



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201806343 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 16 日

(21) 申請案號：105125889

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 15 日

(51) Int. Cl. :

*H04L1/00 (2006.01)**H03M13/00 (2006.01)*

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：張錫嘉 CHANG, HSIE-CHIA (TW)；顏國光 YEN, KUO-KUANG (TW)；廖彥欽 LIAO, YEN-CHIN (TW)

(74) 代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：4 共 31 頁

(54) 名稱

資料傳輸方法與系統

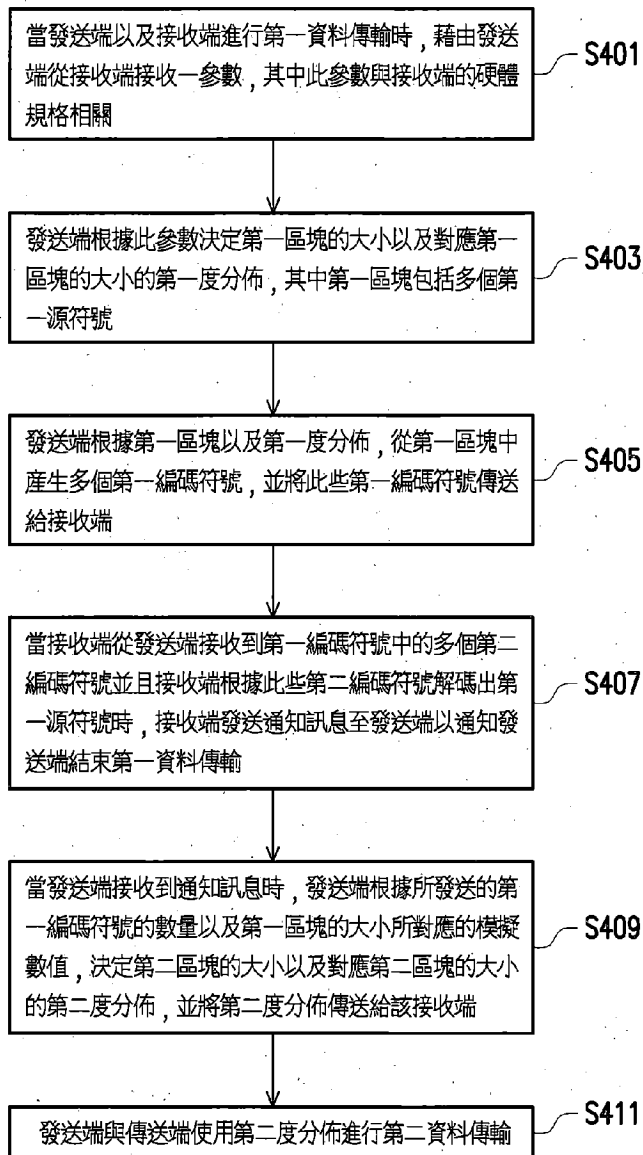
METHOD AND SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION

(57) 摘要

本發明提出一種資料傳輸方法與系統。本方法包括：根據與接收端的硬體規格相關的參數，決定用於第一資料傳輸的第一區塊的大小以及第一度分佈；當第一資料傳輸完成時，判斷發送端與接收端之間的通道的通道漏失率；根據通道漏失率，決定用於第二資料傳輸的第二區塊的大小以及第二度分佈；以及藉由發送端與接收端根據第二區塊的大小以及第二度分佈進行第二資料傳輸。

A method and a system for data transmission are provided. The method includes: determining a size of a first block and a first degree distribution for a first data transmission according to a parameter which is related to a hardware specification of a receiving node; determining a channel loss rate of a channel between a sending node and the receiving node when completing the first data transmission; determining a size of a second block and a second degree distribution for a second data transmission according to the channel loss rate; and performing, by the sending node and the receiving node, the second data transmission according to the size of the second block and the second degree distribution.

指定代表圖：



【圖4】

符號簡單說明：

S401 . . . 當發送端以及接收端進行第一資料傳輸時，藉由發送端從接收端接收一參數，其中此參數與接收端的硬體規格相關的步驟

S403 . . . 發送端根據此參數決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號的步驟

S405 . . . 發送端根據第一區塊以及第一度分佈，從第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將這些第一編碼符號傳送給接收端的步驟

S407 . . . 當接收端從發送端接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端根據這些第二編碼符號解碼出第一源符號時，接收端發送通知訊息至發送端以通知發送端結束第一資料傳輸的步驟

S409 . . . 當發送端接收到通知訊息時，發送端根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並

將第二度分佈傳送給該接收端

將第二度分佈傳送給
該接收端的步驟

S411 . . . 發送端與
傳送端使用第二度分
佈進行第二資料傳輸
的步驟

201806343

專利案號: 105125889



201806343

【發明摘要】

申請日: 105-8-15

IPC分類:

【中文發明名稱】

資料傳輸方法與系統

【英文發明名稱】

METHOD AND SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION

H04L 1/00 (2006.01)

H03M 13/00 (2006.01)

【中文】

本發明提出一種資料傳輸方法與系統。本方法包括：根據與接收端的硬體規格相關的參數，決定用於第一資料傳輸的第一區塊的大小以及第一度分佈；當第一資料傳輸完成時，判斷發送端與接收端之間的通道的通道漏失率；根據通道漏失率，決定用於第二資料傳輸的第二區塊的大小以及第二度分佈；以及藉由發送端與接收端根據第二區塊的大小以及第二度分佈進行第二資料傳輸。

【英文】

A method and a system for data transmission are provided. The method includes: determining a size of a first block and a first degree distribution for a first data transmission according to a parameter which is related to a hardware specification of a receiving node; determining a channel loss rate of a channel between a sending node and the receiving node when completing the first data transmission;

determining a size of a second block and a second degree distribution for a second data transmission according to the channel loss rate; and performing, by the sending node and the receiving node, the second data transmission according to the size of the second block and the second degree distribution.

