

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 分散式無線多輸出入多媒體通訊系統--子計畫五:分散式無線多輸出入環境之無線資源管理及行動計算 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型  
計畫編號：NSC 97-2219-E-009-011-  
執行期間：97年08月01日至98年10月31日  
執行單位：國立交通大學電信工程學系(所)

計畫主持人：張文鐘

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：吳建民  
碩士班研究生-兼任助理人員：李秉謙  
碩士班研究生-兼任助理人員：江志偉  
碩士班研究生-兼任助理人員：曾耀葦  
碩士班研究生-兼任助理人員：塗明穎  
碩士班研究生-兼任助理人員：游雅嵐

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

分散式無線多輸出入多媒體通訊系統—子計畫五:分散式無線多輸出入環境之無線資源管理及行動計算

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2219-E-009-011

執行期間：97 年 8 月 1 日至 98 年 7 月 31 日

計畫主持人：張文鐘

計畫參與人員：曾耀華 游雅嵐 塗明穎 江志偉 吳建民 李秉謙

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學電信工程學系

中 華 民 國 98 年 10 月 31 日

## 摘要

中繼站的存在，提供了合作式通訊的機制。使用中繼站執行多根天線傳輸之時空碼(space-time coding, STC)以獲取分集(diversity)是十分有效的方法。一般中繼站以 centralized STC 的機制傳送訊號，需要額外的中繼站同步管理，並且要有足夠數量的中繼站存在。在本文章裡，我們讓中繼站隨機運作以節省管理資源，並且假設中繼站有可能損壞而使得數量小於時空碼的級數。假設有  $T$  個中繼站，會隨機傳送  $T$  個時空碼訊號，每個時空碼訊號是由原本的時空碼做線性組合而成。此為 randomized STC 訊號傳送模式。Randomized 的目的是讓線性組合的權重隨機改變，當有越多的中繼站傳送訊號時，我們希望使用 randomized scheme 獲得的 diversity 可以跟 centralize scheme 一樣好。不過，增加中繼站幫忙傳送的確可以改善錯誤率，但是，付出的代價就是需要額外分配 power 給這些中繼站。使用者端接收訊號，我們是使用 Maximum Likelihood 解碼訊號。

關鍵字—合作式通訊，分集效率，隨機時空碼。

Relay provides the opportunity for cooperative research. Multiple relay can be used as a distributed MIMO system to transmit space time code to obtain the diversity gain. In general, relays are centralized and coordinated in the space time transmission. This requires extra synchronization management. And usually, the number of relay is not to be lower than the rank of the space time code. In this research, we investigate a randomized operation method to eliminate the need for management. This randomized scheme still works when the number of relay is lower than the rank of the space time code. With  $T$  relays,  $T$  space time codes can be transmitted. Each code is a linear combination of the original space time code. The weighting coefficients are selected randomly. The diversity gain increases with the number of the relay. For receiver, the maximum likelihood decision rule is used.

Keywords: space-time code, diversity, randomized STC scheme,

## 一. 簡介

在未來的通訊系統裡，中繼站扮演著一個很重要的角色，它可以用來增加系統的 throughput 和系統覆蓋範圍，由於中繼站的建構成本比基地台還低，所以使用中繼站的構思已經是被大家所承認的解決方案。在多根天線傳送訊號的通訊系統裡，中繼站實行 space-time code 可以有效提供 diversity 和 coding gain，並且增進訊號在衰減通道傳送的可靠性。

在分散式合作通訊的協定下，對於每一個使用合作式通訊的中繼站而言，中繼站傳送並不需要特別的 overhead 訊息，這會降低通訊傳輸增益。大部分合作式通訊 space-time code 的 issue[1],[2]，討論訊號在多根天線傳送下，中繼站必須選擇安排要傳送的訊號向量，才能有效率執行合作式通訊。然而，我們亦找到了一些相關研究，能夠應用在 decentralized space-time code scheme[3]，

中繼站以隨機傳送線性組合的訊號的機制傳送訊號，能夠獲得 diversity。考慮中繼站傳送訊號時，每個中繼站都會隨機產生一個延遲時間[4]，目的是要造成中繼站傳送訊號有著非同步的現象發生，如此一來，我們可以獲得來自於非同步時間延遲所產生 frequency selective channel 上的 diversity。[5]則是直接將中繼站非同步傳送訊號的模式加入中繼站隨機傳送訊號的概念，目的也是希望能夠降低符號錯誤率，並且在 randomize scheme 的機制下獲得更多來自多重路徑的 diversity。

