\sum_{s=1}^{N_b} \exp\left\{e_s^T \left[U_i + \sum_{m \in n_i} V_{i,m} \left(e_s + z_m^{(p-1)} \right) \right] \right\}} \quad (11)$$

此處 e_i 表示第 t 個元素具有一「1」值而其他元素具有一「0」值之指示器向量。該項 $\hat{z}_m^{(p-1)}$ 表示該等相鄰（干擾）符碼之先前疊代的估計符碼機率向量。 N_b 係於符碼庫向量 B_i 中的可能符碼數，而 n_i 定義 s_i 之局部鄰域中的估計指示器向量 \hat{z}_m 。方程式（11）之分子係稱為部份度量參數和分母係稱為歸一化(normalize)參數。

計算該估計符碼機率向量 $\hat{z}_i^{(p)}$ 之方法且因此接收符碼 s_i 實際上係以遞迴或疊代方式計算出鄰近取樣區間所產生的干擾，亦通稱為符碼間干擾。符碼間干擾，根據定義，意味著一給定的取樣區間不僅包括直接與該取樣區間有關的符碼之資訊，而且亦包括在相鄰取樣區間中所收到的符碼之資訊。所以，為了精確估算在一給定取樣區間中之一符碼值，亦需知道相鄰取樣區間之容度或估計容度。方程式（11）定義一特定符碼在第 p 次疊代時符碼機率向量之估計值以及相對於該符碼在先前的第 $(p-1)$ 次疊代之鄰近干擾的估計符碼機率向量之間的遞迴關係。

於方程式（11）之初始疊代（ $p=1$ ）中，係使用一假設值給每一估計符碼機率向量 $\hat{z}_m^{(0)}$ 之每一元素。在第一次疊代（ $p>1$ ）後，該估計符碼機率向量 \hat{z}_i 從第 $(p-1)$ 次疊代起係被用來計算而且在方程式（11）中係指定為 \hat{z}_m 。每一次疊代將產生一更新的估計符碼機率向量集 \hat{z}_i ，對於每一

五、發明說明()

符碼之一向量集係被估計。此過程係被重覆直到一預定的疊代次數或者直到某些預定的收斂準則係被滿足為止。

於估計符碼機率向量 \hat{Z}_i 之疊代計算中，於方程式 (11) 中估計符碼機率向量 $\hat{Z}_m^{(p-1)}$ 之先前疊代的某些函數 $f(\hat{Z}_m^{(p-1)})$ 可被用來取代估計符碼機率向量 $\hat{Z}_m^{(p-1)}$ 。該函數 $f(\hat{Z}_m^{(p-1)})$ 可輸出一硬決策，其中該估計符碼機率向量 $\hat{Z}_m^{(p-1)}$ 之每一元素採用個具有一 0 或 1 的值。根據另一種選擇，該函數 $f(\hat{Z}_m^{(p-1)})$ 可以是一連續非線性函數，其產生從 0 至 1 之區域內的輸出給估計符碼機率向量 $\hat{Z}_m^{(p-1)}$ 的每一元素，而所有元素的和係剛好為 1。

如上所述，在每次疊代期間一完整的估計符碼機率向量 \hat{Z}_i 集必須被算出。因此，對估計符碼機率向量 \hat{Z}_i 之 L 個元素的每一元素而言，方程式 (11) 之應用係需要 N_b 次。換句話說，因為考慮有 L 個取樣區間，因此有 L 項不同的估計符碼機率向量 \hat{Z}_1 到 \hat{Z}_L ，每一向量包括的元素和該符碼庫 N_b 中的符碼一樣多。每一疊代結束時，將會有一估計符碼機率向量集對應於每一發送符碼。然後係決定是否需要另外的疊代。若需要再疊代，則係重覆計算估計符碼機率向量因而產生更新後的估計值。此過程係重覆一預定的疊代次數或者直到滿足某些預定的收斂準則為止。

對數似然方程式 (8) 可以，舉例而言，被使用於測試收斂。在每一次疊代後，整個估計符碼機率向量集 $\{\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \dots, \hat{Z}_L\}$ 係被施加於對數似然方程式 (8) 從而得到一數值，此數值反映估計符碼機率向量集 $\{\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \dots, \hat{Z}_L\}$ 之似

