



(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 I491178 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：101103607

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 03 日

(51)Int. Cl. : **H03M13/23 (2006.01)**

(30)優先權：2011/11/16 歐盟內部市場調和局 11189317.8

(71)申請人：開曼晨星半導體公司(開曼群島)MSTAR SEMICONDUCTOR, INC. (KY)

開曼群島

晨星軟體研發(深圳)有限公司(中國大陸)MSTAR SOFTWARE R&D

(SHENZHEN) LTD. (CN)

中國大陸

晨星法國有限公司(法國)MSTAR FRANCE SAS (FR)

法國

晨星半導體股份有限公司(中華民國)MSTAR SEMICONDUCTOR, INC. (TW)

新竹縣竹北市台元街 26 號 4 樓之 1

(72)發明人：嵐 李查 LANE, RICHARD (GB)；摩菲 馬克 MURPHY, MARK (NZ)；拉噹

喜瑞薇 VALADON, CYRIL (FR)；包德 法藍 BOIXADERA, FRANCESC (ES)

(74)代理人：祁明輝；林素華；涂綺玲

(56)參考文獻：

EP 1928094A1

EP 2362549A2

US 2009/0041166A1

R.Y. Shao, Shu Lin, Marc P.C. Fossorier, "Two decoding algorithms for tailbiting codes", IEEE Transactions on Communication, Vol. 51, No.10, October 2003.

審查人員：陳臆聰

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：9 共 47 頁

(54)名稱

去尾迴旋碼之解碼器及解碼方法

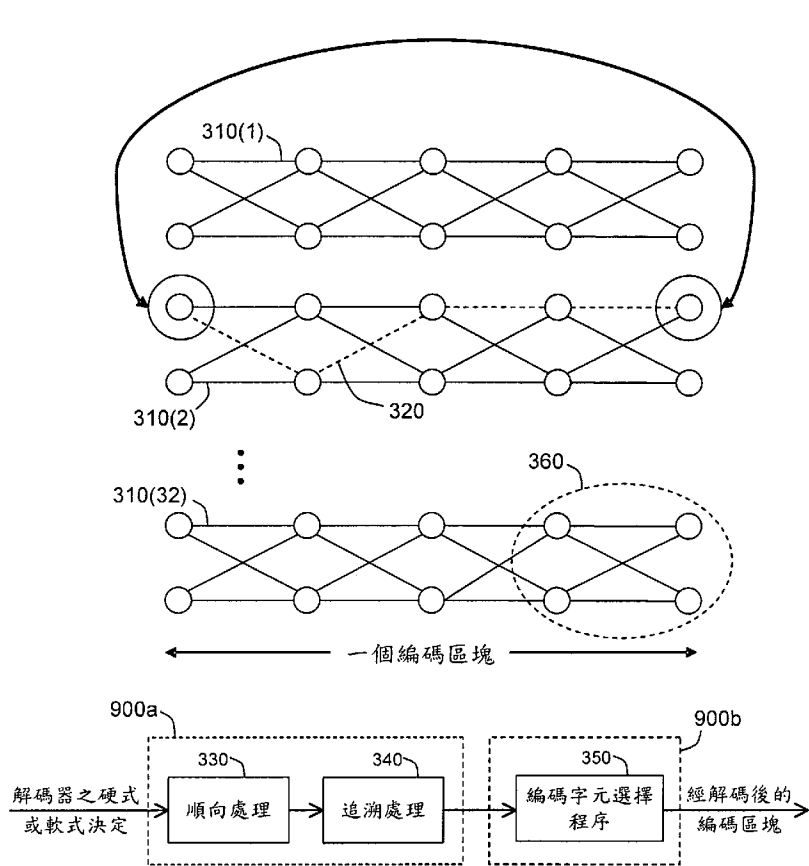
TAIL-BITING CONVOLUTIONAL DECODER AND DECODING METHOD

(57)摘要

本發明提出的技術方案係利用接收器收到之資料流中，先前不曾被迴旋解碼器使用或取得的資訊進行去尾迴旋碼解碼。例如：循環冗餘檢查資訊，或其他傳送端和接收端都知道的資訊。此外，單一平行追溯被用以降低實現此方案的複雜度。再者，在順向處理程序中做出的最不可靠決定可被保留，以產生額外的候選編碼字元。本發明提出的技術方案能減少誤判率及/或偵測錯誤率。

Techniques are provided for decoding tail-biting convolutional codes by using information within the received data stream that traditionally has not been used or been available to the convolutional decoder, e.g., cyclic redundancy check (CRC) and bit information known by both the transmitter and receiver. Further, a single parallel trace-back is used that reduces implementation complexity. In addition, the least reliable decisions made during forward processing may be reversed in order to generate additional possible codeword

candidates. These techniques can be used to reduce false detection rates (FDRs) and/or detection error rates (DERs).



310(1)-310(32)、
360 . . . 蝴蝶圖
320 . . . 可能路徑
330 . . . 順向處理
340 . . . 追溯處理
350、900b . . . 選擇編碼字元程序
900a . . . 維特比順向處理及平行追溯程序

圖三 (A)

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：(01103607)

※申請日：101.2.-3

※IPC 分類：H03M 13/13 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)：

去尾迴旋碼之解碼器及解碼方法/ TAIL-BITING CONVOLUTIONAL
DECODER AND DECODING METHOD

二、中文發明摘要：

本發明提出的技術方案係利用接收器收到之資料流中，先前不曾被迴旋解碼器使用或取得的資訊進行去尾迴旋碼解碼。例如：循環冗餘檢查資訊，或其他傳送端和接收端都知道的資訊。此外，單一平行追溯被用以降低實現此方案的複雜度。再者，在順向處理程序中做出的最不可靠決定可被保留，以產生額外的候選編碼字元。本發明提出的技術方案能減少誤判率及/或偵測錯誤率。

三、英文發明摘要：

Techniques are provided for decoding tail-biting convolutional codes by using information within the received data stream that traditionally has not been used or been available to the convolutional decoder, e.g., cyclic redundancy check (CRC) and bit information known by both the transmitter and receiver. Further, a single parallel trace-back is used that reduces implementation complexity. In addition, the least reliable decisions made during forward processing may be reversed in order to generate additional possible codeword candidates. These techniques can be used to reduce false detection rates (FDRs) and/or detection error rates (DERs).

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第三(A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

310(1)-310(32)、360：蝴蝶圖

320：可能路徑

330：順向處理

340：追溯處理

350、900b：選擇編碼字元程序

900a：維特比順向處理及平行追溯程序

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明與無線通訊裝置相關，並且尤其與用以減少無線通訊裝置中之解碼錯誤的技術相關。

【先前技術】

在接收裝置中，維特比解碼器(Viterbi decoder)常被用來將以順向錯誤更正(forward error correction, FEC)編碼的迴旋碼(convolutional code)解碼。由於接收器並不知道原本傳送端發出的信號為何，且原始信號已被無線通道的性質(例如雜訊、衰減、雨水等因素)影響而改變，因此稱原始信號中的位元為被隱藏。

維特比演算法的概念是找出隱藏狀態的最可能序列，例如找出隱藏式馬可夫模型(hidden Markov model)之狀態的最可能序列(關於馬可夫模型，可參考Forney等人於Proceedings of the IEEE刊物第61卷第3期第268-278頁發表的「The Viterbi algorithm」，1973年3月)。

順向錯誤更正和維特比解碼器特別適用於接收端執行錯誤更正程序時，或是自接收端至傳送端之反饋為不可行時。維特比解碼器被廣泛應用在無線通訊領域，例如蜂巢式電話與衛星間的通訊、語音辨識、儲存確認等等。第三代合作夥伴計畫(3rd generation partnership project, 3GPP)提出的長期進化(long term evolution, LTE)行動通訊系統便是採用迴旋碼來改善控制頻道的解碼可靠度

(可參考第三代合作夥伴計畫第 36.212 號技術文件)。

在無線通訊接收器中，使用偵測器負責產生提供至維特比解碼器的信號。維特比解碼器必須決定該信號中的位元是零或一。該信號可能為二進位信號或一機率值，前者適用於硬式決定(hard decision)，後者適用於軟式決定(soft decision)。硬式決定是藉由比較信號強度來達成，軟式決定則是以或然率模型為根據。

針對每個可能的狀態，維特比解碼器會記錄與迴旋碼相關之格式結構(trellis)中可能性最高的路徑，藉此為傳送端發出的信號產生一最大似然序列估計(maximum likelihood sequence estimate，簡稱為 MLSE)。這些可能性最高的路徑也被稱為存活序列，並且被用以產生解碼後的位元序列。產生這些序列的方法有兩種：暫存器交換法和追溯法(可參考Feygin, G.等人於IEEE Transactions on Communications刊物第41卷第3期第425-429頁發表的「Architectural tradeoffs for survivor sequence memory management in Viterbi decoders」)。暫存器交換法的概念較單純，但需要較大的記憶體存取量；追溯法因此較常被採用。

為了協助維特比解碼程序的進行，迴旋碼編碼器的狀態常被存入數值 0，以強迫維特比格式結構(Viterbi trellis)處理程序中的起始狀態等於 0，並初始化與不同狀態相關的路徑指標。相似地，藉由在訊息尾端加上複數個位元 0，編碼器的最終狀態也常被強制設定為 0。

由於解碼器能利用此資訊決定要選擇哪一個存活序

列來產生解碼位元，強制將編碼器的最終狀態設定為 0 可提昇效能。迫使編碼器之最終狀態為 0 所需要的額外位元數量，等於編碼器的記憶體長度或編碼器本身的長度限制。易言之，編碼器被「注滿」位元 0。將編碼器注滿已知數值的迴旋碼被稱為「有尾」迴旋碼。

由於訊息中被加入額外的位元，利用有尾迴旋碼提升效能的代價是頻譜效率會降低。若訊息長度較長，則頻譜效率的下降較小且可忽略；但當訊息長度較短時，頻譜效率降低造成的影響就會變得明顯。

因此，當訊息長度較短，就必須避免迫使編碼器的最終狀態為 0 或其他固定值。若希望避免頻譜效率降低，可採用去尾迴旋碼(tail-biting convolutional code，可參考 Ma 等人於 IEEE Transactions on Communications 刊物第 34 卷第 2 期第 104-111 頁發表的「On Tail Biting Convolutional Codes」)。去尾迴旋碼並未強迫將編碼器之初始和最終狀態設定為預設值，而是保證這兩個狀態一致。更明確地說，去尾迴旋碼係以訊息本身的最後幾個位元來初始化編碼器的狀態。

去尾迴旋碼提供了與有尾迴旋碼相近的效能表現，又不會造成頻譜效率降低。因此，去尾迴旋碼常被用於較短訊息的編碼，亦被用於保護某些控制頻道，例如 3GPP LTE 標準中定義的實體廣播頻道(physical broadcast channel，簡稱為 PBCH)或是實體下行控制頻道(physical downlink control channel，簡稱為 PDCCH)。

然而，去尾迴旋碼的編碼複雜度較高。例如，去尾迴

旋碼的最大似然偵測器(maximum likelihood detector, 簡稱為 MLD)需要進行 S 次維特比解碼運算, 則每一次都必須假設編碼器的初始和最終狀態, 其中 S 代表與迴旋碼相關之格式結構中的狀態總數量。 S 種不同可能性中的最佳路徑會被用以產生解碼位元(詳情可參考 Shao 等人於 IEEE Transactions on Communications 刊物第 51 卷第 10 期第 1658-1665 頁發表的「Two Decoding Algorithms for Tailbiting Codes」)。目前也有些效果略差但複雜度較低的解碼演算法, 可參考 Cox 等人於 IEEE Transactions on Vehicular Technology 刊物第 3 卷第 1 期第 57-68 頁發表的「An Efficient Adaptive Circular Viterbi Algorithm for Decoding Generalized Tailbiting Convolutional Codes」, 以及 2009 年 Zhang 等人於 International Forum on Information Technology and Applications 刊物第 2 卷第 303-306 頁發表的「Research on An-Based Decode of tail-biting convolutional codes and Their Performance Analyses Used in LTE System」。

【發明內容】

本發明提出的技術方案係利用接收器收到之資料流中先前不曾被迴旋解碼器使用或取得的資訊為去尾迴旋碼解碼, 例如循環冗餘檢查(cyclic redundancy check, CRC)資訊或其他傳送端和接收端都知道的資訊。此外, 單一平行追溯被用以降低實現此方案的複雜度。再者, 在順向處理程序中做出的最不可靠決定可被保留, 以產生額外