【指定代表圖】圖4。

【代表圖之符號簡單說明】

S401：當發送端以及接收端進行第一資料傳輸時，藉由發送端從接收端接收一參數，其中此參數與接收端的硬體規格相關的步驟

S403：發送端根據此參數決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號的步驟

S405：發送端根據第一區塊以及第一度分佈，從第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將此些第一編碼符號傳送給接收端的步驟

S407：當接收端從發送端接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端根據此些第二編碼符號解碼出第一源符號時，接收端發送通知訊息至發送端以通知發送端結束第一資料傳輸的步驟

S409：當發送端接收到通知訊息時，發送端根據所發送的第

一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並將第二度分佈傳送給該接收端的步驟

S411：發送端與傳送端使用第二度分佈進行第二資料傳輸的步驟

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

資料傳輸方法與系統

【英文發明名稱】

METHOD AND SYSTEM FOR DATA TRANSMISSION

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種使用 LT Code 的資料傳輸方法。

【先前技術】

【0002】 隨著網路技術的進步，目前網路上各種數位資料持續以驚人的速度產生並累積。藉由物聯網，即時(real time)產生的串流資料更需仰賴高品質的通訊傳輸以提供的分析與應用。盧比轉換碼(Luby Transform Code, LT Code)因具備低運算複雜度，容易以軟體實現，故實施在現有系統上無須增加太多硬體成本。由於使用影像串流服務的用戶數量持續成長，利用 LT Code 的技術提升影像傳輸品質更是可期待的加值服務選項。

【0003】 LT Code 是一種是用於影像串流服務的錯誤更正編碼方法。其最大特徵是低運算複雜度與無碼率(rateless)，針對傳輸過程中發生的封包錯誤或封包遺失，無需要求發送端重傳就可直接將錯誤修正的機制。

【0004】 在 LT Code 的編碼過程中，發送端可以將欲傳送的資料

分為 K 個固定大小為的源符號(source symbol)，並且可以從所述 K 個源符號中挑選任意數量為大於 0 且小於或等於 K 的源符號進行編碼，以產生用於傳送的編碼符號。發送端可以重覆地執行上述步驟以產生多個編碼符號(encoded symbol)並傳送給接收端，直到接收端解碼出源符號為止。其中，度值(degree)可以定義為一個編碼符號所包含的源符號的個數，也可以定義為與一個編碼符號相連的源符號的個數。而每個度值 i 會有對應一個機率，代表此度值 i 會被挑選到並且使用 i 個源符號進行編碼以產生一個編碼符號的機率。其中 i 與 K 皆為正整數，且 i 大於零且小於或等於 K 。而所有的度值(即， $1\sim K$)所分別對應的機率的集合可以稱為度分部。度分部可以定義為 $\Omega = \{\Omega_d; d = 1, 2, \dots, K\}$ ，其中 Ω_i 是度值為 i 的機率。

【0005】然而，LT Code 的編碼性能的好壞關鍵在於度分部的設計。度分佈的選擇會影響接收端的解碼效能，也是影響接收端是否能順利解碼出發送端的原始資料的重要因素。在先前的技術中，度分佈的推導是基於較大的編碼區塊的情況所推導出。然而在實際的應用中，較小的編碼區塊由於隨機函數造成的變異性增大，效果並不如預期。

【發明內容】

【0006】因此，本發明提供一種資料傳輸方法及系統，可以在 LT Code 的架構下，根據發送端所選擇的區塊大小來決定對應的度分佈，藉以有效地優化接收端的解碼效率與複雜度。

【0007】 本發明提出一種資料傳輸方法，用於使用盧比轉換碼進行通訊的資料傳輸系統，所述方法包括：當發送端以及接收端進行第一資料傳輸時，藉由發送端從接收端接收一參數，其中此參數與接收端的硬體規格相關；根據此參數，藉由發送端決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號；根據第一區塊以及第一度分佈，藉由發送端從第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將此些第一編碼符號傳送給接收端；當接收端從發送端接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端根據此些第二編碼符號解碼出第一源符號時，藉由接收端發送通知訊息至發送端以通知發送端結束第一資料傳輸；當發送端接收到通知訊息時，根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，藉由發送端決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並將此第二度分佈傳送給該接收端；以及發送端與接收端使用第二度分佈進行第二資料傳輸。

【0008】 在本發明的一實施例中，其中模擬數值經由發送端預先統計所產生，且模擬數值代表接收端解碼出第一區塊的第一源符號所需要的第二編碼符號的數量。

【0009】 在本發明的一實施例中，其中根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈的步驟中，更包括：根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對

應的模擬數值，藉由發送端計算發送端與接收端之間的通道的通道漏失率；以及藉由發送端根據通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈。

【0010】 在本發明的一實施例中，其中發送端預先儲存多個度分佈於發送端的查找表中，其中根據通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈的步驟中，更包括：藉由發送端根據第二區塊的大小從查找表中決定出第二度分佈。

【0011】 在本發明的一實施例中，其中藉由發送端根據通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈的步驟中，更包括：藉由發送端根據漣漪變化函數與期望值函數獲得第二度分佈，其中漣漪變化函數與接收端已解碼出第二區塊的多個第二源符號中的第三源符號的數量相關，且期望值函數與第三源符號的數量以及第二度分佈相關。

【0012】 在本發明的一實施例中，其中第二度分佈滿足額外限制，此額外限制包括：第二度分佈中的多個分量的總和為一，且每一分量皆大於一非負值。

【0013】 在本發明的一實施例中，其中額外限制更包括：滿足 $\left(1 - \frac{E}{K}\right)^N$ 大於零且小於一特定值，其中 K 為第二區塊的大小， E 為第二度分佈所對應的期望值， N 為接收端解碼出第二區塊的第二源符號所需接收的多個第三編碼符號的數量，其中 K 、 E 與 N 皆為非負值，且 N 大於或等於 K 。

【0014】 本發明提出一種資料傳輸系統，所述系統使用盧比轉換碼進行通訊，所述系統包括一發送端以及一接收端。當發送端以及接收端進行第一資料傳輸時，發送端從接收端接收一參數，其中此參數與接收端的硬體規格相關；根據此參數，發送端決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號；根據第一區塊以及第一度分佈，發送端從該第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將此些第一編碼符號傳送給接收端；當接收端從發送端接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端根據此些第二編碼符號解碼出第一源符號時，接收端發送一通知訊息至發送端以通知發送端結束第一資料傳輸；當發送端接收到通知訊息時，根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的一模擬數值，發送端決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並將第二度分佈傳送給接收端；以及發送端與傳送端使用第二度分佈進行第二資料傳輸。

