



مجلة بحوث

جامعة حلب في المناطق المحررة

العدد الثاني

1443 / 11 / 16 هـ - 2022 / 6 / 15 م

علمية - ربيعية - محكمة

تصدر عن

جامعة حلب في المناطق المحررة



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الهيئة الاستشارية لمجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

د. جلال الدين خانجي أ.د. زكريا ظلام أ.د. عبد الكريم بكار
أ. د إبراهيم أحمد الديبو أ.د. أسامة اختيار د. أسامة القاضي
د. يحيى عبد الرحيم

هيئة تحرير مجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

رئيس هيئة التحرير

أ.د. عبد العزيز الدغيم

| البحوث الإنسانية والاجتماعية | البحوث التطبيقية |
|--|--|
| د. ضياء الدين القالش نائب رئيس هيئة التحرير | أ.د. أحمد بكار نائب رئيس هيئة التحرير |
| أ.د. عبد القادر الشيخ عضواً | أ.د. جواد أبو حطب عضواً |
| د. سهام عبد العزيز عضواً | أ.د. عبد الله حمادة عضواً |
| د. عماد كنعان عضواً | د. محمد يعقوب عضواً |
| د. ماجد عليوي عضواً | د. كمال بكور عضواً |
| د. أحمد العمر عضواً | د. علي السلوم عضواً |
| | د. محمود موسى عضواً |
| | أ.د. محمد نهاد كردية عضواً |

أمين المجلة: هاني الحافظ

مجلة جامعة حلب في المناطق المحررة

مجلة علمية محكمة فصلية، تصدر باللغة العربية، تختص بنشر البحوث العلمية والدراسات الأكاديمية في مختلف التخصصات، تتوفر فيها شروط البحث العلمي في الإحاطة والاستقصاء ومنهج البحث العلمي وخطواته، وذلك على صعيدي العلوم الإنسانية والاجتماعية والعلوم الأساسية والتطبيقية.

رؤية المجلة:

تتطلع المجلة إلى الريادة والتميز في نشر الأبحاث العلمية.

رسالة المجلة:

الإسهام الفعّال في خدمة المجتمع من خلال نشر البحوث العلمية المحكمة وفق المعايير العلمية العالمية.

أهداف المجلة:

- نشر العلم والمعرفة في مختلف التخصصات العلمية.
- توطيد الشراكات العلمية والفكرية بين جامعة حلب في المناطق المحررة ومؤسسات المجتمع المحلي والدولي.
- أن تكون المجلة مرجعاً علمياً للباحثين في مختلف العلوم.

معايير النشر في المجلة:

- 1- تنشر المجلة الأبحاث والدراسات الأكاديمية في مختلف التخصصات العلميّة باللغة العربية.
- 2- تنشر المجلة البحوث التي تتوفر فيها الأصالة والابتكار، واتباع المنهجية السليمة، والتوثيق العلمي مع سلامة الفكر واللغة والأسلوب.
- 3- أن يكون البحث أصيلاً وغير منشور أو مقدم لأي مجلة أخرى أو أي موقع آخر.
- 4- أن يرفق بالبحث ملخص عنه باللغات الثلاث العربية والإنكليزية والتركية على ألا يتجاوز 200-250 كلمة، وبخمس كلمات مفتاحية.
- 5- ترسل البحوث المقدمة لمحكمين متخصصين، ممن يشهد لهم بالنزاهة والكفاءة العلمية في تقييم الأبحاث، ويتم هذا بطريقة سرية، ويعرض البحث على محكم ثالث في حال رفضه أحد المحكمين.
- 6- يلتزم الباحث بإجراء التعديلات المطلوبة خلال 15 يوماً.
- 7- يبلغ الباحث بقبول النشر أو الاعتذار عنه، ولا يعاد البحث إلى صاحبه إذا لم يقبل، ولا تقدم أسباب رفضه إلى الباحث.
- 8- ألا يزيد البحث على 20 صفحة.
- 9- تعبّر الأبحاث المنشورة في المجلة عن آراء أصحابها، لا عن رأي المجلة، ولا تكون هيئة تحرير المجلة مسؤولة عنها.
- 10- يلتزم الباحث بتوثيق المراجع والمصادر وفقاً لنظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA7).
- 11- يحصل الباحث على وثيقة نشر تؤكد قبول بحثه للنشر بعد موافقة المحكمين عليه.

جدول المحتوى:

- دور التمويل الأصغر بصيغتي (القرض الحسن والمرابحة للأمر بالشراء) في تعزيز المسؤولية الاجتماعية في مؤسسات التمويل الأصغر5
أ. ظافر دعبول، أ.د. عبد العزيز الدغيم
- أثر جودة المعلومات في نجاح نظم المعلومات الإدارية (دراسة ميدانية على المنظمات الإنسانية العاملة في الشمال السوري)47
أ. عبد السلام زكريا، د. عبد الحكيم المصري، أ.د. عبد الله حمادة
- تأثير تباين عدة مستخدمين في أنظمة الاتصالات متعددة الدخل ومتعددة الخرج ضمن قناة خفوت رايلي (Rayleigh) المنتقاة تردديا.71
أ. أبو النصر الدياب، د. محمود موسى
- التحليل الكمي لشبكة طرق السيارات في محافظة إدلب89
أ. يوسف صطوف عنان، د. جهاد حجازي
- حكم العفو عن الجناية وأثره في حال سرايتها109
أ. أحمد الحسن الحامد، د. أحمد السعدي
- النشاط الاجتماعي للوزراء في الأندلس منذ عصر ملوك الطوائف حتى عصر بني الأحمر141
أ. جميل الحجى محمود، د. هدى العبسي
- The Importance of Introducing New Vocabulary Through Collocations163



تأثير تباين عدة مستخدمين في أنظمة الاتصالات متعددة الدخل ومتعددة الخرج ضمن قناة خفوت رايلي (Rayleigh) المنتقاة تردديا".