為了方便分析中繼站隨機傳送訊號的模型，我們選擇了這個隨機選取的矩陣，這些矩陣的每個 element 係數各有自己的分佈狀態。使用這個隨機的矩陣，訊號在發射端傳送之前，我們會假設中繼站執行 randomized space-time code scheme 下，必須滿足一些條件限制，目的就是要獲得 full diversity。在下面的  $T \neq L$  的條件，我們完成中繼站隨機選取的 diversity，這裡， $T$  是中繼站實際要傳送訊號的個數， $L$  是中繼站執行 centralized space-time code 的天線數目。當  $T < L$  時，full diversity 為  $T$ ，反之， $T > L$  時，則 diversity order 為  $L$ 。

本篇論文架構如下：第 2 段介紹我們所使用的系統模型，第 3 段、第 4 段會說明隨機選取中繼站的設計與效能分析，第 5 段為模擬結果，第 6 段結論。

標誌記號： $\det(A)$ 、 $\text{rank}(A)$  和  $\text{Tr}(A)$  是矩陣  $A$  的 determinant、rank 和 trace， $A \otimes B$  為  $A$ 、 $B$  矩陣做 Kronecker product， $T(a)$  則是對向量  $a$  做 Toeplitz convolution matrix。

## 二. 系統模型

假設基地台要傳送的訊號  $s = [s_0, s_1, \dots, s_{n-1}]$ ，使用 2-hop 系統傳送訊號，基地台可以正確無誤將訊號傳送給所有中繼站，中繼站接收到訊號後，以 decode and forward(DF)[1]的方式判斷訊號是否為正確。在此，我們都假設所有中繼站能夠正確解碼基地台傳送的訊號，並且執行合作式通訊，以 space-time code 的編碼方式將訊號傳送給使用者端，使用者端以 1 根天線接收中繼站傳送的訊號後，再以 Maximum Likelihood (ML)解調訊號。

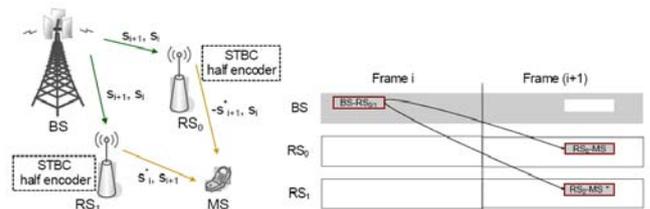


圖 1. 合作式通訊[7]

我們對於 2-hop 系統中繼站給予合作式通訊的機會，而我們採用 space-time code [2],[6]編碼方式傳送訊號，如圖 1，在圖 1 中，frame  $i$  時，基地台傳送訊號  $s_i, s_{i+1}$  給中繼站，中繼站  $RS_0$  把接收到的訊號編碼成  $s_{i+1}, -s_i^*$ ，中繼站  $RS_1$  把接收到的訊號給編碼成  $s_i, s_{i+1}$  並且在 frame  $i+1$  傳送給使用者端，而在 frame  $i+1$  中繼站  $RS_0$  與  $RS_1$  使

用同一時間-頻率資源傳遞給使用者端。

每一個中繼站，會將所有傳送訊號  $s = [s_0 \ s_1 \ \dots \ s_{n-1}]$  表示成 space-time coding：

$$s \rightarrow G(s)$$

這裡的  $G(s)$  是個  $K \times L$  的 space-time code 矩陣， $L$  是中繼站執行 space-time code 的 virtual antenna 數目，每個中繼站使用  $K$  個時間傳送訊號，定義  $r_l$  是第  $l$  個中繼站要執行 randomize 的  $L \times 1$  向量係數，中繼站使用隨機傳送訊號的機制，傳送的訊號可以表示成：

$$s \rightarrow G(s) \rightarrow G(s)R$$

$G(s)R$  是中繼站要傳給使用者端的訊號矩陣，每一個中繼站傳送的 symbol vector 是  $G(s)r_l$ ， $l=1,2,\dots,T$ ，有  $T$  個中繼站傳送訊號， $R = [r_1 \ r_2 \ \dots \ r_T]$ ， $R$  是隨機選取的矩陣，換句話說，使用 randomize scheme 的方法可以應用在 decentralized space-time code 傳輸模式下實現。

令使用者端接收到的訊號  $y$ ，我們可以將接收訊號表示成：

$$y = G(s)Rh + w$$

其中， $w$  是 white Gaussian noise， $h$  是中繼站到使用者端的 channel impulse response。

接下來要討論的是中繼站隨機傳送訊號之後，中繼站發生傳送訊號時間不同步的情形，在此，我們假設傳送訊號的時脈發生時間不同步運作，時間上的不同步傳送，使得訊號在調變時出現 carrier offset 的情形，我們考慮這 carrier offset 的影響會造成傳輸通道發生 fading，通道因而產生分散 (dispersion) 現象。無疑的，我們可以使用 decentralized space-time code scheme 來解釋說明通道發散的現象。

