مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

مخطط جديد للتحكم بقبول المكالمات لتقديم نوعية الخدمة في الشبكات اللاسلكية

الدكتور تاج الدين جركس*
الدكتور عدنان معترماوي**
غسان ناصر***

(تاريخ الإيداع 12 / 12 / 2013. قُبِل للنشر في 26/ 1 / 2014)

□ ملخّص □

يعد تقديم ضمانات نوعية الخدمة في مقدمة التحديات التي تواجهها الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة بسبب قلة الموارد من جهة وتنقل المستخدمين من جهة أخرى.

تلعب مخططات التحكم بقبول المكالمات دورا أكثر أهمية في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة وهي تستخدم لتحقيق بعض بارامترات نوعية الخدمة المطلوبة.

يقترح هذا البحث مخططا جديدا للتحكم بقبول المكالمات لتقديم نوعية الخدمة في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة باستخدام معيار أولوية متكيف جديد يقوم بإعطاء أولويات مختلفة لتحقيق هدف نوعية الخدمة على مستوى المكالمة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة.

تبين نتائج المحاكاة الواردة في هذا البحث بأن المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف الجديد بالمقارنة مع مخطط تحديد المكالمات الجديدة يقدم أداء أفضل بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة وهو يضمن أي مستوى مطلوب من نوعية الخدمة لأنواع المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة.

الكلمات المفتاحية: نوعية الخدمة، مخططات التحكم بقبول المكالمات، مخطط تحديد المكالمات الجديدة، قنوات الحماية، احتمال توقيف مكالمة جديدة، احتمال رمي مكالمة مسلَّمة، معيار أولوية.

* أستاذ - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

A New Call Administration Control (CAC) Scheme for Providing Quality of Service (QoS) in Wireless Networks

Dr. Tajedin Jarkas [*]
Dr. Adnan Moatarmawi [**]
Ghassan Nasser [***]

(Received 12 / 12 / 2013. Accepted 26 / 1 / 2014)

□ ABSTRACT □

Because of the lack of resources, on the one hand, and user's mobility, on the other, provision of quality-of-service (QoS) guarantees is considered one of the challenges that wireless cellular mobile networks face. Call Admission Control (CAC) schemes play a more important role in wireless cellular mobile networks. They are used for achieving some desired QoS parameters. This paper proposes a new CAC scheme for providing QoS in wireless cellular mobile networks using a new adaptive priority criterion which gives different priorities for achieving a QoS target on the call level in terms of new call blocking probabilities. The Results of simulation provided in this paper show that the proposed new CAC scheme using the new adaptive priority criterion compared with new call bounding scheme (NCBS) provides a better performance in terms of new call blocking probabilities and guarantees any desired level of QoS for new call types, while keeping priority hands-off calls.

Keywords: Quality of Service (QoS), Call Admission Control (CAC) Schemes, New Call Bounding Scheme (NCBS), Guard Channels (GC), New Call Blocking Probability (NCBP), Hands-off Call Dropping Probability (HCDP), Priority Criterion.

[*] **Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Assistant Professor, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***] **Postgraduate Student, Department of Communication Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تطمح الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة إلى تقديم نوعية الخدمة (QoS) لخدمات مختلفة عبر أجهزة الحوسبة المتنقلة المنخفضة الطاقة والرخيصة الثمن ويعد تقديم نوعية الخدمة (QoS) المطلوبة في مقدمة التحديات التي تواجهها هذه الشبكات بسبب قلة الموارد من جهة وتنقل المستخدمين من جهة أخرى [3-1]، و[14-13].

تشير QoS إلى القدرة على تمييز الخدمة وإعطاء الأولويات بواسطة التحكم بقبول المكالمات (CAC) الذي يعرف بأنه تقنية لتقديم QoS في شبكة بواسطة الحد من النفاذ إلى الموارد حيث أشارت مراجع متعددة إلى عدم إمكانية تقديم QoS في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة بدون CAC [3-1].

يجب أن تضمن خوارزميات CAC عند قبول مكالمة جديدة في شبكة لاسلكية محدودة الموارد عدم انتهاك اتفاقيات مستوى الخدمة ((Service Level Agreements (SLAs) للمكالمات القائمة [4].

يوجد في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة بارامتران أساسيان من بارامترات QoS على مستوى المكالمة هما: احتمال توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمال رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) حيث أن احتمال عدم تخصيص قناة للمكالمة الجديدة هو ما يعرف باحتمال توقيف المكالمة الجديدة واحتمال عدم تخصيص قناة للمكالمة المسلَّمة هو ما يعرف باحتمال رمي المكالمة المسلَّمة [4−1].

تم في البداية تحليل مخططات CAC بافتراض أن جميع المكالمات موزعة بشكل متشابه أي تم افتراض أن أزمنة حجز القنوات من قبل المكالمات الجديدة والمكالمات المسلَّمة موزعة بشكل متماثل وبالتالي تم استخدام سلسلة ماركوف وحيدة البعد (one-dimensional Markov chain) للحصول على احتمالات توقيف المكالمات الجديدة واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة ولكن فيما بعد بيَّن فينغ (Fang) وآخرون بأن هذا الافتراض ليس واقعيا إلى حد كبير ومن الأفضل تعريف أزمنة مختلفة لحجز القنوات وقد استخدمت حلولهم سلسلة ماركوف ثنائية البعد (two-dimensional Markov chain)وتم بالاعتماد على هذا الافتراض اقتراح عدة مخططات CAC ومنها مخططات CAC التي تعتمد على طريقة قنوات الحماية (Guard Channels) التي تقوم بحجز عدد من القنوات لاستخدامها بشكل خاص من قبل أحد الأصناف المدعومة ويشار لهذه المخططات اختصاراً GC CAC (Guard Channels CAC Schemes) [1]، [6−4].

تم اقتراح وتحليل مخططات GC CAC من قبل هونغ ورابابورت (Hong and Rappaport 1999) لإعطاء أولوية للمكالمات المسلَّمة على المكالمات الجديدة وذلك بحجز عدد معين من القنوات يتم استخدامه من قبل المكالمات المسلَّمة فقط [4] [7].

يحافظ هذا البحث على أولوية المكالمات المسلَّمة ويركز على الجزء المخصص للمكالمات الجديدة من أجل اقتراح مخطط جديد للتحكم بقبول المكالمات لتقديم QoS في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة باستخدام معيار أولوية متكيف جديد يقوم بتقديم أولويات مختلفة لتحقيق QoS على مستوى المكالمة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة.

جاءت فكرة معيار الأولوية المقترح في هذا البحث من فكرة معيار العدالة (Fairness Criterion) المقترح في [8] لتحقيق العدالة من أجل مخططات GC CAC التي تعتمد على الصنف ولكن في الاتجاه المعاكس بعيدا عن معيار العدالة باتجاه معيار الأولوية لتقديم أولويات مختلفة لتحقيق QoS على مستوى المكالمة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة.

يستفيد البحث من فكرة العتبة المضاعفة المقترحة في [9] وفكرة تعدد العتبات المقترح في [10] ومن فكرة سياسة التجزئة الكاملة لعرض الحزمة المتاحة في الخلية للمخطط الجديد المقترح في [11] من أجل حركة سير بالزمن الحقيقي بالتركيز على الجزء المحجوز لحركة سير بالزمن الحقيقي (real time traffic).

يقوم البحث بتجزئة القنوات المتاحة في خلية إلى جزأين الأول يتم حجزه للمكالمات الجديدة والثاني للمكالمات المسلَّمة ويقوم بالتركيز على الجزء المحجوز للمكالمات الجديدة من أجل اقتراح المخطط الجديد مع معيار الأولوية المتكيف الجديد ثم يقوم باختبار ومقارنة النتائج مع مخطط تحديد المكالمات الجديدة الذي يضع عتبة تمثل حد المكالمات الجديدة المسموح لها في خلية.