إعداد:

د. محمود موسى

م. أبو النصر الدياب



ملخص:

نتناول في هذا البحث تأثير ظاهرة تباين تعدد المستخدمين في أنظمة الاتصالات متعددة الدخل ومتعددة الخرج (MIMO) $\text{Multiple Input-Multiple output}$ وذلك بدراسة منظومة وصلة هابطة حيث محطة القاعدة BS تخدم عدداً من المستخدمين، ونوظف الترميز الزمني المكاني عند كل من محطة القاعدة والمستخدمين، وحالة قناة المستخدمين معلومة عند محطة القاعدة مع افتراض توزيع Rayleigh للقناة في حالة الانتقاء الترددي. وسيتم حساب تابع الكثافة الاحتمالي PDF وتابع التوزيع التراكمي CDF عند مخرج جامع مستقبل الترميز المكاني الزمني، (Space Time STBC) (Blocks code) لكل مستخدم وحساب تابع الكثافة المشترك للنسبة العظمى لكل المستخدمين عند محطة القاعدة، ونبين أنه مع ازدياد عدد المستخدمين الذين يمتلكون قنوات متباينة في مقدار الخفوت، يقترب تابع كثافة الاحتمال PDF المشترك من تابع الكثافة للتوزيع الغوسي وتصبح القناة ذات ضجيج أبيض، وهو الضجيج الذي يتم التغلب عليه بالمرشحات ونكون قد تغلبنا على الخفوت العميق الذي تسببه القناة. وناقش النتائج لعدة أنواع من الأنظمة متعددة الدخل والخرج باستخدام برنامج المحاكاة MATLAB.

كلمات مفتاحية: ظاهرة تباين عدة مستخدمين - أنظمة الترميز المكاني الزمني - الأنظمة متعددة الدخل ومتعددة الخرج - تابع كثافة الاحتمال - تابع التوزيع التراكمي



Multi-user diversity effect on MIMO communication systems for frequency Selective Rayleigh fading channel

Prepared by:

Eng.ABO Abu Nasr Aldiab

Dr.Mhamod Mousa

Abstract:

We study multiuser diversity effect on MIMO communication system, By considering a scenario downlink system where Base- station (BS) provide data to many users and employing STBC system in the BS and users , we assume channel quality information is reported to the (BS) by all users and Rayleigh in frequency selective channel. We compute probability density function (PDF) and cumulative distribution functions(CDF) of the effective SNR at the space-time combiner output of each user and compute the joint PDF of all users at the BTS and CDF with multiuser diversity and assess the interaction between multiuser diversity obtained via scheduling and spatial diversity . We present by analysis and simulation that as number of users in the system increase the joint PDF and CDF of SNR at the BTS approach to Gaussian Probability density function and becomes more centrality and more shaped, therefore the channel becomes as only white Gaussian noise and discuss the results for many MIMO by MATLAB program.

Keywords : MIMO - cumulative distribution functions(CDF)- probability density function (PDF) - Multiuser Diversity- space-time block coding - Alamouti Scheme. SNR (Signal to Noise Ratio).



Frekans seçimli Rayleigh soldurma kanalı içinde çok giriřli ve çok çıkıřlı iletişim sistemlerinde çok kullanıcılı kontrastın etkisi .

Hazırlayan:

Öğr. Gör. Abu Al-Nasir Al-Diyab

Dr. Mahmud Musa

Özet:

Bu yazıda, Çoklu Giriř-Çoklu çıkıř (MIMO) iletişim sistemlerinde çok kullanıcılı varyans olgusunun etkisini inceliyoruz. Bu da BS baz istasyonunun bir dizi kullanıcıya hizmet verdiđi ve hem baz istasyonunda hem de kullanıcılarda uzay-zamansal kodlamayı kullandığımız bir ařađı bağlantı sistemini inceleyerek gerçektelecektir.

Kullanıcı kanalının durumu, frekans seçimi durumunda kanalın Rayleigh dağılımı varsayılarak baz istasyonunda bilinir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF) ve kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF), uzay-zamansal kodlama alıcı toplayıcısının çıkıřında hesaplanacaktır.

(Uzay Zaman Blokları kodu) Her kullanıcı için STBC ve baz istasyonundaki tüm kullanıcıların maksimum yüzdesi için ortak yoğunluk fonksiyonunu hesapladık. Dim miktarında farklı kanallara sahip kullanıcı sayısındaki artışla birlikte, ortak PDF olasılık yoğunluk fonksiyonunun dalıř dağılımının yoğunluk fonksiyonuna yaklařtığını gösteriyoruz. Kanal, filtreler tarafından üstesinden gelinen gürültü olan beyaz gürültüye dönüşür ve kanalın neden olduđu derin karartmanın üstesinden gelmiş oluruz. Ayrıca MATLAB simülasyon programını kullanarak çeřitli çok giriřli ve çıkıřlı sistemlerin sonuçlarını tartıřıyoruz.

Anahtar Kelimeler: Çok kullanıcılı varyasyon olgusu - Mekansal-zamansal kodlama sistemleri - Çok giriřli ve çok çıkıřlı sistemler - Olasılık yoğunluđu - Kümülatif dağılımı.

Introduction : مقدمة -1

لقد أصبح نظام MIMO جزءاً أساسياً من أنظمة الاتصالات المتقدمة لكافة أجيال نظم الاتصالات الثالث والرابع والخامس وبناءً عليه فإن الوثوقية العالية وتقديم جودة عالية في الاتصال والسرعة العالية لإرسال المعطيات من المتطلبات الرئيسية لأنظمة الاتصالات الحديثة وخاصة بعد انتشار خدمات الانترنت اللاسلكية عبر الشبكات المحلية WLAN.