假設第  $t$  個中繼站到使用者端的通道響應為  $h_t$ ，對於每一條傳輸通道可視為是多重路徑的通道，令  $D$  為此多重路徑最大長度，所以使用者端接收到  $T$  個合作式通訊中繼站的訊號為：

$$y = \sum_{l=1}^T H_l G(s) r_l + w = \sum_{l=1}^L \left( \sum_{l=1}^T H_l r_l(l) \right) x_l + w \quad (1)$$

其中， $H_l = T(h_l)$ ， $H_l$  是  $(K+D) \times K$  的矩陣

令  $h = (h_1^T, \dots, h_T^T)^T$ ，化簡(1)式，接收訊號可表示成

$$y = \sum_{l=1}^L T(x_l) \left[ (r_1(l), \dots, r_T(l)) \otimes I_{D+1} \right] h + w \quad (2)$$

$$= X(R \otimes I_{D+1})h + w$$

其中， $X = (T(x_1), \dots, T(x_L))$ ， $R = (r_1, r_2, \dots, r_T)$   
 $x_l \in G(s)$  的 column vector， $l=1,2,\dots,L$

### 三. 設計隨機選取矩陣

定義一般 diversity order  $d^*$ ：

$$d^* = \lim_{SNR \rightarrow \infty} \frac{-\log P_e(SNR)}{\log SNR}$$

我們知道 randomized space-time code 的 diversity order 會有個上限的值，也就是  $d^* \leq \min\{T, L\}$ ，我們在設計 randomized space-time code 的時候，要滿足下列條件 [3],[5],[6]

C1) rank criterion for  $X$ ：

任何一組 space-time code 的 code matrices  $\{X_i, X_j\}$ ，對於所有  $i \neq j$  時，矩陣  $\{X_i - X_j\}$  必須是 full column rank。

C2)

令 code sequence  $x_l$  的長度  $K$ ， $\rightarrow K \geq (L-1)D + L$

C3)

$R$  is full rank matrix with probability 1

C4)

$R$  is  $L \times N$  random matrix, and  $r = \min\{L, T\}$

$$\rightarrow E \left\{ \left\| (RR^H) \right\|_r^{-1} \right\} < \infty$$

### 四. 效能與分析

考慮中繼站執行 2x2 Alamouti space-time code [2]，訊號  $s = [s_1 \ s_2]$ ，space-time code matrix  $G(s) = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix}$ ，使

用 2 個中繼站傳送訊號， $R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{21} \\ r_{12} & r_{22} \end{bmatrix} = [r_1 \ r_2]$

因此，中繼站隨機傳送的訊號可以表示成  $G(s)R$

$$G(s)R = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{21} \\ r_{12} & r_{22} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$= \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 & r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* & -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \end{bmatrix}$$

$$= \left( r_{11} \begin{bmatrix} s_1 \\ -s_2^* \end{bmatrix} + r_{12} \begin{bmatrix} s_2 \\ s_1^* \end{bmatrix} \right) + r_{21} \begin{bmatrix} s_1 \\ -s_2^* \end{bmatrix} + r_{22} \begin{bmatrix} s_2 \\ s_1^* \end{bmatrix}$$

從(3)式子可以看出每個中繼站要傳送的訊號中繼站 relay 1 傳送的訊號：

$$r_{11} \begin{bmatrix} s_1 \\ -s_2^* \end{bmatrix} + r_{12} \begin{bmatrix} s_2 \\ s_1^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \end{bmatrix} \quad (4)$$

中繼站 relay 2 傳送的訊號：

$$r_{21} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_1^* \\ -s_2^* \end{bmatrix} + r_{22} \begin{bmatrix} s_2 \\ s_1^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \end{bmatrix} \quad (5)$$

relay 1 和 relay 2 傳送線性組合的訊號，使用通道  $H_1$  和  $H_2$ ，將訊號傳送給使用者端，根據(1)，我們可以寫出通道  $H_t = T(h_t)$  的表示式：

$$H_1 = \begin{bmatrix} h_1(0) & 0 \\ h_1(1) & h_1(0) \\ \vdots & h_1(1) \\ h_1(D) & \vdots \\ 0 & h_1(D) \end{bmatrix}, \quad H_2 = \begin{bmatrix} h_2(0) & 0 \\ h_2(1) & h_2(0) \\ \vdots & h_2(1) \\ h_2(D) & \vdots \\ 0 & h_2(D) \end{bmatrix}$$