يتميز البحث بتركيزه على العتبات واحتمالات التوقيف المقابلة لهذه العتبات في دراسة وتحليل المخطط الجديد المقترح مع معيار الأولوية المتكيف الجديد المستخدم لتقديم أولويات مختلفة لتحقيق QoS المطلوبة على مستوى المكالمة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة ولذلك فهو يعد مع النتائج التي تم التوصل إليها ذات قيمة علمية هامة في حقل الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من أهمية QoS في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة من جهة ومن أهمية مخططات CAC لتقديم QoS من جهة أخرى.

يهدف البحث إلى اقتراح مخطط جديد للتحكم بقبول المكالمات (CAC scheme) مع معيار أولوية متكيف جديد يستخدم لتقديم أولويات مختلفة لتحقيق QoS المطلوبة على مستوى المكالمة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة.

طرائق البحث ومواده:

يعتمد البحث الطريقة التحليلية في دراسة وتقييم المخطط المقترح مع معيار الأولوية المتكيف الجديد وهو يستخدم برمجيات الماتلاب (MATLAB) لعرض النتائج وتوضيحها.

أولاً- مخططات التحكم بقبول المكالمات (CAC Schemes):

تستخدم مخططات CAC لتقديم QoS المطلوبة في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة وهي تهدف إلى ما يلي:

1- تقديم أولويات مختلفة لأنواع وأصناف الخدمة المدعومة.
2- المحافظة على احتمالات توقيف المكالمات الجديدة ورمي المكالمات المسلَّمة تحت مستويات محددة.
3- منع ازدحام الشبكة مع زيادة الاستخدام.

يتم تصنيف الأبحاث السابقة على مخططات CAC في خمس فئات رئيسية [2] و [3]:

1- مخططات CAC تعتمد على نوعية الإشارة (Signal quality).
2- مخططات CAC تعتمد على حجز قنوات حماية (Guard channel reservation).
3- مخططات CAC تعتمد على طرق الترتيل (Queuing methods).
4- مخططات CAC تعتمد على طرق تقدير نوعية الخدمة (QoS estimation).

5- مخططات CAC تعتمد على طرق تخفيض عرض الحزمة (Bandwidth degradation).

نقوم في هذا البحث باستخدام أحد مخططات GC CAC للمقارنة واختبار كفاءة معيار الأولوية المقترح.

تم في الأصل إيجاد مخططات GC CAC لتقديم أولوية للمكالمات المسلَّمة بواسطة حجز عدد معين من القنوات يتم استخدامه فقط من قبل المكالمات المسلَّمة ولذلك فهي تدعى أحيانا بمخططات الحجز (reservation).

يتم تصنيف مخططات GC CAC في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة بالاعتماد على طريقة وسياسة أولوية المكالمات المسلَّمة كما يلي:

1- **مخططات قنوات الحماية (GC schemes)**: يتم في هذه المخططات حجز بعض القنوات لاستخدامها فقط من قبل المكالمات المسلَّمة.

توجد أربعة أنواع من مخططات قنوات الحماية [1] و [2] وذلك كما يلي :

1-1- **مخططات أولوية القطع (Cutoff priority schemes)**: يتم فيها حجز جزء من عرض حزمة القنوات للمكالمات المسلَّمة وتتم الموافقة على قبول مكالمة جديدة إذا كان العدد الكلي للقنوات المشغولة أقل من عتبة معينة بينما تتم الموافقة على قبول المكالمات المسلَّمة بشكل دائم في حال وجود قناة متاحة في الخلية وعندما يتم تحرير القناة المشغولة من قبل المكالمة المسلَّمة تعود كقناة عامة.

1-2- **مخططات قناة الحماية الجزئية (Fractional GC schemes)**: يتم فيها قبول مكالمة جديدة باحتمال معين يعتمد على عدد القنوات المشغولة حيث تكمن فكرة هذه المخططات في تنحيف (thinning) دفقة المكالمات الجديدة من خلال خنقها بلطف عند إنشاء حركة سير الشبكة ولذلك فهي تدعى أحيانا بمخططات التنحيف (thinning schemes).

يوجد نوعان اثنان من هذه المخططات كما يلي:

1-2-1- مخطط تنحيف المكالمات الجديدة من النوع الأول (New Call Thinning Scheme I):

يتم فيه قبول مكالمة جديدة باحتمال معين يعتمد على عدد القنوات المشغولة من قبل المكالمات الجديدة والمسلَّمة حيث تكمن فكرة هذه المخططات في الخنق بلطف (smoothly throttle) لدفقة

المكالمات الجديدة عند إنشاء حركة سير الشبكة وبالتالي تصبح أنحف عند وصولها إلى الشبكة.

1-2-2- مخطط تنحيف المكالمات الجديدة من النوع الثاني (New Call Thinning Scheme II):

يتم فيه قبول مكالمة جديدة باحتمال معين يعتمد على عدد القنوات المشغولة من قبل المكالمات الجديدة فقط.

1-3- **مخططات تعتمد على التقسيم الصارم (Rigid Division-Based Schemes)**: يتم فيها تقسيم جميع القنوات المخصصة لخلية إلى مجموعتين واحدة للاستخدام المشترك من قبل جميع المكالمات والأخرى للمكالمات المسلَّمة فقط.

1-4- **مخطط تحديد المكالمات الجديدة (New Call Bounding Scheme)**: يتم فيه تطبيق عتبة على عدد المكالمات الجديدة المقبولة في الخلية. سنقوم في هذا البحث بدراسة وتحليل هذا المخطط للمقارنة واختبار معيار الأولوية المقترح وتوضيح النتائج.

2- **مخططات أولوية الترتيل (Queuing Priority (QP) Schemes)**: يتم فيها قبول المكالمات عند وجود قنوات حرة وعندما تصبح جميع القنوات مشغولة يتم ترتيل المكالمات بطرق مختلفة:

- إما أن توضع المكالمات المسلَّمة في رتل ويتم توقيف المكالمات الجديدة.
- أو أن توضع المكالمات الجديدة في رتل ويتم رمي المكالمات المسلّمة.
- أو أن يتم ترتيل جميع المكالمات (الجديدة والمسلَّمة) ويتم تخديمها وفق أولويات معينة.

ثانيا- مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS):

تم اقتراح مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) لتقديم أولوية للمكالمات المسلَّمة بمفهوم احتمال رمي المكالمات المسلَّمة والمحافظة على QoS للمكالمات الجديدة عند مستو معين بمفهوم احتمال توقيف المكالمات الجديدة بالإضافة إلى تجنب ازدحام الخلية وذلك من خلال التحكم مباشرة بعدد المكالمات الجديدة في الخلية.

يعمل مخطط تحديد المكالمات الجديدة كما يلي:

إذا تجاوز عدد المكالمات الجديدة في خلية ما عتبة معينة K (حد المكالمات الجديدة) عند وصول مكالمة جديدة سيتم توقيف هذه المكالمة الجديدة وفيما عدا ذلك سيتم قبولها أو بتعبير آخر يتم قبول مكالمة جديدة إذا كان عدد المكالمات الجديدة في الخلية أصغر أو يساوي عتبة معينة (K) ويتم رمي المكالمات المسلَّمة فقط عندما تكون جميع القنوات (C) في الخلية مشغولة.

الفكرة الأساسية وراء هذا المخطط هي تفضيل قبول المكالمات المسلَّمة على قبول المكالمات الجديدة وذلك لأن المستخدمين أكثر حساسية لرمي مكالماتهم وانقطاعها أثناء قيام المكالمة من توقيفها قبل عملية تأسيس الاتصال.