的候選編碼字元。本發明提出的技術方案能減少誤判率(false detection rate, 簡稱為 FDR)及/或偵測錯誤率(detection error rate, 簡稱為 DER)。

於根據本發明之一具體實施例中, 通訊裝置所接收之資料包含以去尾迴旋碼編碼之一訊息。首先, 該資料被偵測, 以找出具有一特定資料長度之一編碼區塊。隨後, 該編碼區塊被施以一次或多次順向處理疊代, 以產生代表一狀態圖之資訊以及辨認該狀態圖中由多個結束狀態到多個起始狀態的複數個路徑。代表該狀態圖之該資訊對應於一編碼器編碼該訊息時可能產生之複數個狀態轉換。

接著, 針對該狀態圖, 自複數個結束狀態沿著被辨認出之該複數個路徑, 一單一平行追溯運算被執行, 以決定該狀態圖之一特定路徑中何時至少一結束狀態與一起始狀態相符。隨後, 當該單一平行追溯運算找出一一起始狀態與相對應之一結束狀態相符, 一個或多個第一候選編碼字元被產生。接著, 一個或多個正確編碼字元自該一個或多個第一候選編碼字元中被辨認出。隨後, 該訊息係根據一個或多個正確編碼字元產生。

該訊息亦可被施以循環冗餘檢查編碼。當一第一候選編碼字元通過一循環冗餘檢查條件時, 一個或多個正確編碼字元被辨認。該循環冗餘檢查條件可為已知的編碼器所採用的循環冗餘檢查遮罩。

於另一範例中, 該方法進一步為每一個第一候選編碼字元計算一品質度量指標(quality metrics, 簡稱為 QM), 且該一個或多個正確編碼字元係根據該一個或多個品質

度量指標所選擇。

在執行一次或多次順向處理疊代時，可包含追蹤該狀態圖中對應於一個或多個最不可靠狀態轉換決定之一個或多的位置。相對應地，在該單一平行追溯運算期間，可藉由反轉該狀態圖中一或更多之該一個或多個最不可靠狀態轉換決定，以產生一個或多個第二候選編碼字元。此外，該方法可進一步為每一個第二候選編碼字元計算一品質度量指標，並根據該一個或多個品質度量指標選擇該一個或多個正確編碼字元。

該資訊可包含一已知位元資訊。在順向處理疊代期間，該狀態表中之狀態轉換可被強迫符合該已知位元資訊。或者，該已知位元資訊可被用以排除狀態不符合對應於該已知位元資訊之一或多個狀態之一個或多個候選編碼字元。

關於本發明的優點與精神可以藉由以下發明詳述及所附圖式得到進一步的瞭解。

【實施方式】

請參閱圖一，圖一中繪示的無線通訊系統 100 包含一基地台 110 及複數個行動裝置 120(1)-120(Z)。基地台 110 可連接至其他有線資料網路設施(未繪示)並做為一閘道器或存取點，使行動裝置 120(1)-120(Z)能藉此連接至該等有線資料網路設施。

基地台 110 包含多個天線 140(1)-140(M)，行動裝置 120(1)-120(Z)包含多個天線 130(1)-130(N)。基地台 110

可利用頻寬遠大於同調頻寬的寬頻無線通訊協定，與行動裝置 120(1)-120(Z) 個別進行無線通訊。

舉例而言，該寬頻無線通訊協定可以是分時同步分碼多重存取(time division - synchronous code division multiple access, TD-SCDMA)通訊協定，或分時長期進化(time division long term evolution, 簡稱為 TD-LTE)通訊協定。

本發明提供的技術能幫助無線通訊裝置(例如基地台或行動裝置)利用維特比及循環冗餘檢查(cyclic redundancy check, 簡稱為 CRC)解碼器將自其他無線通訊裝置收到的訊息解碼。舉例而言，若圖一中的基地台 110 傳送一訊息至行動裝置 120(1)，行動裝置 120(1)可利用以下介紹的技術將收到的訊息解碼，隨後亦可傳送一回應給基地台 110。

請參閱圖二所繪示的維特比及循環冗餘檢查編碼器。訊息 210 被送入訊息產生器 220。訊息產生器 220 的輸出隨後被提供至循環冗餘檢查編碼器 230；循環冗餘檢查編碼器 230 可採用一循環冗餘檢查遮罩 235。在循環冗餘檢查完成後，循環冗餘檢查編碼器 230 的輸出被提供至迴旋編碼器 240，再遞送到傳送器 250。本發明所屬技術領域中具有通常知識者可瞭解，插入其他不會對下述程序造成影響的中間程序是有可能的，例如在迴旋編碼器 240 和傳送器 250 之間加入速率匹配程序。為了減少誤判率(false detection rate, 簡稱為 FDR)及/或偵測錯誤率(detection error rate, 簡稱為 DER)，訊息 210 可具有

傳送端和接收端都知道的資料欄位。

順向錯誤更正(forward error correction, 簡稱為 FEC)編碼器採用的迴旋碼係由兩個參數定義：碼率(code rate)和限制長度。

所謂碼率是指在一編碼週期中，迴旋編碼器 240 的輸入位元數量除以輸出之頻道符碼數量的比值。碼率小表示冗餘程度高，也就是以較大的編碼後資料頻寬為代價，提供較佳的錯誤控制。舉例而言，若輸入位元序列 C_k 通過三個編碼路徑後，每個編碼路徑各產生一個輸出位元，則編碼器的碼率為 $1/3$ 。

於此範例中，位元序列 C_k 在時脈信號的控制下，依序通過迴旋編碼器 240 中的六個位元延遲器 260(1)-260(6)。此外，位元序列 C_k 也被輸入至一連串的互斥或(exclusive-OR, 簡稱為 XOR)閘(以符號 $\oplus$ 表示)。在編碼路徑 280(1)中，輸入位元依序和位元延遲器 260(2)、260(3)、260(5)、260(6)的輸出信號被施以互斥或運算，此編碼過程被定義為函式 G_0 。編碼函式 G_0 也可被表示為多項式 $G_0=1+x^2+x^3+x^5+x^6$ ，其中的後四個項次分別對應於位元延遲器 260(2)、260(3)、260(5)、260(6)，令第一項次為 1 是通則。

為了便於解說，此迴旋編碼被拆解為三個階段。在時間點 270(1)和 270(2)間，編碼路徑 280(1)中沒有對應於位元延遲器 260(1)的互斥或閘，只有對應於位元延遲器 260(2)、260(3)的互斥或閘。如果用 0 表示沒有經過對應之互斥或閘的位元延遲器、用 1 表示有經過對應之互斥或

開的位元延遲器，此階段的延遲可以二進位表示為 011b 或是以八進位表示為 3₈。

在時間點 270(1)和 270(2)之間，編碼路徑 280(2)中經過了三個分別對應於位元延遲器 260(1)、260(2)、260(3)的互斥或閘，因此被表示為 111b 或 7₈。編碼路徑 280(3)中沒有經過對應於位元延遲器 260(3)的互斥或閘，只有對經過應於位元延遲器 260(1)、260(2)的互斥或閘，因此被表示為 110b 或 6₈。同理，在時間點 270(2)和 270(3)之間，上述三個編碼路徑的位元延遲，可被分別表示為 011b 或 3₈、001b 或 1₈，以及 101b 或 5₈。

因此，函式 G_0 也可被簡化為 133₈，其中的 1 代表方程式中的第一項次。相似地，函式 $G_1=1+x^1+x^2+x^3+x^6$ 可被簡化為 171₈，函式 $G_2=1+x^1+x^2+x^4+x^6$ 可被簡化為 165₈。此類型的迴旋編碼器可參見第三代合作夥伴計畫第 36.212 號技術文件中的章節 5.1.3.1。

位元延遲器 260(1)-260(6)實際上可為互補正反器 (flip-flop)。每經過一個時脈週期，下一個輸入位元 C_k 會被提供至位元延遲器 260(1)。同時，位元延遲器 260(1)原先的輸入位元會被送入位元延遲器 260(2)，依此類推。在各個時脈週期內，位元延遲器 260(1)-260(6)中的位元數值即代表編碼器的狀態。由於有六個位元延遲器，迴旋編碼器 240 有 26 種(也就是 64 種)可能狀態，等同於一個有限狀態機(finite state machine)。根據多項式函式 G_0 、 G_1 、 G_2 ，在每個時脈週期中，編碼器的狀態和目前的輸入位元被用以產生輸出位元 $d_k^{(0)}$ 、 $d_k^{(1)}$ 和 $d_k^{(2)}$ 。接收端的解碼器

須根據收到的位元重新產生編碼器於編碼時的狀態。從解碼器的角度來說，編碼器的可能狀態可被表示為一格式結構(trellis)圖。由於解碼器不知道編碼器的狀態，解碼器必須根據收到的位元序列，假設編碼器中在產生該序列時，可能發生的狀態轉換。

請參閱圖三(A)，一長期進化迴旋碼之格式結構被表示為二進位蝴蝶圖 310(1)-310(32)。這三十二個蝴蝶圖包含多組成對的狀態，結合後成為解碼器的六十四個狀態。此格式結構係為儲存於解碼器記憶體中之資訊的示意圖。須說明的是，為便於讀者觀看，圖三(A)中的格式結構已經過簡化，並非意圖精確描述各蝴蝶圖間的狀態連結或實際解碼時的狀態數量。

由圖二可看出，迴旋碼的一個優點為其結構具有高度重複性，因此能提供一個對稱的碼樹(code tree)。此對稱特性可減少在找尋對應於資料序列(例如 C_k)之可能路徑時需要評估的狀態數量。此外，在將對稱碼解碼時，就這六十四個可能的編碼器狀態中的每一個狀態來說，只有可能性最高的路徑(也就是存活路徑)會被考量，其他路徑將被忽略。

依照這些編碼特性運作的維特比解碼器如同存在有限組狀態轉換的有限狀態機。解碼器能假設每個可能的編碼器狀態，並且根據接收到的帶有雜訊的編碼資料串，來決定編碼器由某個狀態轉換到另一個狀態的或然率。

圖三(A)的格式結構呈現了一個處理特定數量之狀態的編碼區塊範例。在步驟 330 中，維特比解碼程序起始於

一個或多個順向處理步驟。順向處理於圖中被繪示為由左向右進行，且可起始於收到一組包含特定數量之符碼(symbol)的符碼資料時。

因此，最左邊的狀態為起始狀態，最右邊的狀態為結束狀態。在順向處理的過程中，於格式結構的多個路徑被找出，且對應於這些路徑的度量指標(metrics)會被儲存。該度量指標可包含路徑度量指標(path metrics，簡稱為 PM)、路徑歷史、分枝(branch metrics，簡稱為 BM)度量指標、品質度量指標(quality metrics，簡稱為 QM)，以及最不可靠之分枝決定的位置(決定方式容後詳述)。

在步驟 340 中，追溯(trace-back)處理起始於一單一平行追溯(single parallel trace-back)。平行追溯係根據該等已儲存的度量指標，沿著格式結構，自多個結束狀態分別由右向左向後追溯。

對迴旋碼而言，平行追溯會找出多個起始狀態。對去尾迴旋碼而言，由於編碼器係採用訊息的結尾位元做為起始，起始狀態必定與結束狀態相同。起始狀態不同於結束狀態的追溯路徑將被忽略。追溯處理的輸出包含一個或多個候選編碼字元，以及更新後的品質度量指標。

於此範例中，追溯處理找出起始狀態和結束狀態相同的可能路徑 320。如圖三(A)下方所標示，上述順向處理及追溯處理在此統稱為：維特比順向處理及平行追溯程序 900a。維特比順向處理及平行追溯程序 900a 的介紹會與圖三(B)、圖四、圖五、圖六、圖七(A)、圖七(B)、圖八相關，並且會在圖九(A)中被詳細說明。

在步驟 350 中，選擇編碼字元程序開始，且被虛線框標示為編碼字元選擇程序 900b。藉由執行平行追溯運算，可得到的候選編碼字元會比一般迴旋碼所產生的候選編碼字元多。候選編碼字元數量的上升會改善錯失偵測率 (missed detection rate，簡稱為 MDR)，然而也會增加誤判率 (false detection rate，簡稱為 FDR)，造成錯誤的解碼結果。

