

申請日期： 94.4.1	IPC分類
申請案號： 94110448	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

200637167

一、 發明名稱	中文	結合格狀調變碼 (TCM) 與低複雜度對稱檢查 (LDPC) 碼之傳輸方法及其架構
	英文	
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	1. 林建青 2. 張錫嘉 3. 李鎮宜
	姓名 (英文)	1. 2. 3.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或 姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
	代表人 (英文)	1.



一、本案已向

國家(地區)申請專利                      申請日期                      案號                      主張專利法第二十七條第一項國際優先權

無

二、主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為：

四、有關生物材料已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

有關生物材料已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

無

寄存號碼：

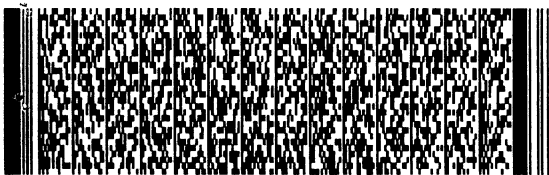
不須寄存生物材料者：所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。



四、中文發明摘要 (發明名稱：結合格狀調變碼 (TCM) 與低複雜度對稱檢查 (LDPC) 碼之傳輸方法及其架構)

本發明係揭露一種結合格狀調變碼 (TCM) 與低複雜度對稱檢查 (LDPC) 碼之傳輸方法及其架構，其係藉由兩種編碼方式的結合，將錯誤更正能力較強的LDPC碼搭配TCM技術，以提升傳輸品質並定義出不同的傳輸速率TCM。另外，TCM可以利用較少的狀態數達到比習知展頻 (spreading) 更好的效能，降低在高速傳輸的應用領域的硬體複雜度。

五、英文發明摘要 (發明名稱：)



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第1圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10 傳送端

12 低複雜度對稱檢查 (LDPC) 編碼器

14 格狀調變碼 (TCM) 編碼器

16 調變訊號裝置

20 傳輸通道

30 接收端

32 解調變訊號裝置

34 維特比 (Viterbi) 解碼器

36 LDPC 解碼器



## 五、發明說明 (1)

## 【發明所屬之技術領域】

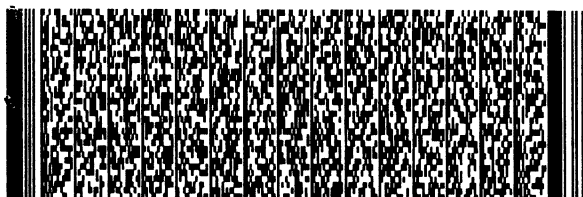
本發明係有關一種通訊系統的資料傳輸技術，特別是關於一種結合格狀調變碼 (trellis coded modulation, TCM) 與低複雜度對稱檢查 (Low-Density Parity Check, LDPC) 碼之傳輸方法及傳輸架構。

## 【先前技術】

按，通訊系統的構成，存在一個傳送端，經過編碼、調變的處理並歷經傳送途徑到達接收端；傳送端所做的處理，在接收端都會反向地復原回來。傳送的路徑往往用「通道 (Channel)」來稱呼，並且經過的媒介 (Media) 可以是有線或無線的方式。

而在通訊傳輸的過程中，前饋式錯誤更正技術 (FEC) 經常被用在資料的保護上，以免資料在傳輸過程中因為錯誤的發生而造成無法挽救的資料喪失。利用此技術，當傳送端的資料利用通道編碼器進行編碼時，係在原始資料後再加上一段冗餘資料 (檢驗碼)，之後傳送至通道上時受到雜訊干擾所造成的資料錯誤便可在接收端使用錯誤更正碼的技術在可容許的範圍內將這些錯誤更正回正確的資料數值，以達對該些資料的正確性保護；目前較常見的錯誤更正碼有 BCH 碼、里德所羅門碼、迴旋碼、渦輪碼以及低複雜度對稱檢查碼 (Low-Density Parity Check Code, 簡稱 LDPC 碼) 等。