【0015】 在本發明的一實施例中，其中模擬數值經由發送端預先統計所產生，且模擬數值代表接收端解碼出第一區塊的第一源符號所需要的第二編碼符號的數量。

【0016】 在本發明的一實施例中，其中根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈的運作中，發送端根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的

模擬數值，計算發送端與接收端之間的通道的通道漏失率，發送端根據此通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈。

【0017】 在本發明的一實施例中，其中發送端預先儲存多個度分佈於發送端的查找表中，其中根據通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈的運作中，發送端根據第二區塊的大小從查找表中決定出第二度分佈。

【0018】 在本發明的一實施例中，其中藉由發送端根據通道漏失率決定第二區塊的大小，並根據第二區塊的大小決定出第二度分佈的運作中，藉由發送端根據漣漪變化函數與期望值函數獲得第二度分佈，其中漣漪變化函數與接收端已解碼出該第二區塊的多個第二源符號中的一第三源符號的數量相關，且期望值函數與第三源符號的數量以及第二度分佈相關。

【0019】 在本發明的一實施例中，其中第二度分佈滿足額外限制，此額外限制包括：第二度分佈中的多個分量的總和為一，且每一分量皆大於一非負值。

【0020】 在本發明的一實施例中，其中額外限制更包括：滿足 $\left(1 - \frac{E}{K}\right)^N$ 大於零且小於一特定值，其中 K 為第二區塊的大小， E 為第二度分佈所對應的期望值， N 為接收端解碼出第二區塊的該些第二源符號所需接收的多個第三編碼符號的數量，其中 K 、 E 與 N 皆為非負值，且 N 大於或等於 K 。

【0021】 基於上述，本發明提供一種資料傳輸方法及系統，可以在 LT Code 的架構下，發送端根據通道的狀況選擇對應的區塊大小，進而根據此區塊大小決定對應的度分佈以用於之後的資料傳輸，藉以有效地優化接收端的解碼效率與複雜度。

【0022】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】

【0023】

圖 1A 是依照本發明一實施例所繪示之發送端的方塊圖。

圖 1B 是依照本發明一實施例所繪示之接收端的方塊圖。

圖 2 是依照本發明一實施例所繪示之資料傳輸系統的示意圖。

圖 3 是依照本發明一實施例所繪示之發送端與接收端進行資料傳輸的示意圖。

圖 4 是依照本發明一實施例所繪示之資料傳輸方法的流程圖。

【實施方式】

【0024】 圖 1A 是依照本發明一實施例所繪示之發送端的方塊圖。請參照圖 1A，本實施例的發送端 100 包括通訊單元 10 及處理單元 12。發送端 100 例如是手機、平板電腦、筆記型電腦等電子裝置，在此不設限。

【0025】 通訊單元 10 可支援至少一種下列無線信號傳輸的技術：

全球行動通信 (Global System for Mobile Communication, GSM) 系統、個人手持式電話系統 (Personal Handy-phone System, PHS)、碼多重擷取 (Code Division Multiple Access, CDMA)、無線相容認證 (Wireless fidelity, Wi-Fi)、無線相容認證直連 (Wi-Fi direct)、全球互通微波存取 (Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX)、藍芽 (Bluetooth)、無線電中繼器 (Radio Repeater) 或無線電廣播電台 (Radio Broadcaster), 但不限於此。在本實施例中, 通訊單元 10 是用以與其他電子裝置進行通訊。

【0026】處理單元 12 與通訊單元 10 連接。處理單元 12 可以是中央處理單元 (Central Processing Unit, CPU), 或是其他可程式化之一般用途或特殊用途的微處理器 (Microprocessor)、數位信號處理器 (Digital Signal Processor, DSP)、可程式化控制器、特殊應用積體電路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC) 或其他類似元件或上述元件的組合。在本實施例中, 處理單元 12 是用以存取並執行發送端 100 的儲存單元(未繪示)中所記錄的模組, 藉以實現本發明的資料傳輸方法。其中, 所述模組例如是儲存在儲存單元中的程式碼, 且儲存單元可以是任何型態的固定或可移動隨機存取記憶體 (random access memory, RAM)、唯讀記憶體 (read-only memory, ROM)、快閃記憶體 (flash memory) 或類似元件或上述元件的組合。

【0027】圖 1B 是依照本發明一實施例所繪示之接收端的方塊圖。請參照圖 1B, 本實施例的接收端 200 包括通訊單元 20 及處

理單元 22。接收端 200 例如是手機、平板電腦、筆記型電腦等電子裝置，在此不設限。此外，接收端 200 的通訊單元 20 及處理單元 22 可以分別類似於上述發送端 100 的通訊單元 10 及處理單元 12，故在此並不再贅述。特別是，在本實施例中，處理單元 22 是用以存取並執行接收端 200 的儲存單元(未繪示)中所記錄的模組，藉以實現本發明的資料傳輸方法。

【0028】 圖 2 是依照本發明一實施例所繪示之資料傳輸系統的示意圖。

【0029】 請參照圖 2，當發送端 100 與接收端 200 欲進行資料傳輸時，發送端 100 與接收端 200 彼此之間可以透過通道 40 來進行本發明的資料傳輸方法。其中，發送端 100 與接收端 200 是使用 LT Code 進行通訊的資料傳輸系統。

【0030】 圖 3 是依照本發明一實施例所繪示之發送端與接收端進行資料傳輸的示意圖。

【0031】 請參照 3，在本範例實施例中，當發送端 100 與接收端 200 欲進行資料傳輸(以下參考為，第一資料傳輸)時，發送端 100 與接收端 200 首先須彼此建立連線。在連線的初期，如步驟 S3001 所示，發送端 100 可以發送一請求通知以用於請求接收端 200 的一參數，其中此參數與接收端 200 的硬體規格相關。硬體規格可以是接收端 200 的記憶體的大小或者是接收端 200 單位時間內所能處理的編碼符號的數目(即，接收端 200 的處理速度)，在此並不設限。

【0032】 之後，在步驟 S3003 中，接收端 200 可以發送與接收端 200 的硬體規格相關的參數至發送端 100。

【0033】 當發送端 100 從接收端 200 接收到與接收端 200 的硬體規格相關的參數時，在步驟 S3005 中，發送端會根據接收端 200 的參數決定一區塊(以下參考為，第一區塊)的大小以及對應此第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號。