تعتبر أنظمة MIMO أحد الحلول المطروحة لتحقيق معدلات عالية لإرسال المعطيات حيث يتم توظيف عدة هوائيات في طرف الإرسال وعدة هوائيات في طرف الاستقبال. سنركز في هذا البحث على أنظمة الترميز المكاني الزمني مع استخدام طريقة ترميز Alamouti كوسيلة لبيان تأثير ظاهرة تباين عدة مستخدمين وذلك باستغلال التباين المكاني بوجود الهوائيات المتعددة، والتباين الزمني بإرسال أكثر من نسخة من الرمز المرسل. حيث نعتد على دراسة أحد أنواع الترميز الزمني المكاني في حساب إشارة الخرج التي تجمع بطريقة خطية سهلة الكشف عند الاستقبال ونتيجة الربح الحاصل من استخدام هذه الأنظمة وخاصة مع استخدام ظاهرة تباين عدة مستخدمين التي أصبحت مستخدمة على نطاق واسع في أنظمة الجيل الثالث (3G)، وأحد الحلول المطروحة لأنظمة الجيل الرابع (4G) وأنظمة الجيل (5G). هناك أبحاث علمية في هذا المجال وخاصة بأنظمة الجيل الثاني، ونتيجة هذا البحث عامة ومفيدة لأنظمة الجيل الثالث والرابع.

2-خطوات البحث : Research steps

أ-استخدام أنظمة الترميز المكاني والزمني STBC مع استخدام ترميز Alamouti كأداة لبيان أثر ظاهرة تباين عدة مستخدمين على الأنظمة متعددة الدخل والخرج MIMO، وذلك بحساب الإشارة عند خرج المستقبل لكل مستخدم في النظام للنموذج المبين بالشكل (2).

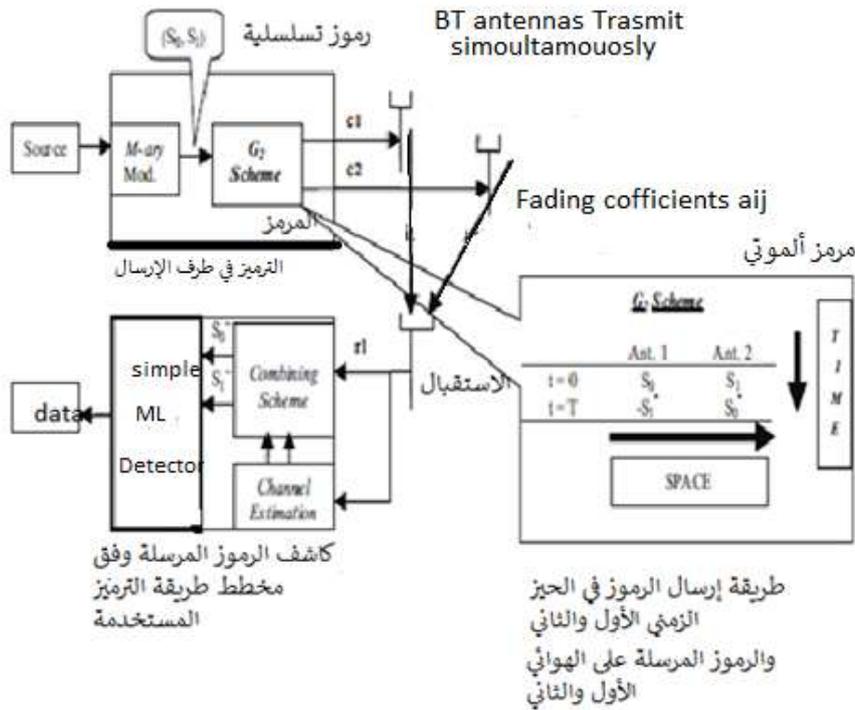
ب_ حساب تابع الكثافة PDF وتابع التوزيع التراكمي للاستطاعة المستقبلية SNR عند خرج كل مستخدم، ومن ثم حساب تابع كثافة الاحتمال المشترك PDF، وتابع التوزيع المشترك عند محطة القاعدة اعتماداً على تعريف ظاهرة تباين عدة مستخدمين.

ج-بيان الربح الحاصل على التوابح الإحصائية PDF، CDF مع ازدياد عدد المستخدمين من خلال المحاكاة لعدة أنظمة منها النظام (2x2)، وذلك باستخدام برنامج MATLAB.

2-1-الخطوة الأولى (الترميز الزمني-المكاني وطريقة ترميز ألموتي) :

نوظف ترميز Alamouti للنظام (2x1)، حسب الشكل (1) الذي يبين المخطط الصندوقي لنظام 2x1 مع ترميز نظام STBC بطريقة Alamouti [2].

تعتبر طريقة الترميز المقدمة من الباحث Alamouti أول طريقة للترميز الزمني المكاني STBC التي تزودنا بتباين كامل ومعدل عالٍ لإرسال المعطيات.



الشكل (1) المخطط الصندوقي لنظام 2x1 مع ترميز Alamouti.

تدخل المعلومات إلى المعدل الرقمي (M-ary Mod) الذي يستخدم مخطط تعديل من المرتبة M حيث $M=2^m$ (M-array) يأخذ رموز ألموتي خرج المعدل الرقمي، ويقوم بتجميع الرموز على شكل إطارات، كل إطار مؤلف من رمزين متتابعين مثلاً".