為了緩和誤判率的增長，編碼字元選擇程序 900b 採用多種技術來減少候選編碼字元的數量。編碼字元選擇程序 900b 的介紹會與圖三(B)及圖八相關，並且會在圖九(B)中被詳細說明。

圖三(B)係用以呈現圖三(A)中之蝴蝶圖 360 的細節。蝴蝶圖 360 以標準的蝴蝶圖標示呈現分枝度量指標和路徑度量指標之選擇。將從一狀態轉換到另一狀態的或然率被量化表示，稱為度量指標。度量指標與相似度比例對數(log-likelihood ratio，簡稱為 LLR，於軟式決定中採用)可能成比例。度量指標愈高，發生的機率愈大。路徑度量指標(PM)代表符碼被傳送後通過一特定狀態之相對機率。分枝度量指標(BM)代表從一特定原始狀態轉換至一特定目標狀態的條件機率(假設原始狀態是正確的)。

在任何時間 k 對任何狀態 S 而言，維特比演算法會計算兩個同樣導向狀態 S 之路徑度量指標 PM，據此決定何者為存活路徑；在維特比順向處理及平行追溯程序 900a 中，存活路徑及其度量指標會被儲存。這種做法等同於為每個目標狀態儲存相對應之原始狀態。

在追溯處理期間，用來產生存活路徑所需要的資訊通常會被儲存在路徑歷史(path history，簡稱為 PH)記憶體中，其中一個位元代表一種狀態，以指出兩個可能狀態中的哪一個被選擇。維特比順向處理及平行追溯程序 900a 可利用一相加-比較-選擇(add-compare-select，簡稱為 ACS)單元來執行這些運算。該相加-比較-選擇單元負責計算該等狀態度量指標值，並藉由分枝度量指標找出目標狀態和原始狀態間的關係。

除了分枝度量指標 BM 和路徑度量指標 PM，蝴蝶圖還引用了兩個新的參數：最不可靠度量指標(least reliable metrics，簡稱為 LRM)和最不可靠位置(least reliable position，簡稱為 LRP)。類似於路徑度量指標，在每個發生狀態轉換的時刻 k ，這兩個參數都會被更新。

在順向處理期間，每次轉換時，每個路徑的最不可靠位置都會被更新而作為「最不可靠決定」的位置。最不可靠度量指標被當作是與最不可靠決定相關的可信度，並且會在順向處理期間被更新。與每個狀態有關的這組可信度首先被初始化為一個很大的值，此值被設定為大於對應於一單一合併狀態之路徑度量指標的最大差異 D 之絕對值(利用已知的、有關於迴旋碼的格式結構和輸入的相似度比例對數 LLR 值的最大振幅，此數值可預先被推導出來)。最不可靠決定位置值被設定為等於對應於維特比順向處理之起始的一個初始值。

在第一次維特比順向處理轉換後，這組最不可靠決定位置和可信度以下列方式被更新。如圖三(B)所示，對每

個狀態來說，兩個領先狀態所對應的候選路徑度量指標之間的差異絕對值可根據下列方式計算：

$$D = |(BM0-BM1)+(PM(2s, k)-PM(2s+1, k))|。$$

如果此差異絕對值 D 大於獲勝的領先狀態之最不可靠決定的可信度，此狀態之新的最不可靠決定資訊，將被設定為等於該獲勝領先狀態的最不可靠決定資訊。

相對地，若此路徑度量指標差異絕對值 D 小於獲勝的領先狀態之可信度，新的最不可靠決定可信度會被設定為等於路徑度量指標差異絕對值 D ，且新的最不可靠決定位置被設定為等於正在處理中的轉換之位置所對應之一指標，如圖三(B)右上角的虛擬程式碼所示。這些處理階段會被持續重複，直到維特比順向處理程序結束。

請參閱圖四，圖四係繪示根據本發明之一格式結構圖，用以說明順向及反向(追溯)程序。於此實施例中，同一個編碼區塊被重複順向解碼處理三次。每重複一次代表一疊代，在每一次的順向處理疊代(forward processing iteration)後，解碼器所收到的符碼和格式結構中對應於不同狀態的度量指標都會被更新。在所有順向處理疊代完成後，將執行單一平行追溯。單一平行追溯減少了實現的複雜度，也可以產生更多候選編碼字元而提升錯失偵測率的表現。平行追溯係繪示於圖五。

請參閱圖五，整個編碼區塊由右至左被施以單一平行追溯。在階段 500，追溯開始於多個結束狀態。此追溯持續進行直至抵達一個或多個起始狀態。結束狀態 510-540 對應不同候選路徑以尋找可能的編碼字元。然而，其中只

有結束狀態 510 和結束狀態 530 具有相符的起始狀態 550、560(位於編碼區塊的開頭)。此時，編碼字元選擇程序 900b 必須從兩個候選編碼字元中選擇較正確的那一個。為達成此目標，編碼字元選擇程序 900b 可包含一次或多次循環冗餘檢查。循環冗餘檢查之執行可採用一個或多個循環冗餘檢查遮罩 235。

針對不同的行動裝置、不同的行動裝置群組，或是特定的訊息類型，可使用不同的循環冗餘檢查遮罩。解碼器可針對收到的資訊位元執行一循環冗餘檢查，再對產生的循環冗餘檢查和收到的循環冗餘檢查執行互斥或(XOR)程序，藉此得到候選遮罩。根據候選遮罩與已知遮罩的比較，可以進一步決定目前受測的編碼字元是否正確。於另一範例中，解碼器係根據傳送來的資訊得知訊息類型，進而判斷循環冗餘檢查遮罩為何。

循環冗餘檢查的次數被限制為小於可能的去尾編碼字元之最大數量。接受循環冗餘檢查的 N 個去尾編碼字元被依序選擇，該次序只相關於對應每一個編碼字元的狀態之位置。藉由避免複雜的排序運算，這種做法降低了實現複雜度。為了隨機化被選擇的去尾編碼字元之狀態，可以使用隨著解碼型態變動的一組圖樣。接受循環冗餘檢查的去尾編碼字元之最大數量可被設計為與解碼型態相關，而能在誤判率和錯失偵測率之間取得平衡。

於另一範例中，針對每一個候選編碼字元，將計算得出一個品質度量指標 QM，且品質度量指標 QM 將被用來選擇輸出的編碼字元。品質度量指標 QM 之計算依據可為不

同狀態的最後路徑度量指標。舉例而言，可依下列方程式計算品質度量指標：

$$QM = (PM_{STATE} - PM_{MIN}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN})。$$

其中 PM_{STATE} 、 PM_{MIN} 、 PM_{MAX} 代表不同狀態下之路徑度量指標 (path metrics)。候選編碼字元可能被要求具有符合或超過一預定門檻值的品質度量指標。或者，品質度量指標可被用以評量候選編碼字元並據此評等選擇一個或多個輸出編碼字元。

圖六為說明在順向處理期間執行「位元強迫 (bit forcing)」的範例。在階段 600，編碼字元中的位元資訊為已知。舉例而言，3GPP LTE 規格中定義的實體廣播頻道 PBCH 或實體下行控制頻道 PDCCH 頻道可使用解碼器已知的資料欄位。在順向處理期間，解碼器能強迫符合已知位元欄位的格式結構轉換。或者，根據已知位元欄位資訊所對應之狀態，程序 900 可在追溯期間濾除狀態不符合的候選編碼字元。

須說明的是，與傳送資訊相關的已知資訊，也可以是與不正確序列相關的知識，而不一定會是傳送訊息中之某些位元須為特定數值的知識。舉例而言，若一訊息包含串接的多個欄位，欄位之正確值數量有可能低於能以位元欄位表示之序列數量 (舉例而言，正確項目的數量低於 2 的次方，次方數為欄位中之位元數量)。在這種狀況下，可藉由排除未對應於任一個可能傳送序列的序列，來濾除不正確的候選編碼字元。

於又一實施例中，已知位元欄位資訊可被用以限制可

能的起始狀態。舉例而言，如果已知位元的數量大於或等於編碼器之記憶體長度，已知位元欄位資訊所對應的位置之格式結構狀態將為接收器所知。因此，藉由自己知位元欄位的位置開始進行格式結構處理，可強迫起始狀態等於對應於此位元欄位的狀態或此位元欄位的一部分（若已知位元的數量大於編碼器記憶體），且追溯程序只需針對對應於此位元欄位的結束狀態進行即可。

值得注意的是，由於去尾迴旋碼之格式結構是循環式的，格式結構處理可以從位元序列之任意位置開始。若已知位元的數量絕對小於編碼器記憶體，則起始/結束狀態非完全已知，不過，仍可以排除不符合已知位元欄位資訊狀態。

請參閱圖七(A)和圖七(B)所繪示之維特比順向處理及平行追溯程序 900a 的另一實施例，用以說明如何追溯最不可靠決定。最不可靠決定是指兩個路徑度量指標相當接近（亦即路徑度量指標差異很小）時的決定；因此，兩個狀態被選擇的機會相當，類似於丟銅板出現正面和反面的機率相當。當兩者或然率相近，一狀態決定就很可能是不正確的，也就是較不可靠。

在階段 700，順向處理開始。在階段 710，一最不可靠決定被辨認且其位置被儲存（如上所述）。在執行多次維特比順向處理疊代的情況下，最不可靠決定資訊的產生可被限制在最後一次疊代。

透過追溯，對應於每一個狀態的最不可靠位置被用以產生替代的路徑。請參閱圖七(B)，在階段 720，利用追溯

程序找出起始和結束狀態不相符的不正確路徑。最不可靠決定資訊於階段 710 被儲存，因此編碼字元選擇程序 900b 能推翻並反轉在順向處理期間做的決定。在階段 730，該狀態分枝決定被反轉，其係基於儲存於路徑歷史的決定位元和如今已形成的起始和結束狀態相符之路徑，藉此提高找出正確編碼字元的機會。

為了簡化圖面，圖七(B)只呈現一個決定反轉；應被理解的是，最不可靠決定的反轉可於多次平行追溯運算中的每一次都被執行，因此平行追溯的次數最多可達狀態數量的兩倍。

為了降低複雜度及/或誤判率，最不可靠決定反轉之執行可僅針對 S 個狀態中的特定幾個狀態。舉例而言，反轉之執行只針對最不可靠決定度量指標低於一特定門檻值的狀態。或者，最不可靠決定反轉也可僅針對度量指標最低的 L 個狀態進行(L 小於 S)。

當採用品質度量指標選擇輸出編碼字元，可針對利用最不可靠決定反轉產生之候選輸出編碼字元產生品質度量指標。如果以 $QM = (PM_{STATE} - PM_{MIN}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN})$ 代表對應於一特定狀態的品質度量指標，可根據下列方程式計算利用最不可靠決定反轉產生的候選輸出編碼字元之品質度量指標值：

$$QM = (PM_{STATE} - PM_{MIN} - LRM_{STATE}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN})。$$

或者，可根據下列方程式決定此度量指標：

$$\max\{(PM_{STATE} - PM_{MIN} - LRM_{STATE}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN}), 0\}。$$

如上所述，這些度量指標可被用來選擇輸出編碼字

元。或者，也可為兩個根據同一狀態產生的候選編碼字元採用相同的品質度量指標，並且在選擇編碼字元時，不使用最不可靠決定反轉。

須說明的是，最不可靠決定反轉的做法，可進一步被延伸為：令候選編碼字元之產生，不僅只根據對應於一特定結束狀態之最不可靠決定，而是根據對應於此狀態的 M 個最不可靠決定。

在追溯期間，藉由為每個結束狀態反轉多個不可靠決定所候選編碼字元數量之增加會提升錯失偵測率表現。這種做法會提高誤判率，但此缺點可藉由本發明提出的幾個方案來消除，亦即針對候選編碼字元執行進一步的檢查。

以下將以 $M=2$ 的情況說明「最不可靠決定反轉」的延伸做法。根據這個範例，本發明所屬技術領域中具有通常知識者即可了解 $M > 2$ 的其他情況。

假設針對每個狀態產生三個候選編碼字元：對應於最可能路徑之一編碼字元，及兩個對應於最不可靠決定反轉的編碼字元。對每一個狀態 S_s 、每一個轉換 k ，以下四個度量指標被計算：