تم تحليل مخطط تحديد المكالمات الجديدة NCBS في العديد من المراجع مثل [1] و [6].

يتم تطبيق سلسلة ماركوف ثنائية البعد (two-dimensional Markov chain) للحصول على احتمال الحالة المستقرة وحساب احتمال توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمال رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}).

تعرف حالة النظام بواسطة عدد المكالمات الجديدة والمسلَّمة الموجودة في النظام.

يكون فضاء الحالات (state space) محدودا (finite) ويعطى كما يلي:

$$S = \{(n_1, n_2) | 0 \le n_1 \le K\,, n_1 + n_2 \le C\}$$

حيث يشير n_1 إلى عدد المكالمات الجديدة في الخلية و n_2 يشير إلى عدد المكالمات المسلَّمة في الخلية.

ليكن $\mathrm{p}(n_1, n_2)$ يشير إلى احتمال الحالة المستقرة بحيث يوجد في الخلية n_1 مكالمة جديدة و n_2 مكالمة مسلَّمة.

يتم تعريف حمل حركة سير (traffic load) المكالمات الجديدة بالعلاقة $\rho_{\mathrm{n}} = \frac{\lambda_{\mathrm{n}}}{\mu_{\mathrm{n}}}$ حيث λ_{n} هو معدل وصول المكالمات الجديدة و$\frac{1}{\mu_{\mathrm{n}}}$ هو زمن حجز القناة للمكالمات الجديدة ويتم تعريف حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة بالعلاقة $\rho_{\mathrm{h}} = \frac{\lambda_{\mathrm{h}}}{\mu_{\mathrm{h}}}$ حيث λ_{h} هو معدل وصول المكالمات المسلَّمة و$\frac{1}{\mu_{\mathrm{h}}}$ هو زمن حجز القناة للمكالمات المسلَّمة.

يتم بواسطة مخطط انتقال الحالات وضع مجموعة معادلات التوازن الشامل (global balance equations) ومجموعة معادلات التوازن المحلي (local balance) حيث نجد بأن هذه المعادلات تقبل حل الصيغة الجدائية (the product-form solution) التالية:

$$p(n_1,n_2) = \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!}\cdot\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}\cdot p(0,0)\ ,\ 0 \le n_1 \le K, n_1+n_2 \le C, n_2 \ge 0\ .$$

يمثل $p(0,0)$ احتمال أن يكون النظام خالياً من المكالمات ونحصل عليه من شرط التطبيع (normalization) الذي يعبر عنه بالعلاقة $\sum_{(n_1,n_2)\in S} p_{n_1,n_2} = 1$ وذلك كما يلي:

$$p(0,0) = \left[\sum_{0\le n_1\le K, n_1+n_2\le C}\frac{\rho^{n_1}}{n_1!}\cdot\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}\right]^{-1} = \left[\sum_{n_1=0}^{K}\frac{\rho^{n_1}}{n_1!}\sum_{n_2=0}^{C-n_1}\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}\right]^{-1}$$

ومن هنا يتم الحصول على احتمال توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمال رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) وذلك كما يلي [1] و[6]:

$$P_{nb} = \frac{\sum_{n_2=0}^{C-K}\frac{\rho_n^K}{k!}\cdot\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} + \sum_{n_1=0}^{K-1}\frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!}\cdot\frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K}\frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!}\sum_{n_2=0}^{C-n_1}\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}} \quad (1)$$

$$P_{hd} = \frac{\sum_{n_1=0}^{K}\frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!}\cdot\frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K}\frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!}\sum_{n_2=0}^{C-n_1}\frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}} \quad (2)$$

من الواضح أنه عندما يكون $K = C$ فإن المخطط يصبح مخططا غير ذي أولوية.

ثالثاً- وصف المسألة (Problem Description):

بالرغم من أن المكالمات الجديدة غالبا هي التي تحدد عوائد الشبكة والفائدة من النظام [12] لا تميز مخططات GC CAC الواردة في [1] و [6−8] بين أنواع المكالمات الجديدة بل تقوم فقط بإعطاء أولوية للمكالمات المسلَّمة على المكالمات الجديدة وذلك بحجز عدد من القنوات لاستخدامها من قبل المكالمات المسلِّمة فقط.

وبما أن ضمان QoS يتم بواسطة إعطاء أولويات ونظرا لأهمية وجود أنواع مختلفة من المكالمات الجديدة ذات أولويات مختلفة نقوم في هذا البحث بحل مسألة إعطاء الأولويات للتمييز بين أنواع مختلفة للمكالمات الجديدة باستخدام معيار أولوية متكيف جديد يسمح بتمييز الخدمة بين نوعين مختلفين من المكالمات الجديدة وهو يقدم أولويات مختلفة لتحقيق QoS المطلوبة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة كما يمكن من جهة أخرى اعتماد معيار الأولوية المتكيف المقترح في حساب سعر البيع المقابل للخدمة وفق QoS المطلوبة مما يساهم في تخفيض ازدحام الشبكة وتحقيق فائدة عظمى من النظام.

رابعاً- وصف نموذج النظام (Description of system model):

يمثل النظام شبكة متجانسة الخواص (homogenous) بحيث أن ما ينطبق على خلية واحدة ينطبق على بقية الخلايا الأخرى ولذلك فإننا سنكتفي بدراسة خلية واحدة تحتوي على C قناة تصلها مكالمات جديدة بمعدل وصول λ_n وأخرى مسلَّمة بمعدل وصول λ_h. كما يخضع النظام للفرضيات التالية:

- معدل الوصول يخضع لعمليات بواسون (Poisson processes).
- معدل الخدمة يخضع لتوزيع أسي متناقص (negative exponential distribution).
- أزمنة حجز القنوات (انشغال القنوات) من قبل المكالمات الجديدة والمكالمات المسلَّمة هي أزمنة مستقلة وموزعة أسيا ولها قيم وسطية مختلفة.

تصل المكالمات الجديدة من نوعين مختلفين (T_1) و (T_2) بمعدل وصول كلي (total) يساوي مجموع معدل وصول المكالمات الجديدة من النوع الأول (λ_{nT_1}) ومعدل وصول المكالمات الجديدة من النوع الثاني (λ_{nT_2}) أي أن: $\lambda_n = \lambda_{nT_1} + \lambda_{nT_2}$. أزمنة حجز القنوات للمكالمات الجديدة متساوية $(\mu_{nT_1} = \mu_{nT_2} = \mu_n)$.

خامساً- معيار الأولوية المقترح (proposed priority criterion):

5-1- وصف المعيار المقترح (Description of proposed criterion):

نستفيد من مفهوم احتمال توقيف المكالمات الذي يعرف في [12] بأنه النسبة الوسطى (average ratio) لعدد المكالمات التي يتم توقيفها إلى العدد الكلي (total) للمكالمات والذي يشار له أيضاً بدرجة الخدمة (GoS) كما يتم تعريفه في معظم المراجع الواردة في هذا البحث بأنه احتمال عدم تخصيص قناة للمكالمة بسبب انشغال جميع القنوات المخصصة للمكالمات الجديدة.

من أجل تحسين احتمال التوقيف يمكن استخدام عتبات معينة تمثل حدود المكالمات الجديدة المسموح لها في الخلية.

ليكن لدينا العتبة K التي تمثل حد المكالمات الجديدة (من النوعين الأول والثاني) المسموح لها في الخلية بمعنى آخر تمثل العتبة K عدد القنوات المخصصة للمكالمات الجديدة.

نقوم بتجزئة عدد القنوات المتاحة للمكالمات الجديدة إلى جزأين وذلك بتعيين عتبة جديدة T لعدد المكالمات الجديدة المسموح لها في الخلية من النوع الأول فعندها يكون عدد القنوات المخصصة لتخديم المكالمات الجديدة من النوع الثاني هو $K - T$.