【0034】 具體來說，在 LT Code 的編碼過程中，發送端 100 可以將欲傳送的資料分為多個源符號，並且可以從此些源符號中任意挑選數量為大於零且小於或等於源符號的數量的源符號進行編碼以產生用於傳送的編碼符號。其中，每個源符號皆是固定長度的資料，且長度是由使用者自行定義。在此須說明的是，所述多個源符號可以統稱為一個區塊，且此區塊的大小代表源符號的數目。而在本發明的範例實施例中，在進行編碼符號的傳輸之前，發送端 100 會根據接收端 200 的參數決定出用於第一資料傳輸的第一區塊的大小，也就是源符號的個數。其中，接收端 200 的參數與第一區塊的大小之間的最佳對應關係可以透過數學計算的方式來求出。

【0035】 之後，在步驟 S3005 中，發送端 100 可以根據上述決定的第一區塊的大小，決定對應第一區塊大小的第一度分部。需注意的是，在本發明的範例實施例中，可以透過查找表的方式，自查找表決定第一區塊的大小所對應的第一度分部。其中查找表的建立方式請容後詳述。

【0036】 接著，在步驟 S3007~步驟 S3011 中，發送端 100 可以根據所決定的第一區塊的大小將欲傳送的資料分為多個源符號(以下參考為，第一源符號)，並且根據第一度分部從此些源符號中任意挑選數量為大於零且小於或等於源符號的數量的源符號進行編碼，以產生用於傳送的編碼符號 1~N'(以下參考為，第一編碼符號)。發送端 100 會將所產生的編碼符號 1~N'依序傳送給接收端 200。接收端 200 在每接收到發送端 100 所發送的編碼符號 1~N'的其中之一時，即可以開始對所接收到的編碼符號進行解碼。其中，解碼的方式可以是使用信度傳播編碼 (belief-propagation decoding)的方式進行解碼。

【0037】 當接收端 200 從發送端 100 接收到編碼符號 1~N'中的多個編碼符號(以下參考為，第二編碼符號)並且接收端 200 根據此些第二編碼符號解碼出上述的第一源符號時，在步驟 S3013 中，接收端 200 會發送通知訊息至發送端 100 以通知發送端 100 結束第一資料傳輸。特別是，由於編碼符號 1~N'在發送端 100 與接收端 200 之間的通道 40 傳送時可能會有資料遺失或發生錯誤，故接收端 200 實際上接收到的第二編碼符號的數量應小於或等於發送端 100 實際所發送的編碼符號 1~N'的數量。

【0038】 當發送端 100 接收到來自接收端 200 的通知訊息時，在步驟 S3015 中，發送端 100 會根據所發送的編碼符號 1~N'的數量(即，第一編碼符號的數量)以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定一第二區塊的大小以及對應此第二區塊的大小的第二度

分佈。其中，其中模擬數值是經由發送端 100 機率函數或統計特徵預先產生的隨機變數，且此模擬數值代表接收端 100 解碼出第一區塊的第一源符號所需要的第二編碼符號的數量。

【0039】 詳細來說，發送端 100 會根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，計算發送端 100 與接收端 200 之間的通道 40 的通道漏失率。其中，通道漏失率的算法可以是將第一編碼符號的數量減去第一區塊的大小所對應的模擬數值來進行量化。之後，發送端 100 可以根據所計算出的通道漏失率決定在下一次傳輸(以下參考為，第二資料傳輸)時所對應的第二區塊的大小，並根據此第二區塊的大小來查表或即時計算以決定出第二度分佈。

【0040】 例如，假設發送端 100 實際傳出的第一編碼符號的個數為 N' ，而假設模擬數值的數值為 N ，其中 N' 與 N 皆為正整數。其中， $(N'-N)$ 所得出的值可以用來估計在此第一資料傳輸中損壞或遺失的編碼符號的數量。也就是說， $(N'-N)$ 所得出的值可以用來當作第一資料傳輸的通道漏失率。之後，發送端 100 會根據通道漏失率計算出用於第二資料傳輸的第二區塊的大小(在此以 K 值表示)，即，用於第二資料傳輸的第二源符號的數量。其中， K 為大於零的整數。所述 K 值的計算的方法可以如下：

【0041】 方法一：

【0042】 若 $N'-E[N]>T_2$ ，則將 K 值調小；若 $N'-E[N]<T_1$ ，則將 K 值增加；否則將 K 值維持與第一區塊的大小相等。其中， $E[N]$ 代

表 N 的期望值，且 T_1 與 T_2 可以是自訂的變數。

【0043】 方法二：

【0044】 $K \leftarrow \max(K + \alpha(N - E(N)), K_0)$ ；其中， $E[N]$ 代表 N 的期望值， α 與 K_0 皆為常數。

【0045】 方法三：從隨機變數 $K + \beta(N - N)$ 的分布中取樣一數值作為第二資料傳輸的 K 值，其中 β 為常數。

【0046】 在根據上述方法一至方法三的其中之一決定出第二資料傳輸所欲使用的第二區塊的大小 K 值後，發送端 100 會根據與接收端 200 的硬體規格相關的參數，定義出在信度傳播解碼過程中適合的漣漪(ripple)變化函數 $\mu(\rho)$ ，其中漣漪變化函數 $\mu(\rho)$ 可以是經由下述公式所推導：

$$\text{【0047】 } \mu(\rho) = \alpha \ln\left(\frac{K - \rho}{\delta}\right) \sqrt{K - \rho} + \beta$$

【0048】 其中 K 代表第二區塊的大小； ρ 代表接收端 200 已解出的第二源符號的個數，即 $\rho = 0, 1, \dots, K-1$ ，換句話說， ρ 是接收端 200 已解碼出第二源符號中的部份源符號(以下參考為，第三源符號)的數量； δ 代表接收端 200 解碼失敗率的上限； α 與 β 為可調的常數。

【0049】 接著，發送端 100 可以求出下述的目標函數的最佳解，以求出用於第二資料傳輸的第二度分部：

$$\text{【0050】 } \Omega_{\text{new}} = \arg \min_{\Omega} \frac{1}{K} \sum_{d=1}^{K-1} [R(\Omega, \rho) - \mu(\rho)]^2 + p(\Omega) \quad \dots (1)$$

$$\text{【0051】 } s.t. \quad \sum_d^K \Omega_d = 1, \quad \Omega_d \geq \gamma \geq 0$$