- $LRM0(S_s, k)$ ：與最不可靠決定相關的度量指標
- $LRM1(S_s, k)$ ：與第二最不可靠決定相關的度量指標
- $LRP0(S_s, k)$ ：最不可靠決定的位置，對應於指出在格式結構中最不可靠決定之轉換指標的一個數值
- $LRP1(S_s, k)$ ：第二最不可靠決定的位置。在某些情況

下，第二最不可靠決定可能是對應於最可能路徑的一個分歧；度量指標 $LRP1(S_s, k)$ 可根據單一轉換指標產生。或者，第二最不可靠決定可根據兩個對應於最可能路徑的決定之反轉產生。在這些情況下，度量指標 $LRP1(S_s, k)$ 之產生依據是為了產生第三最可能路徑所產生的兩個決定反轉之轉換指標。

後面將說明如何為狀態 S_s 產生度量指標 $LRM0(S_s, k+1)$ 、 $LRM1(S_s, k+1)$ 、 $LRP0(S_s, k+1)$ 及 $LRP1(S_s, k+1)$ 。兩個被合併為狀態 S_s 的狀態被標示為 S_{i0} 和 S_{i1} 。在不喪失通則性的狀況下，假設在用以計算 $PM(S_s, n+1)$ 的路徑度量指標比較過程中，狀態 S_{i0} 被選為領先狀態。在單次反轉情況中，如圖三(B)所繪示，最不可靠決定度量指標 $LRM0(S_s, k+1)$ 及相對應的位置 $LRP0(S_s, k+1)$ 被計算。首先，一度量指標 D 被計算得出，藉以量化最新路徑度量指標之選擇中所做的決定之可靠度：

$$D = |(BM0 - BM1) + (PM(S_{i0}, k) - PM(S_{i1}, k))|。$$

此度量指標 D 被拿來和 $LRM0(S_{i0}, k)$ 比較。可根據下列方程式計算 $LRM0(S_s, k+1)$ 及 $LRP0(S_s, k+1)$ ：

If ($D < LRM0(S_{i0}, k)$) {

$$LRM0(S_s, k+1) = D$$

$$LRP0(S_s, k+1) = k+1 \}$$

Else {

$$LRM0(S_s, k+1) = LRM0(S_{i0}, k)$$

$$\text{LRP0}(S_s, k+1) = \text{LRP0}(S_s, k) \}$$

LRM1($S_s, k+1$)及 LRP1($S_s, k+1$)之計算隨後係相關於上述
兩個測試何者勝出。

首先描述在第一種狀況 $D < \text{LRM0}(S_{i0}, k+1)$ 下的計算。
第二最不可靠決定之度量指標可被計算如下：

$$\text{If } (\text{LRM0}(S_{i0}, k) < f(D, \text{LRM0}(S_{i1}, k))) \{$$

$$\text{LRM1}(S_s, k+1) = \text{LRM0}(S_{i0}, k)$$

$$\text{LRP1}(S_s, k+1) = \text{LRP0}(S_{i1}, k) \}$$

$$\text{Else } \{$$

$$\text{LRM1}(S_s, k+1) = f(D, \text{LRM0}(S_{i1}, k))$$

$$\text{LRP1}(S_s, k+1) = \{k+1, \text{LRP0}(S_{i1}, k) \}$$

函式 $f(x, y)$ 係以兩個可靠度度量指標 x 、 y 的結合來產生一個可靠度度量指標。本發明所屬技術領域中具有通常知識者可瞭解，函式 $f(x, y)$ 的可能性有很多種。舉例而言，函式 $f(x, y)$ 可為 $f(x, y) = x + y$ 或者是 $f(x, y) = \log(\exp(x) + \exp(y))$ 。

以下將說明針對第二種狀況（產生最不可靠決定度量指標），度量指標 LRM1($S_s, k+1$)及 LRP1($S_s, k+1$)之計算。度量指標 LRM1($S_s, k+1$)和 LRP1($S_s, k+1$)被計算如下：

$$\text{If } (D < \text{LRM1}(S_{i0}, k)) \{$$

$$\text{LRM1}(S_s, k+1) = D$$

$$\text{LRP1}(S_s, k+1) = k+1 \}$$

Else {

$$\text{LRM1}(S_s, k+1) = \text{LRM1}(S_{i0}, k)$$

$$\text{LRP1}(S_s, k+1) = \text{LRP1}(S_{i0}, k) \}$$

請參閱圖八，其係說明維特比及編碼字元選擇方法的一個無線通訊裝置(例如基地台 110 或行動裝置 120)之方塊圖。圖八係以行動裝置 120(1)為範例來實現維特比及循環冗餘檢查解碼方案；須說明的是，基地台 110 亦可實行此方案。

行動裝置 120(1)包含傳送器 820、接收器 830 與控制器 840。控制器 840 係用以將欲發送的資料提供至傳送器 820，並處理接收器 830 收到的信號。

此外，控制器 840 亦負責其他傳送和接收的控制功能。傳送器 820 和接收器 830 的部份功能可利用一數據機來實現；傳送器 820 和接收器 830 的其他功能可用射頻傳送器和射頻收發電路實現。須說明的是，在各信號路徑中，設有用以轉換類比信號和數位信號的類比至數位轉換器，以及數位至類比轉換器。

傳送器 820 可包含多個傳送電路，各自將升頻後信號提供至多個天線 130(1)-130(N)中的一個天線發送。接收器 830 包含一偵測器 860，用以偵測天線 130(1)-130(N)收到的信號，並將偵測結果(例如相似度比例對數資料)提供至控制器 840。

須說明的是，接收器 830 可包含多個接收電路，每一個各自對應多個天線 130(1)-130(N)中之一天線。這些個別的接收電路並未繪示。控制器 840 包含一記憶體 850 或其他資料儲存區塊，用來儲存本技術方案所需要之資料。記憶體 850 可獨立於控制器 840 之外，也可以被包含於控制器 840 內。用以執行維特比順向處理及平行追溯程序 900a 及編碼字元選擇程序 900b 的指令，可被儲存於記憶體 850，供控制器 840 執行。

控制器 840 的功能可利用一個或多個有形而非暫態媒體(例如特定應用積體電路等嵌入式邏輯、數位信號處理器指令、能由處理器執行之軟體)中的編碼後邏輯來實現。記憶體 850 中儲存有前述各種運算所需之資料(及/或儲存實現上述運算之軟體或處理器指令)。維特比順向處理及平行追溯程序 900a 及編碼字元選擇程序 900b 可利用固定式邏輯電路或可程式化邏輯電路來實現(例如由處理器執行的軟體/電腦指令)。

請參閱圖九(A)，以下將說明維特比順向處理及平行追溯程序 900a。步驟 910 為接收包含以去尾迴旋碼編碼之訊息的資料。此訊息可經過循環冗餘檢查編碼；此循環冗餘檢查編碼可使用複數個已知循環冗餘檢查遮罩中之一遮罩。步驟 920 為偵測該資料，以找出具有一特定資料長度之一編碼區塊。在步驟 930 中，編碼區塊被施以一次或多次順向處理疊代，以產生代表一狀態圖之資訊，並辨認該狀態圖中由多個結束狀態到多個起始狀態的路徑。該狀態圖對應於一編碼器產生該訊息時可能產生之複數個狀

態轉換。

步驟 940 為自複數個結束狀態沿著相對應之路徑，針對該狀態圖執行一單一平行追溯運算，以決定該狀態圖之一特定路徑中何時至少一結束狀態與一起始狀態相符。步驟 950 為於當該單一平行追溯運算找出一一起始狀態與相對應之一結束狀態相符時，產生一個或多個第一候選編碼字元。

請參閱圖九(B)，以下將說明編碼字元選擇程序 900b。步驟 960 為自該一個或多個第一候選編碼字元中辨認一個或多個正確編碼字元。在步驟 970 中，當一第一候選編碼字元通過一循環冗餘檢查條件或是符合品質度量指標標準，一個或多個正確編碼字元可進一步自該一個或多個第一候選編碼字元中被選取。

如上所述，該循環冗餘檢查條件可利用多個已知循環冗餘檢查遮罩中的一個。編碼字元選擇程序 900b 亦可利用品質度量指標和位元強迫技術來減少候選編碼字元。步驟 980 為根據一個或多個正確編碼字元產生該訊息。

為了平衡錯失偵測率/誤判率表現，本發明所揭露的各種技術方案可被結合。前述某些方案，例如自多個結束狀態開始平行追溯、強迫位元符合已知位元以符合順向處理決定，以及根據最不可靠決定產生候選編碼字元，係以誤判率之上升為代價來改善錯失偵測率表現。

此外，使用品質度量指標或不正確欄位值來排除候選編碼字元則是以較差的錯失偵測率表現為代價來降低誤判率。因此，接收器可根據期望的誤判率/錯失偵測率和

傳輸狀況來決定採行哪些程序。舉例而言，當接收器使用多種循環冗餘檢查遮罩來執行循環冗餘檢查時，誤判率會隨著受測資料中之遮罩數量的增加而上升。

因此，當循環冗餘檢查遮罩的數量較大，接收程序可被設計為採行可降低誤判率的程序。或者，對某些頻道來說，錯過一正確接收的代價可能高於解碼產生一正確訊息的代價。在這樣的情況中，可選擇能降低錯失偵測率的程序，即使將導致誤判率上升。

以上較佳具體實施例之詳述，係希望能清楚描述本發明之特徵與精神，而並非以上述所揭露的較佳具體實施例來對本發明之範疇加以限制。相反地，其目的是希望能涵蓋各種改變及具相等性的安排於本發明所欲申請之專利範圍的範疇內。

【圖式簡單說明】

圖一係繪示包含有基地台及行動裝置之一無線通訊系統方塊圖範例。

圖二係繪示根據本發明之一維特比及循環冗餘檢查編碼程序方塊圖範例。

圖三(A)係繪示包含路徑和分枝度量指標之一格式結構圖範例。

圖三(B)係用以呈現圖三(A)之格式結構圖的一部分之放大圖。

圖四為一格式結構圖範例，用以說明根據本發明之順向及追溯程序。

圖五為一格式結構圖範例，用以說明根據本發明之追溯程序。

圖六為一格式結構圖範例，用以說明根據本發明之位元強迫技術。

圖七(A)係繪示根據本發明之一格式結構圖範例，用以說明如何在順向處理期間追溯最不可靠決定。

圖七(B)係繪示根據本發明之一格式結構圖範例，用以說明如何在一最不可靠決定節點轉換格式結構狀態。

圖八係說明維特比及編碼字元選擇方法的一個無線通訊裝置之方塊圖。

圖九(A)和圖九(B)係繪示根據本發明之維特比及循環冗餘檢查解碼程序的流程圖範例。

【主要元件符號說明】

100：無線通訊系統	110：基地台
120(1)-120(Z)：行動裝置	130(1)-130(N)：天線
140(1)-140(M)：天線	210：訊息
220：訊息產生器	
230：循環冗餘檢查編碼器	
235：循環冗餘檢查遮罩	240：迴旋編碼器
250：傳送器	
260(1)-260(6)：位元延遲器	
270(1)-270(3)：時間點	
280(1)-280(3)：編碼路徑	
310(1)-310(32)、360：蝴蝶圖	

320：可能路徑	330：順向處理
340：追溯處理	
350、900b：編碼字元選擇程序	
900a：維特比順向處理及平行追溯程序	
500、700、710、720、730：追溯處理階段	
510-540：結束狀態	550、560：起始狀態
600：順向處理階段	820：傳送器
830：接收器	840：控制器
850：記憶體	910-980：流程步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種解碼方法，用於將一通訊裝置所接收之一資料解碼，該資料包含以去尾迴旋碼(tail-biting convolutional code)編碼之一訊息，該解碼方法包含以下步驟：

偵測該資料，以找出具有一特定資料長度之一編碼區塊；

針對該編碼區塊執行一次或多次順向處理疊代，以產生代表一狀態圖之資訊以及辨認該狀態圖中由多個結束狀態到多個起始狀態的複數個路徑，並追蹤該狀態圖中對應於一個或多個最不可靠狀態轉換決定之一個或多的位置，其中代表該狀態圖之資訊係對應於一編碼器編碼該訊息時可能產生之複數個狀態轉換；

