جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات

تقييم أداء الترميزات والتعديل المتكيّف في قناة الاتصال الميكروي الحديثة

Performance Evaluation of the Adaptive Modulation and Coding in Modern Microwave Communication Channel

إعداد الطالب
م. رشيد عبيدو

الدكتور المشرف
د.م.عادل خضور علي

الملخص

إنَّ الطلب الحالي على موثوقية عالية ومعدلات نقل مرتفعة مع اتصال مستقرّ عريض النطاق وزمن تأخير منخفض يضعُ مزيدًا من الضغط على تصميم تقنيات ترميز قناة جديدة لتحقيق أفضل استفادة من عرض النطاق الترددي المتاح، وتُستخدم هذه التقنيات ضمن ما يُعرف بأنظمة الترميز والتعديل المتكيف من أجل تكييف معدل الترميز، ودرجة التعديل المستخدمة بما يتوافق مع تغير ظروف القناة اللاسلكية لتحقيق أفضل كفاءة طيفية ممكنة ضمن العرض الترددي المتاح. حيث قمنا في هذا البحث بدراسة أداء أهمّ ترميزات القناة في حالتي وجود أخطاء عشوائية وأخطاء رشقية، ودراسة أدائها ضمن أنظمة الترميز والتعديل المتكيّف AMC المستخدم في الوصلات الميكروية الحديثة، فضلاً عن اقتراح طريقةٍ جديدةٍ لاستخدام الترميزات المتداخلة بالاستفادة من نتائج أداء الترميزات المفردة وإظهار تأثيرها في أداء أنظمة الترميز والتعديل المتكيّف من حيث الكفاءة الطيفية والتعقيد الحسابي.

القسم النظري

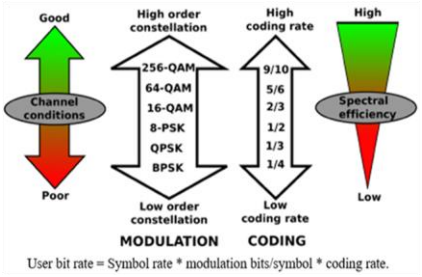
مشكلة البحث

إنَّ الطلب المستمر لتحقيق اتصال مستقرّ عريض النطاق وزمن تأخير منخفض وموثوقية عالية ومعدلات نقل مرتفعة يضعُ مزيدًا من الضغط على تصميم تقنيات ترميز قناة جديدة لتحقيق أفضل استفادة من عرض النطاق الترددي المتاح. إلا أنَّ تقنيات الترميز ذات القدرة العالية على تصحيح الأخطاء تتصف بزمن تأخير مرتفع ومعدل ترميز منخفض. لذلك تبرز الحاجة الملحَّة لتصميم تقنيات ترميز تلبي هذه المتطلبات.

هدف البحث

تقييم أهم نماذج الترميز والتعديل المتكيف المستخدمة في قنوات الاتصال الميكروي الحديثة تحت مختلف الظروف. كما يهدف البحث إلى اقتراح نموذج يعتمد تقنية ترميز جديدة باستخدام ترميز LDPC الهجين بوصفه مرمزاً خارجياً في الترميز المتداخل، ومقارنة أدائه بالنماذج السابقة وفق معايير BER والكفاءة الطيفية

مبدأ عمل الترميز والتعديل المتكيف



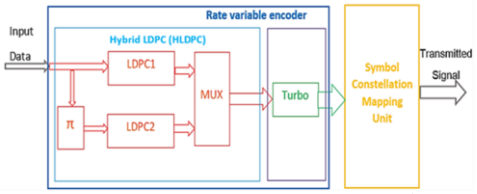
User bit rate = Symbol rate * modulation bits/symbol * coding rate.

القسم العملي

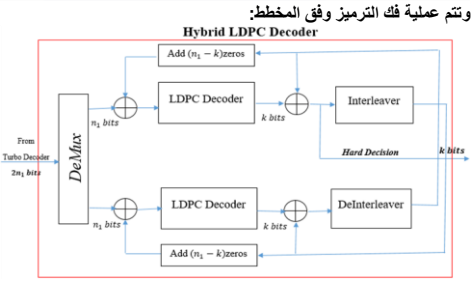
أهم نماذج AMC المُستخدمة في الوصلات الميكروية الحديثة

- نظام AMC يعتمد تداخل ترميزي ريد – سولومون والطي.
- نظام AMC يعتمد تداخل ترميزي ريد – سولومون وتوربو.
- نظام AMC يعتمد تداخل ترميزي ريد – سولومون وLDPC.