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

然，更特定地，這些符碼代表且正確地反映由發射器發送的實際符碼。當認為不必進一步疊代時，估計符碼機率向量集 $\{\hat{z}_1, \hat{z}_2, \dots, \hat{z}_L\}$ 可被查詢當作它們的內容。估計符碼機率向量 \hat{z}_l 之個別元素可採用從 0 至 1 範圍內之實數，並且反映被發送的相伴符碼庫向量 B_l 中之對應符碼的機率。這些機率然後可用來協助執行有關談到的符碼或者符碼序列的軟決策或者硬決策。

對所有熟悉此技藝之人士而言將會清楚了解到本發明之方法，上述本發明之檢測方法係在一單一使用者信號的情形，可以很容易地延伸到包括多重使用者信號之情形。多重使用者組態之執行過程需規劃稍微變化前述單一使用者組態之數學表示法。然而，這些表示法之基本函數維持不變。

特別地，在多個使用者情況下，方程式 (3) 將表示如下：

$$y_i = \sum_{u=1}^{N_u} \sum_{l=1}^L s_{i,u} g_{i-l}(u) + w_i \quad (12)$$

方程式 (12) 中一額外的總合係涵蓋整個使用者人數， N_u ，已被加入。相同地，方程式 (4) 假定有多個使用者情況時係如下列的形式：

$$\log(y|s, g) = \sum_{u=1}^{N_u} \sum_{l=1}^L \left[-2\text{Re}\{s_{i,u}^* r_l\} + \sum_{v=1}^{N_u} \sum_{m=1}^L s_{i,u}^* h_{l,m}(u, v) s_{m,v} \right] \quad (13)$$

此處

$$r_{l,u} = \sum_{k=0}^{K-1} g_{k,k+l}^H(u) y_{k+l} \quad (14)$$

和

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

$$h_{l,m}(u,v) = \sum_{k=0}^{K-1} g_{k-l,l}^H(U) g_{k-m,m}(v) \quad (15)$$

在此一情況下， $s_{l,u}$ 係在使用者為 u 時第 l 個符碼，和 $g_{k-l,l}(u)$ 係使用者為 u 時接收信號在時間為 l 和延遲為 $k-l$ 的一頻道脈衝響應。該項 $h_{l,m}(u,v)$ 表示使用者 u 與 v 之間的交互作用。再一次，僅另外加入涵蓋使用者人口 N_u 之總合。

當被轉換成指示器向量形式時，該對數似然方程式變成：

$$\log(y|s,g) = \sum_{u=1}^{N_u} \sum_{l=1}^L Z_{l,u}^T \left[U_{l,u} + \sum_{v=1}^{N_v} \sum_{m=1}^L V_{l,m}(u,v) Z_{m,v} \right] \quad (16)$$

此處

$$U_{l,u} = -2\text{Re} B_{l,u}^* r_{l,u} \quad (17)$$

和

$$V_{l,m}(u,v) = B_{l,u}^* B_{m,v}^T h_{l,m}(u,v) \quad (18)$$

估計符碼機率方程式變成：

$$\hat{Z}_{-l,u}^p = \frac{\exp \left(e_l^T \left[U_{l,u} + \sum_{m \in \eta_l} V_{l,m}(u,v) \left(e_l + z_{m,v} \right) \right] \right)}{\sum_{s=1}^{N_h} \exp \left(e_s^T \left[U_{l,u} + \sum_{m \in \eta_l} V_{l,m}(u,v) \left(e_s + z_{m,v} \right) \right] \right)} \quad (19)$$

圖 2 說明該檢測器 20 從多個使用者檢測一接收信號 y_i 。該檢測器 20 包括一頻道估計器 22、一匹配介質響應向量產生器 24 和一符碼交互作用矩陣產生器 30。該頻道估計器 22 根據接收信號 y_i 產生一頻道脈衝響應 $g_{i-l,l}$ 之估計值。該項 $g_{i-l,l}$ 表示對應於第 l 個符碼具有一 $i-l$ 之延遲因子的頻道脈衝響應。頻道脈衝響應 $g_{i-l,l}$ 之估計值係以一已知

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

方式計算。已知訓練序列的符碼可被用來產生頻道估計值。根據另一種選擇，硬檢測符碼或者軟檢測符碼亦可被用來產生頻道估計值。頻道脈衝響應 $g_{i-l,l}$ 之估計值係被傳遞至匹配介質響應向量產生器 24 與該符碼交互作用矩陣產生器 30。