其中就低複雜度對稱檢查碼而言，在實際的通訊系統



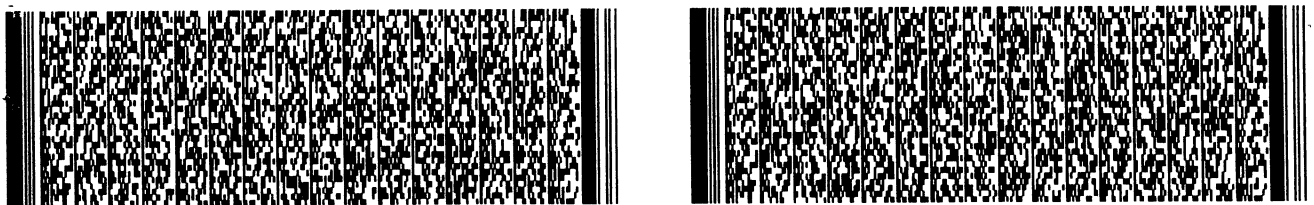
## 五、發明說明 (2)

應用中，必須針對不同的編碼速率 (code rate) 定義相對應的LDPC碼，也就是說需要額外的ROM來儲存產生器矩陣G (generator matrix G) 以及對稱檢查矩陣H (parity check matrix H)，進而增加了額外的硬體複雜度。

另一方面，數位調變技術在實際通訊系統中扮演轉換數位訊號成為弦波型式可傳輸訊號 (稱為已調變訊號) 的作用，所以調變器的選取就已大致決定了整個通訊系統的頻寬效益與頻譜形狀，相關調變技術如BPSK、QPSK或 $\pi/4$ -DQPSK等即為目前數位無線通訊系統所採用。而後由

J. Ungerboeck於1982年提出的以群集分割 (set-partitioning) 為基礎的格狀調變碼 (trellis coded modulation, TCM) 技術，將通道編碼和數位調變合二為一，在不損失資料速率或不增加頻寬的情況下，增加通道中訊號叢集內的訊號狀態數目，並增加發送訊號的冗餘度，以加大訊號序列之間的歐氏距離，從而改善訊號傳輸中的抗干擾能力，並獲得了可觀的編碼增益，為一種高效調變方法。

由於習知規格 (如DSL、ITU-T J.83) 將TCM視為獨立區塊 (block)，與所採用之錯誤更正碼無相互作用機制。有鑑於此，本發明藉由TCM解碼過後可提供之通道數值與LDPC之錯誤更正碼相結合，提出一種結合TCM與LDPC碼之傳輸方法及其架構，以增進整體通訊系統之傳輸效能，並解決上述額外的電路複雜度的問題。



## 五、發明說明 (3)

## 【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種傳輸方法及其架構，其係將錯誤更正能力較強的LDPC碼搭配TCM技術，除了可提升傳輸品質，亦可定義出不同的傳輸速率。

本發明之另一目的係在提供一種結合TCM與LDPC碼之傳輸方法及其架構，其係可達到更好的傳輸效能，並降低在高速傳輸之應用領域中的硬體複雜度。

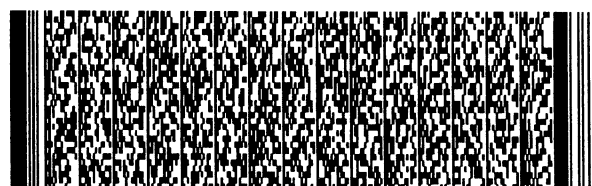
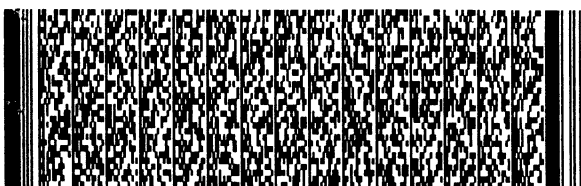
為達到上述之目的，本發明之傳輸方法與架構係包含下述步驟，首先，傳送端利用一低複雜度對稱檢查

(LDPC) 編碼器對傳入之一筆資料進行一LDPC編碼而將其轉為LDPC字碼；再利用一格狀調變碼(TCM)編碼器對LDPC字碼進行編碼調變以轉變成一TCM字碼，再使其經數據機的轉換後透過一傳輸通道發送出去；一接收端的數據機接收轉換此TCM字碼，並利用維特比(Viterbi)解碼器將TCM字碼還原成LDPC字碼，最後再利用LDPC解碼器將LDPC字碼解碼還原成原始資料。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