【0052】
$$R(\Omega, \rho) = (1 + \varepsilon) \sum_{d=1}^K [\Omega_d (K - \rho)^d \left(\frac{\rho}{K}\right)^{d-1} + \frac{K - \rho}{1 + \varepsilon} \ln \frac{K - \rho}{K}] \dots (2)$$

【0053】 其中， $\varepsilon = E\left[\frac{N - K}{K}\right]$ ； $\Omega = \{\Omega_d; d = 1, 2, \dots, K\}$ ；且 $p(\Omega)$ 為對第二度

分部的額外限制，可以根據不同的需求進行定義。例如， $p(\Omega) = \sum_{d=1}^K |\Omega_d|$

可以使目標函數找出第二度分部中較多分項為 0 的解。

【0054】 簡單來說，藉由上述方程式(1)與方程式(2)，發送端 100 會找出一個度分部 Ω 使得漣漪變化函數 $\mu(\rho)$ 與期望值函 $R(\Omega, \rho)$ 的差距為最小，並且此二度分部 Ω 中的多個分量的總和為一，每個分量皆大於一非負值。也就是說，當發送端 100 找到度分部 Ω 滿足上述條件時，會將此度分部設定為第二度分部 Ω_{new} 以用於第二資料傳輸。

【0055】 此外，此第二度分部 Ω_{new} 亦須滿足 $\left(1 - \frac{E}{K}\right)^N$ 大於零且小於一特定值，其中 K 為第二區塊的大小， E 為第二度分佈 Ω_{new} 所對應的一期望值， N 為接收端 200 解碼出第二區塊的第二源符號所需接收的多個編碼符號(以下參考為，第三編碼符號)的數量，其中 K 、 E 與 N 皆為非負值，且 N 大於或等於 K 。

【0056】 簡單來說，發送端 100 根據漣漪變化函數 $\mu(\rho)$ 與期望值函 $R(\Omega, \rho)$ 數獲得第二度分佈，其中漣漪變化函數 $\mu(\rho)$ 與接收端 200 已解碼出第二源符號中的部份源符號(即，第三源符號)的數量 ρ 相關，且期望值函數 $R(\Omega, \rho)$ 與第三源符號的數量 ρ 以及方程式(1)所欲找出的度分部 Ω (即，欲找出的第二度分佈)相關。

【0057】 需注意的是，上述方程式(1)與方程式(2)的計算過程可以

經過事先地計算，並將多組的 K 值與各個 K 值所對應的度分部儲存在發送端 100 的儲存單元的查找表中。當發送端 100 經由上述方法一至方法三求出第二區塊的大小 K 值後，發送端 100 可以直接地根據第二區塊的大小 K 值從查找表來找出對應的第二度分部以用於第二資料傳輸。此外，各個度分部所對應的模擬數值(即，接收端 200 解碼出源符號所需要接收的編碼符號的數量)亦可以經由發送端 100 事先統計與模擬來產生並記錄於發送端 100 的查找表中。然而本發明不限於此，上述根據 K 值決定第二度分部的步驟亦可以是發送端 100 在接收到來自接收端 200 的通知訊息後即時計算所產生，在此並不作限制。

【0058】 在發送端 100 決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈後，在步驟 S3017 中，發送端 100 會發送所求出的第二度分部至接收端 200，並且在步驟 S3019 中，接收端 200 會接收到發送端 100 所送出的第二度分部。

【0059】 接著，在步驟 S3021~步驟 S3025 中，發送端 100 可以與接收端 200 使用第二度分部進行第二資料傳輸。例如，發送端 100 可以根據所決定的第二區塊的大小將欲傳送的資料分為多個源符號(以下參考為，第二源符號)，並且根據第二度分部從此些源符號中任意挑選數量為大於零且小於或等於源符號的數量的源符號進行編碼，以產生用於傳送的編碼符號 $N_1 \sim N_N$ 。發送端 100 會將所產生的編碼符號 $N_1 \sim N_N$ 依序傳送給接收端 200。接收端 200 在每接收到發送端 100 所發送的編碼符號 $N_1 \sim N_N$ 的其中之一

時，即可以開始對所接收到的編碼符號進行解碼。

【0060】 之後，當接收端 200 從發送端 100 接收到編碼符號 $N_1 \sim N_N$ 中的多個編碼符號(以下參考為，第三編碼符號)並且接收端 200 根據此些第三編碼符號解碼出上述的第二源符號時，在步驟 S3027 中，接收端 200 會發送通知訊息至發送端 100 以通知發送端 100 結束第二資料傳輸。之後，發送端 100 可以再重複上述步驟 S3015~S3027 的過程來進行後續的資料傳輸。

● 【0061】 圖 4 是依照本發明一實施例所繪示之資料傳輸方法的流程圖。

● 【0062】 請參照圖 4，在步驟 S401 中，當發送端 100 以及接收端 200 進行第一資料傳輸時，發送端 100 從接收端 200 接收一參數，其中此參數與接收端 200 的硬體規格相關。接著，在步驟 S403 中，發送端 100 根據此參數決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號。在步驟 S405 中，發送端 100 根據第一區塊以及第一度分佈，從第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將此些第一編碼符號傳送給接收端 200。在步驟 S407 中，當接收端 200 從發送端 100 接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端 100 根據此些第二編碼符號解碼出第一源符號時，接收端 200 發送通知訊息至發送端 100 以通知發送端 100 結束第一資料傳輸。在步驟 S409 中，當發送端 100 接收到通知訊息時，發送端 100 根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大

小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並將第二度分佈傳送給該接收端。之後，在步驟 S411 中，發送端 100 與傳送端 200 可以使用第二度分佈進行第二資料傳輸。

【0063】 綜上所述，本發明提供一種資料傳輸方法及系統，可以在 LT Code 的架構下，發送端根據通道的狀況選擇對應的區塊大小，進而根據此區塊大小決定對應的度分佈以用於之後的資料傳輸，藉以有效地優化接收端的解碼效率與複雜度。

