

تأثير التحكم بتدفق البيانات والازدحام على أداء شبكات MANET باستخدام برنامج NS-2

عائشة جمعه*

(تاريخ الإيداع 14 / 3 / 2019. قُبِلَ للنشر في 22 / 4 / 2019)

□ ملخص □

تتكون شبكة الاتصالات كما هو معروف من مجموعة أجهزة الاتصالات المرتبطة مع بعضها البعض وبشكل آخر فإن الشبكة هي عدد من العقد Nodes المترابطة فيما بينها من خلال وظائف الاتصال المختلفة وتقوم هذه الشبكة بتبادل المعلومات فيما بينها والاشتراك في المصادر عبر هذه الشبكة، ويقصد بالعقد ضمناً بأنها "المعدات والتجهيزات الإلكترونية ذات المقدرة على إرسال واستقبال المعلومات" ومن أمثلة ذلك الحاسب الشخصي والهاتف الثابت والهاتف الجوال وأجهزة التحويل والتبديل كالمقاسم وكلها أجهزة لها القدرة على تبادل المعلومات مع بعضها البعض وترتبط العقد هذه فيما بينها في الشبكة من خلال وسائل اتصال مختلفة عبر قناة الاتصال أو قناة التراسل والتي يمكن أن تمتد بين موقعين (نقطتين) بالشبكة مما يتيح نقل البيانات والإشارات بين هذين الموقعين بالشبكة. الهدف من هذا البحث المراقبة والتحكم بأداء الشبكة على مستوى المعطيات ومعلومات التحكم من خلال بناء موديل (نموذج) لشبكة معينة ومراقبتها ثم التحكم بأدائها من خلال تطبيق الحلول الممكنة لمشاكل هذه الشبكة.

الكلمات المفتاحية: التحكم بالتدفق - النافذة المنزلة - التحكم بالازدحام

* مشرف على الأعمال - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Effect of data flow control and congestion on performance of MANET networks Using program NS-2

Aisha Gomoa*

(Received 14 / 3 / 2019. Accepted 22 / 4 / 2019)

□ ABSTRACT □

The network, as it is known, consists of a group of communications devices linked to each other. The network is a number of nodes that are interconnected through different communication functions. This network exchanges information among themselves and shares resources via this network. "electronic equipment and facilities capable of transmitting and receiving information", examples of this are personal computers and fixed telephones and mobile devices, switching devices and switches, all devices have the ability to exchange information with each other and these nodes are connected to each other in the network through different means of communication via the channel or communication channel, which can be between two sites (two points) network, allowing the transfer of data and signals between these two sites are networked.

The aim of this research is to monitor and control the performance of the network at the level of data and control information by building a model for a specific network and monitoring and then control its performance through the application of possible solutions to the problems of this network.

Key Words: Flow control - sliding windows- congestion control

* Work Supervisor- Computer engineering and Automatic control department –Tishreen university- Lattakia- Syria

مقدمة:

الشبكة هي عدد من العقد Nodes المترابطة فيما بينها من خلال وظائف الاتصالات المختلفة وتقوم هذه الشبكة بتبادل المعلومات فيما بينها والاشتراك في المصادر عبر هذه الشبكة، ويقصد بالعقد ضمناً بأنها "المعدات والتجهيزات الإلكترونية ذات المقدرة على إرسال واستقبال المعلومات" من خلال وسائل اتصال مختلفة عبر قناة الاتصال والمقصود بالترابط بين عقد الاتصال هو تبادل المعلومات والتي تتمثل في أشكال مختلفة كأن تكون مكاملة هاتفية أو بيانات حاسب رقمية أو غير ذلك، كما يهدف الترابط إلى الاشتراك فيما يوجد على الشبكة من موارد يمكن الاستفادة منها مثل قواعد البيانات، أو المعلومات، أو برامج، أو التخزين، أو المعالجة.