針對該狀態圖，自複數個結束狀態沿著被辨認出之該複數個路徑，執行一單一平行追溯運算，以決定該狀態圖之一特定路徑中何時至少一結束狀態與一起始狀態相符；

當該單一平行追溯運算找出一一起始狀態與相對應之一結束狀態相符，產生一個或多個第一候選編碼字元；

在該單一平行追溯運算的期間，藉由反轉該狀態圖中一個或多個之該一個或多個最不可靠狀態轉換決定，產生一個或多個第二候選編碼字元；

自該一個或多個第一候選編碼字元中辨認出一個或多個正確編碼字元；以及

根據該一個或多個正確編碼字元產生該訊息。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之解碼方法，其中該訊息係進一步被施以一循環冗餘檢查編碼，而辨認出正確編碼字元之步驟包含：當一第一候選編碼字元通過一循環冗餘檢查條件

時，辨認一或多個正確編碼字元。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之解碼方法，其中辨認出正確編碼字元之步驟包含：當一第一候選編碼字元通過該循環冗餘檢查條件，辨認出一個或多個正確編碼字元，其中該循環冗餘檢查編碼使用複數個已知循環冗餘檢查遮罩中之一。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之解碼方法，進一步包含以下步驟：

為該一個或多個第一候選編碼字元中的每一個第一候選編碼字元，計算一品質度量指標(quality metrics，簡稱為 QM)；

其中辨認出正確編碼字元之步驟包含：根據該一個或多個品質度量指標，選擇該一個或多個正確編碼字元。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之解碼方法，其中為每一個第一候選編碼字元計算該品質度量指標之步驟係包含進行下列計算：

$QM = (PM_{STATE} - PM_{MIN}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN})$ ，其中 PM_{STATE} 、 PM_{MIN} 、 PM_{MAX} 代表不同狀態下之路徑度量指標(path metrics)。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之解碼方法，進一步包含：

為該一個或多個第二候選編碼字元中的每一個第二候選編碼字元計算一品質度量指標；

其中辨認出正確編碼字元之步驟包含：根據該一個或多個品質度量指標自該一個或多個第二候選編碼字元中選擇該一個或多個正確編碼字元。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之解碼方法，其中該資料包含一已知位元資訊，且該順向處理疊代進一步包含：強迫該狀態圖中之狀態轉換符合該已知位元資訊。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之解碼方法，其中該資料包含一已知位元資訊，且該解碼方法進一步包含以下步驟：

於該單一平行追溯運算的期間，排除個別狀態不符合對應於該已知位元資訊之一或多個狀態之一個或多個第一候選編碼字元。

9. 一種通訊裝置，包含：

一接收器，用以接收一資料，該資料包含以去尾迴旋碼編碼之一訊息；以及

一控制器，耦接至該接收器並係用以：

偵測該資料，以找出具有一特定資料長度之一編碼區塊；

針對該編碼區塊執行一次或多次順向處理疊代，以產生代表一狀態圖之資訊以及辨認該狀態圖中由多個結束狀態到多個起始狀態的複數個路徑，並追蹤該狀態圖中對應於一個或多個最不可靠狀態轉換決定之一個或多個的位置，其中代表該狀態圖之該資訊對應於一編碼器編碼該訊息時可能產生之複數個狀態轉換；

針對該狀態圖，自複數個結束狀態沿著被辨認出之該複數個路徑，執行一單一平行追溯運算，以決定該狀態圖之一特定路徑中何時至少一結束狀態與一起始狀態相符；

當該單一平行追溯運算找出一一起始狀態與相對應之一結束狀態相符時，產生一個或多個第一候選編碼字元；

在該單一平行追溯運算的期間，藉由反轉該狀態圖中之一或更多之該一個或多個最不可靠狀態轉換決定，產生一個或多個第二候選編碼字元；

自該一個或多個第一候選編碼字元中，辨認出一個或多個正確編碼字元；以及

根據該一個或多個正確編碼字元產生該訊息。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之通訊裝置，其中該訊息進一步被施以一循環冗餘檢查編碼，而該控制器係於一第一候選編碼字元通過一循環冗餘檢查條件時，辨認該一個或多個正確編碼字元。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述之通訊裝置，其中該控制器進一步被用以：

為該一個或多個第一候選編碼字元中的每一個第一候選編碼字元計算一品質度量指標；以及

根據該一個或多個品質度量指標選擇該一個或多個正確編碼字元。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之通訊裝置，其中該控制器利用下列方程式為一個第一候選編碼字元計算該品質度量指標：

$$QM = (PM_{STATE} - PM_{MIN}) / (PM_{MAX} - PM_{MIN})$$
，其中 PM_{STATE} 、 PM_{MIN} 、 PM_{MAX} 代表不同狀態下之路徑度量指標(path metrics)。

13. 如申請專利範圍第 9 項所述之通訊裝置，其中該

控制器進一步被用以：

為該一個或多個第二候選編碼字元中的每一個第二候選編碼字元，計算一品質度量指標；以及

根據該一個或多個品質度量指標，自該一個或多個第二候選編碼字元中，選擇該一個或多個正確編碼字元。

14. 如申請專利範圍第 9 項所述之通訊裝置，其中該資料包含一已知位元資訊，且該控制器被進一步用以強迫該狀態表中之狀態轉換符合該已知位元資訊。

15. 如申請專利範圍第 9 項所述之通訊裝置，其中該資料包含一已知位元資訊，且該控制器被進一步用以於該單一平行追溯運算的期間，排除個別狀態不符合對應於該已知位元資訊之一或多個狀態之一個或多個第一候選編碼字元。

16. 一種處理器可讀取儲存媒體，其中所儲存之指令被一處理器執行時，會令該處理器：

接收一資料，該資料包含以去尾迴旋碼編碼之一訊息；

偵測該資料，以找出具有一特定資料長度之一編碼區塊；

針對該編碼區塊執行一次或多次順向處理疊代，以產生代表一狀態圖之資訊以及辨認該狀態圖中由多個結束狀態到多個起始狀態的複數個路徑，並追蹤該狀態圖中對應於一個或多個最不可靠狀態轉換決定之一個或多的位置，其中代表該狀態圖之該資訊係對應於一編碼器編碼該訊息時，可能產生之複數個狀態轉換；

針對該狀態圖，自複數個結束狀態沿著被辨認出之該複數個路徑，執行一單一平行追溯運算，以決定該狀態圖之一特定路徑中何時至少一結束狀態與一起始狀態相符；

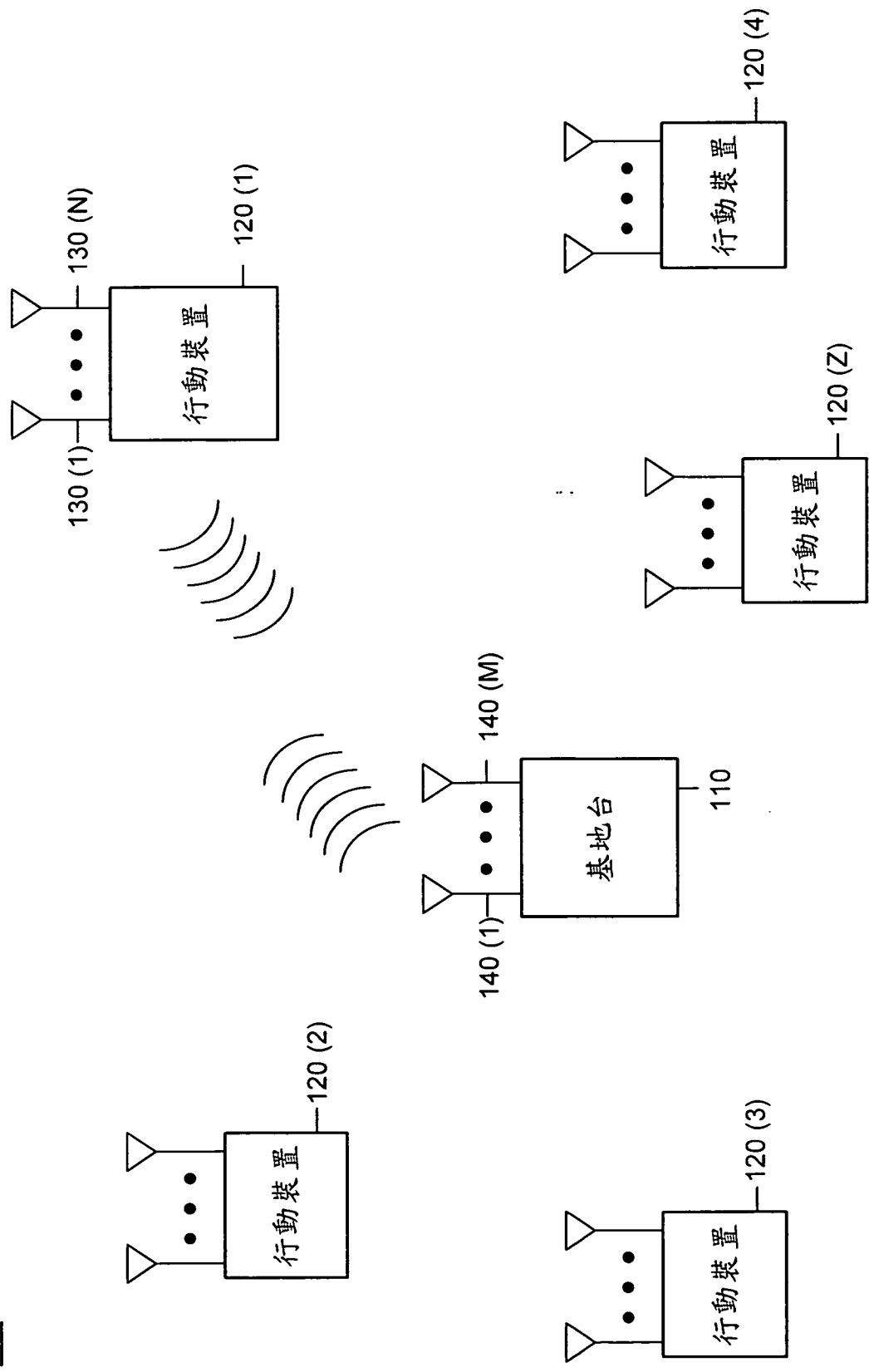
當該單一平行追溯運算找出一一起始狀態與相對應之一結束狀態相符，產生一個或多個第一候選編碼字元；

