جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الإلكترونيات والاتصالات

تحسين أداء نظام التطوُّر طويل الأمد المتقدِّم LTE-Aباستخدام تقانات الشبكات ذاتيَّة التنظيم

Enhancement of LTE Advanced System Performance by Using Self-Organizing Network (SON) Techniques

المهندس طارق موسى الأشهب

الأستاذ الدكتور فريز عبود

الأستاذ الدكتور عبد الكريم السالم

الملخص

قدَّم هذا البحث نمذجة ومحاكاة لخوارزميّات شبكة ذاتية التنظيم SON جديدة باستخدام منصّة ماتلاب MATLAB من أجل إدارة عمليّات تخصيص الموارد وإدارة الحركيّة وتنسيق التداخل في الشبكات غير المتجانسة في النظام LTE-A، وتقييم أداء الخوارزميّات المقترحة من خلال المحاكاة وفق نموذج شبكة غير متجانسة متعدّدة الطبقات مكوَّنة من خلايا ماكرويّة وفمتويّة وبيكويّة. أظهرت نتائج المحاكاة المكثّفة أنَّ الخوارزميّات المقترحة تتفوَّق على الخوارزميّات في الأدبيّات ذات الصلة فيما يتعلّق بجميع مؤشِّرات KPIS المستخدمة في هذا البحث لتقييم الأداء، وهذا يبيّن فعاليّة التحسين المقترح. جرى في هذا البحث تطوير آلية مبتكرة Novel لأمثلة متانة الحركية في الشبكات غير المتجانسة تعتمد على تطوير موديل رياضي جديد يربط معاملات التحكم بالتسليم و سرعة المستخم بعلاقة رياضية جرى من خلالها الحصول على نتائج ممتازة للتسليم مقارنة بالأدبيات ذات الصلة.

القسم النظري

لقد فَرَضَ طلب خدمات اتصال ذاتِ جودة أعلى الكثيرَ من التحديات على النظم اللاسلكيّة. وانطلاقاً من أهميّة هذا البحث فقد جرى تطوير النظام LTE لتلبية الطلب المتزايد على معدّل نقل معطيات عالٍ من خلال استخدام الموارد الراديويّة بكفاءة، وذلك عبر مجموعة من التطوُّرات المتلاحقة مثل النظام LTE-A. ولمواجهة تحدّيات تحسين النظام LTE-A، فإنَّ توظيف تقانات الشبكات ذاتيّة التنظيم SON واستخدامها مع الشبكات غير المتجانسة HetNets يساهم إسهاماً كبير في تقليل عبء إدارة وظائف الشبكة من خلال أتمتة المهام الروتينيّة في الشبكة الخَلَويّة بهدف تبسيط وأمْثَلة إدارة الشبكة و تقليل الاعتماد على العامل البشَري، وتحسين المَوثوقية وجودة الخدمة وتخفيض النفقات على مُشَغِّلي الشبكة.

يهدف هذا البحث إلى تطوير خوارزميّات وطرائق تعتمد على تقانات الشبكات ذاتيّة التنظيم SON من أجل إدارة وتحسين أداء الشبكات غير المتجانسة HetNets في نظام التطوّر طويل الأمد المتقدّم LTE-A،

القسم العملي

قدّم هذا البحث ثلاثة خوارزميات ذاتية التنظيم بهدف أمثلة متانية الحركية وتخصيص الموارد وتنسيق التداخل باعتماد علاقة الجوار التلقائي ANR ضمن سيناريو شبكة غير متجانسة في النظام LTE-A.