يبين الشكل (1) تجزئة القنوات المتاحة في الخلية.

الشكل (1) يبين تجزئة القنوات المتاحة في الخلية

ليكن لدينا P_{nb} هو احتمال التوقيف الكلي (overall blocking probability) للمكالمات الجديدة والذي يُعرَّف بأنه عدد المكالمات الجديدة التي يتم توقيفها (من النوعين الأول والثاني) على العدد الكلي للمكالمات الجديدة.

وبفرض أن P_{nbT_1} هو احتمال توقيف المكالمات الجديدة من النوع الأول (T_1) الذي يمثل عدد المكالمات الجديدة التي يتم توقيفها من النوع الأول على العدد الكلي للمكالمات الجديدة.

نعرِّف معيار الأولوية المقترح (β) بأنه النسبة بين فرق العتبتين (K) و(T) إلى العتبة (K) والتي ترتبط مع احتمالات التوقيف المقابلة وفق العلاقة التالية:

$$\frac{K-T}{\mathrm{K}} = \frac{\text{عدد المكالمات الجديدة التي يتم توقيفها من النوع الأول} \,/\, \text{العدد الكلي للمكالمات الجديدة}}{\text{عدد المكالمات الجديدة التي يتم توقيفها من النوعين} \,/\, \text{العدد الكلي للمكالمات الجديدة}} = \frac{P_{\mathrm{nbT_1}}}{P_{\mathrm{nb}}} = \beta \qquad (3)$$

من الواضح أن قيمة β تتراوح بين الصفر والواحد $(0 \le \beta \le 1)$.

من الواضح أيضا أن معيار الأولوية المقترح يتكيف مع احتمالات التوقيف المقابلة لقيم العتبات المعينة من قبل مدير الشبكة لتحقيق فائدة عظمى من النظام والذي بدوره يعتمد على إحصاءات النظام لمدة طويلة من الزمن.

تعد المكالمات الجديدة من النوع الأول (T_1) ذات أولوية مثالية إذا كان معيار الأولوية (β) مساويا للصفر $(\beta = 0)$ وتعد المكالمات الجديدة من النوع الثاني (T_2) ذات أولوية مثالية إذا كان معيار الأولوية (β) مساويا للواحد $(\beta = 1)$.

5-2- تنفيذ الخوارزمية (Implementation of the algorithm):

ليكن $\mathrm{n_1}$ يشير إلى عدد المكالمات الجديدة الموجودة في الخلية، $\mathrm{n_{1T_1}}$ يشير إلى عدد المكالمات الجديدة من النوع الأول، و $\mathrm{n_{1T_2}}$ يشير إلى عدد المكالمات الجديدة من النوع الثاني.

يتم تنفيذ خوارزمية قبول مكالمة جديدة كما يلي:

1- عندما يكون $0 \le \mathrm{n_{1T_1}} + \mathrm{n_{1T_2}} = \mathrm{n_1} \le K$ يتم الانتقال لإنجاز الخطوتين التاليتين.

وفيما عدا ذلك يتم توقيف المكالمة الجديدة.

2- عندما يكون $0 \le \mathrm{n_{1T_1}} \le T \le K$ يتم قبول المكالمة الجديدة من النوع الأول ثم يتم تحديث $\mathrm{n_{1T_1}}$. وفيما عدا ذلك يتم توقيف المكالمة الجديدة من النوع الأول.

3- عندما يكون $0 \le \mathrm{n_{1T_2}} \le K - T$يتم قبول المكالمة الجديدة من النوع الثاني ثم يتم تحديث $\mathrm{n_{1T_2}}$. وفيما عدا ذلك يتم توقيف المكالمة الجديدة من النوع الثاني.

توجد دلالات أخرى لمعيار الأولوية (β) حيث يمكن النظر إليه أيضاً كعتبة قبول مضاعفة بما أنه لقبول مكالمة جديدة يجب تحقق شرطي العتبتين (K) و(T).

5-3- اختبار معيار الأولوية (The test of the priority criterion):

نقوم فيما يلي باستخدام نتائج مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) من أجل اختبار معيار الأولوية المتكيف الجديد (β).

بفرض أن K هي عتبة النظام التي تمثل عدد القنوات المخصصة للمكالمات الجديدة من النوعين الأول والثاني وأن T هي عتبة تمثل عدد المكالمات الجديدة من النوع الثاني فيكون عدد المكالمات الجديدة من النوع الأول المسموح له في الخلية مساويا $K - T$ حيث أن $0 \le T \le K$.

يعطى احتمال التوقيف الكلي $(\mathrm{P_{nb}})$ المقابل للعتبة K للنظام بالعلاقة (1) ويمكن باستخدام هذه العلاقة حساب احتمال توقيف مكالمة جديدة من النوع الأول $\left(\mathrm{P_{nbT_1}}\right)$ كما يلي:

$$P_{nbT_1} = \frac{K-T}{K} \cdot P_{nb} = \beta \cdot P_{nb} = \beta \cdot \frac{\sum_{n_2=0}^{C-K} \frac{\rho_n^K}{K!} \cdot \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} + \sum_{n_1=0}^{K-1} \frac{\rho^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \sum_{n_2=0}^{C-n_1} \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}} \quad (4)$$

من جهة أخرى تسمح لنا فرضية استقلالية المكالمات بكتابة العلاقة المتبادلة بين احتمال توقيف المكالمات الجديدة من النوع الأول (P_{nbT_1}) واحتمال توقيف المكالمات الجديدة من النوع الثاني (P_{nbT_2}) كما يلي:

$$P_{nb} = P_{nbT_1} + P_{nbT_2} - P_{nbT_1} . P_{nbT_2} \quad (5)$$

حيث P_{nbT_2} هو احتمال توقيف المكالمات الجديدة من النوع الثاني (T_2).

عندها يمكننا حساب احتمال توقيف مكالمة جديدة من النوع الثاني (P_{nbT_2}) كما يلي:

$$P_{nbT_2} = \frac{(1-\beta)\, P_{nb}}{1-\beta\, P_{nb}} = \frac{(1-\beta) \cdot \frac{\sum_{n_2=0}^{C-K} \frac{\rho_n^K}{K!} \cdot \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} + \sum_{n_1=0}^{K-1} \frac{\rho^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \sum_{n_2=0}^{C-n_1} \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}}}{1-\beta \cdot \frac{\sum_{n_2=0}^{C-K} \frac{\rho_n^K}{K!} \cdot \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} + \sum_{n_1=0}^{K-1} \frac{\rho^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \sum_{n_2=0}^{C-n_1} \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}}} \quad (6)$$

النتائج والمناقشة:

نقوم فيما يلي بهدف الاختبار والمقارنة وتوضيح النتائج بعرض جداول وأشكال بيانية تم الحصول عليها من خلال المحاكاة باستخدام برمجيات الماتلاب (MATLAB).

بما أن البحث يركز على العتبات فقد تم تحليل العتبة K كنسبة من مجموع العدد الكلي للقنوات في الخلية $\left(\propto = \frac{K}{C}\right)$.

يبين الجدول (1) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) مقابل قيم معينة للعتبة (K) ويبين الشكل (2) هذه الاحتمالات عندما تتغير العتبة (K) من (0) إلى (C) حيث يبين المحور الأفقي نسبة العتبة (K) إلى مجموع العدد الكلي للقنوات في الخلية (C) (أي أن $\propto = \frac{K}{C}$ (alpha)).

