مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (7) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (7) 2013

مخطط جديد للتحكم بقبول المكالمات في الشبكات اللاسلكية الخلوية

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

(تاريخ الإيداع 3 / 2 / 2013. قُبِل للنشر في 3/ 9 / 2013)

∇ ملخّص ∇

يعتبر ضمان تقديم نوعية الخدمة المطلوبة في مقدمة التحديات التي تواجهها الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة ,بسبب قلة الموارد من جهة وتنقل المستخدمين من جهة أخرى.

تلعب مخططات التحكم بقبول المكالمات دوراً هاما في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة ,وهي تستخدم لتحقيق نوعية الخدمة المطلوبة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة ورمي المكالمات المسلَّمة والمحافظة على هذه الاحتمالات تحت مستويات محددة.

يقوم هذا البحث بدراسة وتحليل وتقييم مخطط تحديد المكالمات الجديدة ,وفق منهجية جديدة تركز على نموذج الضياع المستخدم وعلى العتبة المخصصة للمكالمات الجديدة .ويقترح بالاعتماد على هذا المخطط مخططاً جديداً للتحكم بقبول المكالمات في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة.

يقدم المخطط الجديد المقترح أداء أفضل بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة ورمي المكالمات المسلَّمة.

في نهاية البحث يتم تقديم استنتاجات وتوصيات مناسبة بالإضافة إلى المراجع العلمية التي يستند إليها البحث.

الكلمات المفتاحية: نوعية الخدمة، مخططات التحكم بقبول المكالمات، مخطط تحديد المكالمات الجديدة، احتمال توقيف مكالمة جديدة، احتمال رمي مكالمة مسلَّمة، زمن حجز القناة.

* 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 دكتوراه – قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (35) العدد (7) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (35) No. (7) 2013

A New Call Admission Control Scheme in Wireless Cellular Networks

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

(Received 3 / 2 / 2013. Accepted 3 / 9 / 2013)

∇ ABSTRACT ∇

Because of the lack of resources on one hand and user's mobility on the other hand, the guarantee of providing the desired Quality of Service (QoS) is considered at the head of the challenges that Wireless Cellular Mobile Networks face.

Call Admission Control (CAC) schemes play more important role in Wireless Cellular Mobile Networks. It is used for providing desired QoS in terms of New Call Blocking and Handoff Call Dropping Probabilities, serving it under certain levels.

This paper, according to a new method, presents review over different CAC schemes, investigates, analyzes, and evaluates the New Call Bounding Scheme with the loss model that is used. Based on this scheme, it proposes a new call admission control scheme in Wireless Cellular Mobile Networks.

The new proposed scheme is provide a peter performance in terms of New Call Blocking and Handoff Call Dropping Probabilities.

At the end of paper, in addition to the references, some suitable conclusions and Recommendations were provided.

Keywords: Quality of Service (QoS), Call Admission Control (CAC) Schemes, New Call Bounding scheme, New Call Blocking Probability, Handoff Call Dropping Probability, Channel Holding Time.

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

مقدمة:

يعتبر ضمان تقديم نوعية الخدمة المطلوبة في مقدمة التحديات التي تواجهها الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة, بسبب قلة الموارد من جهة وتنقل المستخدمين من جهة أخرى .حيث تطمح هذه الشبكات إلى تقديم خدمات مختلفة عبر أجهزة الحوسبة المتنقلة المنخفضة الطاقة والرخيصة الثمن [1] و[2].

تلعب مخططات التحكم بقبول المكالمات (CAC) دورا هاما في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة ,وهي تستخدم لتحقيق بعض بارامترات نوعية الخدمة المطلوبة بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة [1] ÷ [5].

يوجد في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة بارامتران من بارامترات نوعية الخدمة (QoS) هما: احتمال توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمال رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) ويكون المطلوب من مخططات CAC هو تحقيق الشرط $P_{\mathrm{hd}} \le P_{\mathrm{nb}}$ والمحافظة على هذين البارامترين تحت مستو محدد [1] ÷ [6].

إن 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 [1] ÷ [6] و [13] ÷ [15].

من وجهة نظر المستخدم يكون توقيف مكالمة جديدة أقل حساسية من رمي مكالمة مسلَّمة ,ولذلك فقد تم اقتراح عدة مخططات CAC تعتمد على أولوية المكالمات المسلَّمة [1] ÷ [6] و [13] ÷ [15].

تم في البداية تنفيذ تحليل مخططات CAC بافتراض أن جميع المكالمات موزعة بشكل متماثل ,بمعنى آخر لقد تم افتراض أن أزمنة حجز القنوات للمكالمات 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 المسلمة، وفيما بعد بيَّن فينغ (Fang) وآخرون بأن هذا الافتراض ليس واقعيا إلى حد كبير ومن المناسب أكثر لمخططات CAC تعريف أزمنة مختلفة لحجز القنوات ,واستخدمت حلولهم سلسلة ماركوف ثنائية البعد (two-dimensional Markov chain) .وتم بالاعتماد على هذا الافتراض الأخير اقتراح عدة مخططات CAC .ومنها مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) الذي يقوم بوضع عتبة على عدد القنوات المشغولة من قبل المكالمات الجديدة [1] و[5].

توجد عدة بحوث تناولت مخطط تحديد المكالمات الجديدة ,ولكن الميزة الفريدة لهذا البحث هي أنه يركز بشكل أساسي على دراسة وتحليل وتقييم هذا المخطط مع نموذج الضياع المستخدم وفق منهجية جديدة ,ويقترح بالاعتماد على هذا المخطط مخططاً جديداً له أداء أفضل بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة بالإضافة إلى تقديم نظرة عامة على مخططات CAC.

يقوم البحث بتحليل مخطط تحديد المكالمات الجديدة وفق منهجية جديدة تركز على تغير احتمالات التوقيف والرمي مقابل العتبة عند تساوي حمل حركة سير المكالمات الجديدة ρ_n وحمل حركة سير المكالمات المسلَّمة ρ_h ,ويقدم خوارزميتين الأولى لقبول مكالمة جديدة زائدة باحتمال a_{n+} يتم تحديده بعلاقة معينة ,والثانية لقبول مكالمة مسلَّمة زائدة باحتمال a_{h+} يتم تحديده بعلاقة أخرى معينة.

يختلف المخطط الجديد المقترح في هذا البحث عن المخطط الجديد المقترح في [6] الذي يعتمد أيضا على مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) بالإضافة إلى مخطط آخر احتمالي والذي يقبل مكالمة جديدة زائدة باحتمال معين (α) وهو يركز على تغير احتمالات التوقيف والرمي مقابل الحمل.

المخطط الجديد المقترح مدروس باستخدام سلسلة ماركوف ثنائية البعد ويأخذ بعين الاعتبار أزمنة حجز مختلفة للقنوات ,وهذا ما يجعله متكيفا للعمل في الشبكات اللاسلكية الخلوية للجيل الثاني المحسن (2.5G) ,والأجيال التي بعده (3G/4G) بالإضافة إلى الشبكات اللاسلكية للجيل القادم (NGWN) [1]، [5]، و[16].

يعد هذا البحث مع النتائج التي توصل إليها ذا قيمة علمية هامة في حقل الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من أهمية مخططات التحكم بقبول المكالمات في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة,

وهو يهدف إلى اقتراح مخطط جديد يعتمد على مخطط تحديد المكالمات الجديدة بعد دراسة وتحليل وتقييم هذا المخطط ,وفق منهجية جديدة تركز على نموذج الضياع المستخدم وعلى العتبة المخصصة للمكالمات الجديدة بالإضافة إلى تقديم نظرة عامة على مخططات التحكم بقبول المكالمات.

طرائق البحث ومواده:

يعتمد البحث الطريقة التحليلية في الدراسة والتقييم واقتراح المخطط الجديد ومقارنته مع مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) وهو يستخدم برمجيات الماتلاب (MATLAB) لعرض النتائج وتوضيحها.