## 【實施方式】

在通訊系統的規範中，傳輸效能與電路複雜度向來難以兼顧；以超寬頻通訊系統(Ultra-WideBand)為例，定義了高狀態數的迴旋碼來改善傳輸效能，然而高達



## 五、發明說明 (4)

480Mbps的傳輸速率卻帶來了驚人的電路複雜度。本發明針對通訊系統，尤其是高速傳輸（如超寬頻）中可能造成的訊號衰減，提出一種新穎方法，係藉由兩種編碼方式的結合，將錯誤更正能力較強的LDPC碼搭配TCM，以提升傳輸品質，並可定義出不同的傳輸速率。

請參閱第1圖，其係為本發明之傳輸架構示意圖，如圖所示，一傳輸通道20係介於一傳送端10與一接收端30之間；此傳送端10包含一低複雜度對稱檢查（LDPC）編碼器12、一格狀調變碼（TCM）編碼器14以及一調變

（modulation）訊號裝置16；而該接收端30則包含一解調變（demodulation）訊號裝置32、維特比（Viterbi）解碼器34以及一LDPC解碼器36。

在進行傳輸時，傳送端10之LDPC編碼器12接收所傳入之一筆新資料，並對此筆資料進行一LDPC編碼而將其轉為LDPC字碼後傳送至TCM編碼器14，此TCM編碼器14再利用TCM技術對LDPC字碼進行編碼調變，以轉變成一TCM字碼，由於TCM之編碼速率為可調整的，使此TCM編碼器14可採用不同的TCM來定義不同之該LDPC字碼的編碼速率；調變訊號裝置16則將TCM字碼轉換成可傳輸形式後透過有線或無線的傳輸通道20發送出去。

接收端30之解調變訊號裝置32接收轉換來自該傳送端10之TCM字碼後，利用維特比解碼器34將接收到的TCM字碼解碼成LDPC字碼，此維特比解碼器34可選自MAP解碼器或是SOVA（Soft Output Viterbi Algorithm，軟輸出維特





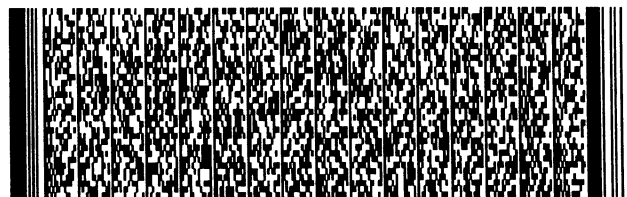
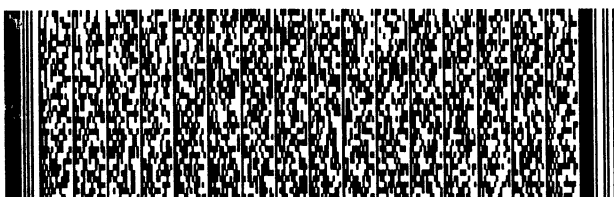
## 五、發明說明 (5)

比演算法) 解碼器，而後再利用LDPC解碼器36將此LDPC字碼解碼還原成該筆原始資料。

理論上，1/2速率的展頻(spreading)能夠在加性白色高斯雜訊(AWGN)通道環境下改善3dB的傳輸效能，然而實作電路後所大約僅改善2dB。如第2圖所示之模擬結果所示，利用8-狀態TCM大約可以改善3.8 dB的傳輸效能，4-狀態TCM也有接近3.5 dB的效能改善。除此之外，TCM的狀態數少，電路複雜度低，這意味著TCM不僅傳輸效果好，針對系統在設計不同的編碼速率(coding rate)上，也將更具彈性；圖中所示之(600,450)LDPC code在效能表現上與超寬頻系統所定義的64-狀態迴旋碼(Convolutional code)相當，然而高速傳輸的應用上，實作電路上將擁有較低的電路複雜度。

由於LDPC碼在編、解碼時，針對不同的編碼速率都需要與其相對應的唯讀記憶體(ROM table)，TCM的結合恰可以解決這額外的電路複雜度；而藉由LDPC碼的結合，也能夠提高TCM本身在高速傳輸的效能表現。

因此，本發明提出之傳輸方法及其架構係將錯誤更正能力較強的LDPC碼搭配TCM技術，除了可提升傳輸品質，亦可定義出不同的傳輸速率，更可藉此達到更好的傳輸效能，並降低在高速傳輸之應用領域中的硬體複雜度，以同時兼顧傳輸效能與電路複雜度，相當適合無線通訊系統，可廣泛應用在數位電視(DVB-T)、無線區域網路(WLAN)、寬頻、超寬頻(Ultra-WideBand, UWB)等領