قمنا باعتماد نفس مجال تغير بارامترات المخطط NCBS لإجراء الاختبارات والمقارنة مع هذا المخطط والتي تمت على ثلاث مراحل كما يلي:

المرحلة الأولى: قمنا في المرحلة الأولى باختيار مجموعة البارامترات التالية:

$C = 30$، $K = 15$، $\rho_h = 15$، وجعلنا ρ_n تتغير من 5 إلى 30 فحصلنا على الأشكال (3)، (4) و(5) التي توضح حقيقة تزايد احتمالات توقيف المكالمات الجديدة من النوعين الأول والثاني مع تزايد حمل حركة سير المكالمات الجديدة (ρ_n) وذلك عند قيم مختلفة لمعيار الأولوية $\beta = 0.1 , 0.5 , 0.63$ على الترتيب.

المرحلة الثانية: قمنا في المرحلة الثانية باختيار مجموعة البارامترات التالية:

$C = 30$، $K = 15$، $\rho_n = 15$، وجعلنا ρ_h تتغير من 5 إلى 30 فحصلنا على الأشكال (6)، (7) و(8)

التي تبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة من النوعين الأول والثاني بتغير حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة (ρ_h) وذلك عند قيم مختلفة لمعيار الأولوية $\beta = 0.1, 0.5, 0.63$ على الترتيب والتي توضح أيضاً حقيقة تزايد احتمالات التوقيف مع تزايد حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة (ρ_h).

المرحلة الثالثة: قمنا في المرحلة الثالثة باختيار مجموعة البارامترات التالية:

$C = 30$، $K = 15$، $\rho_n = \rho_h = 15$، وجعلنا معيار الأولوية المقترح (β) يتغير من الصفر إلى الواحد $(0 \leq \beta \leq 1)$ فحصلنا على الشكل (9) الذي يبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة من النوعين الأول والثاني بتغير قيم معيار الأولوية (β) من الصفر إلى الواحد $(0 \leq \beta \leq 1)$.

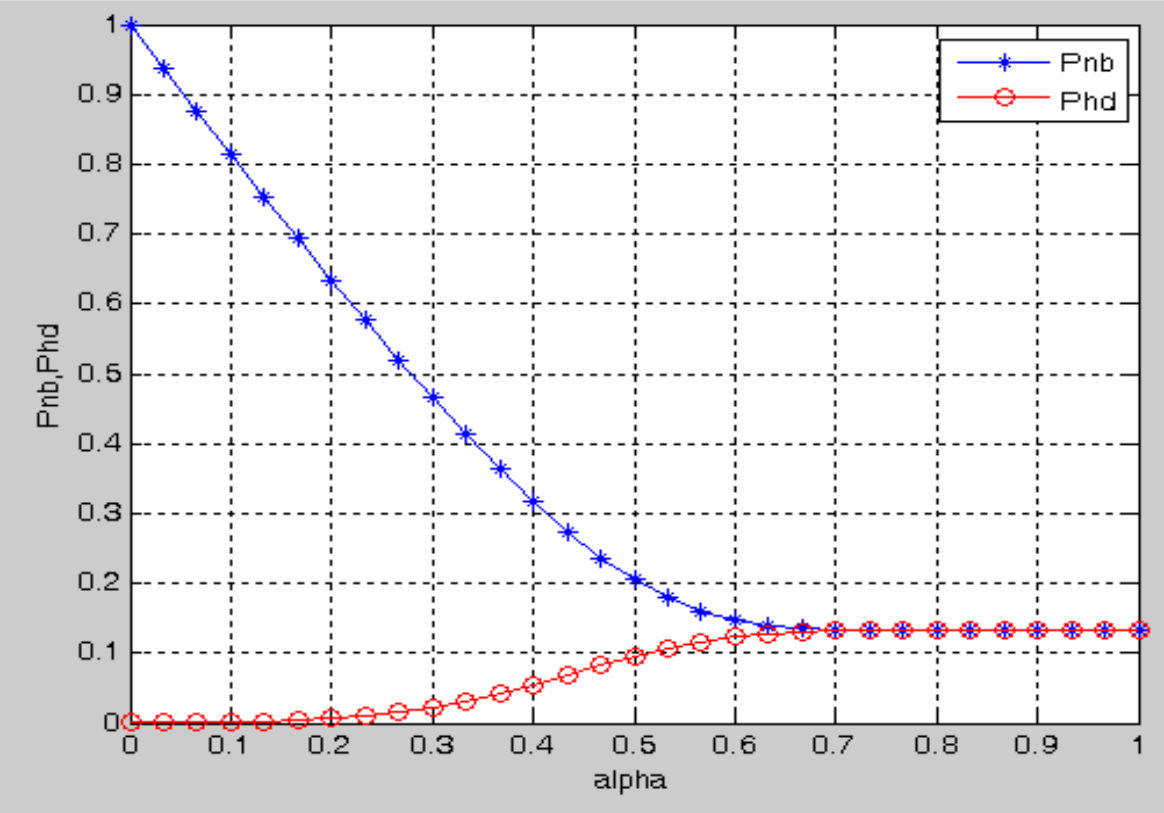
يبين الشكل (9) بأن المكالمات الجديدة من النوع الأول (T_1) تكون ذات أولوية مثالية إذا كان معيار الأولوية (β) مساويا للصفر $(\beta = 0)$ وتكون المكالمات الجديدة من النوع الثاني (T_2) ذات أولوية مثالية إذا كان معيار الأولوية (β) مساويا للواحد $(\beta = 1)$ بحيث يمكننا التعبير عن ذلك بشكل رياضي كما يلي:

$$\beta = 0 \rightarrow P_{nbT_1} = 0 \rightarrow P_{nbT_2} = P_{nb} \rightarrow T = K$$
$$\beta = 1 \rightarrow P_{nbT_1} = P_{nb} \rightarrow P_{nbT_2} = 0 \rightarrow T = 0$$

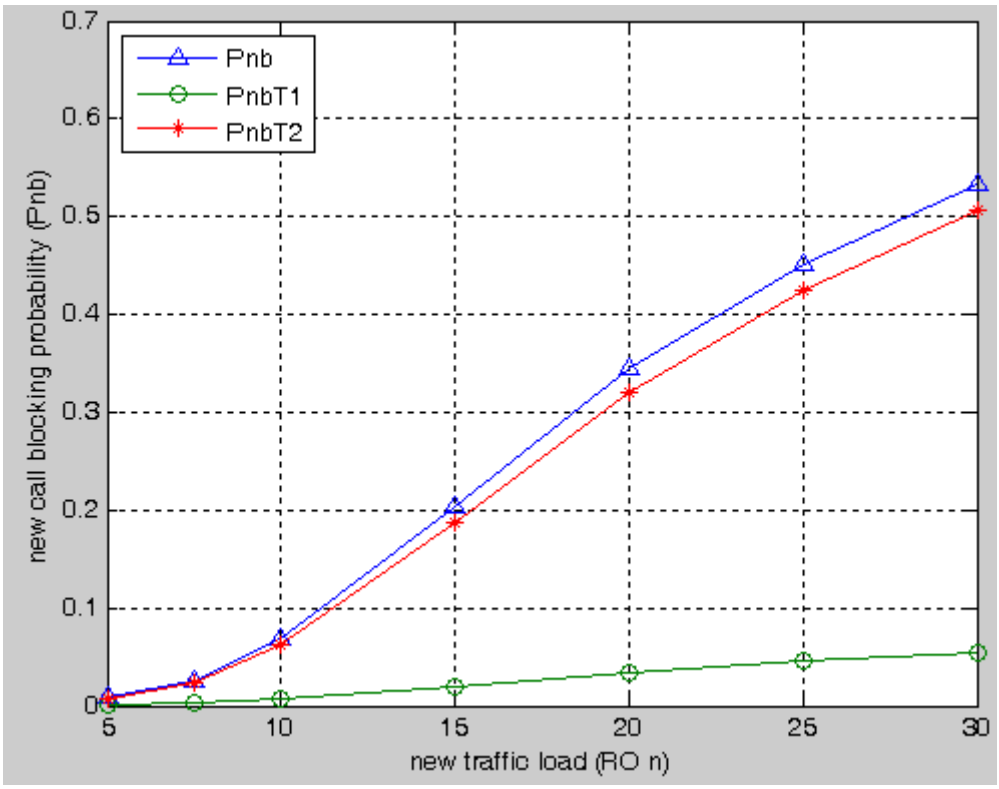
تبين نتائج المحاكاة الواردة في هذا البحث بأن المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف الجديد بالمقارنة مع مخطط تحديد المكالمات الجديدة الذي لا يستخدم هذا المعيار يقدم أداء أفضل بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة وهو يضمن أي مستو مطلوب من QoS لأنواع المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة.