الهدف من هذا البحث المراقبة والتحكم بأداء الشبكة على مستوى المعطيات ومعلومات التحكم من خلال بناء موديل (نموذج) لشبكة معينة ومراقبتها ثم التحكم بأدائها من خلال تطبيق الحلول الممكنة لمشاكل هذه الشبكة.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من النمو المتزايد لشبكات الحاسوب على مدى السنوات القليلة الماضية والتحديات الكبيرة التي تواجه هذه الشبكات المتمثلة بمشاكل الازدحام التي رافقت هذا النمو الهائل وما نتج عن هذا الازدحام من ضياع في الرزم المرسله وتأخير وصول تلك الرزم وزيادة الاستهلاك لموارد الشبكة وبالتالي انخفاض في جودة الخدمة حيث يجب أن تؤخذ هذه المشاكل بعين الاعتبار عند دراسة أداء الشبكات.

يوجد لمحاكي الشبكات استخدامان رئيسيان هما محاكاة الشبكات للمجال التجاري البحثي حيث أنه من المهم معرفة كفاءة الشبكة في الواقع الافتراضي ونقاط الخلل قبل تطبيق الشبكة في أرض الواقع مما يوفر الكثير من التكاليف وتجنب الأخطاء واختيار الشكل والبروتوكولات المناسبة للشبكة قبل تطبيقها أما في المجال البحثي والذي أُعدَّ البرنامج خصيصاً له فهو يوفر إمكانية اختيار شكل الشبكات والخوارزميات والبروتوكولات واعطاء النتائج التي تمكن الباحث من استنتاجها بدون تطبيقها عملياً اختصار للوقت والتكلفة في استخراج تلك النتائج ويوفر له ملف تتبع زمني لكل جزء من الثانية وطريقة سيل البيانات. [7, 12]

طرائق البحث ومواده:

نستعرض فيما يلي بعض المفاهيم النظرية المتعلقة بموضوع البحث.

1 مصطلح مراقبة الشبكة:

استخدام أدوات تجميع وتحليل المعلومات لتحديد كيفية سير البيانات في الشبكة واستهلاك مواردها إضافة الى العديد من المؤشرات على أداء الشبكة توفر أدوات مراقبة الشبكة الجيد قياسات لمؤشرات أداء الشبكة إضافة الى تحويل المؤشرات الرقمية الى رسم بياني مما يساعد على تكوين صورة واضحة عن حالة الشبكة وبالتالي تقدير مدى الحاجة الى التغييرات أيضاً هي عملية فحص الكمبيوتر والنظم والخدمات التي تتكون منها الشبكة. فيجب البحث عن الحل الذي يساعد في رصد وقياس وإبلاغ ومتابعة وتقديم تقرير عن صحة وجود البنية التحتية للتكنولوجيا الخاصة بك. وهذا يسمح لمدير الشبكة بالحفاظ على أداء الشبكة. [8,9,15]

2- خدمات طبقة النقل:

تزود طبقة النقل بالاتصالات المنطقية logical communication بين العمليات المختلفة التابعة للمضيفين المختلفين. والهدف من طبقة النقل هو تأمين خدمة فعالة ، مناسبة وموثوقة ، ومعقولة التكلفة لمستخدمي هذه الطبقة والذين يتكونون عادةً من أجزاء برمجية من طبقة التطبيقات application layer وتعمل بروتوكولات النقل في الأنظمة النهائية (end systems). [1,13].

3 وظائف طبقة النقل:

- 1- التحكم بالتدفق flow control : والذي يتم عن طريق sliding windows .
- 2- الوثوقية Reliability : والذي يتم باستخدام أرقام التسلسل والإفادة بالاستلام sequence numbers and acknowledgments

4 بروتوكولات طبقة النقل:

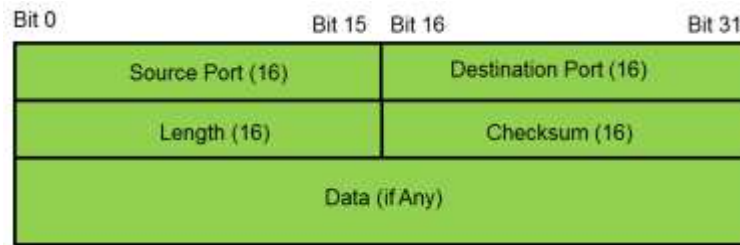
تزود هذه الطبقة ببروتوكولين :