五、發明說明 (6)

域中。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。



圖式簡單說明

【圖式簡單說明】

第1圖本發明之傳輸架構示意圖。

第2圖為本發明之傳輸效能的模擬示意圖。

【主要元件符號說明】

- 10 傳送端
- 12 低複雜度對稱檢查 (LDPC) 編碼器
- 14 格狀調變碼 (TCM) 編碼器
- 16 調變訊號裝置
- 20 傳輸通道
- 30 接收端
- 32 解調變訊號裝置
- 34 維特比 (Viterbi) 解碼器
- 36 LDPC 解碼器



## 六、申請專利範圍

1、一種結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸方法，包括：

對傳入之一筆資料進行一低複雜度對稱檢查（LDPC）編碼步驟而轉為LDPC字碼；

對該LDPC字碼進行一格狀調變碼（TCM）的編碼調變，以轉變成一TCM字碼；

該TCM字碼經轉換後透過一傳輸通道發送出去；

接收轉換該TCM字碼，並利用維特比（Viterbi）解碼技術將該TCM字碼解碼成LDPC字碼；以及

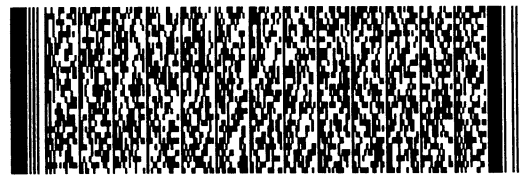
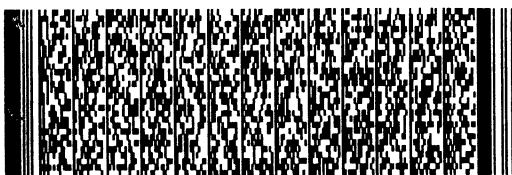
● 進行LDPC解碼步驟將該LDPC字碼解碼還原成該筆資料。

2、如申請專利範圍第1項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸方法，其中在該TCM編碼步驟中，可採用不同的TCM來定義不同之該LDPC字碼的編碼速率，使其可為調整者。

3、如申請專利範圍第1項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸方法，其中該TCM字碼之轉換係利用一數據機進行信號轉換。

4、如申請專利範圍第1項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸方法，其中該維特比（Viterbi）解碼步驟係利用一MAP解碼器或SOVA（Soft Output Viterbi Algorithm，軟輸出維特比演算法）解碼器進行解碼。

5、如申請專利範圍第1項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸方法，其中該傳輸通道係選自有線傳輸通道或無線傳輸通道。



## 六、申請專利範圍

6、一種結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸架構，包括：

一傳送端，其係接收一筆資料，該傳送端包含一LDPC編碼器、一TCM編碼器及一調變訊號裝置，該LDPC編碼器對該資料進行一LDPC編碼而轉為LDPC字碼，該TCM編碼器對該LDPC字碼再進行一TCM的編碼調變，以轉變成一TCM字碼經該調變訊號裝置轉換傳送出去；

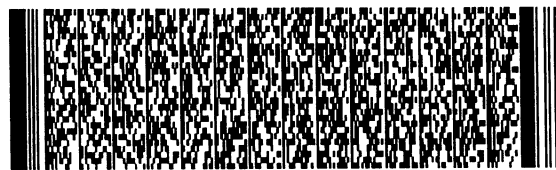
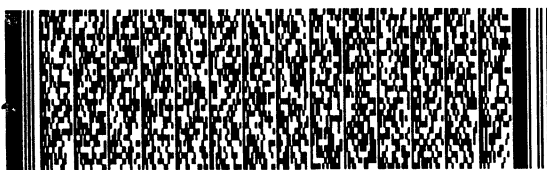
一傳輸通道，用以傳輸該已轉換之該TCM字碼；以及