عند كل عملية ترميز، ثم يقوم بتشكيل المرافق العقدي للرمز الأول S₁، ومقلوب المرافق العقدي للرمز الثاني S₂، يشكل المرمز مصفوفة الترميز المبينة على الشكل (1) وهي خرج المرمز G₂. ويتضح أن الترميز يتم إنجازه خلال حيز زمني عدد 2 هما t=0، t=1، وفي المجال المكاني (من خلال هوائيات الإرسال عدد 2). نلاحظ أن أسطر وأعمدة مصفوفة الإرسال S

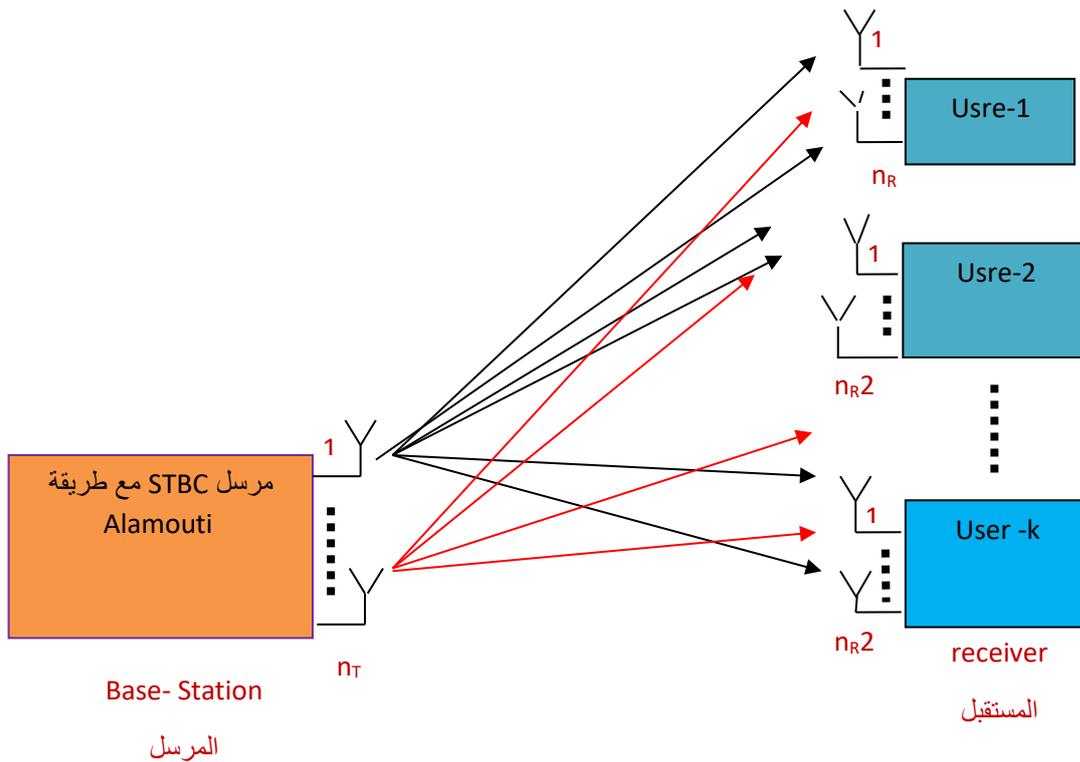
متعامدة مع بعضها البعض، وهي الميزة الهامة لطريقة ترميز Alamouti.

يتم تصميم آلية التباين المكاني بشكل عام لتخفيض الخفوت العميق عند مرحلة الخرج لجامع الإشارة المستقبلية ولحذف قمم الخفوت (Rayleigh fading) التي تؤدي إلى فقدان الإشارة عند الاستقبال، حيث افترضت هنا أن القناة منتقاة ترددياً، وهذه الحالة يتم افتراضها عند توليد معاملات الخفوت في المحاكاة.

يوضح الشكل (2) منظومة الوصلة الهابطة التي تحوي عدداً K من المستخدمين.

تعطى الإشارة المستقبلية $r_K^j(t)$ عند اللحظة الزمنية t ، وعند المستخدم رقم K على الهوائي j ، ($j=1,2, \dots, n_R$)، العدد الكلي لهوائيات الاستقبال عند المستخدم k والرقم i . حيث $(i=1,2,\dots,nt)$ العدد الكلي لهوائيات الإرسال عند المرسل (محطة القاعدة) بالعلاقة التالية [4],[5]:

$$r_k^j(t) = \sum_{i=1}^{nt} h_{i,j}^{(k)} s_{k(t)}^i + n_k^j(t) \quad (1)$$



الشكل (2) المخطط الصندوقي لوصلة هابطة تحوي K مستخدم.

الإشارة الكلية في خرج المستقبل:



$$r_k(t) = \sum_{j=1}^{n_R} \sum_{i=1}^{nt} h_{i,j}^{(k)} s_{k(t)}^i + n_k^j(t) \quad (2)$$

يشير $n_k^j(t)$ إلى الضجيج الأبيض المضاف عند الهوائي j للمستخدم k وهو متحول عشوائي غوسي بقيمة متوسطة معدومة وتباين مقداره $1/2$.

$s_K^i(t)$ يمثل الرمز المرسل للمستخدم k من هوائي الإرسال i عند اللحظة الزمنية t .

يمكن نمذجة القناة على شكل مصفوفة بالأبعاد $(n_R \cdot n_T)$ ، ونرمز لها بـ $\Omega_k = [a_{i,j}^{(k)}]$

عناصرها تمثل معاملات الخفوت للمسار من هوائي الإرسال i إلى هوائي الاستقبال j للمستخدم k ، ونرمز لها $h_{i,j}^{(k)}$.

2-2- حساب PDF والنسبة SNR (Signal to Noise Ratio).