1- مخططات التحكم بقبول المكالمات (CAC Schemes):

لمعرفة موقع هذا البحث بين مخططات CAC سنقوم فيما يلي بإجراء عرض سريع مخططات CAC في شبكات اتصالات البيانات.

1-1- أهداف مخططات CAC (Objectives of CAC Schemes) [1]، [6] و[7]:

تستخدم مخططات التحكم بقبول المكالمات (CAC) لتحقيق نوعية الخدمة المطلوبة , وتعتبر استراتيجيات هامة لتحديد عدد المكالمات المتصلة مع الشبكة وتهدف إلى: تقديم أولويات مختلفة لأصناف الخدمة المدعومة، المحافظة على احتمالات توقيف المكالمات الجديدة ورمي المكالمات المسلَّمة تحت مستويات محددة، ومنع الازدحام مع زيادة استخدام الشبكة.

1-2- تصنيف مخططات CAC (Classification of CAC Schemes):

يتم تصنيف مخططات CAC بطريقتين وذلك كما يلي [1] و[7]:

1-2-1- التصنيف الأول لمخططات CAC: يتعلق النوع الأول من التصنيف بنوع الخدمة المقدَّمة للمستخدم من قبل الشبكة وهو يصنف الخدمات في ثلاث فئات عريضة كما يلي:

1-2-1-1- الخدمة المضمونة (guaranteed service) وتسمى أيضا نموذج الخدمة التقليدية (traditional service model): فيه تستخدم خوارزميات التحكم بالقبول مواصفات استدلالية للمصادر لحساب سلوك الحالة الأسوأ للتدفقات القائمة والتدفقات القادمة.

1-2-1-2- الخدمة الاحتمالية (probabilistic service): يتم فيها استخدام المواصفات الإحصائية لحركة السير (traffic) لضمان حدود لكل من معدل ضياع وتأخير الرزم ويتم بشكل معياري تنفيذ هذا النوع من الخدمة بتخصيص كل مصدر بعرض حزمة مكافئة بحيث تكون أكبر من معدله الوسطي (average rate) وأصغر من المعدل الذروي (peak rate).

1-2-1-3- الخدمة المتوقعة أو المتنبأ بها (predictive service): يتم فيها التسامح مع انتهاكات حدود التأخير العَرَضية وقد تم اقتراحها للتطبيقات التي تسمح بهذه الانتهاكات.

2-2-1- التصنيف الثاني لمخططات CAC: يشير النوع الثاني من التصنيف بشكل خاص إلى الشبكات اللاسلكية وهو يصنف مخططات CAC اللاسلكية في فئتين عريضتين وذلك بالاعتماد على سياسة أولوية المكالمات المسلَّمة كما يلي:

1-2-2-1- مخططات قنوات الحماية (Guard channel (GC) schemes): يتم فيها حجز بعض القنوات لاستخدامها من قبل المكالمات المسلَّمة فقط. توجد أربعة أنواع من هذه المخططات كما يلي:

1- **مخططات أولوية القطع (Cutoff priority schemes):** يتم فيها حجز جزء من القناة (عرض حزمة القناة) 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.

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

-**مخطط تنحيف المكالمات الجديدة نوع أول (new call thinning scheme I):** يتم فيه قبول مكالمة جديدة باحتمال معين يعتمد على عدد القنوات المشغولة من قبل جميع المكالمات الجديدة والمسلَّمة .(الفكرة وراء هذه المخططات هي الخنق بلطف (smoothly throttle) لدفقة المكالمات الجديدة عند إنشاء حركة سير الشبكة وبالتالي تصبح أنحف عندما تصل الشبكة).

-**مخطط تنحيف المكالمات الجديدة نوع ثان (new call thinning scheme II):** يتم فيه قبول مكالمة جديدة باحتمال معين يعتمد على عدد القنوات المشغولة من قبل المكالمات الجديدة فقط.

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.

4- **مخطط تحديد المكالمات الجديدة (New call bounding scheme):** يتم فيه تنفيذ عتبة على عدد المكالمات الجديدة المقبولة في الخلية.

2-2-2-1- مخططات أولوية التصفيف (Queuing priority (QP) schemes): يتم فيها قبول المكالمات عند وجود قنوات حرة وعندما تصبح جميع القنوات مشغولة يتم تصفيف المكالمات بطرق مختلفة.

2- نموذج النظام (System Model):

يمثل النظام المدروس شبكة متجانسة الخواص (homogenous) 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 القناة (انشغال القناة) من قبل المكالمات الجديدة والمكالمات المسلَّمة هي أزمنة مستقلة وموزعة أسيا وتمتلك قيما وسطية مختلفة.

3- مخطط تحديد المكالمات الجديدة (New Call Bounding Scheme):

تم اقتراح مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) من أجل تقديم نوعية الخدمة المطلوبة للمكالمات المسلَّمة بمفهوم احتمال رمي المكالمات المسلَّمة والمحافظة على نوعية الخدمة للمكالمات الجديدة عند مستو معين بالإضافة إلى تجنب ازدحام الخلية وذلك من خلال التحكم مباشرة بعدد المكالمات الجديدة في الخلية.

3-1- مبدأ عمل مخطط تحديد المكالمات الجديدة: 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 يتم توقيف هذه المكالمة الجديدة 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 [1] و[6].

3-2- تحليل مخطط تحديد المكالمات الجديدة: ليكن $p(n_1, n_2)$ يشير إلى احتمال الحالة المستقرة (يوجد في الخلية n_1 مكالمة جديدة و n_2 مكالمة مسلَّمة)، فيكون لدينا من معادلة التوازن ما يلي [1] و[6]:

$$p(n_1, n_2) = p(n_1, 0) \cdot p(0, n_2) = \frac{\rho^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} \cdot p(0,0)$$

ونحصل من معادلة التطبيع (normalizing equation) على ما يلي:

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

من هنا يتم استنتاج احتمال توقيف المكالمة الجديدة واحتمال رمي المكالمة المسلَّمة لنحصل على ما يلي:

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

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

تشير الرموز الواردة في العلاقتين السابقتين إلى ما يلي:

n_1 - عدد المكالمات الجديدة، n_2 - عدد المكالمات المسلَّمة، و K - العتبة المحددة لقبول المكالمات الجديدة.

يُعرَّفُ حمل حركة سير (traffic load) المكالمات الجديدة كما يلي: $\rho_n = \frac{\lambda_n}{\mu_n}$ حيث: λ_n– معدل وصول المكالمات الجديدة، $\frac{1}{\mu_n}$ – زمن حجز القناة للمكالمات الجديدة؛ ويُعرَّفُ حمل حركة سير المكالمات المسلَّمة كما يلي: $\rho_h = \frac{\lambda_h}{\mu_h}$ حيث: λ_h– معدل وصول المكالمات المسلَّمة، $\frac{1}{\mu_h}$ – زمن حجز القناة للمكالمات المسلَّمة.

تنشأ العلاقات السابقة بتطبيق سلسلة ماركوف ثنائية البعد (two-dimensional Markov chain) للحصول على احتمال الحالة المستقرة واستنتاج صيغة إرلانغ B (Erlang B) ثنائية البعد لنموذج الضياع المستخدم (M/M/s/s) مع فضاء الحالات (state space) المعرف كما يلي [1]، [6]:

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

4- النموذج M/M/s/s بوجود صنفين من المكالمات:

من أجل تعميق فهم نموذج الضياع المستخدم M/M/s/s نقوم بتحليل رياضي لهذا النموذج بوجود صنفين من المكالمات واستنتاج صيغة إرلانغ B ثنائية البعد (two-dimensional Erlang B formula).