D 為第 t 個中繼站到使用者端多重路徑最大長度， $H_1$ 、 $H_2$  為 Toeplitz convolution matrix， $H_1$  和  $H_2$  可以表示成 Toeplitz convolution matrix，我們從時域上訊號傳輸情形來觀察，通道長度為 D 即

$$h_1 = [h_1(0) \ h_1(1) \ \dots \ h_1(D)] \\ h_2 = [h_2(0) \ h_2(1) \ \dots \ h_2(D)]$$

中繼站要傳送的訊號(4)、(5)

將訊號(4)、(5)與對應的通道  $h_1$  及  $h_2$  做 linear convolution，

最後，使用者端會接收到來自中繼站傳送的訊號。

化簡整理，式子(1)便是使用者端收到的訊號

$$\text{舉例來說，} \quad x_1 = \begin{bmatrix} s_1 \\ -s_2^* \end{bmatrix}, \quad x_2 = \begin{bmatrix} s_2 \\ s_1^* \end{bmatrix}$$

使用者端接收訊號  $y(t)$

$$\begin{aligned} y(t) &= h_1(0) \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} + h_1(1) \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} + \dots + h_1(D) \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \end{bmatrix} \\ &+ h_2(0) \begin{bmatrix} r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} + h_2(1) \begin{bmatrix} 0 \\ r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} + \dots + h_2(D) \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \end{bmatrix} + w(t) \\ &= \dots \\ &= \begin{bmatrix} h_1(0) & 0 \\ h_1(1) & h_1(0) \\ \vdots & h_1(1) \\ h_1(D) & \vdots \\ 0 & h_1(D) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_2(0) & 0 \\ h_2(1) & h_2(0) \\ \vdots & h_2(1) \\ h_2(D) & \vdots \\ 0 & h_2(D) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \end{bmatrix} + w(t) \\ &= H_1 G(s) r_1 + H_2 G(s) r_2 + w \end{aligned} \quad (6)$$

令  $h = (h_1^T, h_2^T)^T$ ，將式子(6)重新表示，可以得到

$$\begin{aligned} y(t) &= \begin{bmatrix} h_1(0) & 0 \\ h_1(1) & h_1(0) \\ \vdots & h_1(1) \\ h_1(D) & \vdots \\ 0 & h_1(D) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11}s_1 + r_{12}s_2 \\ -r_{11}s_2^* + r_{12}s_1^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_2(0) & 0 \\ h_2(1) & h_2(0) \\ \vdots & h_2(1) \\ h_2(D) & \vdots \\ 0 & h_2(D) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{21}s_1 + r_{22}s_2 \\ -r_{21}s_2^* + r_{22}s_1^* \end{bmatrix} + w(t) \\ &= \dots \\ &= \sum_{l=1}^L T(x_l) [(r_1(l), \dots, r_l(l)) \otimes I_{D+1}] h + w(t) \\ &= T(x_1) (R \otimes I_{D+1}) h_1 + T(x_2) (R \otimes I_{D+1}) h_2 + w \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{其中，} \quad T(x_1) = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & \dots & 0 \\ -s_2^* & s_1 & \dots & \vdots \\ 0 & -s_2^* & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & s_1 \\ 0 & \dots & 0 & -s_2^* \end{bmatrix}, \quad T(x_2) = \begin{bmatrix} s_2 & 0 & \dots & 0 \\ s_1^* & s_2 & \dots & \vdots \\ 0 & s_1^* & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & s_2 \\ 0 & \dots & 0 & s_1^* \end{bmatrix}$$

有了(6)與(7)的推導，我們更能清楚明白當通道發生 dispersive 時，訊號在 multipath 傳輸的模型。下一段的模擬，我們將分析不同的通道長度與不同的隨機矩陣係數分佈在使用多個中繼站傳送下產生的影響及變化。

## 五. 模擬

我們模擬 randomized space-time code 的錯誤率時，發射端使用 QPSK 訊號，傳輸通道為 flat-fading channel，在 space-time code block order L=2 的條件下，比較 randomized scheme 和 centralized scheme 符號錯誤率。centralized scheme 意指 randomized matrix 是個 Identity matrix。同時，我們使用多個中繼站幫忙傳送訊號，比較 2 個與 5 個中繼站傳輸訊號的情況下，對系統的效能影響為何。

考慮 randomized matrix 的分佈，我們使用 complex Gaussian distribution、real Gaussian distribution with zero mean, variance 1 和 uniform distribution 這三種分佈狀況討論，假設每個中繼站分配到的傳輸 power 為  $P_i = 1/T$ ，最大通道長度 D，D=0,1,2 做比較，假設使用者端知道通道訊息，接收訊號後，以 ML detector 解碼訊號。