- TCP : وهو بروتوكول موثوق - اتصال موجه ، يزود التحكم بالتدفق من خلال sliding windows ، و الوثوقية من خلال أرقام التسلسل والإفادة بالاستلام ، فائدة ال TCP هو دعمه للتسليم المكفول / المضمون لرزم البيانات guaranteed delivery
- UDP : وهو بروتوكول غير موثوق -اتصال غير موجه ، مسؤول عن إرسال الرسائل ، لا يحوي برنامجاً مسؤولاً عن التحقق من تسليم رزم البيانات .فائدة هذا البروتوكول هو سرعته .

5 بروتوكول حزمة بيانات المستخدم (UDP):

توجد عدة أسباب لوجود ال UDP نذكر منها:[3]

- 1- عدم بناء الاتصال (والذي يمكن ان يسبب زيادة التأخير) : حيث أنه يعتمد طريقة لإرسال رزم بيانات IP مغلقة وإرسالها بدون الاضطرار إلى إنشاء وصلة . [14]
- 2- بسيط : لا يوجد حالة اتصال عند المرسل ، المستقبل .
- 3- ترويسة صغيرة للمقطع small segment header حيث يتم استخدامه عادةً في تطبيقات الوسائط المتعددة وينقل UDP مقاطع مؤلفة من ترويسة بطول 8 bytes متبوعةً بالحمولة الصافية. ويبين الشكل (1) مقطع .UDP



الشكل (1) مقطع UDP

عند وصول طرد UDP يتم تسليم حمولته الصافية إلى الجزء البرمجي المرتبط به المنفذ الهدف، حيث أنه بدون حقول هذه المنافذ لا تعرف طبقة النقل ما تفعله بالطرد ونحن بحاجة إلى منفذ المصدر بشكل أساسي من أجل عنوانه أي رد يجب أن يرسل إلى المصدر.

من أهم البروتوكولات التي تستخدم UDP هو البروتوكول RTP: Real-Time Transport Protocol.
مساوي هذا البروتوكول:

توجد عدة مساوي لهذا البروتوكول نذكر منها:

- 1- لا يوجد تفحص للبيانات بين المرسل والمستقبل.
 - 2- لا يوجد تحكم بالازدحام (no congestion control).
 - 3- يوجد ضياع lost.
 - 4- تم تسليم البيانات بدون تنسيق الى التطبيق.
- 6- بروتوكول التحكم بالإرسال (TCP):

يقوم بروتوكول TCP درجة عالية من موثوقية نقل البيانات، يقوم هذا البروتوكول بتجزئة مجموعة البيانات التي سيتم إرسالها إلى أجزاء صغيرة ، ويتم ترقيم هذه الأجزاء وترتيبها بصورة مشابهة لعمل البروتوكول IP وعندما يتم إرسال هذه الأجزاء المرقمة فإن البروتوكول TCP في الجهاز المرسل ينتظر رسالة تأكيد وصول من البروتوكول TCP في الجهاز المستقبل فإذا لم تصل رسالة تأكيد الوصول إلى TCP الجهاز المرسل فإنه يقوم بإعادة إرسال الأجزاء التي لم يتم تأكيد بوصولها. [11][2]

قبل بدء عملية الإرسال، يقوم TCP الجهاز المرسل بإرسال رسالة إلى TCP الجهاز المستقبل مستفسراً عن إمكانية إرسال الرسالة الآن، فإن كانت الإجابة "لا" فإن ال TCP المرسل ينتظر قليلاً قبل أن يرسل رسالة استفسار مرة أخرى، وعندما تأتي رسالة الإيجاب فإنه يقوم بإرسال الأجزاء المرقمة كما ذكرنا. ويتفق TCP المرسل مع ال TCP المستقبل على كمية الأجزاء المرسله قبل الحصول على رسالة تأكيد وصول أخرى من الجهاز المستقبل، وفي هذه الأثناء مع بدء الإرسال فإن TCP المرسل يشكل دائرة افتراضية (virtual circuit) مع TCP المستقبل .