4-1- وصف النموذج (Model Description):

يتصف النموذج M/M/s/s بوجود s مخدِّم وبالسعة المحدودة (الرمز s الأخير يمثل تحديداً لعدد الزبائن) كما يتميز بعدم وجود انتظار في الرتل وبالتالي فإن المكالمات الواصلة عندما تكون جميع المخدِّمات (s) مشغولة يتم توقيفها وضياعها ومن هنا يدعى هذا النموذج بنموذج ضياع (Loss Model) [8] ÷ [11].

يتم التركيز في النظام على احتمال التوقيف (blocking probability) في الحالة المستقرة التي تكون فيها جميع المخدِّمات مشغولة وبالتالي يتم توقيف وضياع أي وصول جديد.

نلاحظ بأنه عندما يكون الزمن الوسطي لحجز قناة المكالمات الجديدة مساويا للزمن الوسطي لحجز قناة المكالمات المسلَّمة (أي أن $1/\mu_n = 1/\mu_h$) فإنه يتعذر تمييز صنف المكالمة وعندها يتم نمذجة النظام بواسطة النموذج M/M/s/s بمعدل واحد للوصول λ حيث $\lambda = \lambda_n + \lambda_h$ ويكون زمن الخدمة واحد لجميع المكالمات وله توزيع أسي بالوسطي $1/\mu$ وعندها تعطى حركة السير المقدَّمة (offered traffic) كما يلي $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$

وتكون الحالة (state) مساوية للعدد الكلي للمكالمات في الخلية.

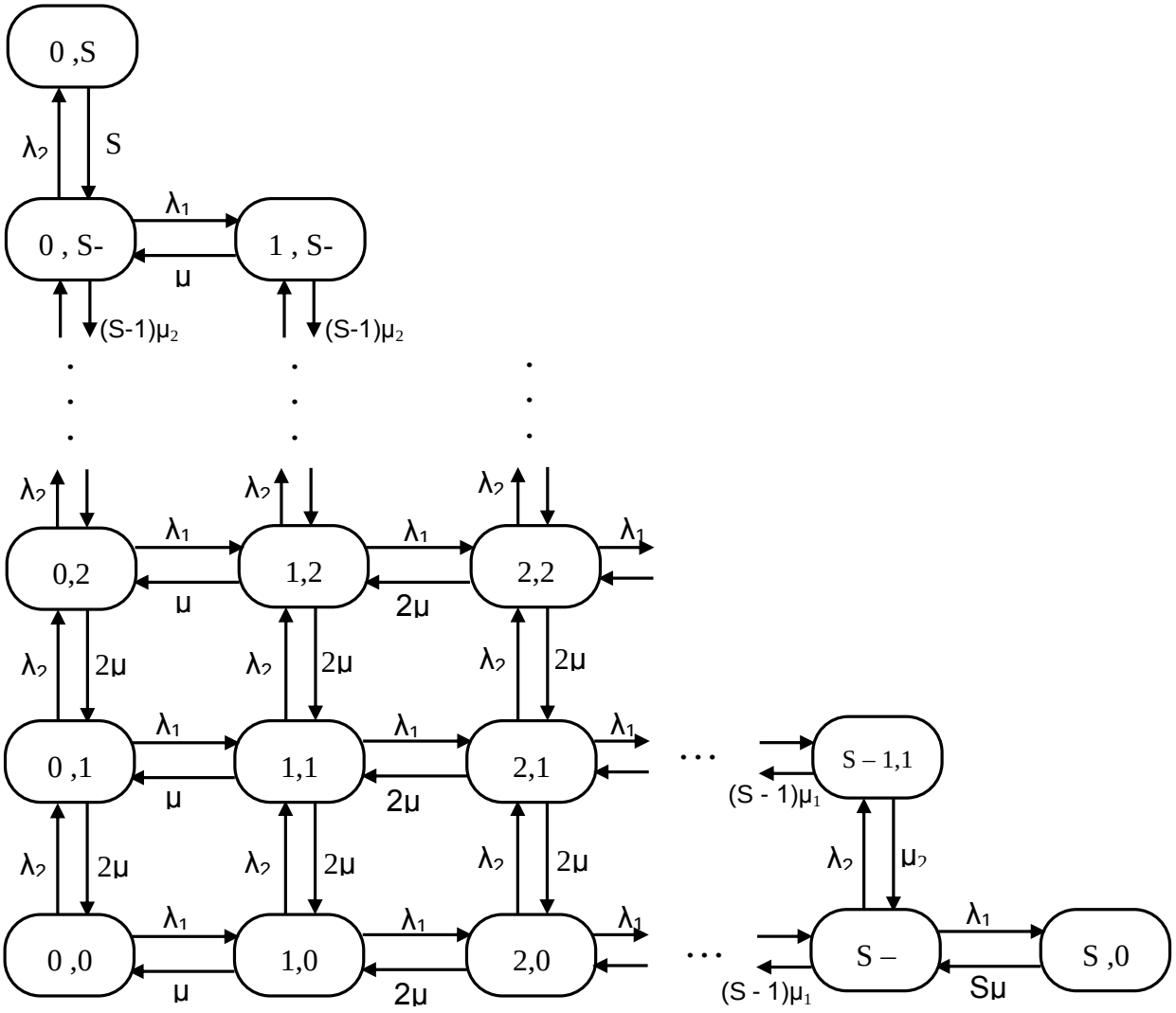
في هذه الحالة يعطى احتمال التوقيف بواسطة صيغة إرلانغ B (Erlang B formula) المعروفة جيدا ($P_{lost} = P_s = \frac{\alpha^s/_{s!}}{\sum_{j=0}^{s} \alpha^j/_{j!}}$) والمستنتجة باستخدام سلسلة ماركوف أحادية البعد.

من جهة أخرى إذا كان $1/\mu_n \neq 1/\mu_h$ فعندئذ لا يحدد العدد الكلي للمكالمات الموجودة في الخلية السلوك الإحصائي للنظام بل نحتاج إلى معرفة عدد المكالمات من كل صنف.

ومن هنا فإن نموذج سلسلة ماركوف المناسب يستلزم حالة ثنائية البعد تتضمن (n_1, n_2) حيث n_1 عدد المكالمات الجديدة و n_2 عدد المكالمات المسلَّمة في الخلية.

4-2- صيغة إرلانغ B ثنائية البعد للنموذج M/M/s/s بوجود صنفين من المكالمات:

يبين الشكل (1) مخطط معدل انتقال الحالة (state transition rate diagram) الثنائية البعد لنموذج الضياع M/M/s/s بوجود صنفين من المكالمات ويوضح الشكل (2) التوازن الشامل (global balance) والتوازن المحلي (local balance) لهذا النموذج [10] و[11].



الشكل (1) يبين مخطط معدل انتقال الحالة ثنائية البعد لنموذج الضياع M/M/s/s بوجود صنفين من المكالمات

لاستنتاج صيغة إرلانغ B ثنائية البعد سنختار مجموعة جديدة من الرموز لتمييزها عن الرموز المستخدمة في مخطط تحديد المكالمات الجديدة والمخطط الجديد المقترح.

تصل المكالمات من الصنف الأول (1) ومن الصنف الثاني (2) وفق عمليات بواسونية مستقلة بالمعدلين λ_1 و λ_2 على الترتيب وتشغل كل مكالمة مخدِّما واحدا فقط.

زمن الخدمة لكل مكالمة له توزيع أسي بالوسطي $1/\mu_1$ للصنف الأول و $1/\mu_2$ للصنف الثاني.

يتم تعريف حالة النظام بمعرفة عدد المكالمات الموجودة في النظام من الصنفين الأول والثاني ويتم توقيف أية مكالمة تصل عند انشغال جميع المخدِّمات.

يشار إلى عدد المكالمات الموجودة في النظام من الصنفين الأول والثاني بالرمز (j,k) حيث j وk هما عدد المكالمات من الصنف الأول وعدد المكالمات من الصنف الثاني على الترتيب.