على اعتبار توظيف الترميز الزمني المكاني STBC عند المستخدمين بالاعتماد على العلاقات (1) و (2) يتم حساب استطاعة الإشارة المستقبلية عند خرج جامع الترميز المكاني-الزمني للمستخدم k بالعلاقة الآتية:

$$\gamma = \frac{SNR}{n_T} \sum_{j=1}^{n_R} \sum_{i=1}^{nt} |h_{i,j}^k|^2 \quad (3)$$

حيث $\frac{SNR}{n_T}$: استطاعة الإرسال لكل هوائي، نلاحظ أن النسبة γ عبارة عن متحول عشوائي تخضع للتوزيع التربيعي (chi-square) بدرجة حرية $2n_R n_T$ ، يعطى تابع الكثافة الاحتمالي (PDF) للنسبة γ بالعلاقة التالية [5] [4]:

$$f(\gamma) = \frac{1}{(n_T n_R - 1)! \left(\frac{SNR}{n_T}\right)^{n_T n_R}} \gamma^{n_T n_R - 1} e^{-\frac{\gamma}{\frac{SNR}{n_T}}} \quad (4)$$

بتبسيط المعادلة (4) بتعريف متحولات جديدة هي μ ، n و C ، وتعويضها في المعادلة (4) وبالإصلاح نجد أن:

$$\mu = \frac{n_T}{SNR} \quad , \quad n = n_T n_R - 1 \quad , \quad c = \frac{(\mu^{n+1})}{n!} \quad (5)$$

$$f(\gamma) = c \gamma^n e^{-\mu\gamma} \quad (6)$$

اعتماداً على تعريف آلية تباين عدة مستخدمين يقيس كل مستخدم الاستطاعة المستقبلية عند الخرج وترسل إلى محطة القاعدة فتقوم خوارزميات بتنظيم قوائم المستخدمين في محطة القاعدة على اختيار المستخدم K ذي القناة الأقوى وفق المعادلة التالية: [1] [3]

$$\arg \max_{k \in \{1,2,3,\dots,K\}} \sum_{j=1}^{n_R} \sum_{i=1}^{n_T} |a_{i,j}^k|^2 \quad (7)$$

تنشئ آلية تباين عدة مستخدمين وفق هذا التعريف متحولاً عشوائياً جديداً نرسم له γ_1 يمثل النسبة الفعالة SNR عند خرج جامع الترميز المكاني - الزماني مع عدد من المستخدمين K.

يعطى تابع كثافة الاحتمال PDF لهذا المتحول العشوائي بالعلاقة التالية [5] [4]:

$$g_{\gamma_1}(\gamma) = K \cdot f_{\gamma}(\gamma) \cdot F_{\gamma}(\gamma)^{K-1} \quad (8)$$

$f_{\gamma}(\gamma)$: تابع كثافة الاحتمال للنسبة γ لأي مستخدم في النظام k، ويشير $F_{\gamma}(\gamma)$ لتابع التوزيع التراكمي CDF، (Cumulative Distribution function) للمتحول العشوائي الأساسي γ والذي يعبر عن النسبة الفعالة SNR عند خرج جامع STBC لكل مستخدم حيث K عدد المستخدمين، ويعطى بالعلاقة التالية [4]:

$$\begin{aligned} F_{\gamma}(\gamma) &= \int_{\lambda=0}^{\gamma} f_{\gamma}(\lambda) d\lambda = \int_{\lambda=0}^{\gamma} c \lambda^n e^{-\mu\lambda} d\lambda \\ &= \frac{\mu^{n+1}}{n!} \int_{\lambda=0}^{\gamma} \lambda^n e^{-\mu\lambda} d\lambda \end{aligned} \quad (9)$$

بإنجاز التكامل في العلاقة (9) بطريقة التكامل بالتجزئة وفق العلاقة التالية:

$$\int_0^a u dv = [uv]_0^a - \int_0^a v du \quad (10)$$

$$u = \lambda^n \rightarrow du = n \cdot \lambda^{n-1} d\lambda \quad (11)$$



$$dv = e^{-\mu\lambda} d\lambda \rightarrow v = -\frac{1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} \quad (12)$$

بتعويض قيم dv , u من العلاقات (11) و(12)، في العلاقة (9) والإصلاح نجد أن:

$$F_Y(y) = \frac{\mu^{n+1}}{n!} \left\{ \left[\lambda^n \frac{-1}{\mu} e^{-\mu\lambda} \right]_0^y - \int_{\lambda=0}^y n\lambda^{n-1} \cdot \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \right. \quad (13)$$

بالإصلاح للعلاقة (13) نجد أن:

$$F_Y(y) = \frac{\mu^{n+1}}{n!} \left\{ \left[\lambda^n \frac{-1}{\mu} e^{-\mu\lambda} \right]_0^y + \frac{n}{\mu} \int_{\lambda=0}^y \lambda^{n-1} \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \right. \quad (14)$$

ننجز التكامل في العلاقة (14) بنفس الطريقة المتبعة في العلاقة (11) والعلاقة (12)، وبالإصلاح نجد أن:

$$u = \lambda^{n-1} \rightarrow du = (n-1) \cdot \lambda^{n-2} d\lambda \quad (15)$$

$$dv = e^{-\mu\lambda} d\lambda \rightarrow v = -\frac{1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} \quad (16)$$

$$F_Y(y) = \frac{\mu^{n+1}}{n!} \left\{ \left[\lambda^n \frac{-1}{\mu} e^{-\mu\lambda} \right]_0^y + \frac{n}{\mu} \left\{ \left[\lambda^{n-1} \cdot \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} \right]_0^y - \int_{\lambda=0}^y (n-1) \cdot \lambda^{n-2} \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \right\} \right\} \quad (17)$$

هذا هو الشكل العام لحساب تابع التوزيع التراكمي CDF، وتابع كثافة الاحتمال PDF

ويتم تكرار هذه العملية $n+1$ مرة، حيث $n = n_R n_T - 1$. يتم الحساب $n+1$ مرة حتى نصل إلى

التكامل النهائي، وذلك لأن قيمة n محسوبة أساساً لتمثل درجة الحرية لتابع الكثافة التراكمي وتابع

التوزيع التراكمي، ولأن $n+1 = n_R n_T$.

حتى نتمكن من استنتاج الشكل المختصر لتابع التوزيع التراكمي نحسب تابع كثافة الاحتمال PDF، وتابع التوزيع التراكمي CDF لعدة أنواع من الأنظمة المتعددة الدخل والخرج.