匹配介質響應向量產生器 24 包括一匹配介質響應濾波器 26 與一向量產生器 28。該匹配介質響應濾波器 26 接收從發射器與頻道介質發送之接收信號 y_i 與頻道脈衝響應 $g_{i-l,l}(u)$ 之估計值在符碼為 l 使用者為 u 時算出匹配介質響應 $r_{l,u}$ ，該匹配介質響應 $r_{l,u}$ 然後係被傳遞至該向量產生器 28，向量產生器 28 結合一符碼庫 36 之資料計算一匹配介質響應向量 $u_{l,u}$ 。

符碼交互作用矩陣產生器 30 包括一交互作用係數產生器 32 與一矩陣產生器 34。交互作用係數產生器 32 計算該符碼交互作用係數 $h_{l,m}(u,v)$ ，該符碼交互作用係數係表示符碼為 l 與 m 而每一使用者對為 u,v 之頻道響應。該符碼交互作用係數 $h_{l,m}(u,v)$ 係被傳遞至矩陣產生器 34，而矩陣產生器 34 將符碼交互作用係數配合符碼庫 36 內之資訊產生符碼交互作用矩陣 $v_{l,m}$ 。匹配介質響應向量 $u_{l,u}$ 與符碼交互作用矩陣 $v_{l,m}(u,v)$ 最後係被傳遞至一估計符碼機率向量產生器 40，估計符碼機率向量產生器 40 根據方程式 (16) 計算該估計符碼機率向量 \hat{Z}_l 。

圖 3 所示係估計符碼機率向量產生器 40 之更詳細概要圖。該估計符碼機率向量產生器 40 係由一疊代處理器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

42、一疊代與輸出控制器 46 和一前疊代緩衝器 44 所組成。疊代處理器 42 係負責執行與解答於多個使用者實施例中一給定的符碼為 l 和使用者為 u 時描述和定義該估計符碼機率向量 $\hat{z}_{l,u}$ 之數學表示式。疊代處理器 42 之輸出係一估計指示器向量 $\hat{z}_{l,u}$ ，而估計指示器向量 $\hat{z}_{l,u}$ 係由疊代與輸出控制器 46 接收與分析。

控制器 46 實施一特別的策略用以測定是否需再一次疊代。可能的疊代控制策略包括規定一固定的疊代數，或者觀察與監視一 Z 相依函數，諸如先前提到的對數似然函數。於此一情況下，決策是否需要一另外的疊代可藉由觀察逐次計算的 \hat{z}_l 向量之間的均方誤差而決定。該控制器 46 將測定是否需要一另外的疊代，新計算出來的估計符碼機率向量集 $\{\hat{z}_1, \hat{z}_2, \dots, \hat{z}_L\}$ 係暫時地被儲存於該疊代緩衝器 44 中。該疊代緩衝器 44 內部所儲存的估計符碼機率向量集 $\{\hat{z}_1, \hat{z}_2, \dots, \hat{z}_L\}$ 接著在下一次疊代時係被用來計算估計符碼機率向量。

不管所做成的疊代控制策略為何，控制器 46 之功能係管理疊代終止準則的實施，並且最後輸出最佳疊代計算之估計符碼機率向量 $\hat{z}_{l,u}$ 。該估計符碼機率向量 $\hat{z}_{l,u}$ 可由一硬決策產生器 48 用來進行有關估計符碼機率向量 $\hat{z}_{l,u}$ 之硬決策使成為估計符碼 $\hat{s}_{l,u}$ 。該估計符碼 $\hat{s}_{l,u}$ 接著從該硬決策產生器 48 輸出至一解碼器。根據另一種選擇，該估計符碼機率向量 $\hat{z}_{l,u}$ 可直接傳遞至一軟決策解碼器。