يعرف فضاء الحالات المحدود كما يلي: $\Omega = \{(j,k): \mathrm{j} + \mathrm{k} \le \mathrm{s}, \mathrm{j} \ge 0, \mathrm{k} \ge 0\}$

تتبع الحالات عملية الولادة والوفاة ثنائية البعد (Two-Dimensional Birth-Death Process) ويحسب عدد الحالات بالعلاقة التالية [11]: $(s+1)(s+2)/2$

ليكن $p_{j,k}$ يشير إلى احتمال وجود j مكالمة من الصنف الأول في النظام ووجود k مكالمة من الصنف الثاني في النظام في زمن معين في وضع التوازن.

تعطى مجموعة معادلات التوازن الشاملة من أجل $\{P_{j,k;}\ (j,k) \in \Omega\}$ من الشكل (2.a) كما يلي:

$$ì_1 p_{1,0} + ì_2 p_{0,1} = (\lambda_1 + \lambda_2) p_{0,0}$$

$$ë_1 p_{j-1,0} + (j+1) ì_1 p_{j+1,0} + ì_2 p_{j,1} = (\lambda_1 + \lambda_2 + j ì_1) p_{j,0}\ , 1 \le j \le s-1$$

$$ë_1 p_{s-1,0} = s ì_1 p_{s,0}$$

$$ë_2 p_{0,k-1} + ì_1 p_{1,k} + (k+1) ì_2 p_{0,k+1} = (\lambda_1 + \lambda_2 + k ì_2) p_{0,k}\ , 1 \le k \le s-1$$

$$ë_2 p_{0,k-1} = s ì_2 p_{0,s}$$

$$ë_1 p_{j-1,k} + ë_2 p_{j,k-1} + (j+1) ì_1 p_{j+1,k} + (k+1) ì_2 p_{j,k+1}$$
$$= (\lambda_1 + \lambda_2 + j ì_1 + k ì_2) p_{j,k}\ , \quad 1 \le j,k \le s-1, j+k \le s-1$$

$$ë_1 p_{j-1,k} + ë_2 p_{j,k-1} = (j ì_1 + k ì_2) p_{j,k}, \quad 1 \le j,k \le s-1, j+k = s$$

عدد المعادلات هو $(s+1)(s+2)/2$ الذي هو نفس عدد الحالات.

لحل مجموعة المعادلات السابقة نحتاج إلى معادلة أخرى وهي معادلة شرط التطبيع $(\sum_{(j,k)\in\Omega} P_{j,k} = 1)$.

تكافئ مجموعة المعادلات السابقة مجموعة معادلات التوازن المحلية التالية (الشكل (2.b):

$$j ì_1 p_{j,k} = ë_1 p_{j-1,k} \quad 1 \le j \le s, 0 \le k \le s$$

$$k ì_2 p_{j,k} = ë_2 p_{j,k-1} \quad 1 \le j \le s, 1 \le k \le s$$

يتم تحقيق هذه المعادلات بحل الصيغة المغلقة التالية: $p_{j,k} = \frac{1}{G(s)} \frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^k}{k!}\ , (j,k) \in \Omega$

حيث: $á_1 := \lambda_1/\mu_1$ هي حركة السير المقدَّمة من الصنف الأول، و $á_2 := \lambda_2/\mu_2$ هي حركة السير المقدَّمة من الصنف الثاني.

من شرط التطبيع (normalization condition) الذي هو $\sum_{(j,k)\in\Omega} P_{j,k} = 1$ يمكن إيجاد الثابت $G(s)$ الذي يسمى ثابت التطبيع (normalization constant) والذي يضمن بأن يكون $p_{j,k}$ توزيعا احتماليا كما يلي:

$$G(s) = \sum_{(j,k)\in\Omega} \frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^k}{k!} = \sum_{j=0}^{s} \sum_{k=0}^{s-j} \frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^k}{k!}$$

$$= \sum_{i=0}^{s} \sum_{j=0}^{i} \frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^{i-j}}{(i-j)!} = \sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_2)^i}{i!} \sum_{j=0}^{i} \binom{i}{j} \binom{\alpha_1}{\alpha_2}^j$$

$$= \sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_2)^i}{i!} \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^j = \sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^i}{i!}$$

حيث قمنا بتبديل المتغير $j+k$ بالمتغير i (أي أن $j+k=i$) واستخدمنا نظرية ثنائي الحدين.

من هنا نحصل على احتمال الحالة (state probability) بشكل واضح كما يلي:

$$P_{j,k} = \frac{\frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^k}{k!}}{\sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^i}{i!}}\ , (j,k) \in \Omega$$

ليكن Ω_l هو فضاء الحالة الذي يكون فيه العدد الكلي للمكالمات في النظام هو l فعندها يكون:

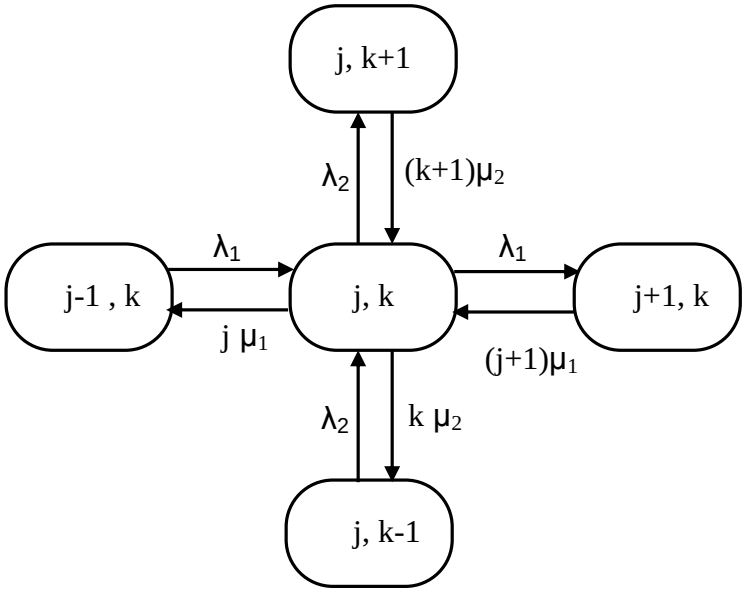
$$\Omega_l := \{(j,k): j+k = l, j \ge 0, k \ge 0\}\ , 0 \le l \le s$$

عندئذ يكون لدينا احتمال وجود l مكالمة في النظام كما يلي:

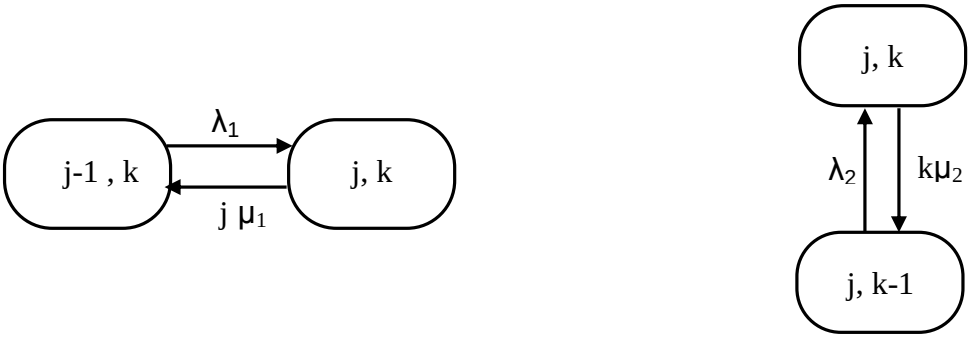
$$P\{(j,k) \in \Omega_l\} = \sum_{(j,k)\in\Omega_l} p_{j,k} = \sum_{j=0}^{l} p_{j,l-j} = \frac{1}{G(s)} \sum_{j=0}^{l} \frac{(\alpha_1)^j}{j!} \frac{(\alpha_2)^{l-j}}{(l-j)!}$$

$$= \frac{1}{G(s)} \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^l}{l!} = \frac{\frac{(\alpha_1+\alpha_2)^l}{l!}}{\sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^i}{i!}}, \quad 0 \le l \le s$$

تمثل العلاقة الأخيرة توزيع بواسون المشذب (truncated) لنظام الضياع M/M/s/s بوجود صنف واحد من حركة السير المقدَّمة $(\acute{a} = \acute{a}_1 + \alpha_2)$.



a- التوازن الشامل (a. Global balance)



b- التوازن المحلي (b. Local balance)

الشكل (2) التوازن الشامل والتوازن المحلي لنظام الضياع M/M/S/S بوجود صنفين من المكالمات

يتم توقيف مكالمة تصل من أي صنف إذا كانت جميع المخدِّمات (القنوات) مشغولة عند وصول هذه المكالمة ويحدث ذلك عندما يكون النظام في الحالة Ω_s عند وصول المكالمة.