نموذج AMC المُقترح



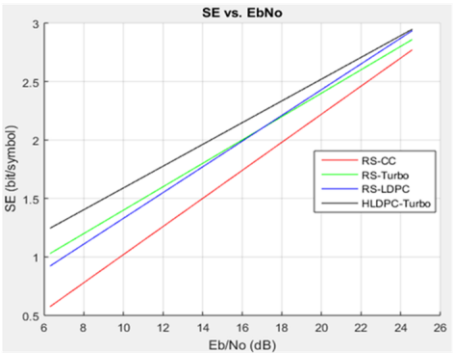
وتتم عملية فك الترميز وفق المخطط:



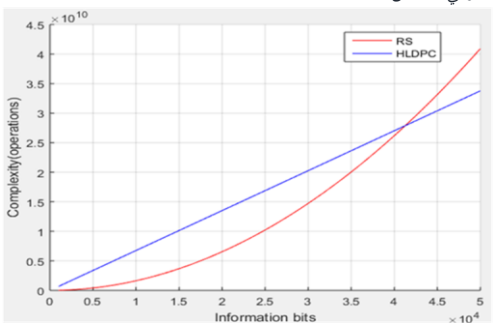
المقاييس المُستخدمة لتقييم الأداء:

1- تُستخدم الفعالية الطيفية مع معدَّل خطأ البت كمعاييرَ لتحليل كفاءة ترميز القناة ونظام التعديل الرقمي المستخدم حيث تُعطى بالعلاقة التالية:

$SE=R_{tot}*\log_2 M * (1-PER)/BW$ ، حيث R_{tot}: معدَّل الترميز الإجمالي، M: عدد الرموز المرسلة وفق نمط التعديل المستخدم، و PER: معدَّل الخطأ الكتلي، BW: عرض مجال القناة. نحصل من خلال المحاكاة البرمجية على الشكل التالي:



2- التعقيد الحسابي: حيث يبين الشكل التالي تأثير استخدام مرمز HLDPC كمرمز خارجي بدلاً من RS :



النتائج والمناقشة

تبيّن نتائج المحاكاة البرمجية تفوّق النموذج المقترح للنماذج الثلاثة الأُخرى فيما يتعلّق بالفعالية الطيفية، إذ يحقق زيادة في الكفاءة الطيفية الوسطى ASE تصل حتى 5%مقارنةً بالنماذج الأخرى، ويعودُ الفضل في ذلك إلى آلية ترميز القناة المقترَحة في النموذج الجديد.لكن من سلبيات هذا النموذج ضعف المرونة في تغيير معدَّل الترميز الخارجي، كما أنه يتفوّقُ على النماذج التقليدية الأخرى أمام الأخطاء العشوائية والأخطاء الرشقية عند العمل على معدلات ترميز منخفضة، بينما يترجع أداؤه تراجعاً كبيراً عند تجاوز طول رشقة الخطأ 2% تقريباً من طول كتلة المعلومات، وذلك عند معدلات الترميز المرتفعة.يسببُ أيضاً استخدامُ ترميز HLDPC بدلاً من RS زيادةً كبيرةً في التعقيد الحسابي لمفكك الترميز، لكنه يبدأ بالتناقص أُسيًّا مع زيادة طول كتلة المعلومات، ويصبح أقل من تعقيد ترميز RS عند تجاوز طول كتلة الدخل لـ 41200 بت.

المراجع

- Mesri M., (2018). Significant Reduction Of Bit Error Rate in 5G-GFDM System Using Concatenated Turbo Code with Low Density Parity Check Code in Fading Channels. J. Electrical Systems 14-1: 118-129.
- Alfiras M., Hadi W., and Jassim A. (2019). Hybrid Concatenated LDPC Codes with LTE Modulation Schemes. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol.10, No. 5.
- Roh, June., Bertrand, Pierre. (2019). Code Block Segmentation and Configuration for Concatenated Turbo and RS Code. U.S. Patent., US 10, 230 , 493 B2.
- B Kamali. (2019). Adaptive Modulation-Coding Scheme for Link Adaptation in Aeronautical Mobile Airport Communications Integrated Communications Navigation and Surveillance . (ICNS) Conference.
- B, Wang1,. P, Chen,. Y, Fang,. F, Lau., AND Z, Lin. (2019). The Design of Vertical RS-CRC and LDPC Code for Ship-based Satellite Communications On-the-move. Citation information: DOI 10.1109/ACCESS. 2019.2895746, IEEE Access.
- S, Belhadj,. A, Lakhdar, R, Bendjillali. (2021). Performance comparison of channel coding schemes for 5G massive machine type communications Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. Vol. 22, No. 2.