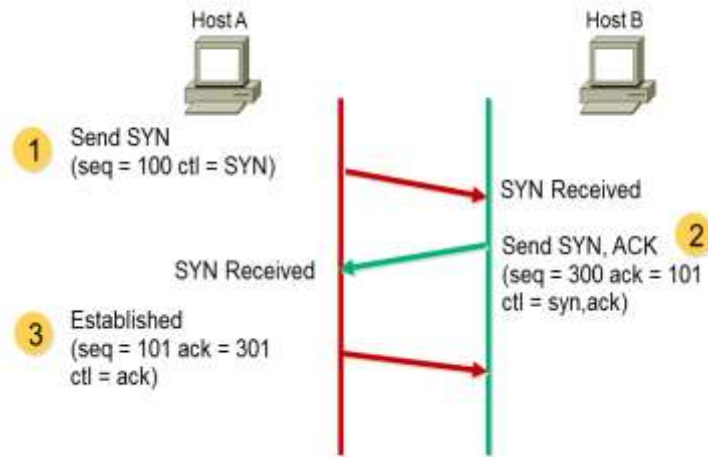
البروتوكول TCP هو بروتوكول موثوق بدرجة عالية، حيث يتم دعم TCP طرق لمعالجة الاتصال بحيث يضمن بشكل موثوق وصول الرزم الى الهدف وبالترتيب الذي أرسلت به، وفي حال فقدان إحدى الرزم فإن البروتوكول TCP يعاود الاتصال بالجهاز المرسل لكي يعيد إرسال الرزمة الضائعة مرة، أخرى وبالتالي فإن هذا البروتوكول قد يسبب حملاً زائداً عند إرسال كمية من البيانات [4].

البروتوكول TCP هو بروتوكول نهائية لنهاية أي أن المصدر سيكون جهاز واحد فقط، والهدف أيضاً سيكون جهاز واحد أي أن TCP موجه للاتصال بين نقطتين فقط، وهو غير قادر على بث البيانات التي ينقلها بشكل عام لجميع الأجهزة الموجودة في وقت واحد، بل عليه أن يعيد إرسال هذه البيانات من أجل كل جهاز على حده وأهم هذه البروتوكولات التي تستخدم TCP:

SMTP , DNS , FTP , Telnet , SNMP

3- عملية المصافحة في بروتوكول TCP:

يبين الشكل (2) عملية المصافحة في بروتوكول TCP. [5]

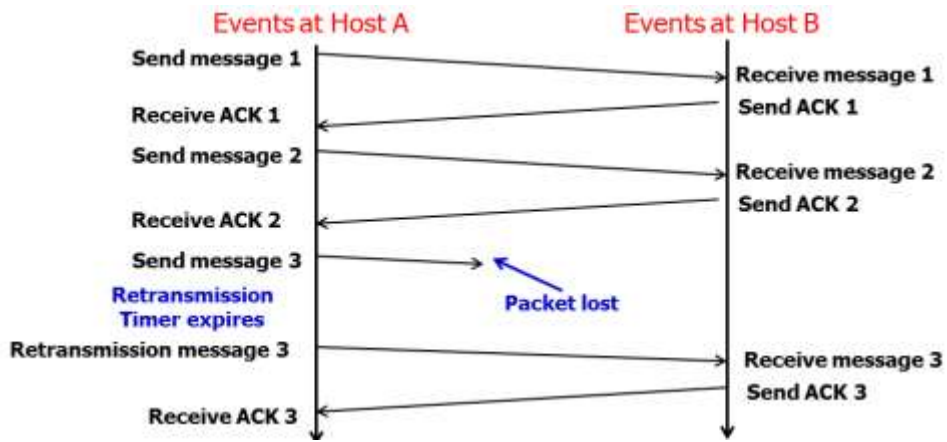


الشكل (2) عملية المصافحة في TCP

1-3-1- الوثوقية: إعادة الإرسال Retransmission

التقنية الأساسية /الأولية لضمان الوثوقية هي إعادة الإرسال :