يعطى احتمال التوقيف في هذه الحالة كما يلي:

$$P^B = P_{lost} = P_s = P\{(j,k) \in \Omega_s\} = \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^s}{s!} / \sum_{i=0}^{s} \frac{(\alpha_1+\alpha_2)^i}{i!}$$

تدعى هذه العلاقة صيغة إرلانغ B ثنائية البعد (two-dimensional Erlang B formula).

إذا تم تحديد عدد المكالمات المسموح بها من الصنف الثاني بعتبة معينة k ($k < s$) بحيث توجد دائما $s - k$ قناة لاستخدامها من قبل مكالمات الصنف الأول فقط، فيجب علينا أن نميز بين احتمالات توقيف مكالمات الصنف الأول التي هي:

$$\sum_{\{(n_1,n_2)|S-k\le n_1\le S, n_2=S-n_1\}} p(n_1,n_2)$$

وبين احتمالات توقيف مكالمات الصنف الثاني والتي هي:

$$\sum_{\{(n_1,n_2)|0\le n_1\le S, n_2=\min\{k,S-n_1\}\}} p(n_1,n_2)$$

وفي هذه الحالة يعود الحل إلى إيجاد عبارة جبرية لصيغة مغلقة للنظام من أجل $p(n_1,n_2)$.

عند وجود K صنفا من الزبائن تستخدم سلاسل ماركوف المتعددة الأبعاد (Multidimensional) لتحليل النظام وتكون حالاتها من الشكل $(n_1, n_2, \cdots, n_k)$ حيث n_i هو عدد الزبائن من الصنف i في النظام.

عادة تكون سلاسل ماركوف المتعددة الأبعاد أصعب للتحليل من السلاسل وحيدة البعد المناظرة لها ولكن إمكانية الحصول على حل صيغة مغلقة ((closed-form solution) للتوزيع المستقر $P(n_1, n_2, \cdots, n_k)$ يسهل عملية التحليل لهذه السلاسل المتعددة الأبعاد.

توجد خصائص هامة تساعد في الحصول على حل صيغة مغلقة للنظام مثل:

1- وجود معادلات التوازن المفصَّلة (detailed balance equations) للنظام:

$$ë_i P(n_1, \cdots, n_{i-1}, n_i, n_{i+1}, \cdots, n_k) = ì_i P(n_1, \cdots, n_{i-1}, n_i + 1, n_{i+1}, \cdots, n_k)$$

من أجل كل أزواج الحالات المتجاورة:

$$(n_1, \cdots, n_{i-1}, n_i, n_{i+1}, \cdots, n_k) \text{ و } (n_1, \cdots, n_{i-1}, n_i + 1, n_{i+1}, \cdots, n_k)$$

حيث $ë_i$ و $ì_i$ – هما معدل الوصول ومعدل الخدمة على الترتيب للزبائن من الصنف i.

تدل هذه المعادلات ضمنا بأن تردد الانتقال بين أي حالتين متجاورتين هو نفسه في الاتجاهين.

2- إمكانية التعبير عن التوزيع المستقر بصيغة جدائية (product form) كما يلي:

$$P(n_1, n_2, \cdots, n_k) = P_1(n_1) P_2(n_2) \cdots P_k(n_k)$$

من أجل كل i يكون $P_i(n_i)$ هو عبارة عن علاقة جبرية تعتمد فقط على عدد الزبائن n_i من الصنف i.

5- وصف المسألة (Problem Description):

بسبب وجود العتبة المحددة (K)لا يستطيع مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) الاستجابة للزيادة المفترضة سواء في معدل وصول المكالمات الجديدة أو المكالمات المسلَّمة.

من جهة أخرى قد لا يستخدم النظام جميع القنوات المخصصة لكل من صنفي المكالمات بحيث قد توجد قنوات شاغرة لتخديم أحد الصنفين وفي نفس الوقت يقوم النظام بتوقيف ورمي مكالمات الصنف الآخر.

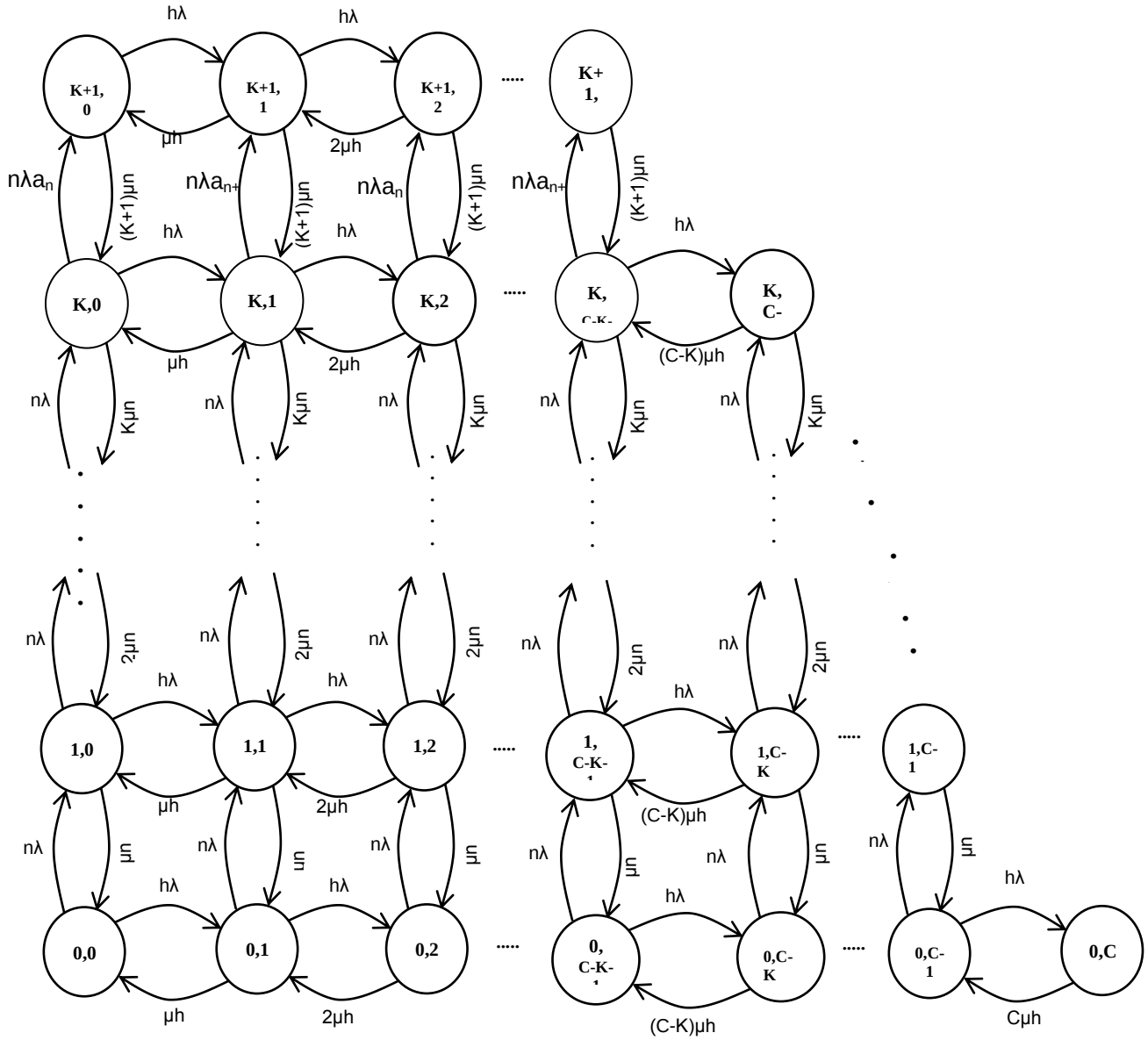
في محاولة لحل هذه المسألة جاءت فكرة المخطط الجديد المقترح الذي يهدف إلى التكيف مع الزيادة المفترضة في معدل وصول المكالمات الجديدة أو المسلَّمة وتحسين استخدام النظام بمنع تبديد بعض موارد الشبكة وذلك من خلال الاستفادة من القنوات الشاغرة المخصصة لمكالمات أحد الأصناف من أجل تخديم مكالمات الصنف الآخر.