由圖 2 模擬結果可以看出，如果中繼站有做 randomized 訊號處理傳送訊號，其錯誤率的確會比 Alamouti Space-Time Code 直接使用 2 根天線傳送訊號來得差，並且隨著隨機矩陣 R 不同的分佈狀況，有著不同的符號錯誤率(symbol error rate, SER)。在此，改善符號錯誤率的方式，我們可以藉由增加更多的中繼站(在 L=2 的前提下)幫忙傳送訊號，如圖 3 所示，藉由這些增加的中繼站幫忙傳送線性組合的訊號，可以有效改善符號錯誤率，其錯誤率可以逼近 centralized STC scheme。

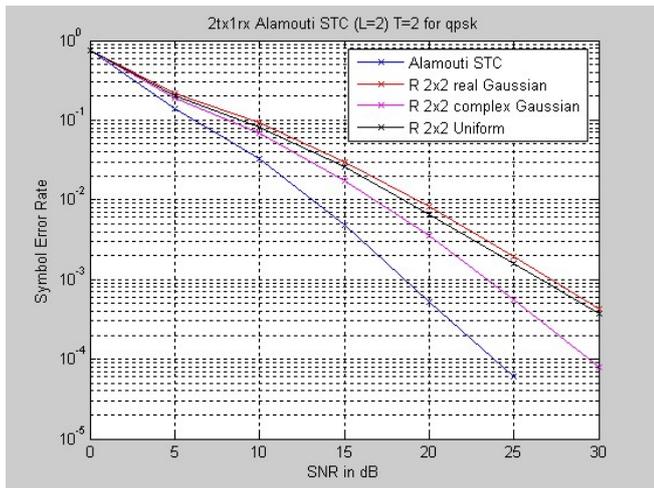


圖 2. T=2 使用 randomize 符號錯誤率

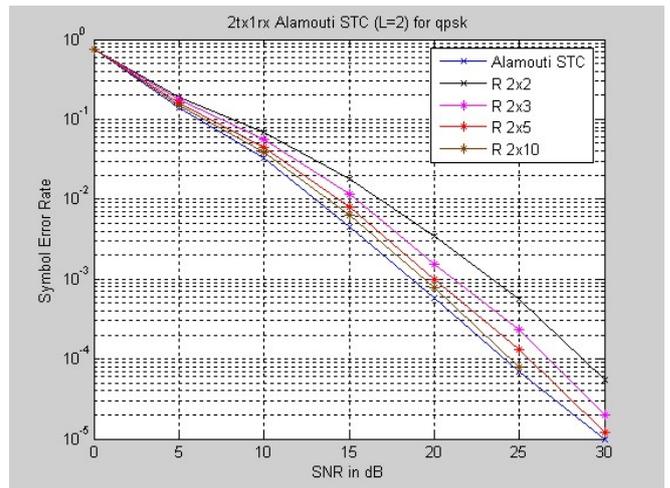


圖 4. T=2,3,5,10 使用 randomize(QPSK 訊號) 符號錯誤率

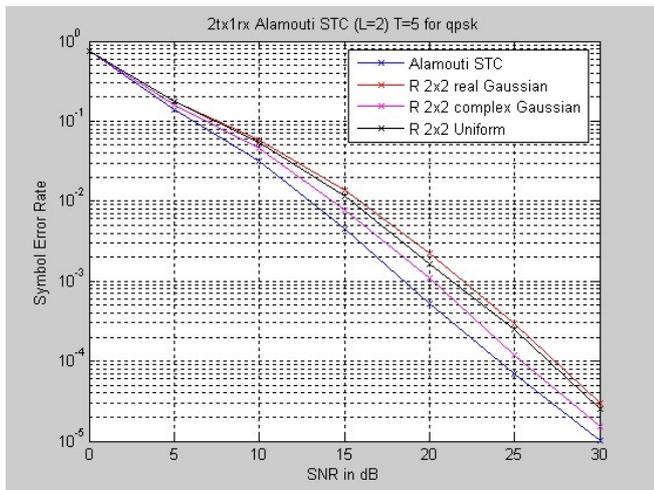


圖 3. T=5 使用 randomize 符號錯誤率

圖 4 說明了中繼站使用 randomized scheme 之後，其 randomization matrix 的係數為 complex Gaussian 分佈，當選取中繼站訊號傳輸的個數逐漸增加時， $T=2, T=3, T=5$ ，與  $T=10$  時，可以看出 SER 有明顯改善，符號錯誤率愈來愈好，當中繼站傳輸個數大於或等於 5 個時，在高 SNR 的狀態下，SER 幾乎可以和 centralized Alamouti STC scheme 一樣好，由模擬結果證明，增加中繼站傳輸個數的確可以改善符號錯誤率。