圖 4 係一流程圖說明本發明之檢測器 20 的操作。在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

收到接收信號 y_i 後，該檢測器 20 計算頻道估計值 $g_{i-1,l}$ ，頻道估計值 $g_{i-1,l}$ 表示通訊頻道對發送符碼（方塊 100）之估計脈衝響應。該檢測器 20 接著計算匹配介質響應向量 $U_{l,u}$ （方塊 102）與符碼交互作用係數矩陣 $V_{l,u}$ （方塊 104）。匹配介質響應向量 $U_{l,u}$ 係根據頻道估計值 $g_{i-1,l}$ 與接收信號 y_i 來計算。該符碼交互作用係數矩陣 $V_{l,u}$ 係根據該頻道估計值 $g_{i-1,l}$ 來計算並且代表相鄰符碼之間的交互作用。匹配介質響應向量 $U_{l,u}$ 與符碼交互作用係數矩陣 $V_{l,u}$ 接著係被用來計算每一接收符碼（方塊 106）之估計符碼機率向量 $\{\hat{Z}_0, \hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \dots\}$ 。接著係使用對數似然方程式計算估計符碼機率向量集之對數似然（方塊 108）。該對數似然係產生一數值反映估計符碼機率向量 $\{\hat{Z}_0, \hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \dots\}$ 之似然能精確地表示發送符碼集。該檢測器 20 接著判定是否需要另一次疊代（方塊 110），舉例而言，使用某些預定的收斂準則。若需再疊代，每一接收符碼之一新的估計符碼機率向量集係被算出（方塊 106）。根據此一新的估計符碼機率向量集接著係計算出對數似然。此過程係被重覆直到該檢測器 20 決定不需再進一步疊代（方塊 110）。最後的估計符碼機率向量集接著係被用來產生發送符碼之硬決策估計值，或者，根據另一種選擇，係輸出至一軟決策解碼器（方塊 112）。

根據上面的敘述，可看出本發明提供求取最大似然序列估計值之另一種逼近法，當對一傳統 Viterbi 檢測器而言狀態空間太大時可考慮此方法。當然，在不偏離本發明之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

精神與基本特性下本發明可以用本文所陳述之外的其他特定方式執行。因此，上述本發明之實施例係全方面考慮和不限定範圍；並且在附加的申請專利範圍所指出與相等範圍內的所有改變係規定包含在本發明之範圍內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

406505

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

用於多重使用者信號聯合等化與檢測之方法

本案係揭示一種疊代方法係用來求取一發送符碼序列之最大似然序列估計值。每一可能的發送信號係由一指示器向量表示，而指示器向量從一符碼庫向量選擇發送符碼。頻道估計值係被產生代表通訊頻道對每一發送符碼之估計脈衝響應。該等頻道估計值係被用來形成一匹配介質響應向量與一交互作用矩陣。該匹配介質響應向量代表對於每一發送符碼情況下接收器對發射器與頻道的匹配介質響應。該交互作用矩陣表示符碼之間的符碼間干擾(ISI)。匹配介質響應向量與交互作用矩陣係送給一估計符碼機率向量產生器；而估計符碼機率向量產生器以一疊代方式計

英文發明摘要(發明之名稱：METHOD FOR JOINT EQUALIZATION AND DETECTION OF MULTIPLE USER SIGNALS)

An iterative approach is used to find maximum likelihood sequence estimates of a transmitted symbol sequence. Each possible transmitted signal is represented by an indicator vector which selects the transmitted symbol from a symbol library vector. Channel estimates are generated representing the estimated impulse response of the communication channel to each transmitted symbol. The channel estimates are used to form a matched medium response vector and an interaction matrix. The matched medium response vector represents the matched medium response of the receiver to both a transmitter and the channel for each transmitted symbol. The interaction matrix represents the ISI between symbols. The matched medium response vector and the interaction matrix are fed to an estimated symbol probability vector generator which calculates in an iterative manner the estimated symbol probability vectors corresponding to each transmitted symbol. The estimated symbol probability vectors can be output to a hard-decision

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

算對應於每一發送符碼之估計符碼機率向量。該等估計符碼機率向量可輸出至一硬決策產生器，此一硬決策產生器進行有關該等發送符碼之硬決策。根據另一種選擇，該等估計符碼機率向量可輸出至一軟決策解碼器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

英文發明摘要(發明之名稱:)

generator which makes a hard-decision about the transmitted symbols. Alternatively, the estimated symbol probability vectors can be output to a soft-decision decoder.