6- المخطط الجديد المقترح ((Proposed New Scheme (PNS):

6-1- مبدأ عمل المخطط الجديد المقترح: يعمل المخطط الجديد المقترح وفق المبدأ التالي:

يتم قبول مكالمة جديدة زائدة عن العتبة K إذا وجدت أكثر من قناة شاغرة مخصصة في الأساس للمكالمات المسلَّمة بحيث لا يؤدي قبول هذه المكالمة الجديدة الزائدة إلى أي رمي لأي مكالمة مسلَّمة؛ كما يتم قبول مكالمة مسلَّمة زائدة إذا وجدت أكثر من قناة شاغرة مخصصة في الأساس للمكالمات الجديدة بحيث لا يؤدي قبول هذه المكالمة المسلَّمة الزائدة إلى أي رمي لأي مكالمة جديدة وذلك من خلال زيادة العتبة من K إلى $K+1$ في الحالة الأولى وتخفيضها من K إلى $K-1$ في الحالة الثانية.

يبين الشكل (3) مخطط انتقال الحالة للمخطط الجديد المقترح.



الشكل (3) يبين مخطط انتقال الحالة للمخطط الجديد المقترح

6-2- خوارزمية قبول المكالمة الجديدة الزائدة:

يبين الشكل (4) خوارزمية قبول المكالمة الجديدة الزائدة **في المخطط الجديد المقترح.**

Start Sub Program

1) input (K , C , ρ_n , ρ_h)

2) Generate n1 , n2 : $0 \le n_1 \le K$ and $0 \le n_2 \le C\text{-}K$

3) test (n_1>k):

if No : ($n_1 = n_1+1$)

if Yes : then:

4) test ($K+n_2 > C$):

if Yes : Call function (Blocking and Dropping)

if No: $n_2=n_2+1$, K= K+1 , then:

5) test ($K \le C-2$):

if No: Call function (Blocking)

if Yes : Call function (accept a new call)

K=K-1

End Sub Program

الشكل (4) يبين خوارزمية قبول المكالمة الجديدة الزائدة في المخطط الجديد المقترح

يتم قبول المكالمة الجديدة الزائدة بالاحتمال $a_{n^+} = a_{n|_{C=C-2}^{K=K+1}}$ الذي يتم تحديده من العلاقة (1) السابقة.

يعطى احتمال توقيف المكالمة الجديدة الزائدة من العلاقة (1) كما يلي:

$$p_{(n+)b} = \frac{\sum_{n_2=0}^{((C-2)-(K+1)} \frac{\rho_n^{(K+1)}}{(k+1)!} \cdot \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!} + \sum_{n_1=0}^{K} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{(C-2)-n_1}}{(C-2)-n_1!}}{\sum_{n_1=0}^{(K+1)} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \sum_{n_2=0}^{(C-2)-n_1} \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}} \quad (3)$$

ويتم حساب احتمال قبول المكالمة الجديدة الزائدةa_{n+} من العلاقة: $a_{n+} = 1 - p_{(n+)b}$

6-3- خوارزمية قبول المكالمة المسلَّمة الزائدة:

يبين الشكل (5) خوارزمية قبول المكالمة المسلَّمة الزائدة **في المخطط الجديد المقترح.**

Start Sub Program

1) input (K , C , ρn , ρh)

2) Generate n1 , n2 : $0 \le n1 \le K$ and $0 \le n2 \le C\text{-}K$

3) test (n2>C-k):

if No : (n2 = n2+1)

if Yes : then:

4) test (n1<K-2):

if No : Call function (Blocking and Dropping)

if Yes: n1=n1+1 , K= K-1 , then:

5) test (n1+ n2< C):

if No: Call function (Blocking)

if Yes : Call function (accept a handoff call)

K=K+1

End Sub Program

الشكل (5) يبين خوارزمية قبول المكالمة المسلَّمة الزائدة في المخطط الجديد المقترح

يتم قبول المكالمة المسلَّمة الزائدة بالاحتمال $a_{h+} = a_h|_{C=C}^{K=K-1}$ الذي يتم تحديده من العلاقة (2) السابقة.

يعطى احتمال رمي المكالمة المسلَّمة الزائدة من العلاقة (2) كما يلي:

$$p_{(h+)d} = \frac{\sum_{n_1=0}^{K-1} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \cdot \frac{\rho_h^{C-n_1}}{(C-n_1)!}}{\sum_{n_1=0}^{K-1} \frac{\rho_n^{n_1}}{n_1!} \sum_{n_2=0}^{C-n_1} \frac{\rho_h^{n_2}}{n_2!}} \quad (4)$$

ويتم حساب احتمال قبول المكالمة المسلَّمة الزائدة a_{h+} من العلاقة: $a_{h+} = 1 - p_{(h+)b}$

النتائج والمناقشة:

بهدف المقارنة وتوضيح النتائج نعرض فيما يلي جداول وأشكالا بيانية تبين احتمالات التوقيف والرمي في مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) مقابل العتبة (K) وتقارن بين احتمالات التوقيف والرمي في كل من مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) والمخطط الجديد المقترح (PNS).

بما أن البحث يركز على العتبة (K) فقد قمنا بتحليل العتبة كنسبة من عدد القنوات الكلي في الخلية$\left(\propto=\frac{K}{C}\right)$.

حصلنا على النتائج المبينة أدناه باستخدام برمجيات الماتلاب (MATLAB) وقمنا باعتماد نفس مجال تغير بارامترات المخطط (NCBS) حيث تم اختيار مجموعة البارامترات التالية: $C = 30$، $\rho_n = \rho_h = 15$، وجعلنا العتبة K تتغير من 0 إلى 30.

يبين الجدول (1) قيم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) مقابل قيم محددة للعتبة (K).

ويبين الشكل (6) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) لمخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) مقابل العتبة (K) عندما تتغير من (0) إلى (C).

يبين المحور الأفقي نسبة العتبة (K) إلى عدد القنوات الكلي في الخلية (C) (أي أن $\propto=\frac{K}{C}$ (alpha)).

كما يبين الجدول (2) الفرق بين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة لكل من المخططين NCBS و PNS مقابل قيم محددة للعتبة (K).

ويبين الشكل (7) احتمالات توقيف المكالمات الجديدة في كل من NCBS و PNS مقابل تغير العتبة (K) من (0) إلى (C).