上述模擬，通道在 flat-fading 下，我們探討的僅限於改變 R 的分布與增減使用中繼站的個數對傳送訊號系統錯誤率的影響，但是，我們希望可以在資源有限的環境下，降低訊號傳送的錯誤率，因此，我們考慮在多重路徑(multipath)下傳送接收訊號的情形。

圖 5 說明了分別使用 2 個中繼站與 5 個中繼站傳送訊號，傳送 QPSK 訊號，randomization 的係數分佈是 complex Gaussian distribution，在通道長度  $D=0, D=1$ ，和  $D=2$  的條件下做模擬，從模擬結果可以看出，在固定的 SNR 值條件下，當通道長度  $D$  愈大時，可以獲得到 diversity 也跟著變多，其符號錯誤率也跟著變好，隨著 SNR 愈大時，其錯誤率差異愈顯著，並且 SER 也改善不少。當  $D$  變大時，使用者端獲取來自每個中繼站傳送訊息量變多，得到較多的 diversity。我們也試著去比較使用 2 個中繼站與使用 5 個中繼站傳送訊號的情形，同樣比較  $D=0, D=1$ ，和  $D=2$  的情況，我們發現使用 5 個中繼站的確比使用 2 個中繼站的符號錯誤率稍好一些，代表增加中繼站傳輸個數的確能改善訊號傳送的錯誤。

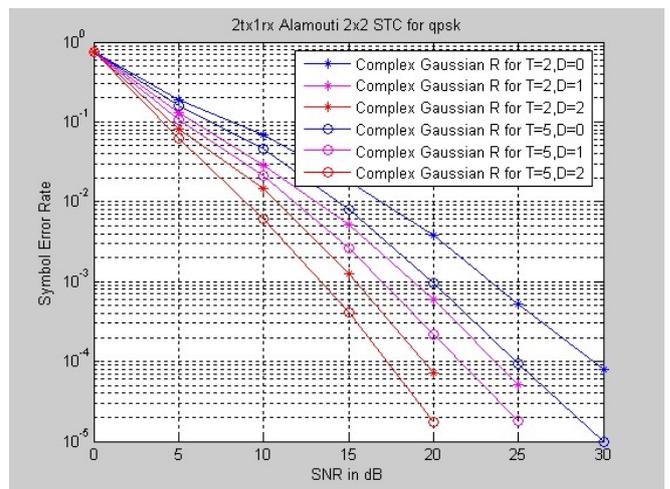


圖 5. L=2, T=2 與 T=5 符號錯誤率

接下來，我們要比較的是 Centralized STC scheme 和 Randomized STC scheme 模擬，圖 6 為使用 2 個中繼站 Randomized STC scheme 和 Centralized STC scheme 模擬圖，圖 7 則是使用 5 個中繼站 Randomized STC scheme 和 Centralized STC scheme 模擬圖。從模擬結果顯示，使用 Randomized STC scheme 的方式做訊號處理，當有愈多個中繼站傳送訊號，其效能會愈接近 Centralized STC scheme，隨著通道長度  $D$  的改變， $D=0$ ， $D=1$ ，和  $D=2$  逐步增加，錯誤率也有明顯改善。