六、申請專利範圍

1. 一種用於解調對應於一具有多數符碼之發送符碼序列的接收信號之方法，包含該等步驟：

a) 透過一通訊頻道接收該信號；

b) 形成一符碼庫向量，該向量係代表發送符碼序列中可能的發送符碼；

c) 產生頻道估計值，該值係代表該通訊頻道對每一發送符碼的估計脈衝響應；

d) 根據接收信號、該等頻道估計值和符碼庫向量來形成一匹配介質響應向量；

e) 根據該等頻道估計值和符碼庫向量來形成一交互作用矩陣；和

f) 形成一具有多數元素之估計符碼機率向量用以在發送的符碼序列中選擇每一發送符碼之估計值，其中該估計符碼機率向量係根據匹配介質響應向量、交互作用矩陣和對干擾符碼之估計符碼機率向量的先前估計值藉由遞迴估計每一估計符碼機率向量之每一元素而形成。

2. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，其中每一估計符碼機率向量之每一元素的遞迴估計係被執行直到滿足一預定的收斂準則。

3. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，其中每一估計符碼機率向量之每一元素的遞迴估計係被執行一預定的疊代次數。

4. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，其中該估計符碼機率向量係輸出作為一軟決策向量。

(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

5. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，進一步包括根據估計符碼機率向量從該符碼庫向量選擇一符碼而且輸出所選擇的符碼作為一硬決策之步驟。

6. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，進一步包括在估計符碼機率向量之疊代計算期間再生頻道估計值的步驟。

7. 如申請專利範圍第 1 項之解調方法，其中先前的估計符碼機率向量之函數係被用來計算下一次疊代時符碼機率向量的估計值。

8. 一種用於解調多重使用者信號之方法，每一使用者信號對應於一具有多數符碼之發送符碼序列，該解調方法包含下列步驟：

a) 透過一通訊頻道接收該等多重使用者信號；

b) 對每一使用者信號形成一符碼庫向量，該向量係代表於發送符碼序列中可能的發送符碼；

c) 產生頻道估計值，該值係代表通訊頻道對每一使用者信號內之每一發送符碼的估計脈衝響應；

d) 根據使用者信號、對應的頻道估計值和對應的符碼庫向量對每一使用者信號形成一匹配介質響應向量；

e) 根據對應的頻道估計值和符碼庫向量對每一使用者信號形成一交互作用矩陣；和

f) 形成具有多數元素之估計符碼機率向量用以在每一使用者信號中選擇每一發送符碼之估計值，其中該等估計符碼機率向量係根據匹配介質響應向量、交互作用矩陣

(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

和對干擾符碼之估計符碼機率向量的一先前估計值藉由遞迴估計每一估計符碼機率向量之每一元素而形成。

9 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，其中估計符碼機率向量之每一元素係根據估計符碼機率向量之先前的估計值遞迴計算。

10 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，其中每一估計符碼機率向量之每一元素的遞迴估計係被執行直到滿足一預定的收斂準則。

11 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，其中每一估計符碼機率向量之每一元素的遞迴估計係執行一預定的疊代次數。

12 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，其中該估計符碼機率向量係輸出作為一軟決策向量。

13 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，進一步包括根據指示器向量從該符碼庫向量選擇一符碼和輸出所選擇的符碼作為一硬決策之步驟。

14 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，進一步包括在估計符碼機率向量之疊代計算期間再生該等頻道估計值之步驟。

15 · 如申請專利範圍第 8 項之解調方法，其中先前的估計符碼機率向量之函數係被用在下一次疊代時計算符碼機率向量之估計值。

16 · 一種用於解調對應於一具有多數符碼之發送符碼序列的接收信號之方法，其係包含下列步驟：

(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

- a) 透過一通訊頻道接收一信號；
 - b) 形成一符碼庫向量，該向量係代表該發送符碼序列中可能的發送符碼；
 - c) 產生頻道估計值，該值係代表通訊頻道對每一發送符碼之估計脈衝響應；
 - d) 根據該接收信號、該等頻道估計值和符碼庫向量形成一匹配介質響應向量；
 - e) 根據該等頻道估計值和符碼庫向量形成一交互作用矩陣；和
 - f) 根據匹配介質響應向量和交互作用矩陣形成一估計符碼機率向量用以選擇每一發送符碼之估計值，其中該估計符碼機率向量包括多數元素係對應於符碼庫向量之元素，並且其中估計符碼機率向量之每一元素代表對應於符碼庫向量內之元素是發送符碼的機率。
- 1 7 · 如申請專利範圍第 1 6 項之解調方法，其中該估計符碼機率向量係輸出作為一軟決策向量。
- 1 8 · 如申請專利範圍第 1 6 項之解調方法，進一步包括根據該指示器向量從符碼庫向量選擇一符碼和輸出所選擇的符碼作為一硬決策之步驟。
- 1 9 · 如申請專利範圍第 1 6 項之解調方法，進一步包括在估計符碼機率向量之疊代計算期間再生該等頻道估計值之步驟。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