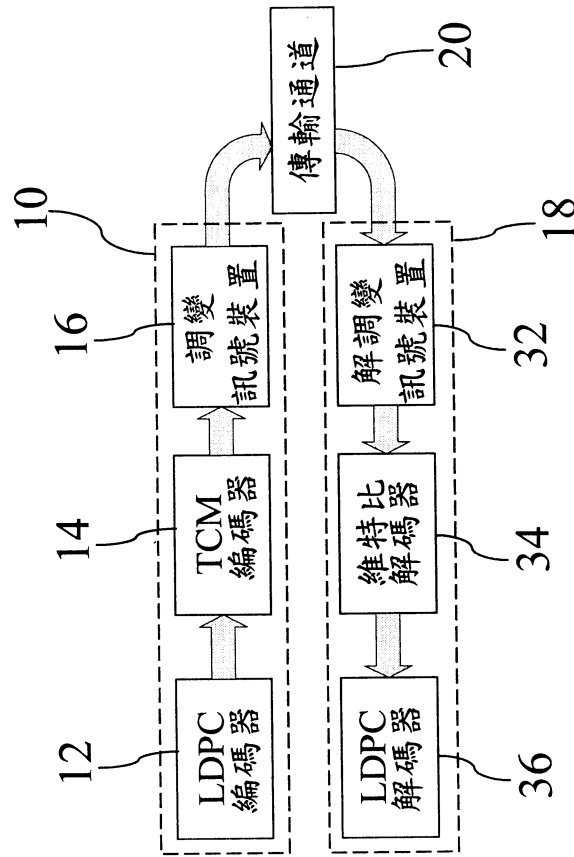
一接收端，其係包含一解調變訊號裝置、一維特比解碼器及一LDPC解碼器，該解調變訊號裝置接收轉換來自該傳送端之TCM字碼，並利用該維特比解碼器將TCM字碼解碼成LDPC字碼後，該LDPC解碼器再將該LDPC字碼解碼還原成該筆資料。

7、如申請專利範圍第6項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸架構，其中該TCM編碼器可採用不同的TCM來定義不同之該LDPC字碼的編碼速率，使其可為調整者。

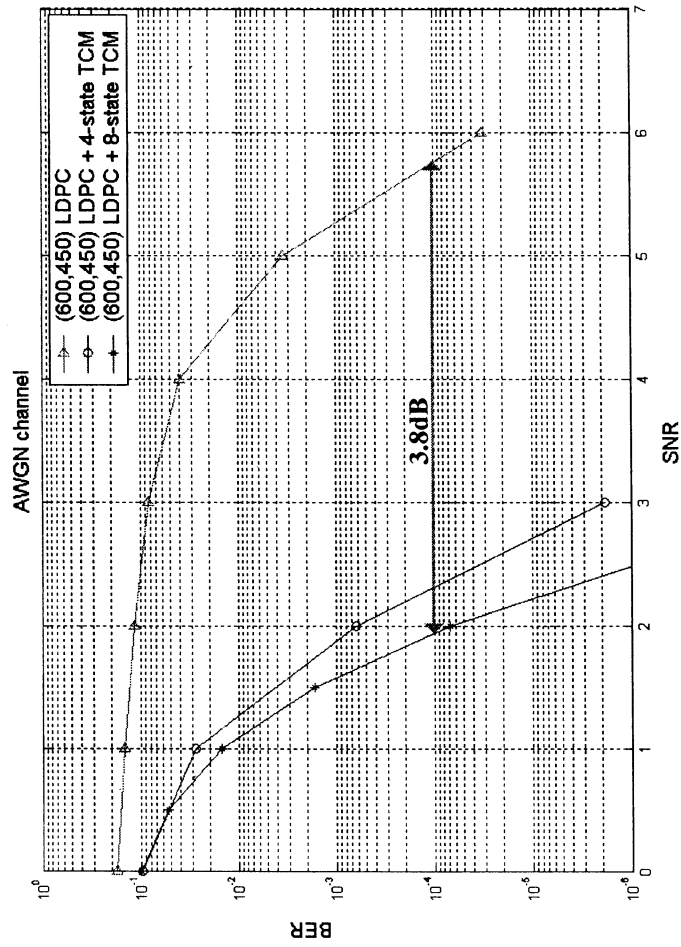
8、如申請專利範圍第6項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸架構，其中該維特比（Viterbi）解碼步驟係利用一MAP解碼器或SOVA（Soft Output Viterbi Algorithm，軟輸出維特比演算法）解碼器進行解碼。

9、如申請專利範圍第6項所述之結合格狀調變碼與低複雜度對稱檢查碼之傳輸架構，其中該傳輸通道係選自有線傳輸通道或無線傳輸通道。





第1圖



第2圖