在該單一平行追溯運算的期間，藉由反轉該狀態圖中一或更多之該一個或多個最不可靠狀態轉換決定，產生一個或多個第二候選編碼字元；

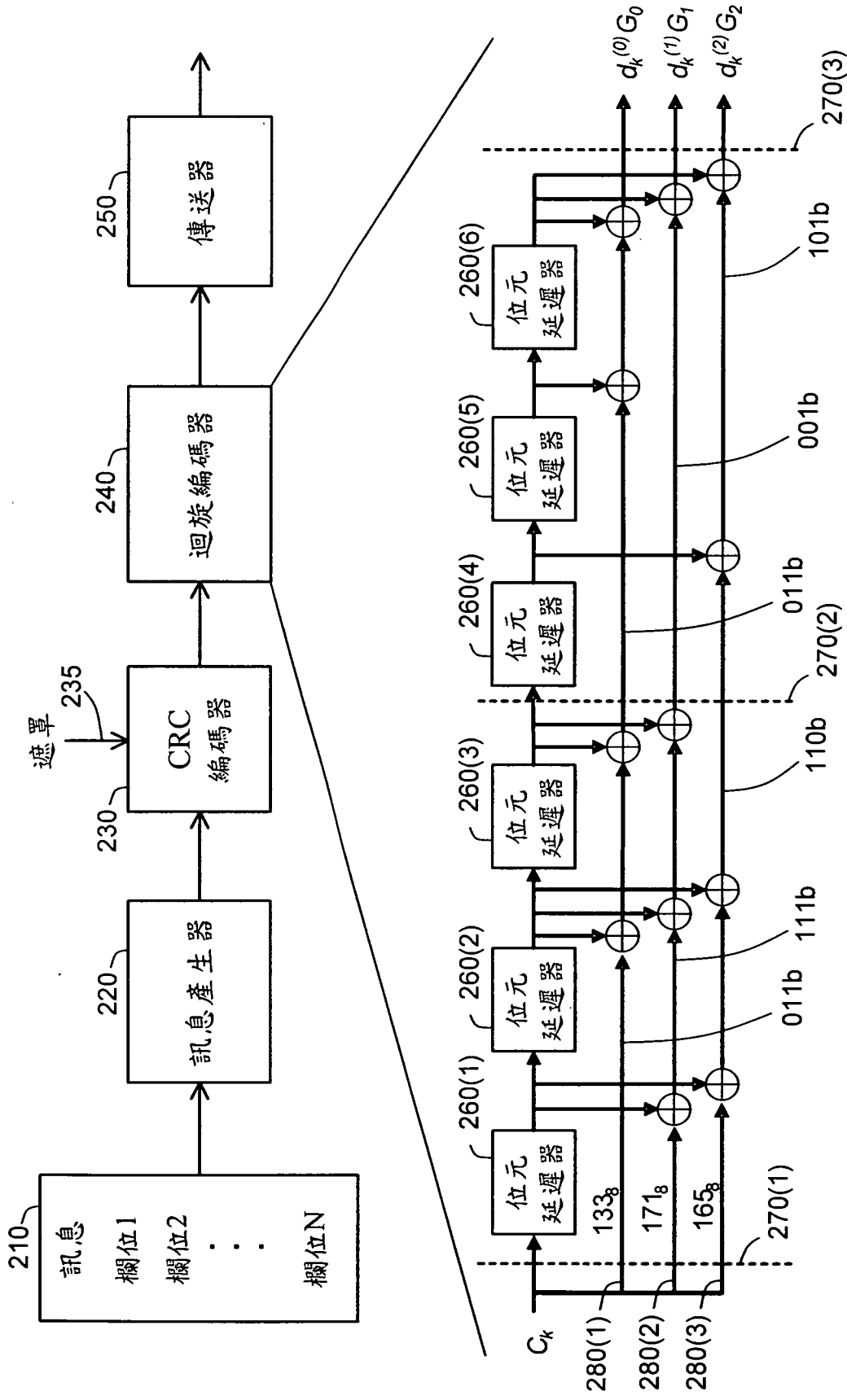
自該一個或多個第一候選編碼字元中辨認出一個或多個正確編碼字元；以及

根據該一個或多個正確編碼字元產生該訊息。

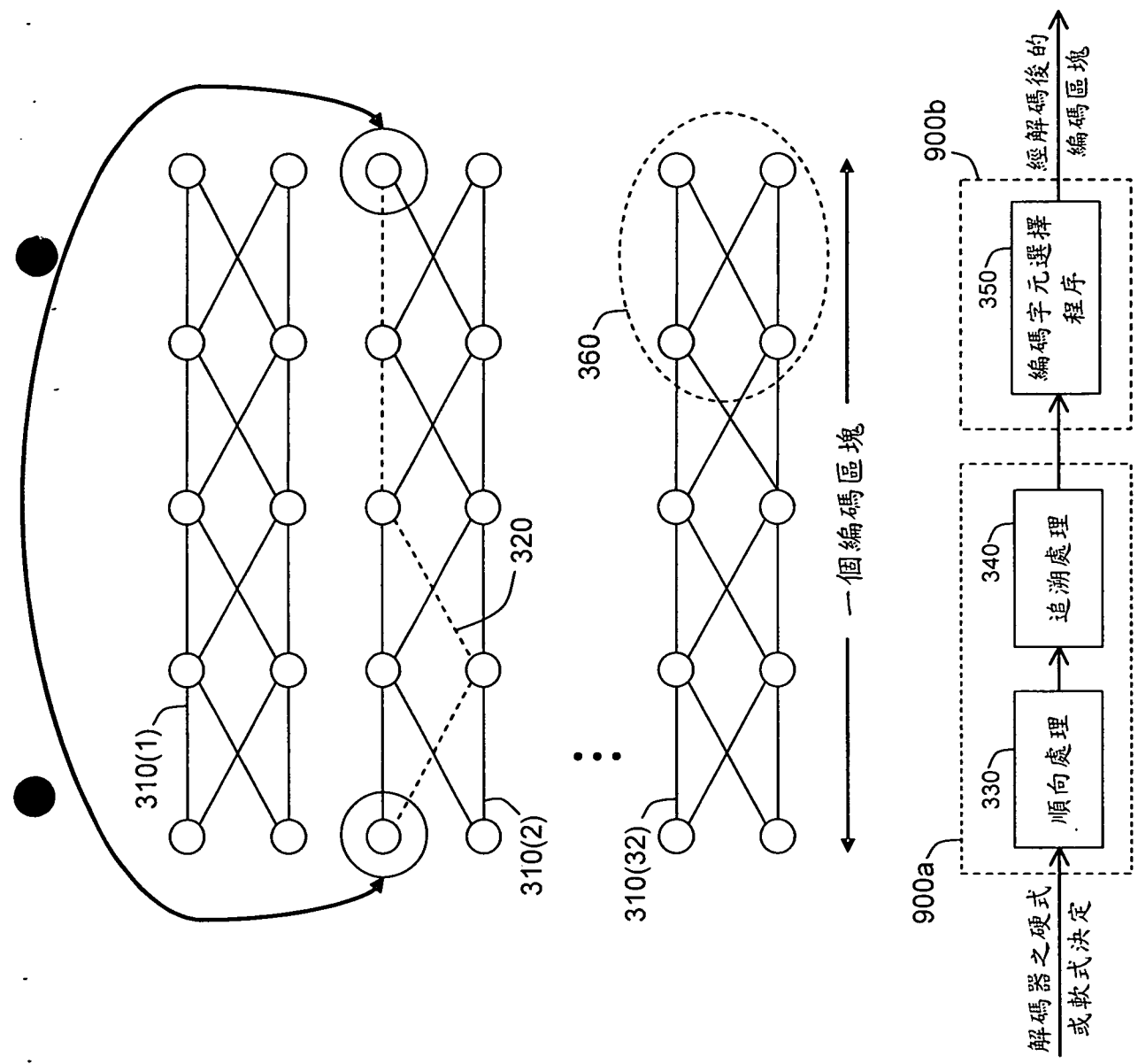
17. 如申請專利範圍第 16 項所述之處理器可讀取儲存媒體，其中該訊息被施以一循環冗餘檢查編碼，用以令該處理器辨認正確編碼字元之複數指令包含一指令，用以令該處理器於一第一候選編碼字元通過一循環冗餘檢查條件時，辨認出該一個或多個正確編碼字元。