وبالتالي فإن تابع الكثافة الاحتمالي للنظام 2×1 حيث $n = n_R \cdot n_T - 1 = 1$ ، وبالتعويض في العلاقة (6) نجد أن :

$$f(\gamma) = c \gamma^n e^{-\mu\gamma}, c = \frac{\mu^{n+1}}{n!}, n = 1 \quad (18)$$

$$f(\gamma) = \mu^2 \cdot \gamma \cdot e^{-\mu\gamma}, \quad (19)$$

يعطى تابع التوزيع التراكمي لهذا النظام حسب العلاقة (9) بعد تعويض تابع الكثافة حسب العلاقة (19) نجد أن:

$$F_\gamma(\gamma) = \int_{\lambda=0}^{\gamma} f_\gamma(\lambda) d\lambda = \mu^2 \int_{\lambda=0}^{\gamma} \lambda \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \quad (20)$$

بحساب قيمة التكامل بطريقة التكامل بالتجزئة حسب العلاقة (10) نجد أن:

$$F_\gamma(\gamma) = \mu^2 \int_{\lambda=0}^{\gamma} \lambda \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda, u = \lambda \rightarrow du = d\lambda,$$

$$dv = e^{-\mu\lambda} d\lambda \rightarrow v = \frac{-1}{\mu} e^{-\mu\lambda} \quad (21)$$

$$F_\gamma(\gamma) = \mu^2 \left\{ \left[\lambda \cdot \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} \right]_{\lambda=0}^{\gamma} - \int_{\lambda=0}^{\gamma} \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \right\}$$

$$F_\gamma(\gamma) = \mu^2 \left\{ \left[\gamma \cdot \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\gamma} \right] + \frac{1}{\mu} \left\{ \int_{\lambda=0}^{\gamma} e^{-\mu\lambda} d\lambda \right\} \right\}$$

$$F_\gamma(\gamma) = \mu^2 \left\{ \left[\gamma \cdot \frac{-1}{\mu} \cdot e^{-\mu\gamma} \right] + \frac{1}{\mu} \left[\frac{-1}{\mu} [e^{-\mu\gamma}]_0^{\gamma} \right] \right\}$$

$$F_\gamma(\gamma) = \{ 1 - e^{-\mu\gamma} - \mu \cdot \gamma \cdot e^{-\mu\gamma} \} \quad (22)$$

ومن خلال دراسة تابع الكثافة الاحتمالي للنظام 2×2 حيث $n = n_R \cdot n_T - 1 = 2 \cdot 2 - 1 = 3$ ، وبالتعويض في العلاقة (6) نجد أن:



$$f(\gamma) = c \gamma^n e^{-\mu\gamma}, c = \frac{\mu^{n+1}}{n!}, n = 3 \quad (23)$$

$$f(\gamma) = \frac{\mu^4}{3!} \cdot \gamma^3 \cdot e^{-\mu\gamma}, \quad (24)$$

لحساب تابع التوزيع التراكمي لهذا النظام حسب العلاقة (9) بعد تعويض تابع الكثافة حسب العلاقة (24) نجد أن:

$$F_\gamma(\gamma) = \int_{\lambda=0}^{\gamma} f_\gamma(\lambda) d\lambda = \frac{\mu^4}{3!} \int_{\lambda=0}^{\gamma} \lambda^3 \cdot e^{-\mu\lambda} d\lambda \quad (25)$$

يتم حساب هذا التكامل بالتجزئة n+1 مرة نحصل على النتيجة التالية:

$$F_\gamma(\gamma) = \left(1 - e^{-\mu\lambda} - \mu \cdot \gamma \cdot e^{-\mu\lambda} - \frac{\mu^2}{2} \cdot \gamma^2 \cdot e^{-\mu\lambda} - \frac{\mu^3}{6} \cdot \gamma^3 \cdot e^{-\mu\lambda} \right) \quad (26)$$

تكون الصيغة العامة لحساب تابع التوزيع التراكمي وفق العلاقة (9) كما يلي:

$$F_\gamma(\gamma) = \int_{\lambda=0}^{\gamma} \frac{\mu^{n+1}}{n!} e^{-\mu\lambda} \gamma^n d\lambda = 1 - \mu^{n+1} e^{-\mu\lambda} \sum_{m=0}^n \frac{\gamma^m}{m! \mu^{n-m+1}} \quad (27)$$

نعوض في العلاقة (8) نجد أن:

$$g_{\gamma_1}(\gamma) = K \cdot f_\gamma(\gamma) \cdot F_\gamma(\gamma)^{K-1} \\ = K \cdot c \cdot \gamma^n \cdot e^{-\mu\gamma} \cdot \left[1 - \mu^{n+1} \cdot e^{\mu\lambda} \cdot \sum_{m=0}^n \frac{\gamma^m}{m! \mu^{n-m+1}} \right]^{K-1} \quad (28)$$

تعبّر العلاقة (28) عن الصيغة النهائية لتابع الكثافة الاحتمالي المشترك للنسبة الفعالة SNR عند خرج جامع الترميز الزماني-المكاني مع وجود عدد من المستخدمين في النظام K بالعلاقة. ويتم حساب تابع التوزيع التراكمي المشترك CDF مع وجود عدد من المستخدمين K حسب العلاقة (9):

$$F_{\gamma_1}(y) = \int_{\lambda=0}^y g_{\gamma_1}(y) d\lambda \quad (29)$$

$$F_{\gamma_1}(y) = \int_{\lambda=0}^y K \cdot c \cdot y^n \cdot e^{-\mu\lambda} \cdot \left[1 - \underbrace{\mu^{n+1} \cdot e^{\mu\lambda} \cdot \sum_{m=0}^n \frac{y^m}{m! \mu^{n-m+1}}}_X \right]^{K-1} d\lambda \quad (30)$$

لتبسيط العلاقة (30) نعتمد على منشور نيوتن في السلال العددية كما يلي: [7]

$$(a + b)^N = \sum_{K=0}^N \binom{N}{K} \cdot a^{N-K} \cdot b^K, \quad \binom{N}{K} = \frac{N!}{(N-K)! K!} \quad (31)$$

واعتماداً على العلاقة (31) يتم نشر الحد $(1+X)^{K-1}$ في العلاقة (28)، ومن ثم إنجاز التكامل.