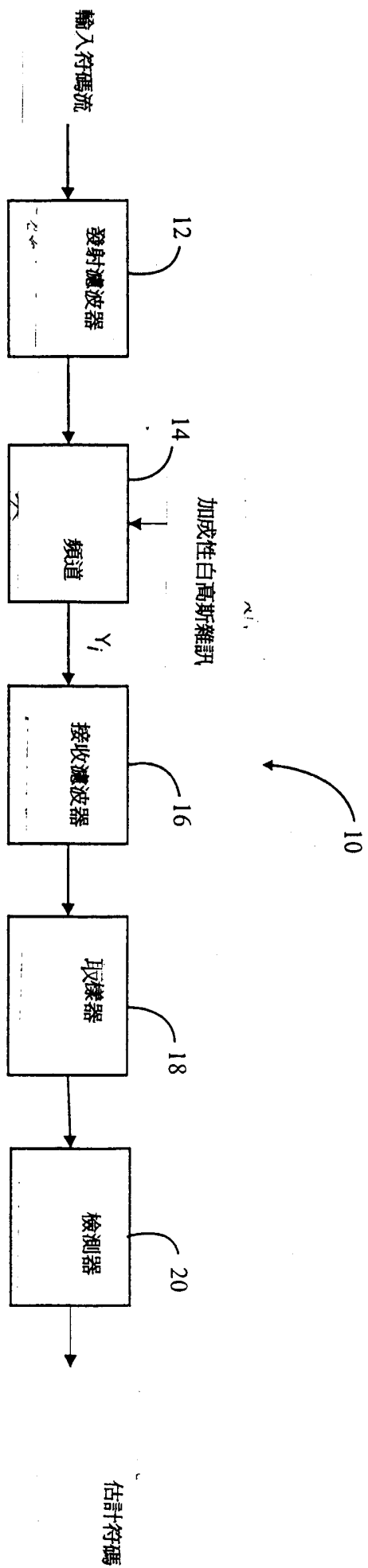


圖 1