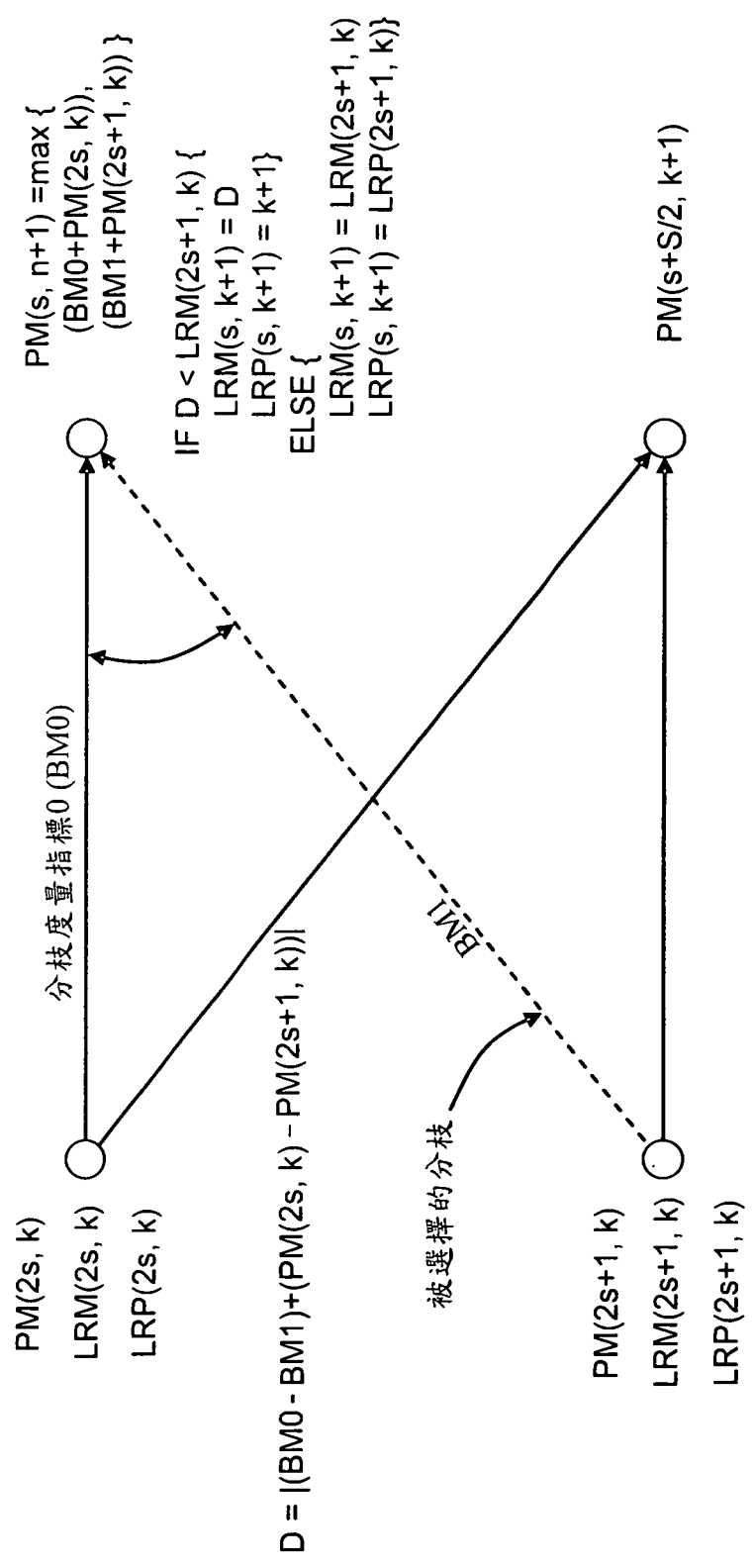
圖一



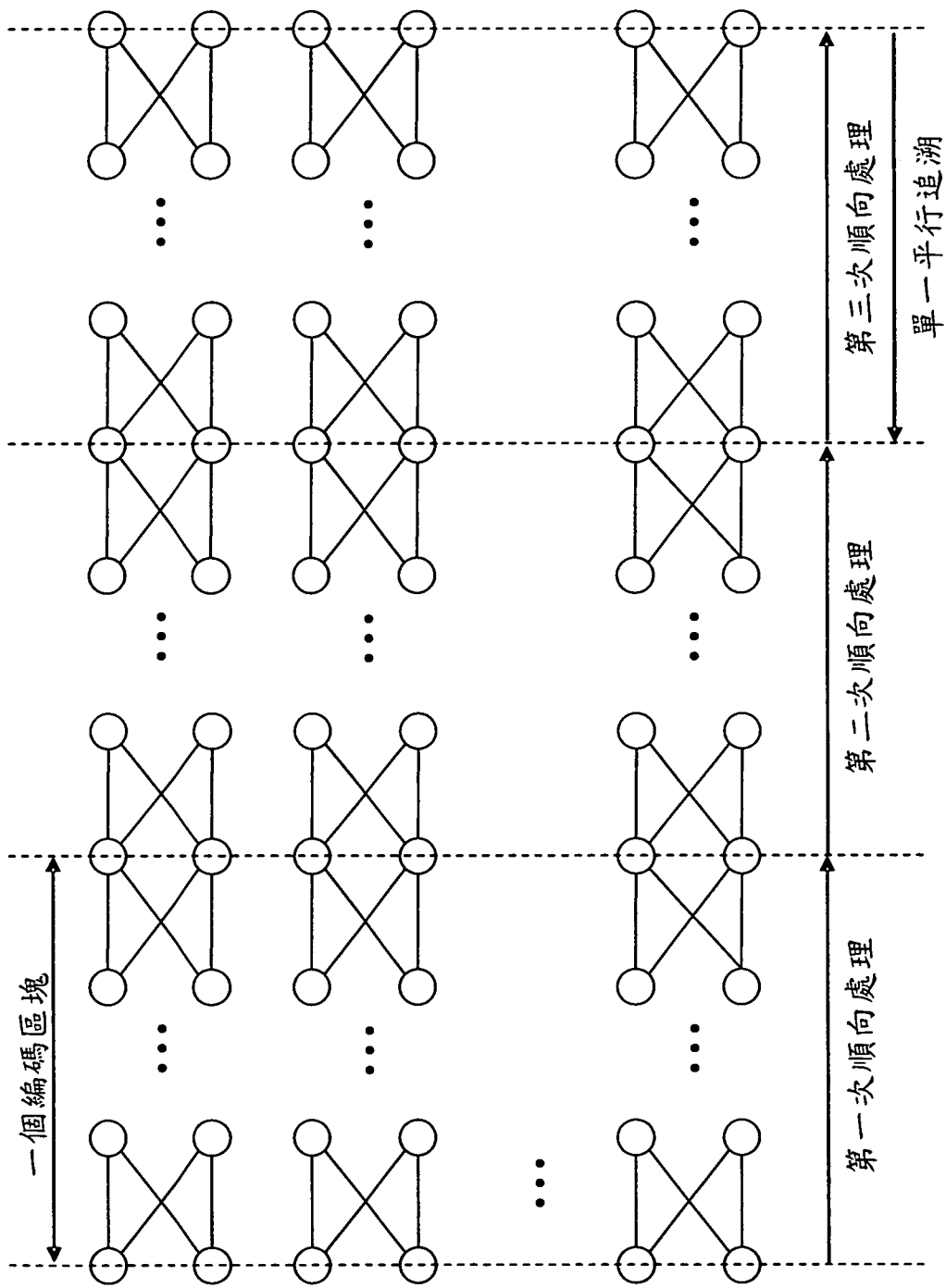
圖二



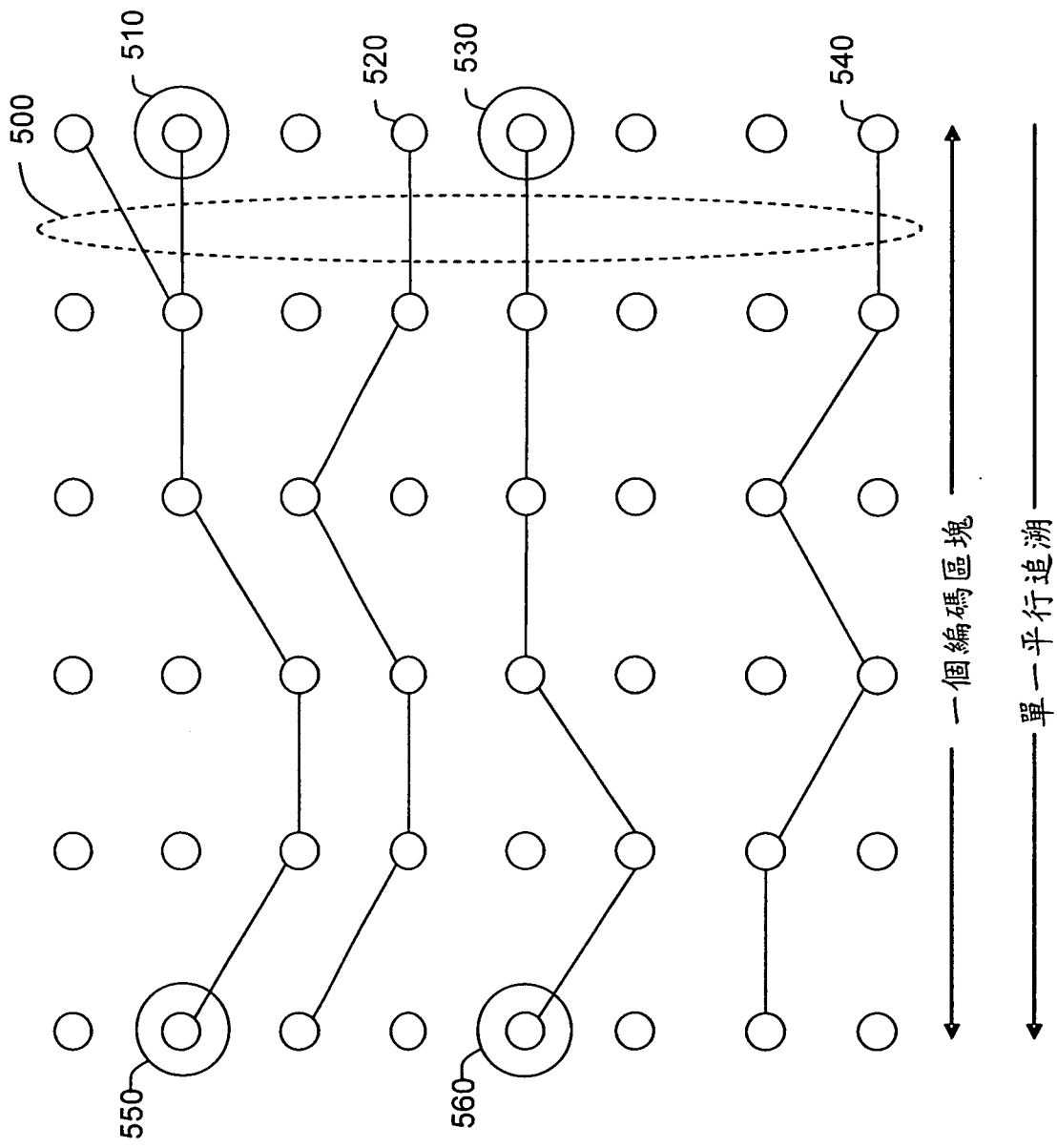
圖三 (A)



圖三 (B)