لحساب تابع الكثافة الاحتمالي للنظام 2×2 مع عدة مستخدمين نعوض العلاقة (24) و(26) في العلاقة (8)، وبالإصلاح نجد أن:

$$g_{\gamma_1}(y) = K \cdot \frac{\mu^4}{3!} \cdot \gamma^3 \cdot e^{-\mu y} \cdot \left(1 - e^{-\mu y} - \mu \cdot y \cdot e^{-\mu y} - \frac{\mu^2}{2} \cdot y^2 \cdot e^{-\mu y} - \frac{\mu^3}{6} \cdot y^3 \cdot e^{-\mu y} \right)^{K-1} \quad (32)$$

ونجد تابع التوزيع التراكمي المشترك لهذا النظام يعطى بالعلاقة التالية:

$$F_{\gamma_1}(\gamma) = \int_{\lambda=0}^{\gamma} g_{\gamma_1}(\lambda) d\lambda = \tag{33}$$

حيث g_{γ_1} المحسوب من العلاقة (32).

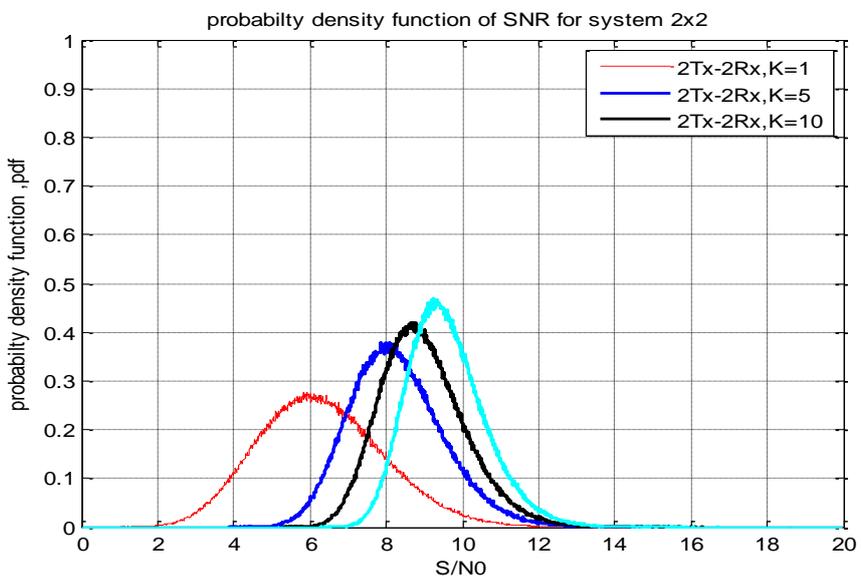
2-3- الخطوة الثالثة: المحاكاة والنتائج

يُجرى المحاكاة لتابع الكثافة للنسبة γ_1 بناءً على العلاقة (28) من أجل عدد من المستخدمين $K=1,5,10,20$ ، مع ملاحظة التحسن في تابع الكثافة مع ازدياد عدد المستخدمين، وذلك التحسن في تابع التوزيع التراكمي. يبين الشكل (3) تابع الكثافة الاحتمالي للنظام 2×2 تحليلاً حسب العلاقة (28) وفق المعطيات الآتية:

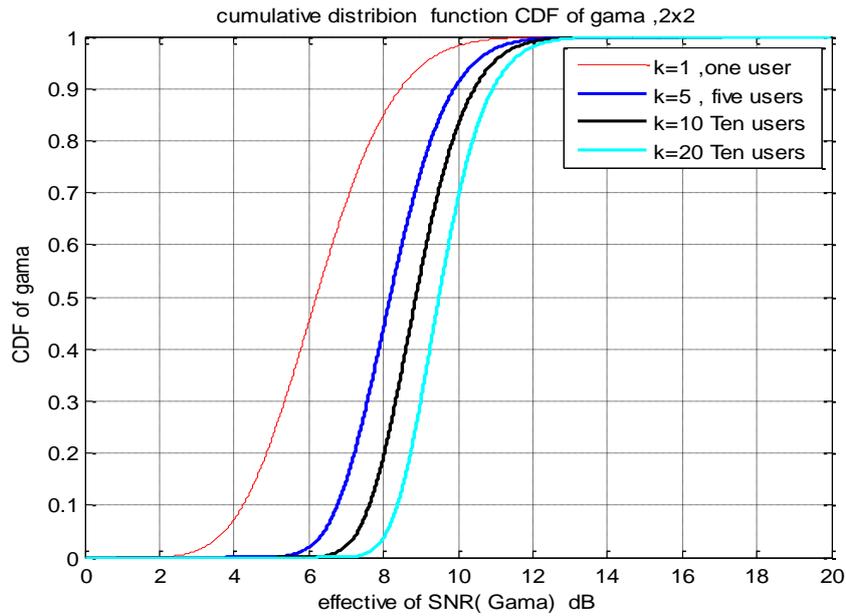
$$n_T=2, n_R=2, n=n_T * n_R - 1 = 3, SNR=4dB$$