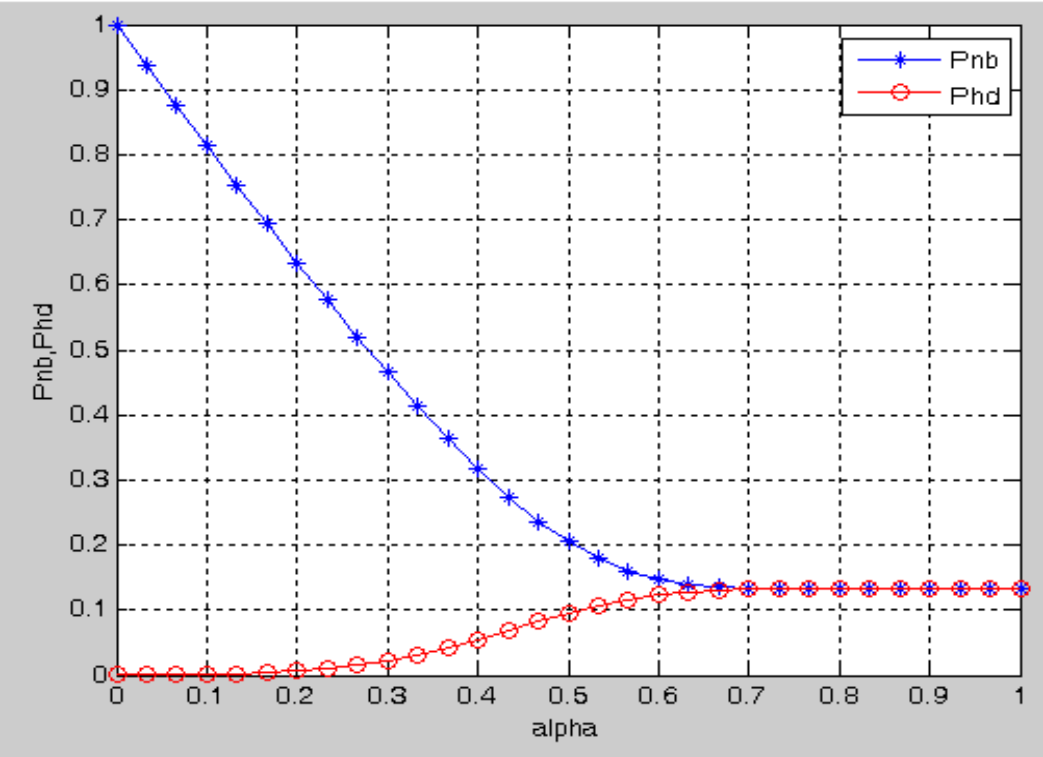
يتبين من الشكل (7) بأن احتمالات توقيف المكالمات الجديدة في المخطط PNS المقترح تكون أخفض (أفضل) من احتمالات توقيف المكالمات الجديدة في المخطط NCBS وذلك عند القيم المنخفضة للعتبة (K) وتحديدا في المجال $0 \leq \propto \leq 0,5$ أي عندما تكون العتبة أصغر أو يساوي نصف عدد القنوات الكلي في الخلية $\left(K \leq \frac{C}{2}\right)$ وهذا هو المجال الحيوي لقبول المكالمات الجديدة.

كما يبين الجدول (3) الفرق بين احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة في كل من مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) والمخطط الجديد المقترح (PNS) مقابل قيم محددة للعتبة (K).

ويبين الشكل (8) احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة في كل من مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) والمخطط الجديد المقترح (PNS) مقابل تغير العتبة (K) من (0) إلى (C) حيث يظهر من هذا الشكل الانخفاض الواضح (التحسين) في احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة في المخطط الجديد المقترح (PNS).

الجدول (1) يبين قيم احتمالات التوقيف (Pnb) والرمي (Phd) في مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) مقابل قيم محددة للعتبة (K)

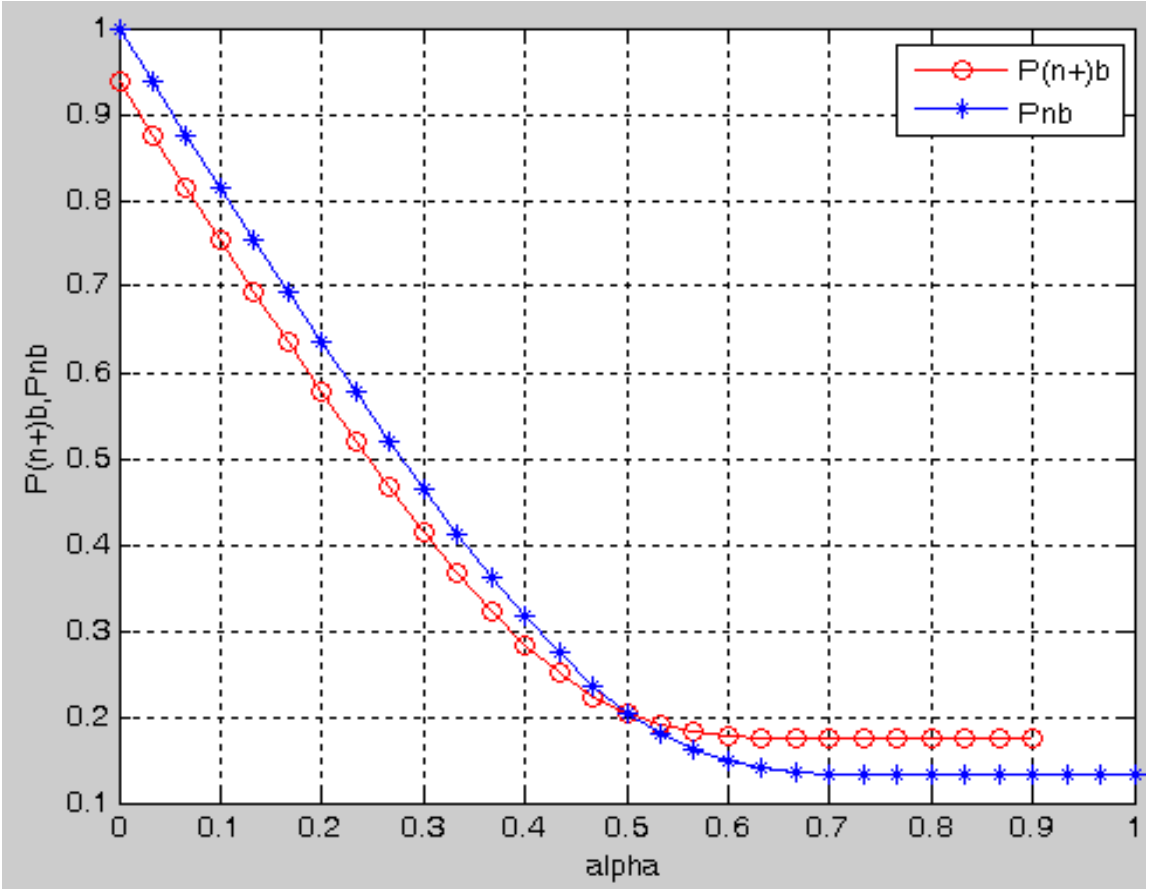
K	Alpha (∝)	Pnb (NCBS)	Phd (NCBS)
0	0	1	0.0002
1	0.0333	0.9375	0.0004
5	0.1667	0.6933	0.0042
10	0.3333	0.4126	0.321
15	0.5	0.2049	0.0954
20	0.6667	0.1357	0.1304
25	0.8333	0.1325	0.1325
29	0.9667	0.1325	0.1325
30	1	0.1325	0.1325



الشكل (6) يبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة (P_{nb}) واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة (P_{hd}) في مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) بتغير العتبة K من 0 إلى C $(0 \leq \propto \leq 1)$

الجدول (2) يبين الفرق بين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة في كل من مخطط NCBS (Pnb) والمخطط PNS المقترح (Pn^+b) مقابل قيم محددة للعتبة (K)