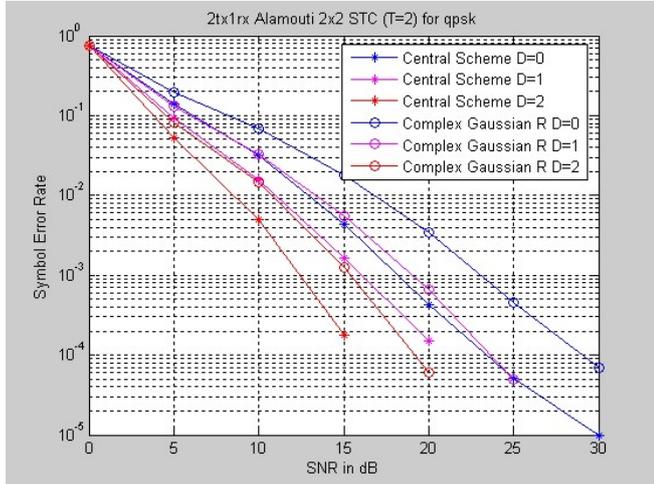


圖 6.  $T=2$ , Centralize scheme 和 Randomize scheme 比較

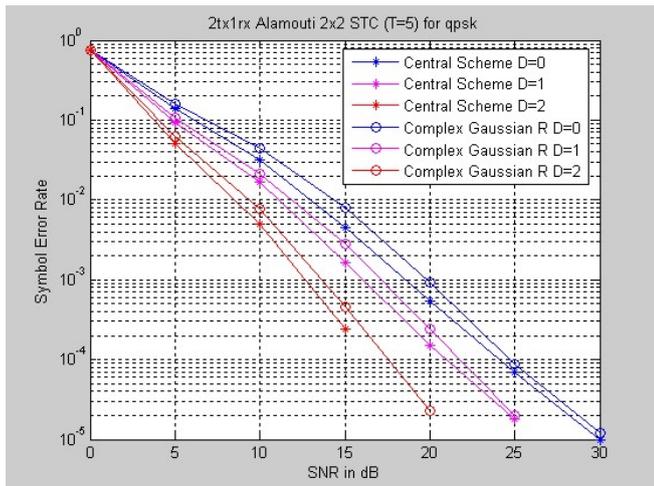


圖 7.  $T=5$ , Centralize scheme 和 Randomize scheme 比較

每一個中繼站到使用者端的通道，最大的通道長度 (multipath) 為  $D$ ，考慮使用者端接收到的訊號，因為環境的改變，使得收到中繼站傳送的訊號的通道長度小於或等於最大長度  $D$  時，比較在不不同的 path 個數下，符號錯誤率的差異。圖 8 與圖 9 為使用 2 個中繼站傳送訊號，通道長度  $D=1$  (最大通道 path 為 2) 與  $D=2$  (最大通道 path 為 3) 的條件下模擬。由結果顯示，在已知最大通道長度  $D$  下，當使用者端接收到的訊號，隨著中繼站傳送的通道 path 數目愈多 (最大等於通道長度  $D$ ) 時，使用者端獲取到的 diversity 也就愈多，錯誤率也會跟著降低。

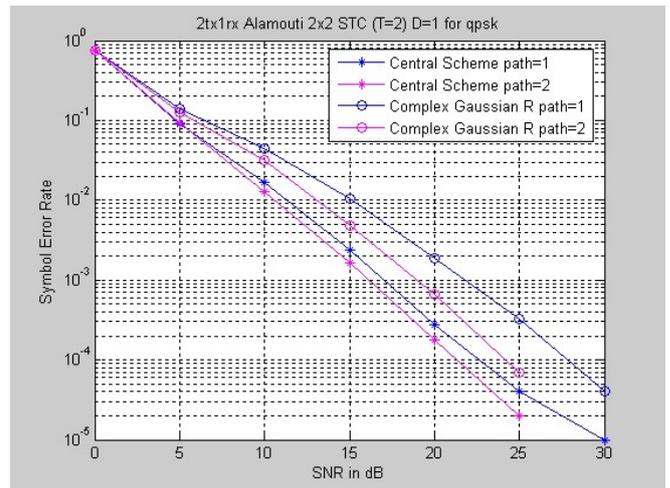


圖 8.  $T=2, D=1$  不同的通道路徑影響

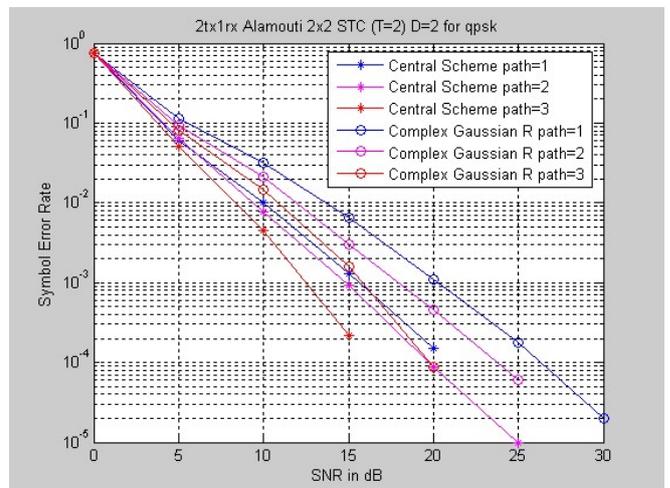


圖 9.  $T=2, D=2$  不同的通道路徑影響

## 六. 結論

在本篇論文中，我們以提高系統的 diversity 為目標，挑選 2-hop 的中繼站數目，對於這些中繼站，我們可以使用分散式合作式通訊，藉由 randomized STC scheme 訊號處理，增加中繼站傳輸個數，改善訊號錯誤率。當訊號傳輸通道發生 dispersive 時，我們利用多重路徑傳送訊號的效益，增進系統的 diversity，改善訊號傳輸可靠性。