علماً أن النموذج المعتمد للمحاكاة في برنامج يعتمد توليد معاملات الخفوت وفق نموذج

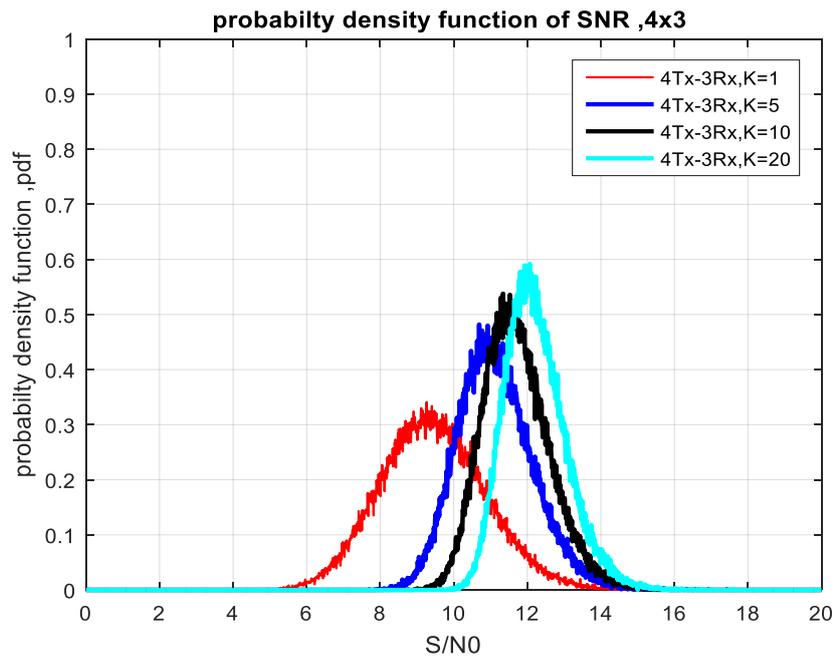
رايلي:



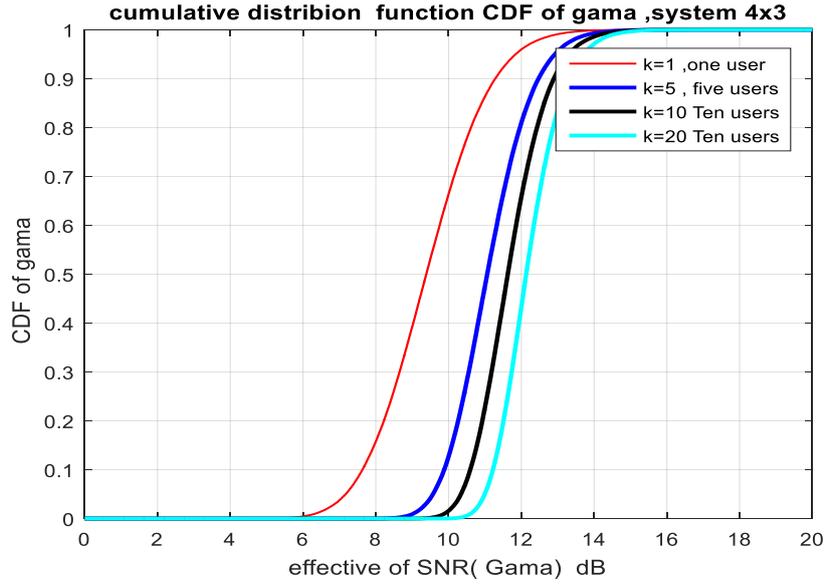
الشكل (3) تابع كثافة الاحتمال لنظام (2x2) من أجل عدة مستخدمي.



الشكل (4) تابع التوزيع التراكمي لنظام (2x2)



الشكل (5) تابع الكثافة الاحتمالي للنظام 4x3 من أجل عدة مستخدمين



الشكل (6) تابع التوزيع التراكمي لنظام (4x3)

3-الخلاصة وتحليل النتائج:

تم دراسة تأثير ظاهرة تباين عدة مستخدمين على أنظمة MIMO بحساب تابع الكثافة المشترك PDF، وتابع التوزيع التراكمي CDF لنظام MIMO، مع ظاهرة تباين عدة مستخدمين وبيان التحسن الحاصل.

- لاحظنا أن تابع كثافة الاحتمال يقترب من تابع الكثافة للمنحني الغوسي مع ازدياد عدد المستخدمين ويصبح تابع الكثافة أكثر تناظراً.
- التحسن الحاصل من خلال تابع التوزيع التراكمي CDF بزيادة الميل مع ازدياد عدد المستخدمين.
- كلما ازداد عدد الهوائيات عند الإرسال والاستقبال تتحسن التوابع بشكل أكبر وذلك لأن زيادة عدد الهوائيات يزيد من المسارات المتباينة ويتحقق ربح تباين المستخدمين.
- التحسس في التوابع الإحصائية حتى ولو كان النظام غير متناظر من ناحية عدد الهوائيات في الإرسال والاستقبال.



المراجع

- [1]: Digital Communications, Third Edition by John Proakis copyright 1995.
- [2]: A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications, Siavash M. Alamouti: IEEE JOURNAL ON SELECT AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 16, NO. 8, OCTOBER 1998 1451.
- [3]: DISSERTATION: "Space-Time Block Coding for Multiple Antenna Systems". ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades Dipl.Wien, November 2002
- [4]: Effect of Multiuser Diversity On MIMO (Space-Time coding) Ran Gozali, Member, IEEE, R. Michael Buehrer, Member, IEEE, and Brian D. Woerner, mobile and portable radio Research Group Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg VA24061 , USA. {rgozali , buehrer, woerner}, @vt.edu, IEEE2002
- [5]: The Impact of Multiuser Diversity on Space-Time Block Coding Ran Gozali, Member, IEEE, R. Michael Buehrer, Member, IEEE, and Brian D. Woerner, Member, IEEE, IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 7, NO. 5, MAY 2003
- [6]: On the Combination of Spatial Diversity and Multiuser Diversity, Erik G. Larsson ,IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 8, NO. 8, AUGUST 2004. 517
- [7]: INTUITIVE PROBABILITY AND RANDOM PROCESSES USING MATLAB@STEVEN M. KAY University of Rhode Island Printed in the United States of America