- عندما يتم إرسال يتم تشغيل مؤقت timer .
 - عندما يستقبل الهدف البيانات، فإنه يرسل إفادة بالاستلام إلى المصدر.
 - إذا انتهى زمن مؤقت المصدر قبل وصول إفادة الاستلام، يعيد المصدر إرسال البيانات .
- ويبين الشكل (3) حالات إعادة الإرسال.



الشكل (3) حالات إعادة الإرسال

4- الازدحام في الشبكات Congestion in TCP networks:

الازدحام ويسمى الاختناق، ويحدث ضمن الشبكة وهو عبارة عن حالة يكون فيها الحمل المتقدم للشبكة أكبر من سعة الشبكة خلال فترة زمنية محددة، وبمعنى آخر معدلات الدخل للموجه أكبر من سعة الخرج. ويحدث ضمن الشبكة وهو عبارة عن حالة يكون فيها الحمل المتقدم للشبكة أكبر من سعة الشبكة خلال فترة زمنية محددة، وبمعنى آخر معدلات الدخل للموجه أكبر من سعة الخرج. [5.10]

مؤشرات حدوث الازدحام:

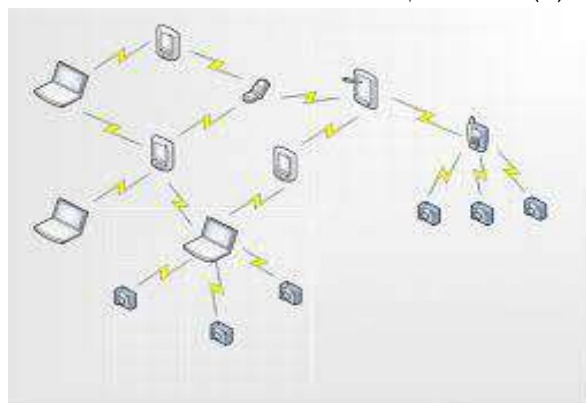
-توجد عدة مؤشرات لحدوث الازدحام نذكر منها: [8]

- ضياع الرزم.
 - التأخير وتغيرات بالتأخير .
 - ضياع واستهلاك لموارد الشبكة وذلك في حال الاتصال الموثوق عند ضياع الرزم يتم إعادة إرسالها وبالتالي تستهلك من موارد الشبكة.
 - انخفاض جودة الخدمة.
- يحدث الازدحام على طبقة الشبكة **network layer** حالياً أن أغلب الشبكات غير مزدحمة والمشكلات الآن انتقلت من كيفية التخلص من الازدحام إلى كيفية استخدام كامل عرض الحزمة.
- التحكم بالازدحام ((**congestion control**) هو حل لاستخدام الشبكة بشكل كفاء قدر الامكان.

5- بروتوكولات التوجه في شبكات MANET:

شبكات AD hoc اللاسلكية عبارة عن شبكات لا مركزية (لا تتضمن بنية تحتية)، وهي ذاتية التنظيم، من الأمثلة عليها شبكات MANET وهي عبارة عن شبكات AD hoc لاسلكية قابلة للحركة تستخدم هذه الشبكات عند الحاجة لبناء شبكة بدون بنية تحتية، مثل حالات الطوارئ، كالفيزانات، والكوارث الطبيعية، فقد يكون هناك حاجة للاتصال بين الأجهزة مع عدم امكانية تركيب بنية تحتية. [4, 6,15]

بما أن هذه الشبكات لا تتضمن بنية تحتية تتولى العقد مسؤولية بناء الاتصال، وإنشاء المسارات ضمن الشبكة وتستخدم في عملية انشاء المسارات مجموعة من بروتوكولات التوجيه تنقسم إلى نوعين استباقي Reactive وتفاعلي Proactive، ويبين الشكل (4) الشكل العام لشبكات الـ MANET