الجدول (1) يبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (Pnb) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (Phd) مقابل قيم معينة للعتبة (K) في مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS)

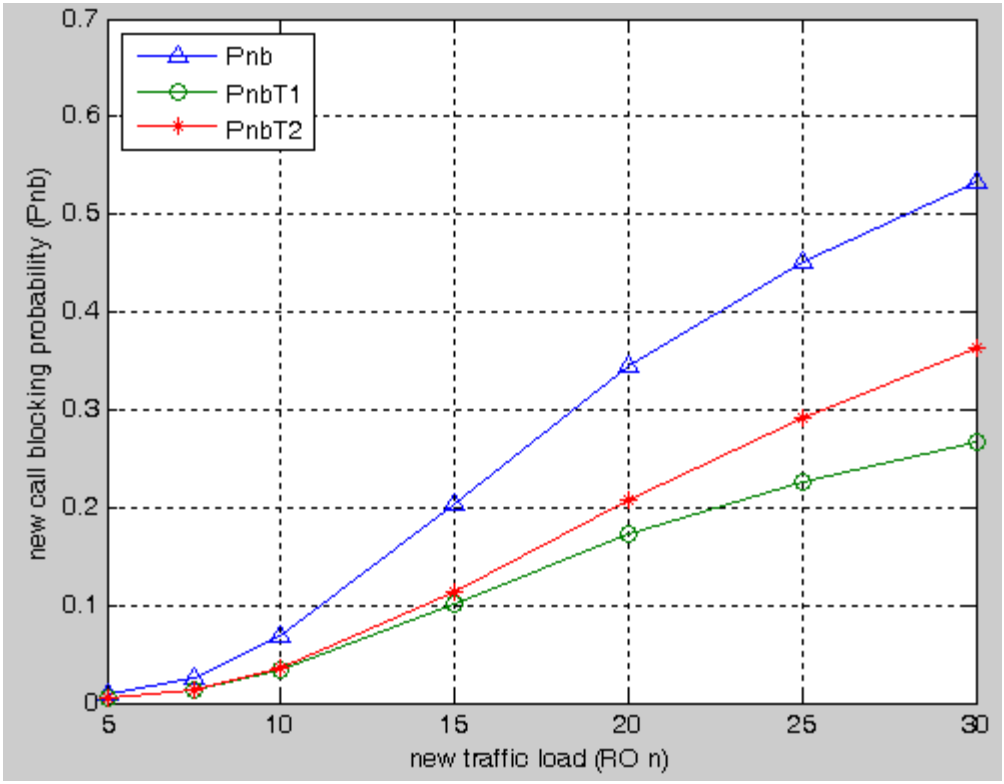
K	Alpha (∝)	Pnb (NCBS)	Phd (NCBS)
0	0	1	0.0002
1	0.0333	0.9375	0.0004
5	0.1667	0.6933	0.0042
10	0.3333	0.4126	0.321
15	0.5	0.2049	0.0954
20	0.6667	0.1357	0.1304
25	0.8333	0.1325	0.1325
29	0.9667	0.1325	0.1325
30	1	0.1325	0.1325



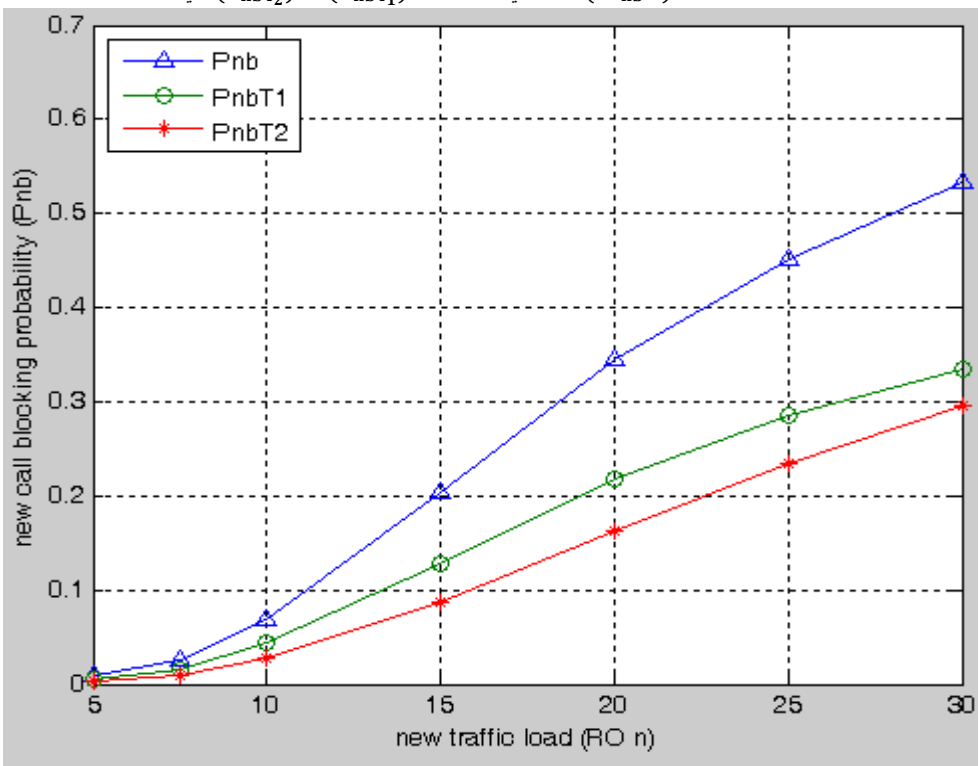
الشكل (2) يبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) بتغير العتبة (K) من 0 إلى C ($1 \geq \propto \geq 0$) في مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS)