【0064】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0065】

100：發送端

10：通訊單元

12：處理單元

200：接收端

20：通訊單元

22：處理單元

40：通道

S3001：請求接收端的參數的步驟

S3003：回報接收端的參數的步驟

S3005：決定第一度分佈的步驟

S3007：發送編碼符號 1 的步驟

S3009：解碼的步驟

S3011：發送編碼符號 N' 的步驟

S3013：解碼完成並發送通知訊息的步驟

S3015：判斷通道狀況並決定第二度分佈的步驟

S3017：發送第二度分佈的步驟

S3019：接收第二度分佈的步驟

S3021：發送編碼符號 N₁ 的步驟

S3023：解碼的步驟

S3025：發送編碼符號 N_N 的步驟

S3027：解碼完成並發送通知訊息的步驟

S401：當發送端以及接收端進行第一資料傳輸時，藉由發送端從接收端接收一參數，其中此參數與接收端的硬體規格相關的步驟

S403：發送端根據此參數決定第一區塊的大小以及對應第一區塊的大小的第一度分佈，其中第一區塊包括多個第一源符號的步驟

S405：發送端根據第一區塊以及第一度分佈，從第一區塊中產生多個第一編碼符號，並將這些第一編碼符號傳送給接收端的步驟

S407：當接收端從發送端接收到第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且接收端根據這些第二編碼符號解碼出第一源符號時，接收端發送通知訊息至發送端以通知發送端結束第一資料傳輸的步驟

S409：當發送端接收到通知訊息時，發送端根據所發送的第一編碼符號的數量以及第一區塊的大小所對應的模擬數值，決定第二區塊的大小以及對應第二區塊的大小的第二度分佈，並將第二度分佈傳送給該接收端的步驟

S411：發送端與傳送端使用第二度分佈進行第二資料傳輸的步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種資料傳輸方法，用於使用盧比轉換碼(Luby Transform Code)進行通訊的一資料傳輸系統，所述方法包括：

當一發送端以及一接收端進行一第一資料傳輸時，藉由該發送端從該接收端接收一參數，其中該參數與該接收端的一硬體規格相關；

根據該參數，藉由該發送端決定一第一區塊的大小以及對應該第一區塊的大小的一第一度分佈(degree distribution)，其中該第一區塊包括多個第一源符號(source symbol)；

根據該第一區塊以及該第一度分佈，藉由該發送端從該第一區塊中產生多個第一編碼符號(encoded symbol)，並將該些第一編碼符號傳送給該接收端；

當該接收端從該發送端接收到該些第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且該接收端根據該些第二編碼符號解碼出該些第一源符號時，藉由該接收端發送一通知訊息至該發送端以通知該發送端結束該第一資料傳輸；

當該發送端接收到該通知訊息時，根據所發送的該第一編碼符號(encoded symbol)的數量以及該第一區塊的大小所對應的一模擬數值，藉由該發送端決定一第二區塊的大小以及對應該第二區塊的大小的一第二度分佈，並將該第二度分佈傳送給該接收端；
以及

該發送端與該傳送端使用該第二度分佈進行一第二資料傳

輸。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的資料傳輸方法，其中該模擬數值經由該發送端預先統計所產生，且該模擬數值代表該接收端解碼出該第一區塊的該些第一源符號所需要的該些第二編碼符號的數量。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述的資料傳輸方法，其中根據所發送的該第一編碼符號的數量以及該第一區塊的大小所對應的該模擬數值，決定該第二區塊的大小以及對應該第二區塊的大小的該第二度分佈的步驟中，更包括：

根據所發送的該第一編碼符號的數量以及該第一區塊的大小所對應的該模擬數值，藉由該發送端計算該發送端與該接收端之間的一通道的一通道漏失率(channel loss rate)；以及

藉由該發送端根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述的資料傳輸方法，其中該發送端預先儲存多個度分佈於該發送端的一查找表中，

其中根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈的步驟中，更包括：

藉由該發送端根據該第二區塊的大小從該查找表中決定出該第二度分佈。

【第5項】如申請專利範圍第3項所述的資料傳輸方法，其中藉由該發送端根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈的步驟中，更包括：

藉由該發送端根據一漣漪變化函數與一期望值函數獲得該第二度分佈，其中該漣漪變化函數與該接收端已解碼出該第二區塊的多個第二源符號中的一第三源符號的數量相關，且該期望值函數與該第三源符號的數量以及該第二度分佈相關。

【第6項】如申請專利範圍第5項所述的資料傳輸方法，其中該第二度分佈滿足一額外限制，該額外限制包括：

該第二度分佈中的多個分量的總和為一，且每一該些分量皆大於一非負值。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述的資料傳輸方法，其中該額外限制更包括：

滿足 $\left(1 - \frac{E}{K}\right)^N$ 大於零且小於一特定值，其中 K 為該第二區塊的大小， E 為該第二度分佈所對應的一期望值， N 為該接收端解碼出該第二區塊的該些第二源符號所需接收的多個第三編碼符號的數量，其中 K 、 E 與 N 皆為非負值，且 N 大於或等於 K 。

【第8項】一種資料傳輸系統，所述系統使用盧比轉換碼(Luby Transform Code)進行通訊，所述系統包括：

- 一發送端；以及
- 一接收端，其中

當該發送端以及該接收端進行一第一資料傳輸時，該發送端從該接收端接收一參數，其中該參數與該接收端的一硬體規格相關，

根據該參數，該發送端決定一第一區塊的大小以及對應該第一區塊的大小的一第一度分佈(degree distribution)，其中該第一區塊包括多個第一源符號(source symbol)，

根據該第一區塊以及該第一度分佈，該發送端從該第一區塊中產生多個第一編碼符號(encoded symbol)，並將該些第一編碼符號傳送給該接收端，

當該接收端從該發送端接收到該些第一編碼符號中的多個第二編碼符號並且該接收端根據該些第二編碼符號解碼出該些第一源符號時，該接收端發送一通知訊息至該發送端以通知該發送端結束該第一資料傳輸，

當該發送端接收到該通知訊息時，根據所發送的該第一編碼符號(encoded symbol)的數量以及該第一區塊的大小所對應的一模擬數值，該發送端決定一第二區塊的大小以及對應該第二區塊的大小的一第二度分佈，並將該第二度分佈傳送給該接收端，以及

該發送端與該傳送端使用該第二度分佈進行一第二資料傳輸。

【第9項】 如申請專利範圍第8項所述的資料傳輸系統，其中該模擬數值經由該發送端預先統計所產生，且該模擬數值代表該接收

端解碼出該第一區塊的該些第一源符號所需要的該些第二編碼符號的數量。

【第10項】如申請專利範圍第8項所述的資料傳輸系統，其中根據所發送的該第一編碼符號的數量以及該第一區塊的大小所對應的該模擬數值，決定該第二區塊的大小以及對應該第二區塊的大小的該第二度分佈的運作中，