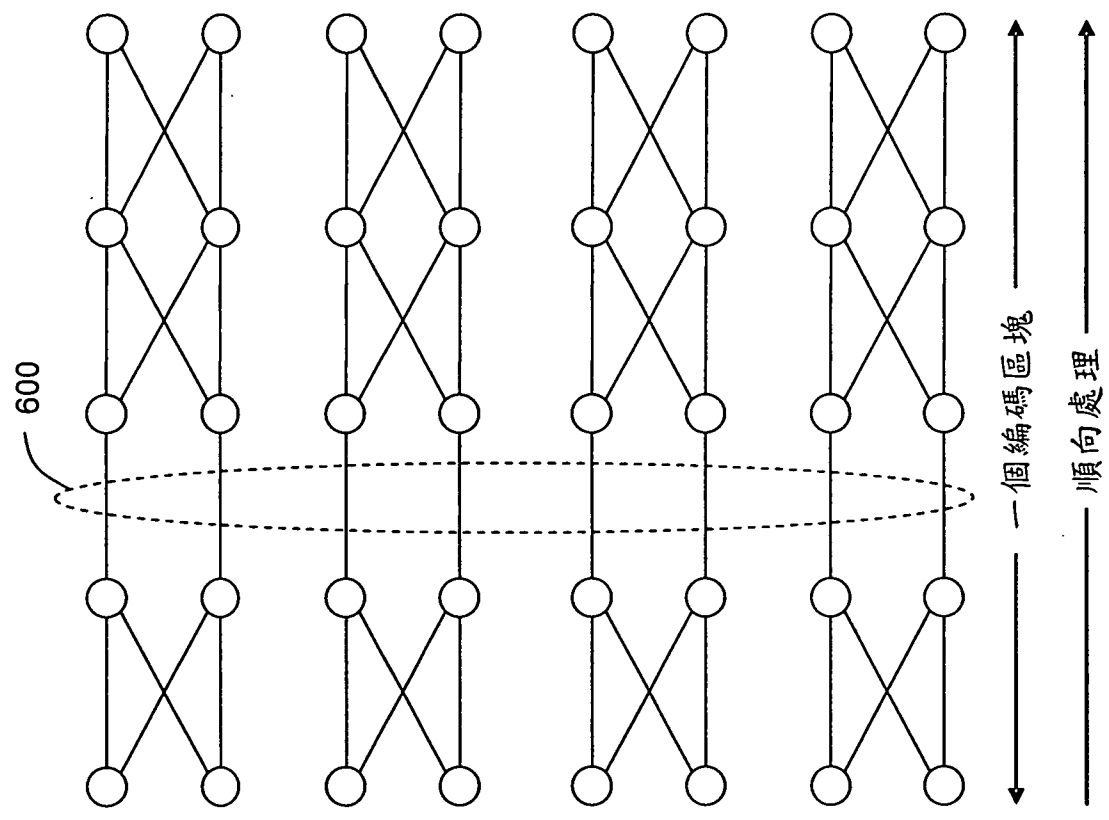


圖四

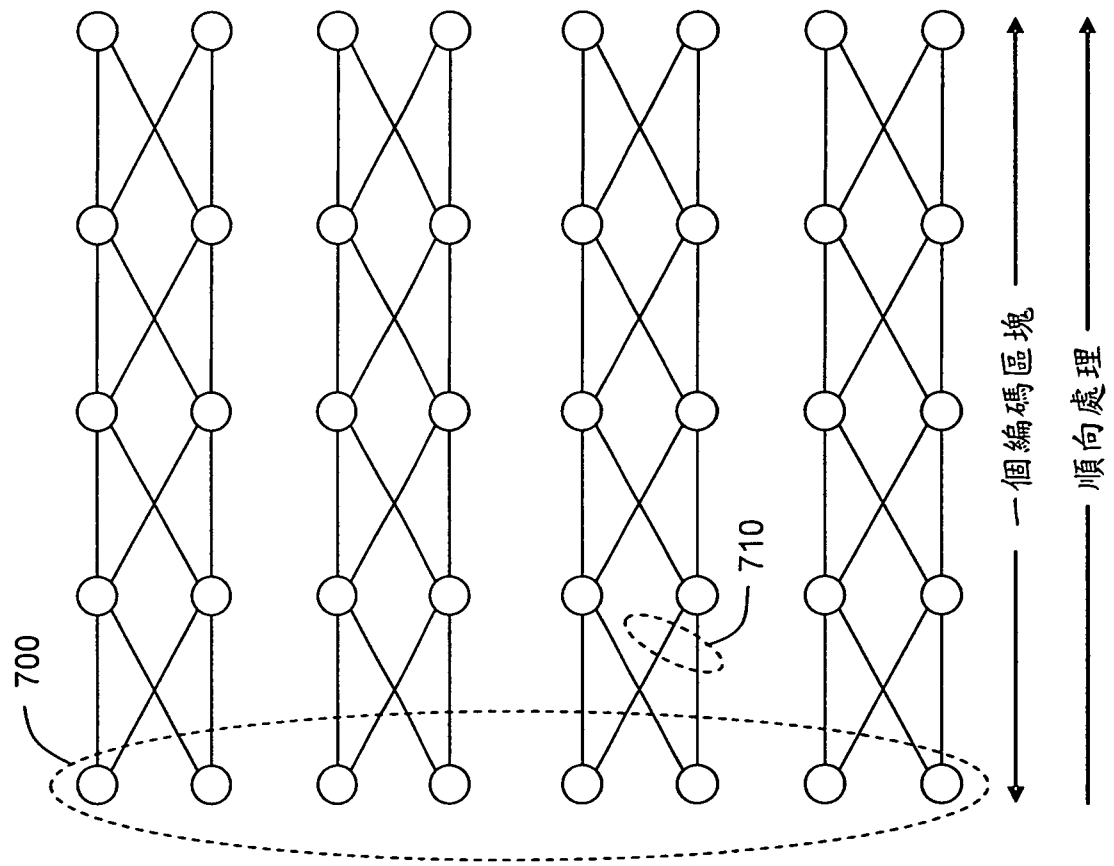


圖五

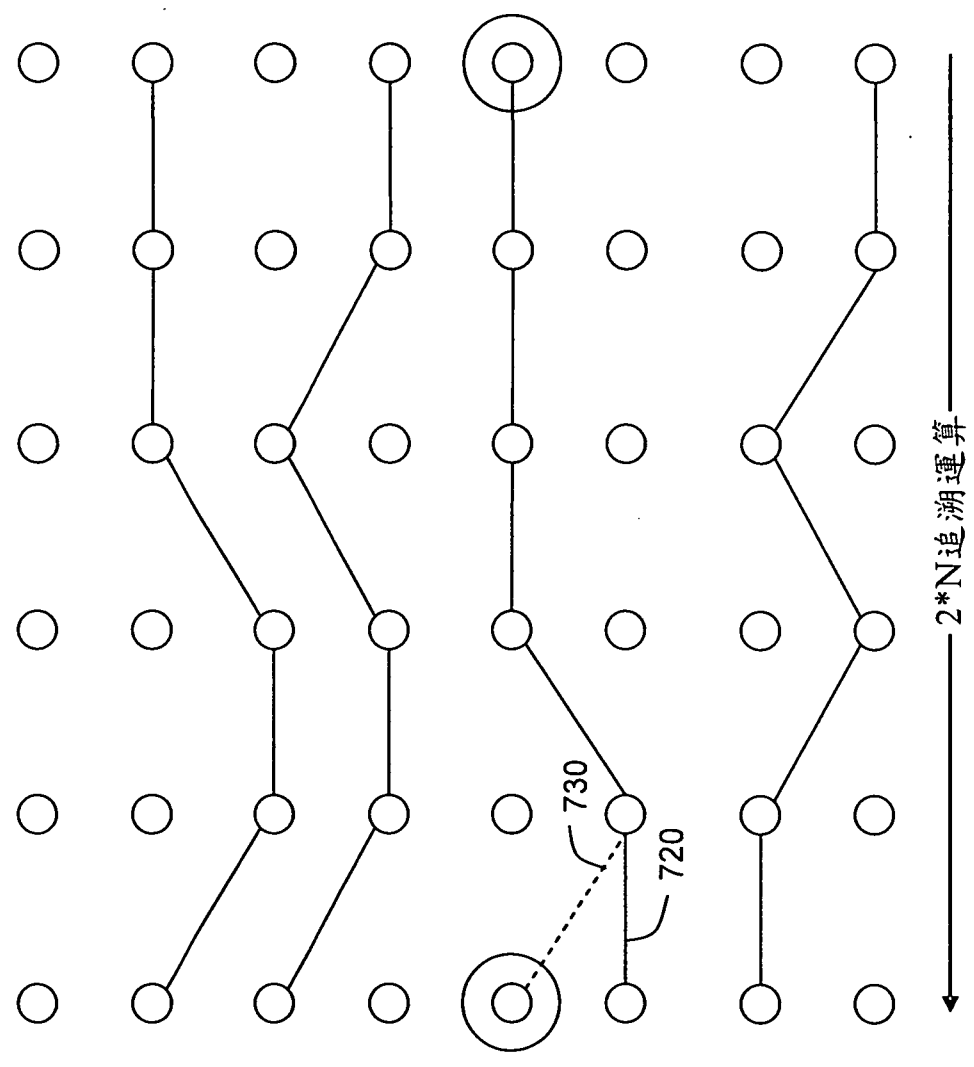
11/03/2024/AN



圖六

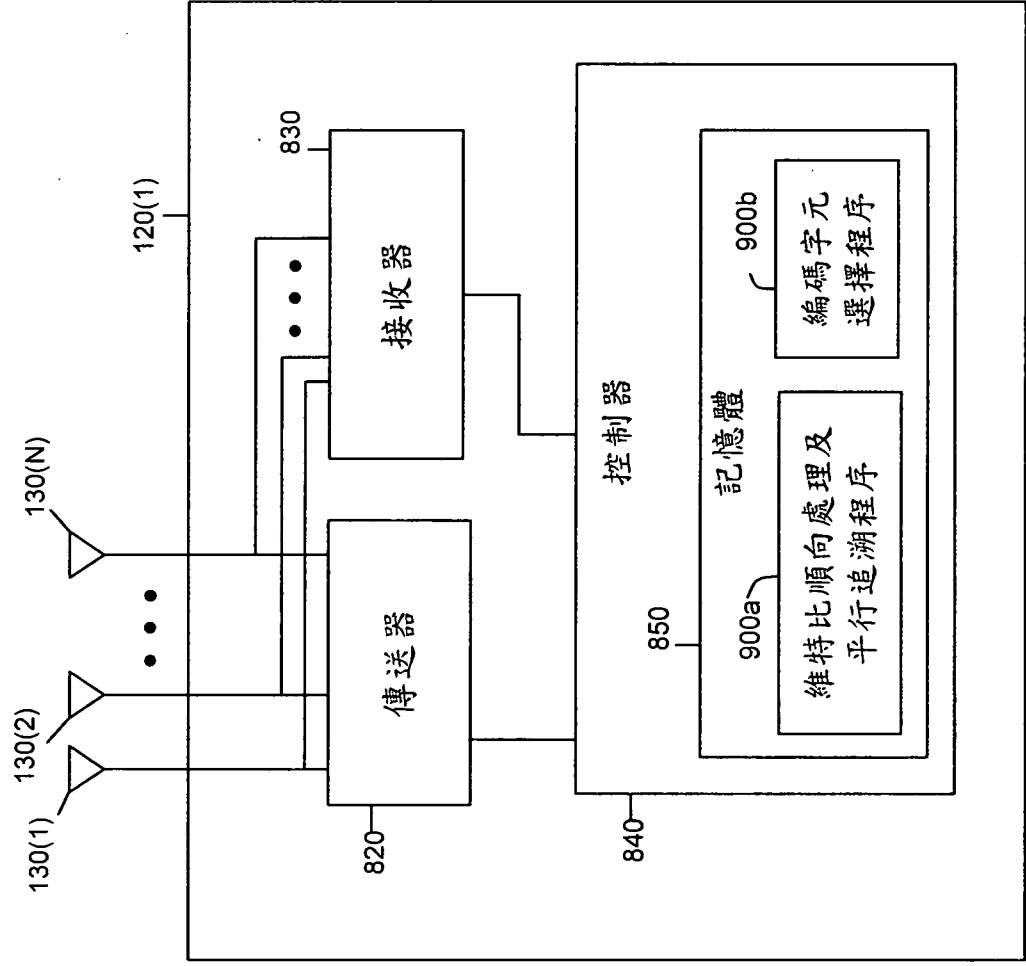


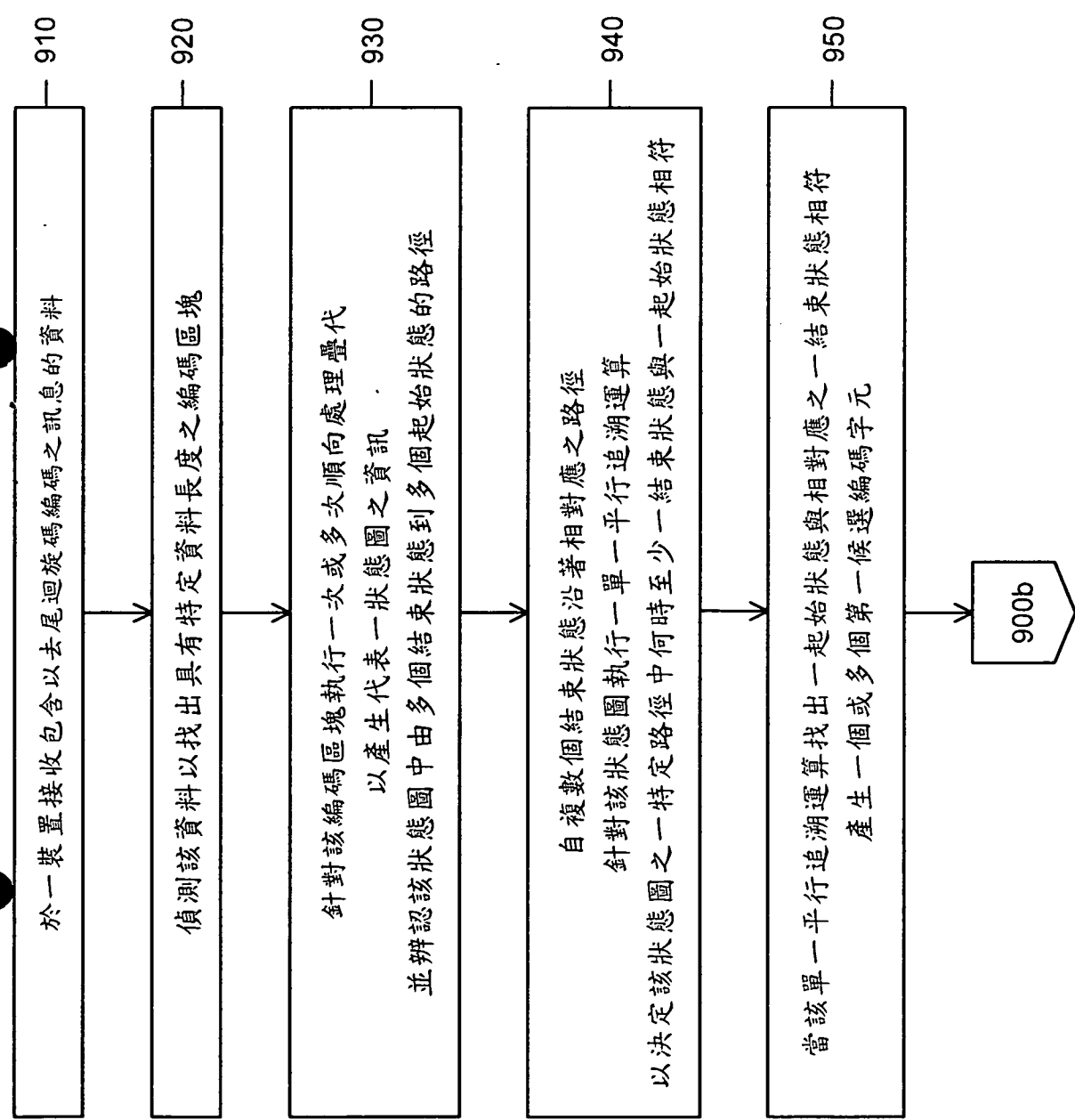
圖七 (A)



圖七(B)

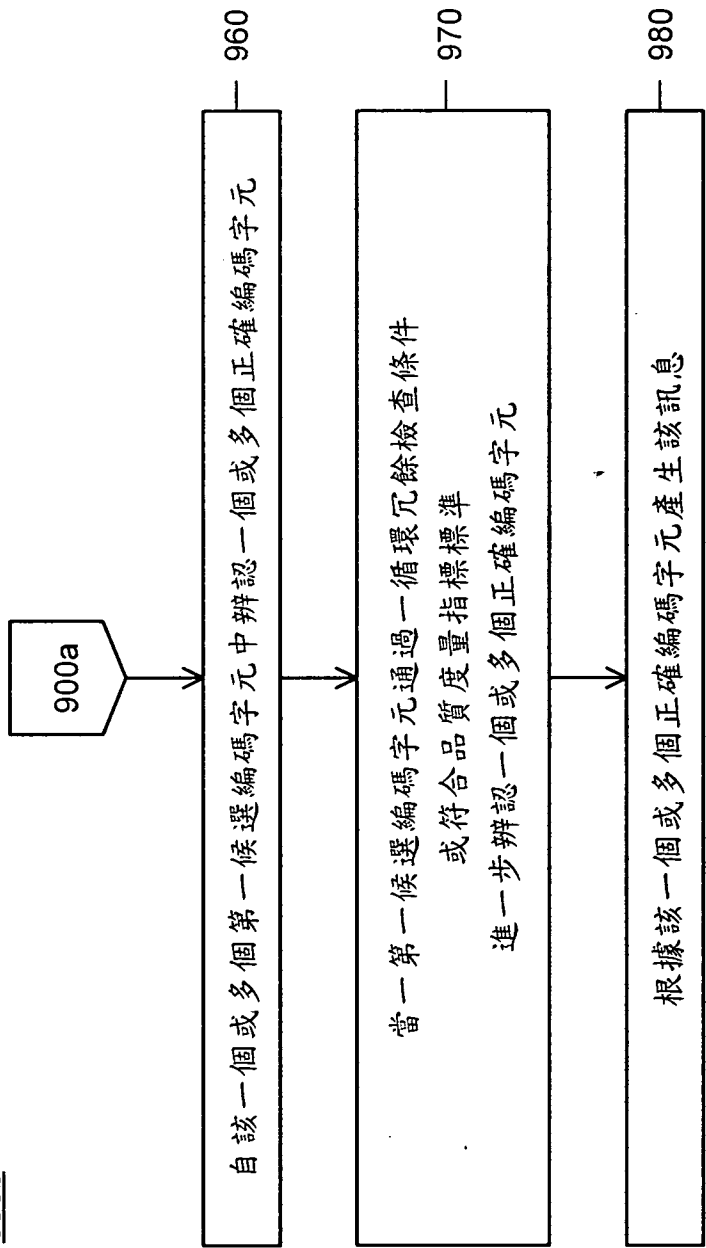
2003/02/24





圖九 (A)

900b



圖九 (B)