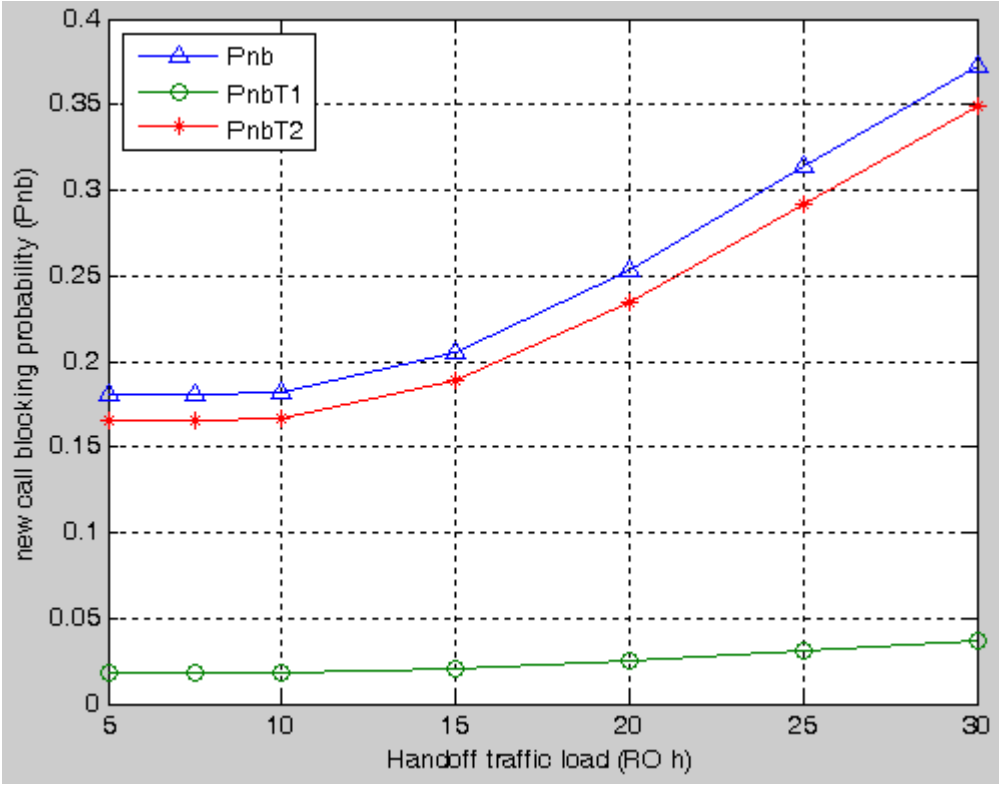
الشكل (3) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات الجديدة عند القيمة $\beta = 0.1$ وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات P_{nbT_1} و P_{nbT_2} في المخطط الجديد المقترح



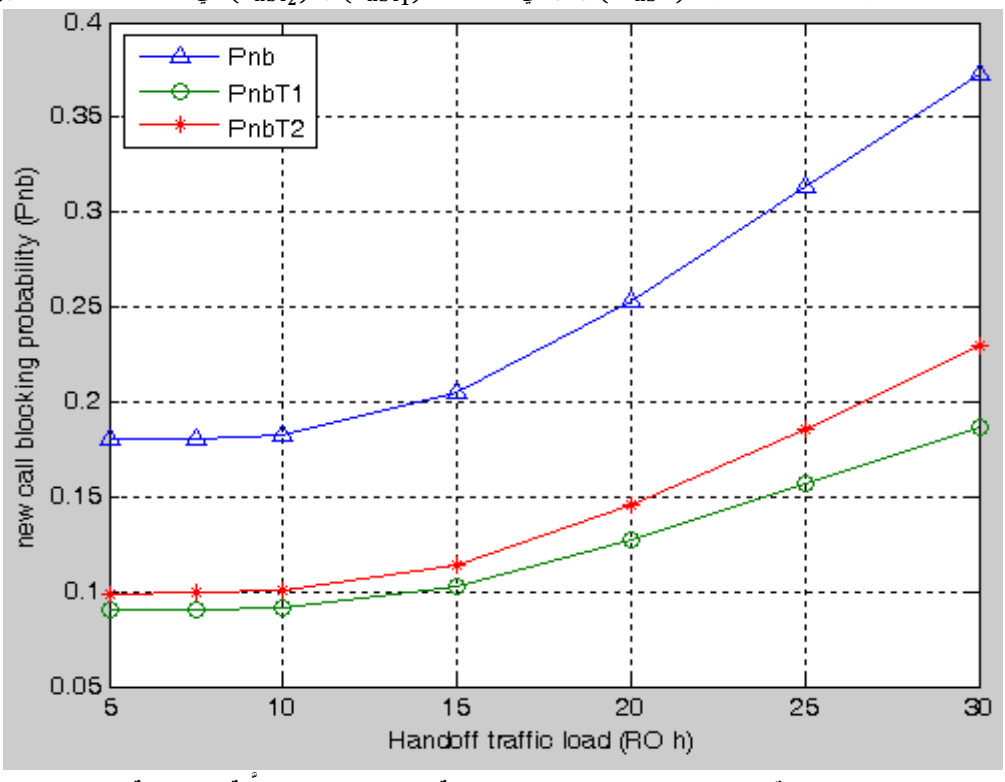
الشكل (4) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات الجديدة عند القيمة $\beta = 0.5$
وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح



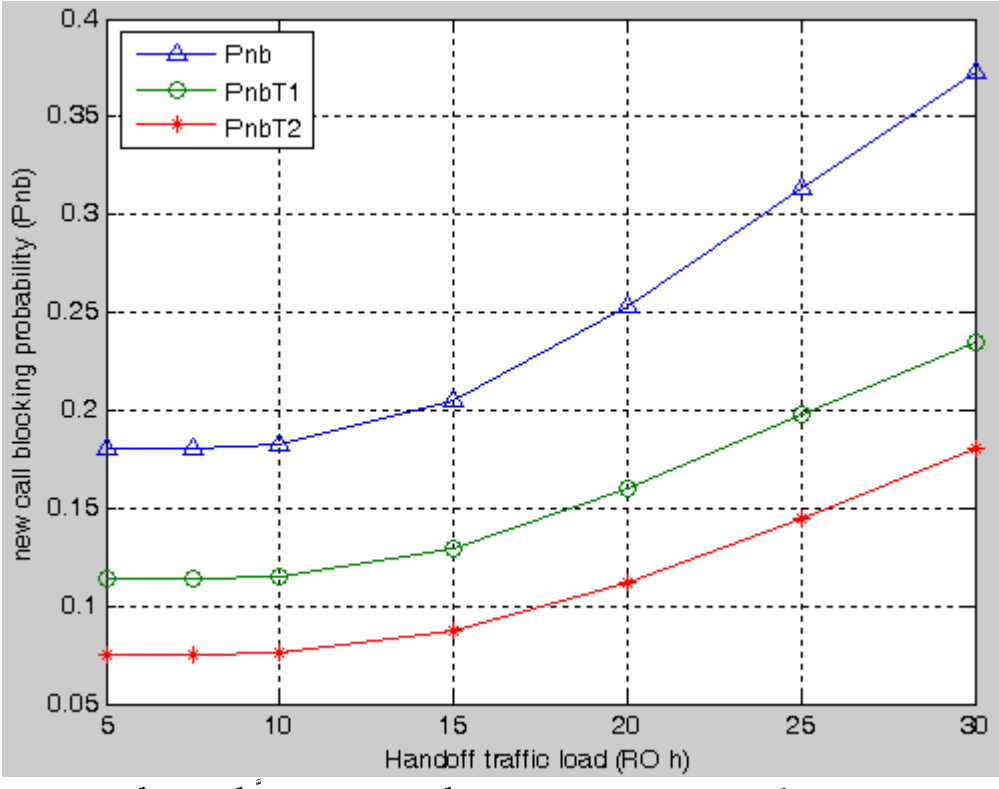
الشكل (5) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات الجديدة عند القيمة $\beta = 0.63$
وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح



الشكل (6) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة عند القيمة $\beta = 0.1$
وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح