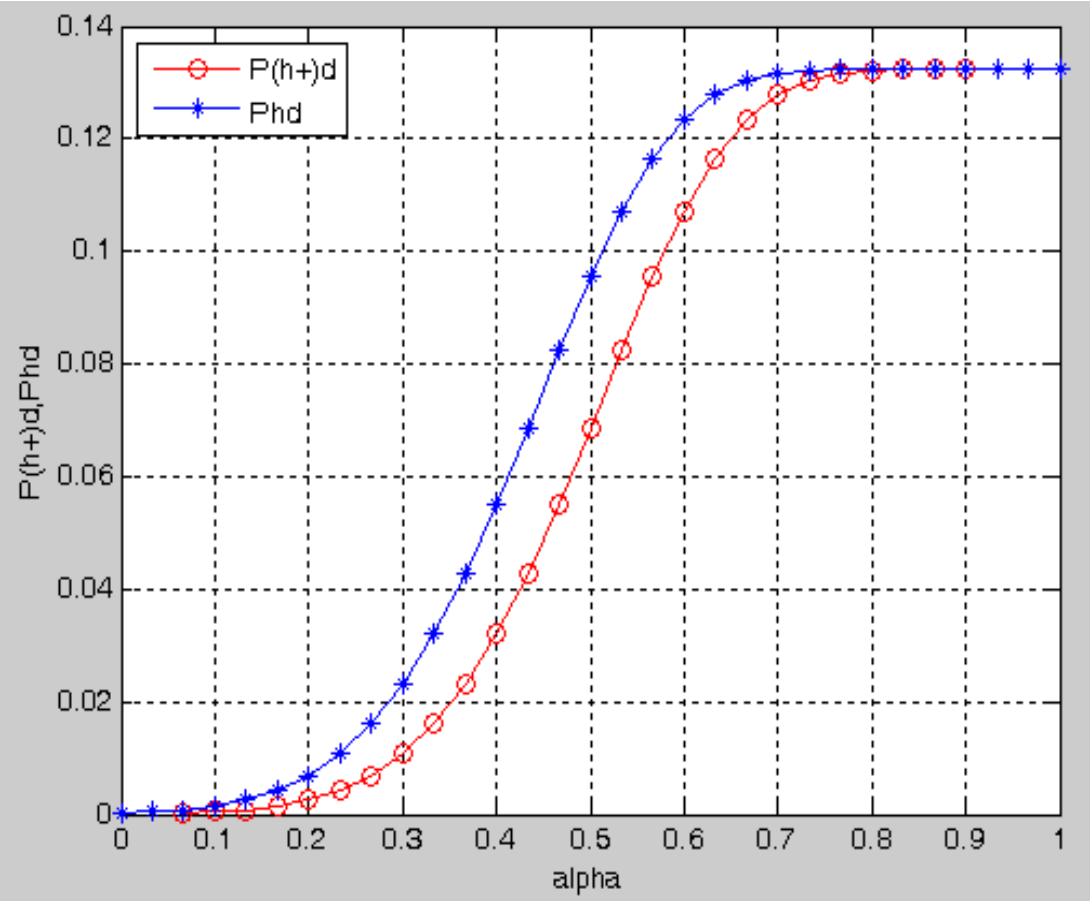
K	Alpha(∝)	Pnb (NCBS)	Pn^+b (PNS)
0	0	1	0.9375
1	0.0333	0.9375	0.8755
5	0.1667	0.6933	0.6345
10	0.3333	0.4126	0.3671
15	0.5	0.2049	0.2034
20	0.6667	0.1357	0.1745
25	0.8333	0.1325	0.1742
29	0.9667	0.1325	–
30	1	0.1325	–



الشكل (7) يبين احتمالات توقيف المكالمات الجديدة في كل من مخطط NCBS (Pnb) والمخطط PNS المقترح (Pn^+b) مقابل تغير العتبة (K)

الجدول (3) يبين الفرق بين احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة في كل من مخطط NCBS (Phd)
والمخطط PNS المقترح (Ph^+d) مقابل قيم محددة للعتبة (K)

K	Alpha(∝)	Phd (NCBS)	Ph^+d (PNS)
0	0	0.0002	-
1	0.0333	0.0004	-
5	0.1667	0.0042	0.0015
10	0.3333	0.321	0.0160
15	0.5	0.0954	0.0686
20	0.6667	0.1304	0.1233
25	0.8333	0.1325	0.1324
29	0.9667	0.1325	–
30	1	0.1325	–



الشكل (8) يبين احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة في كل من مخطط NCBS (Phd) والمخطط PNS المقترح (Ph^+d)
مقابل تغير العتبة (K)

الاستنتاجات والتوصيات:

تم التوصل في هذا البحث إلى عدة استنتاجات أساسية نوجزها كما يلي:

-يظهر الأداء الأفضل في قبول مكالمة جديدة زائدة للمخطط الجديد المقترح عند القيم المنخفضة للعتبة (K) وتحديدا في المجال $0 \leq \propto \leq 0,5$ حيث تتحسن احتمالات التوقيف بشكل واضح في هذا المجال.

-يظهر الأداء الأفضل في قبول مكالمة مسلَّمة زائدة للمخطط الجديد المقترح عند معظم قيم العتبة حيث تنخفض احتمالات رمي المكالمات المسلَّمة بشكل واضح.

-بالتالي فإن المخطط الجديد المقترح (PNS) يفوق في الأداء مخطط تحديد المكالمات الجديدة (NCBS) بمفهوم احتمالات توقيف المكالمات الجديدة واحتمالات رمي المكالمات المسلَّمة.

-يقوم المخطط الجديد المقترح (PNS) بتحسين استخدام النظام (system utilization) من خلال تحسين استخدام القنوات في الخلية وبالتالي منع تبديد بعض موارد الشبكة (القنوات).

-يساعد هذا البحث بتعميق فهم نماذج الضياع واستخدامها في تصميم مخططات CAC جديدة.

وإننا بهدف التوسع في تحليل وتصاميم مخططات CAC في الشبكات اللاسلكية الخلوية المتنقلة نقترح توسيع هذا البحث ليشمل تصميم مخططات CAC باستخدام نماذج ضياع مختلفة تعتمد على سلاسل ماركوف متعددة الأبعاد لمقابلة تعدد أصناف الخدمة وتلبية متطلباتها المختلفة من نوعية الخدمة (QoS).

المراجع:

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

2- GHAZEL, C; SAIDANE, L. *Achieving a QoS Target in NGN Networks via an Efficient Admission Control Strategy*, IEEE, 2009, 318-323.

3- 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.

4- 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, 2003, 1-5.

5- 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, 2010, 350-355.

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- STYLIANOS,C; POLYCHRONIC, K. *A New Call Admission Control Mechanism for Multimedia Traffic over Next Generation Wireless Cellular Networks*, IEEE, 2008,95-112.

8- ANAND,S; SRIDHARAN, A; SIVARAJAN, K. N. *Blocking Probability Analysis of Cellular System under Dynamic Channel Allocation*, Department of ECE, Indian Institute of Science, India, 2000, 118-122.

9- KOBAYASHI, H; MARK, B. L. *Generalized loss models and queuing-loss networks*, Department of Electrical and Computer, School of Information Technology and Engineering, George Mason University, USA, 2002, 97-112.

10-HISASHI, K; BRIAN, L. *Generalized Loss models and Queuing-Loss Networks*, Department of Electrical Engineering, school of Engineering and Applied Science, Princeton University, Princeton, USA, 2002, 97-112.

11-TAKAGI, H; WALKE, H. *Spectrum Requirement Planning in Wireless Communications: Model and Methodology for IMT-Advanced*, ISBN: 978-0-470-98647-9, 2008, 201-218.

12-ALHAJ, A; MELLOR, J; AWAN,I. *Performance Evaluation of Secure Call Admission Control for Multiclass Internet Services*, IEEE, 2009, 117-121.

13-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.

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

15- GEORGIOS, I; STRATOGIANNIS, G; JOHN, D. *Fairness Optimization of Thinning Call Admission Control in Wireless Networks*, Wireless and Satellite Communication Group, IEEE , 2009, 1-6.

16- 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),Volume 1, Issue 3, March 2012, 92-97.