## 七. 參考文獻

- [1] J. N. Laneman and G. W. Wornell, "Distributed space-time-coded protocols for exploiting cooperative diversity in wireless networks," *IEEE Trans. Inf. Theory*, vol. 49, no. 10, pp. 2415–2525, Oct. 2003.
- [2] Siavash M. Alamouti, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications," *IEEE JOURNAL ON SELECT AREAS IN COMMUNICATIONS*, VOL. 16, NO. 8, OCTOBER 1998
- [3] Birsen Sirkeci-Mergen and Anna Scaglione, "Randomized Space-Time Coding for Distributed Cooperative Communication," *IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING*, VOL. 55, NO. 10, OCTOBER 2007
- [4] Shuangqing Wei, Dennis L. Goeckel, and Matthew C. Valenti

“Asynchronous Cooperative Diversity,” IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 5, NO. 6, JUNE 2006

- [5] Matthew Sharp, Anna Scaglione, and Birsen Sirkeci-Mergen, “Randomized Cooperation in Asynchronous Dispersive Links,” IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. 57, NO. 1, JANUARY 2009
- [6] Vahid Tarokh, Member, IEEE, Hamid Jafarkhani, Member, IEEE, and A. Robert Calderbank, Fellow, IEEE, “Space–Time Block Codes from Orthogonal Designs,” Information Theory, IEEE Transactions on Volume 45, Issue 5, Jul 1999 Page(s):1456 – 1467
- [7] IEEE C802.16j-06/273, “cooperative relaying in downlink for IEEE 802.16j,” (Byung-Jae Kwak, Sungcheol Chang, D. H. Ahn, Young-il Kim, Kyu Ha Lee, Changyoon Kim, Hyung Kee Kim; 2006-11-08)

張文鐘 交大電機系

於 10 月 14-15 日參加**Sixth IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems(IEEE MASS 2009) October 12 - 15, 2009, University of Macau, Macau SAR, P.R.C.**

### **MASS 2009**

這個會議把重點放在行動隨意網路點對點傳輸模式(Mobile Ad-hoc)和感測系統(Sensor System)。無線隨意網路通訊可應用於許多領域，例如會議、醫院、戰爭和災後重建/救援系統，並且也被廣泛研究於當作城鄉網路連結的另一種選擇。無線感測及控制網路也被佈署來促進工業控制流程與連鎖補給，以及各種形式的環境監測。IEEE MASS 2009 著重於探討多點跳躍的點對點傳輸模式和感測網路，其內容從科技議題至實驗台發展都有包含。

Besides the conference, 5 Workshops are held in parallel sessions

1. The Third Workshop on Enabling Technologies and Standards for Wireless Mesh Networking (MeshTech)
2. International Workshop on Advanced Applications in Wireless Sensor Networks
3. International Symposium on Trust, Security and Privacy for Pervasive Applications (TSP-09)
4. The Second International Workshop on Wireless Network Algorithms and Theory (WiNA-09)
5. International Workshop on Intelligent Vehicular Networks (InVeNet 2009)

The topics covered in the conference are :

Data Management

Localization and Synchronization Mobility Management

Mesh Networks

Routing Algorithm and Protocol

Multi-channel, Multi-radio and MIMO

Security and Privacy

Cognitive Networks

Data Aggregation and Fusion

Power-awareness and Energy Efficiency

Delay Tolerant Networks

Coverage and Connectivity

Multicast and Broadcast

在 ITS 方面，這幾年來已見到 ITS 和 VANET 引導出 InVeNET 的出現，使得未來可以創造一個到處存在且安全無慮，並終將遍及於高速公路與城市街道上的網路環境

the topic covered in the International Workshop on Intelligent Vehicular Networks (InVeNet 2009) are

- Vehicular network architectures and protocols
- Mobility management and topology control
- Vehicular network performance modeling and analysis
- Vehicular network medium access control and routing protocols
- Intelligent Transportation Systems and Applications
- Modeling and simulation of Intelligent Vehicular Systems
- Theoretical aspects: performance modeling and analysis
- Organizing coordination and communication
- Quality of Service (QoS) provisioning in Intelligent Vehicular Networks
- Human factors in Intelligent Vehicular Systems
- Information aggregation and dissemination in Intelligent vehicular Networks
- Localization in Intelligent Vehicular Systems
- Bayesian decision systems
- Challenges of V2V and V2I wireless communication
- Security and privacy issues in Intelligent Vehicular Systems
- Applications and case studies
- Real-word test beds