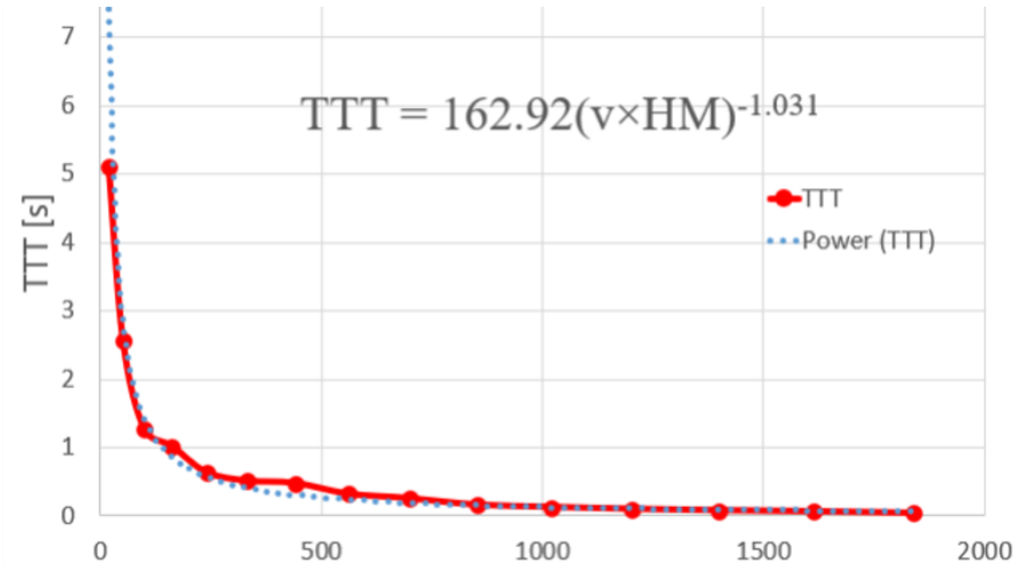
1. خوارزمية أمثلةِ متانة الحركية MRO: تحدد هذه الخوارزميّة الجديدة قيم الموسطات HCPs بشكل تكيُّفي مع كل من موضع المستخدم وسرعتَه. يجري تحقيق ذلك من خلال تطوير توابع رياضيّة مبتكرة تعتمد على موسطات تصميميّة أساسيّة في قرار التسليم، مثل RSRP وSINR. ومن ثمّ، جرى اكتشاف علاقة قوية بين سرعة تجهيزة المستخدم وبين الموسطات HM وTTT.
2. خوارزمية تخصيص الموارد ذاتية التظيم SORRA: تعتمد على تعريف مفهوم العنقود الإفرادي الخاص بكل مستخدم لتنفيذ التخصيص الأمثل لموارد المتاحة
3. خوارزمية تنسيق التداخل ICFAPB

النتائج والمناقشة

جرت محاكاة الخوارزميّات المطوّرة من أجل عدة سيناريوهات تستخدم قيماً مختلفة لعدد المستخدمين وعدد الخلايا الفمتوية. وتم قارنة نتائج المحاكاة مع خوارزميات الأدبيات ذات الصلة من خلال تشغيل هذه الخوارزميات ضمن بيئة المحاكاة المفترضة في هذا البحث.

قدمت خوارزمية أمثلة متانة الحركية المقترحة تحسنا ملحوظاً في الأداء من حيث الحصول على قيم تكاد تكون صفرية لكل من فشل التسليم وتأرجح التسليم متفوقة على خوارزميات الادبيات ذات الصلة حوالي 25% مع حل مشكلة المقايضة الموجودة في الأدبيات ما بين الحصول على معدل منخفض لفشل التسليم و معدل منخفض لتأرجح التسليم

قدّمت خوارزمية تنسيق التداخل لمقترحة تحسّناً مقارنة مع الأدبيات؛ إذ ينخفض مستوى التداخل عن مقابله في الأدبيات بمقدار حوالي dBm[3-4]، ويرتفع مستوى النسبة SINRبحوالي 2.5 ديسيبل عن كل منهما، وكذلك تتحسن إنتاجيّة الشبكة والكفاءة الطيفية بنحو 2Mbps و 8b/sec/Hz على التوالي.



المراجع

[1] A. Alhammadi, M. Roslee, M. Y. Alias, I. Shayea, and A. Alquhali, “Velocity-aware handover self-optimization management for next generation networks,’’ Appl. Sci., vol. 10, no. 4, p. 1354, Feb. 2020.

[2] A. Abdulraqeb, A.M. Yusoff, S. Ibraheem, A. Saddam, “Self-optimization of Handover Control Parameters for Mobility Management in 4G/5G Heterogeneous Networks,’’ Autom. Control Comput. Sci., vol. 53, pp. 441–451, Nov. 2019.

[3] N. Rostomyan, M. Özen and P. Asbeck, "A Ka-Band Asymmetric Dual Input CMOS SOI Doherty Power Amplifier with 25 dBm Output Power and High Back-Off Efficiency," 2019 IEEE Topical Conference on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications (PAWR), 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/PAWR.2019.8708739.

[4] Baoling Zhang, “Handover Control Parameters Optimization in LTE Networks,” Ph.D. thesis, Dept. Elect. Eng, University of Sheffield, Sheffield, April 2018.[5] D. Y. C. Lie , J. C. Mayeda, Y. Li,

[5] Zhenchao Wang, Lisha Bai, (2018), An Interference Coordination Scheme in Ultra-Dense Networks Based on Power Control. Advances in Wireless Communications and Networks. Vol. 4, No. 2, pp. 36-42. doi: 10.11648/j.awcn.20180402.12

[6] Wang, H. C., Woungang, I., Ting, K. C., Tseng, C. C., Kuo, F. C., & Huang, H. T., (2016), Co-tier downlink interference management in dense femtocell networks. International Journal of Communication Systems, 29(17), 2534–2541.

[7] K. C. Ting, H. C. Wang, C. C. Tseng, F. C. Kuo and H. T. Huang, "Downlink Co-tier Interference Mitigation for Femtocell Networks," (2014) Tenth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, pp. 898-901, doi: 10.1109/IIH-MSP.2014.226.