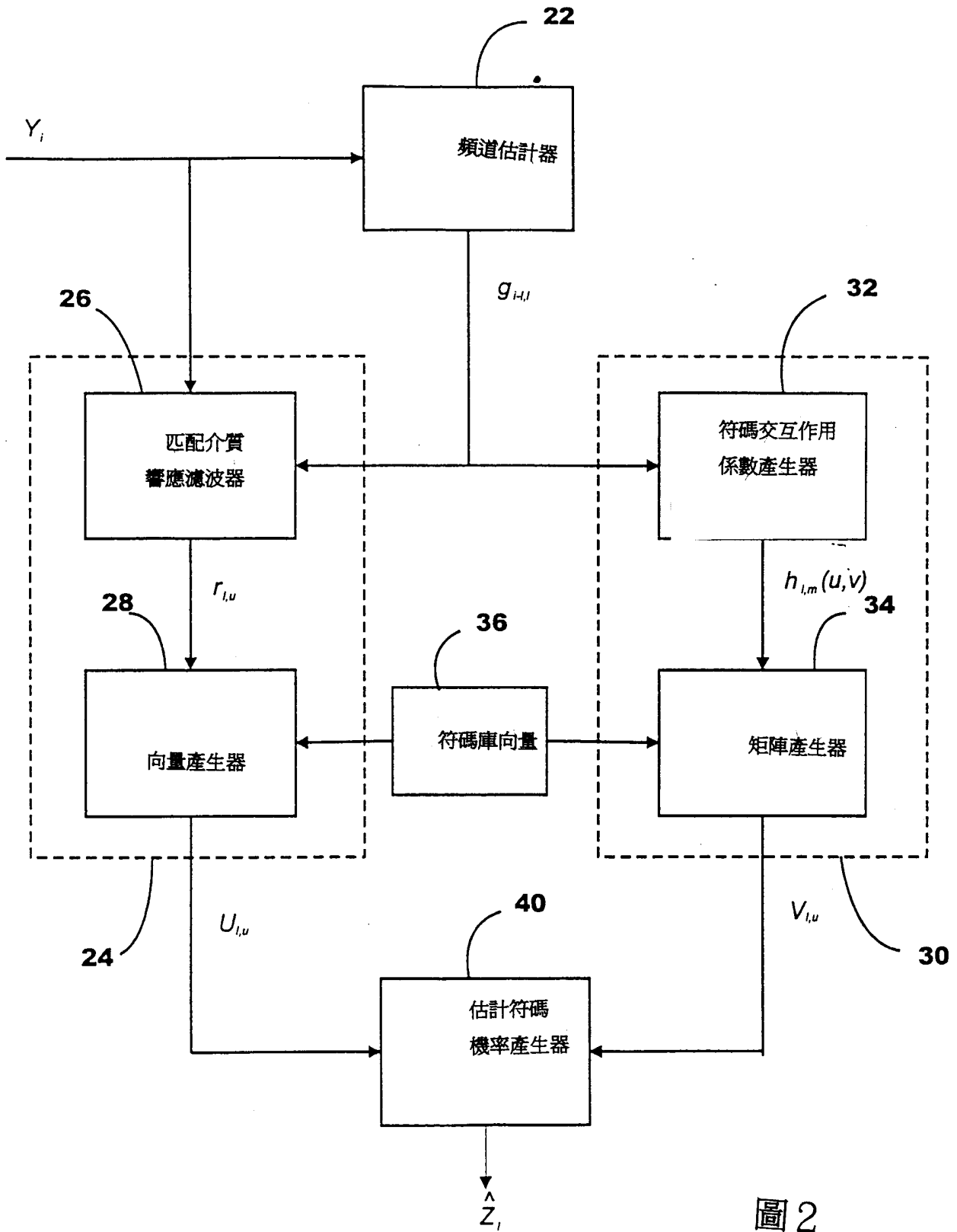


圖 2

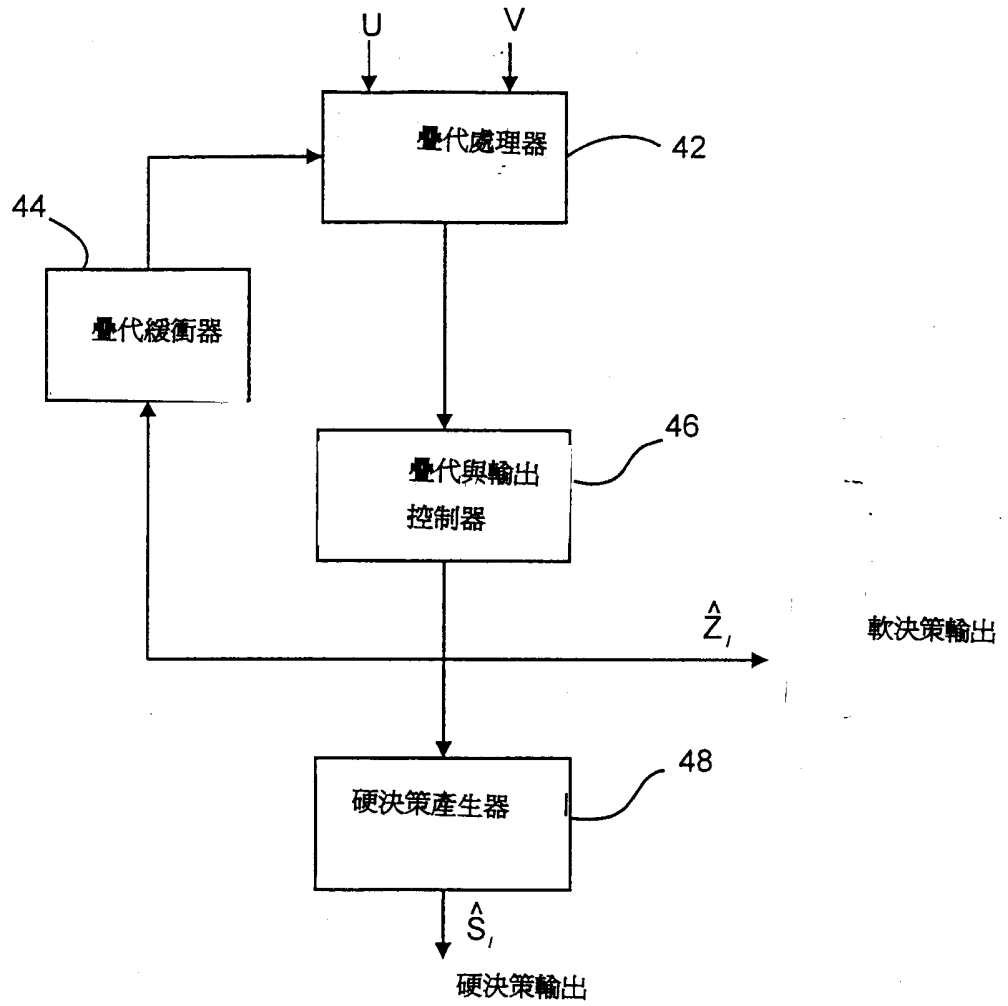