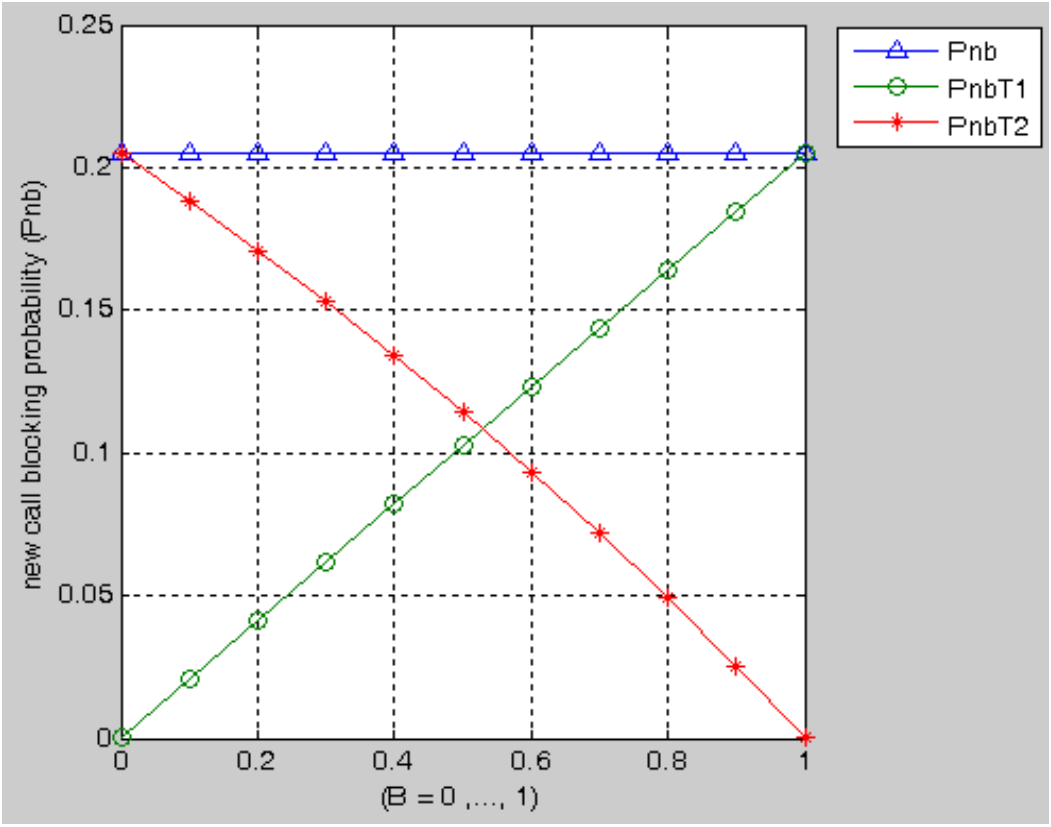


الشكل (7) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة عند القيمة $\beta = 0.5$
وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح



الشكل (8) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة عند القيمة $\beta = 0.63$

وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح



الشكل (9) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بتغير β من الصفر إلى الواحد $(0 \leq \beta \leq 1)$

وذلك لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (P_{nb}) ولنوعي المكالمات (P_{nbT_1}) و (P_{nbT_2}) في المخطط الجديد المقترح

الاستنتاجات والتوصيات:

تم التوصل في هذا البحث إلى استنتاجات أساسية عدّة يمكن أن نوجزها كما يلي:

1- تبين نتائج المحاكاة محاسن المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف لتقديم QoS بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة بالمقارنة مع مخطط تحديد المكالمات الجديدة الذي لا يستخدم هذا المعيار المتكيف.

2- يقوم المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف (β) بتمييز الخدمة وتقديم أولويات مختلفة لتحقيق QoS المطلوبة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة مع المحافظة على أولوية المكالمات المسلَّمة.

3- يقدم المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف (β) ضمانات QoS المطلوبة بإعطاء أولويات مختلفة من خلال الخيارات المرنة للعتبة (T).

4- يقوم المخطط الجديد المقترح الذي يستخدم معيار الأولوية المتكيف (β) بتحسين استخدام الموارد المخصصة للمكالمات الجديد للحصول على فائدة عظمى من النظام.

5- توجد دلالات أخرى لمعيار الأولوية المتكيف (β) حيث يمكن النظر إليه أيضاً كعتبة قبول مضاعفة حيث أنه لقبول مكالمة جديدة يجب تحقق شرطي العتبتين (K) و(T).

6- تتغلب الآلية المقترحة على التفاعل المعقد بين حركتي سير نوعي المكالمات الجديدة T_1 ، و T_2 المتشاركتين بالموارد نفسها.

وبهدف تحقيق فائدة عظمى من معيار الأولوية المتكيف المعروض في هذا البحث نقترح التوصيات التالية:

1- يمكن بهدف تخفيض ازدحام الشبكة من جهة وتحقيق فائدة عظمى من النظام من جهة أخرى اعتماد معيار الأولوية المقترح في حساب سعر البيع المقابل للخدمة وفق QoS المقدمة بواسطة الاختيار الصحيح للعتبات من قبل مدير الشبكة الذي يعتمد بدوره على إحصاءات النظام لمدة طويلة من الزمن.

2- يمكن تعميم الآلية المقترحة لتقديم QoS من أجل n نوع من المكالمات ويمكن تطبيق الأفكار الرئيسية لمعيار الأولوية المتكيف من أجل أي مخطط GC CAC آخر وذلك بسب إمكانية الاختيار المرن للعتبات وسهولة التنفيذ وعدم التعقيد في التصميم.

المراجع:

1- ZHANG, Y., *Call Admission Control schemes and Performance Analysis in Wireless Mobile Networks*, IEEE, 2002, 371-382.

2- Patil, G.I; Kolate, V.S; Sandeep, N., *A QoS Provisioning for 3G Wireless Networks Using Call Admission Control*, International Journal of Electronics, Communication & Soft Computing Science and Engineering, ISSN:2277-9477, Volume 2, Issue2, 2012,53-60.

3- KOLATE,V.S; PATIL,G.I; BHIDE, A.S., *Call Admission Control Schemes and Handoff Prioritization in 3G Wireless Mobile Networks*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), ISSN:2277-3754, Volume 1, Issue 3, March 2012, 92-97.

4- Georgios, I.; Dimitrios, G., *Call Admission Control schemes in Mobile and Wireless Networks*, National Technical University of Athens, Greece, 2010, 1-26.

5- SAHA, K., *A Comparative Study between LFGC and GC Schemes With QoS Guarantees in Different Models Using Call Admission Control Protocol in Cellular Networks*, IEEE , 2009, 232-236.

6- ZAHRA,F; HAMID, B., *A New Call Admission Control scheme Based on New Call Bounding and Thinning II Schemes in Cellular Mobile Networks*, IEEE Transaction on Wireless Communication, 2009, 40-45.

7- Schwartz, M., *Mobile Wireless Communications*, Cambridge University Press, 2005, 258-275.

8-GEORGIOS, I; STRATOGIANNIS, G; JOHN, D. *Efficiency Evaluation of Class-Based Call Admission Control Schemes for Wireless Communications* , Wireless and Satellite Communication Group, IEEE , 2008, 69-73.

9- Tzeng, S.S.; YiLu, H., *Dual-threshold admission control for non-real-time traffic in wireless data networks*, Department of Optoelectronics and Communication Engineering, National Kaohsiung Normal University, No. 62, Shenjhong Road, Kaohsiung 802, Taiwan, ROC, Computer Communications, 2008, 2428–2434.

10- RAMESH BABU, H. S; SATYANARAYANA, P.S. *Call Admission Control Mechanism for optimal QoS in Next Generation Wireless Networks*, B.M.S. College of Engineering , Department of Electronics and Communication Engineering , B.M.S. College of Engineering , Bangalore, INDIA, IEEE, 2010, 350-355.

11- TEWARI, M.; JAMADAGNI, H. S., *A New Call Admission Control scheme for Real-time traffic in Wireless Networks*, Center for Electronics Design and Technology, Indian Institute of Science , INDIA, IEEE, 2003.

12- Manaffar, M; Bakhashi, H; Pilevari, M., *A New Dynamic Pricing Scheme with Call Admission Control to Reduce Network Congestion*, IEEE , 2008, 347-352.

13- Vijay, K. G., *Wireless Communications and Networking*, Printed in the United States of America, Elsevier Inc. 2007, 1-21.

14- STRATOGIANNIS, G; GEORGIOS, I; JOHN, D. *Probabilistic Call Admission Control in Wireless Multiservice Networks*, IEEE , 2009, 746-748.