該發送端根據所發送的該第一編碼符號的數量以及該第一區塊的大小所對應的該模擬數值，計算該發送端與該接收端之間的一通道的一通道漏失率(channel loss rate)，

該發送端根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈。

【第11項】如申請專利範圍第10項所述的資料傳輸系統，其中該發送端預先儲存多個度分佈於該發送端的一查找表中，

其中根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈的運作中，

該發送端根據該第二區塊的大小從該查找表中決定出該第二度分佈。

【第12項】如申請專利範圍第10項所述的資料傳輸系統，其中藉由該發送端根據該通道漏失率決定該第二區塊的大小，並根據該第二區塊的大小決定出該第二度分佈的運作中，

藉由該發送端根據一漣漪變化函數與一期望值函數獲得該第二度分佈，其中該漣漪變化函數與該接收端已解碼出該第二區塊

的多個第二源符號中的一第三源符號的數量相關，且該期望值函數與該第三源符號的數量以及該第二度分佈相關。

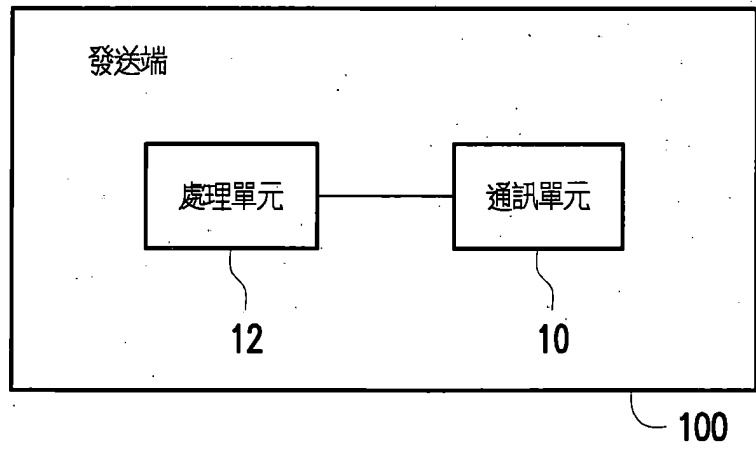
【第13項】如申請專利範圍第12項所述的資料傳輸系統，其中該第二度分佈滿足一額外限制，該額外限制包括：

該第二度分佈中的多個分量的總和為一，且每一該些分量皆大於一非負值。

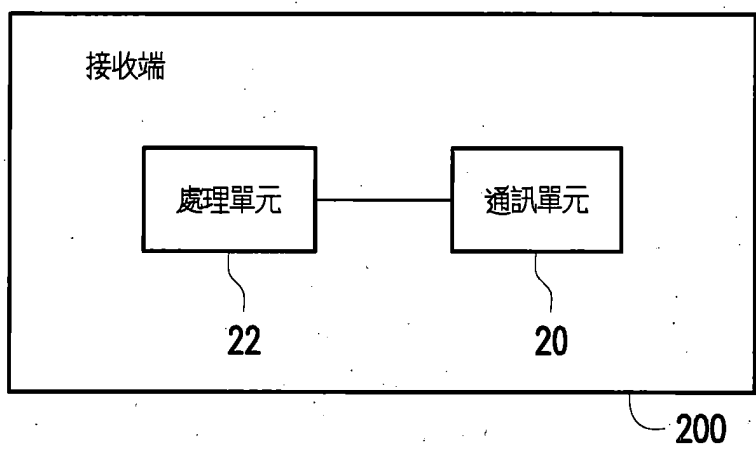
【第14項】如申請專利範圍第13項所述的資料傳輸系統，其中該額外限制更包括：

滿足 $\left(1 - \frac{E}{K}\right)^N$ 大於零且小於一特定值，其中 K 為該第二區塊的大小， E 為該第二度分佈所對應的一期望值， N 為該接收端解碼出該第二區塊的該些第二源符號所需接收的多個第三編碼符號的數量，其中 K 、 E 與 N 皆為非負值，且 N 大於或等於 K 。