圖 3

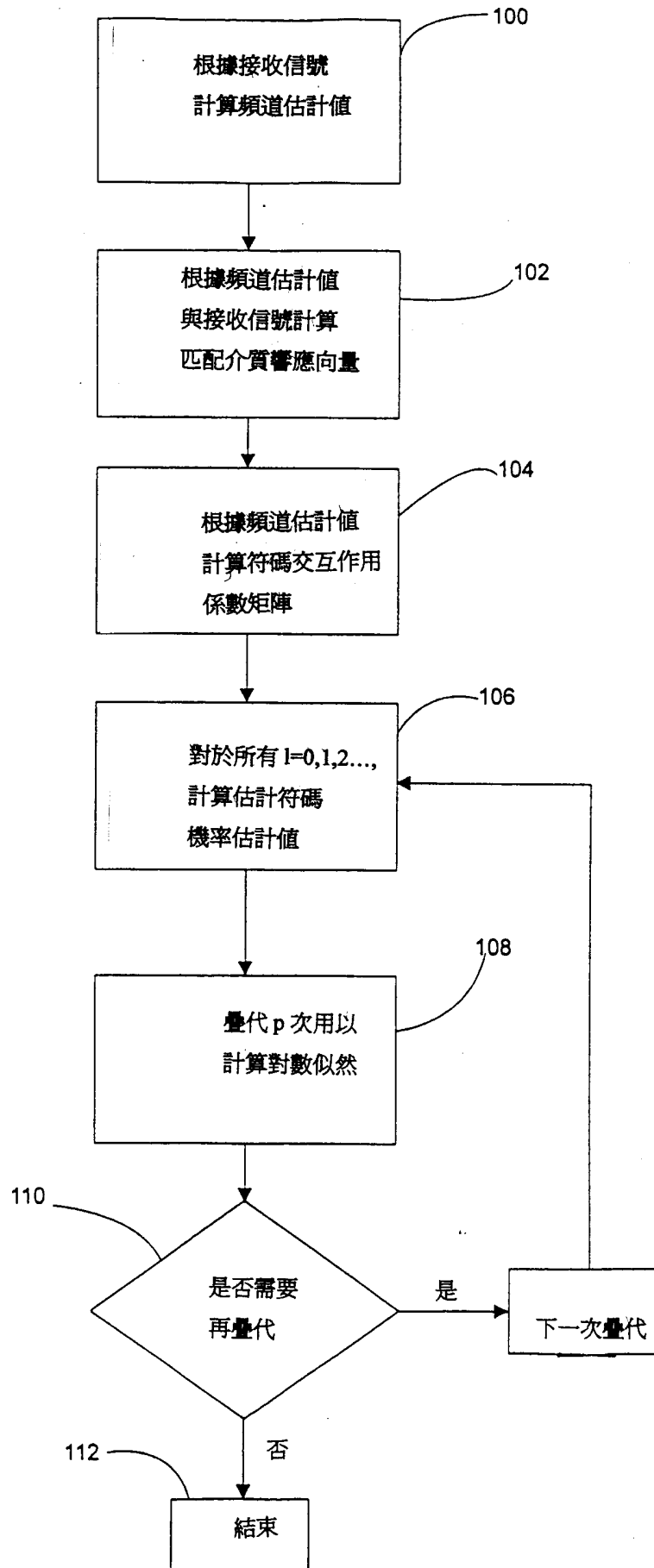


圖 4