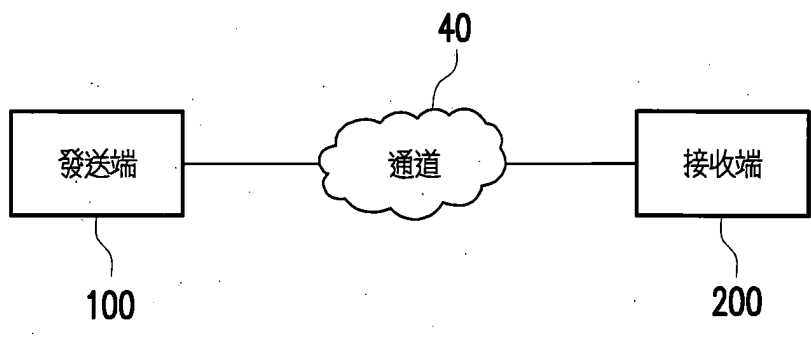
【發明圖式】



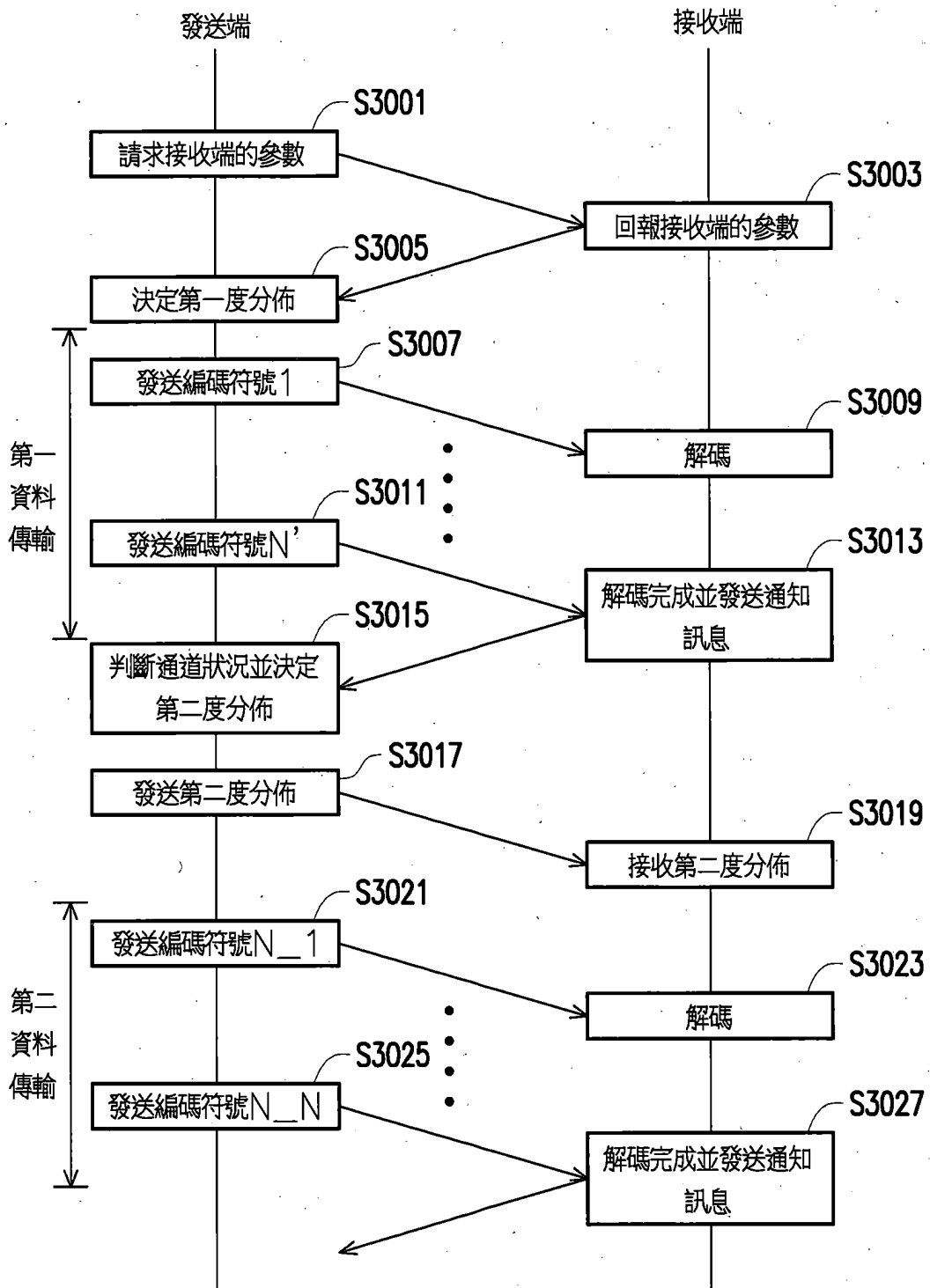
【圖1A】



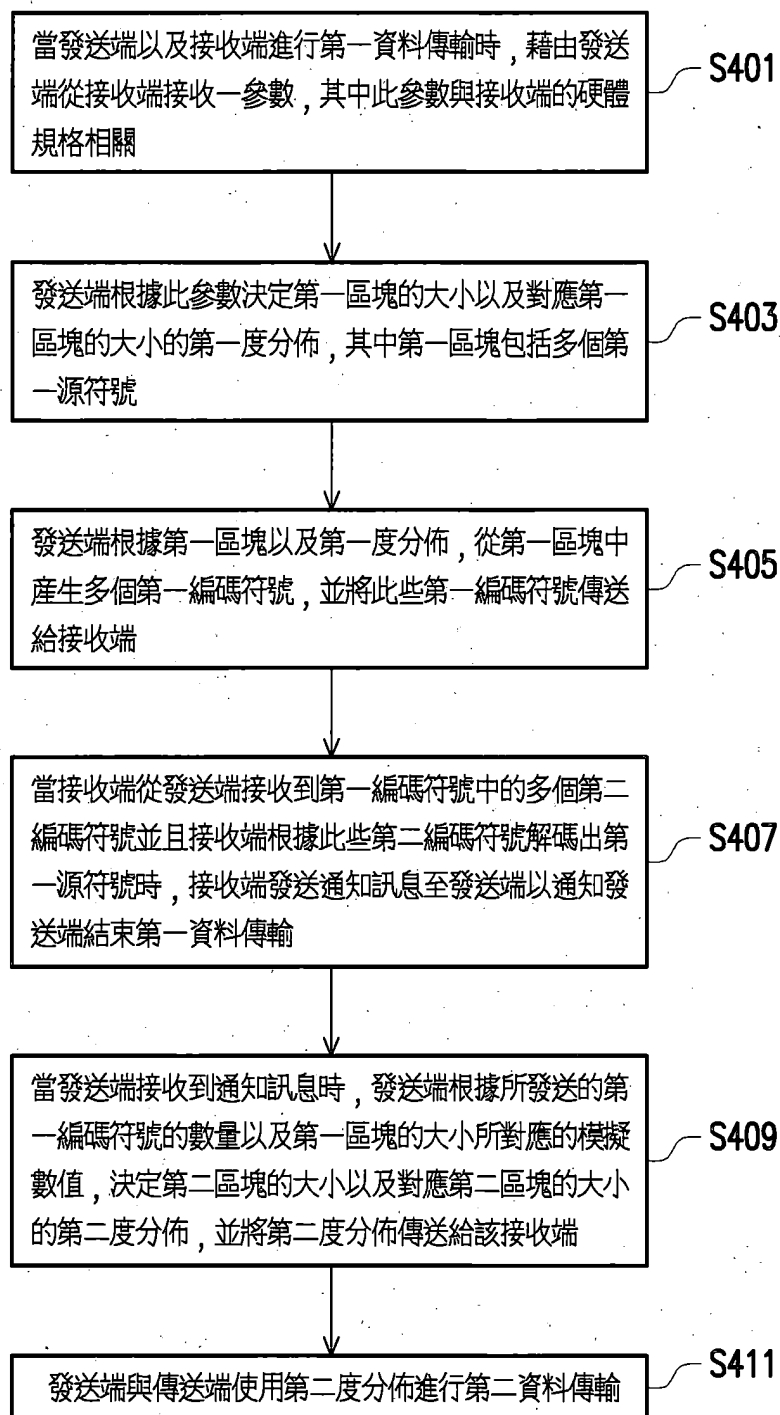
【圖1B】



【圖2】



【圖3】



【圖4】