الشكل (4) شبكة MANET

6- مقدمة عن محاكي الشبكات 2 Network Simulator :

NS2 هو الاصدار الثاني من محاكي الشبكات Network Simulator تطوير جامعة كاليفورنيا يستخدم لمحاكاة عدد كبير من الشبكات السلكية واللاسلكية. يعتمد على مبدأ محاكاة الأحداث المنقطعة discrete event simulator. يقوم بالمحاكاة على مستوى الرزم packet level. يدعم عدد كبير من البروتوكولات.

6-1 عملية المحاكاة باستخدام ns2 :

تتضمن عملية المحاكاة ثلاث خطوات:

- 1- تصميم المحاكاة (طريقة المحاكاة والنتائج المتوقعة).
- 2- التهيئة وتشغيل المحاكاة:

- تهيئة الشبكة (العقد. الوصلات)
- تهيئة المحاكاة (الساعة والأحداث)
- تشغيل المحاكاة

3- عملية القياس (نتائج تحليل):

لإظهار الشبكة وحركة الرزم تستخدم برنامج nam حيث يقوم بقراءة ملف الخرج out.nam من أجل تتبع ومراقبة الرزم، نقوم بقراءة ملف الخرج out.tr، أما لإظهار النتائج بشكل مخططات نستخدم برنامج xgraph. بما أن البرنامج يعتمد مبدأ محاكاة الأحداث المتقطعة يتم ترتيب الأحداث زمنياً ويعطى لكل حدث رقم معرف id، يقوم جدول بجدولة الأحداث وترتيبها، حيث تتم معالجة الحدث عند وقوعه. الاجراء الذي يقوم بمعالجة الحدث يسمى handler يتضمن برنامج المحاكاة NS2 مجموعة من الأصناف classes تُربط مع بعضها البعض وتؤمن الربط بين اللغتين.

6-2 خطوات انشاء الشبكة:

لإنشاء الشبكة نقوم بالخطوات التالية:

- 1- إنشاء العقد.
 - 2- وصل العقد باستخدام الوصلات.
 - 3- تعريف طبقة النقل الخاصة بالعقد.
 - 4- توليد الحركة (التطبيق) ووصلها مع طبقة النقل.
- نحتاج إلى كائنات تمثل العقد، والوصلات، والبيانات، والاتصال عبارة عن method من الكائن simulator
- 5- مراقبة الأحداث الناتجة عن عملية المحاكاة:
- مراقبة الأحداث الناتجة بالمحاكاة وتسجيلها مع جميع الأحداث المحاكاة من أجل عرضها في برنامج ال nam
- 6- جدولة الأحداث بدء وانهاء المحاكاة.

بعد خطوات انشاء الشبكة، نحفظ الملف ونسميه energy.tcl، ثم ننقل إلى نافذة Cygwin، ونقوم بتشغيل

الملف \$ ns energy.tcl

تنتهي المحاكاة ويفتح برنامج NAM، NAM، برنامج ال NAM NetWork Animator، يستخدم لعرض

المحاكاة بصورة متحركة. ويبين الشكل (5) واجهة البرنامج ال NAM



الشكل (5) واجهة برنامج NAM

النتائج والمناقشة:

تتألف الشبكة المدروسة من أربع عقد غير متحركة، تزود كل عقدة بطاقة مقدارها 10, 20, 100 ومساحة العمل (1050X332)

حسب التطبيق المدروس :

ترسل العقدة 0 إلى العقدة 1 رزم FTP

مواقع العقد كالتالي:

$n_0(171,467)$, $n_1(656,229)$, $n_2(516,279)$, $n_3(331,360)$

تم في البحث:

-دراسة الشبكة في حال استطاعة المرسل 0.9 والمستقبل 0.8

-مقارنة الخرج في حال زيادة طاقة العقد 10 إلى 20

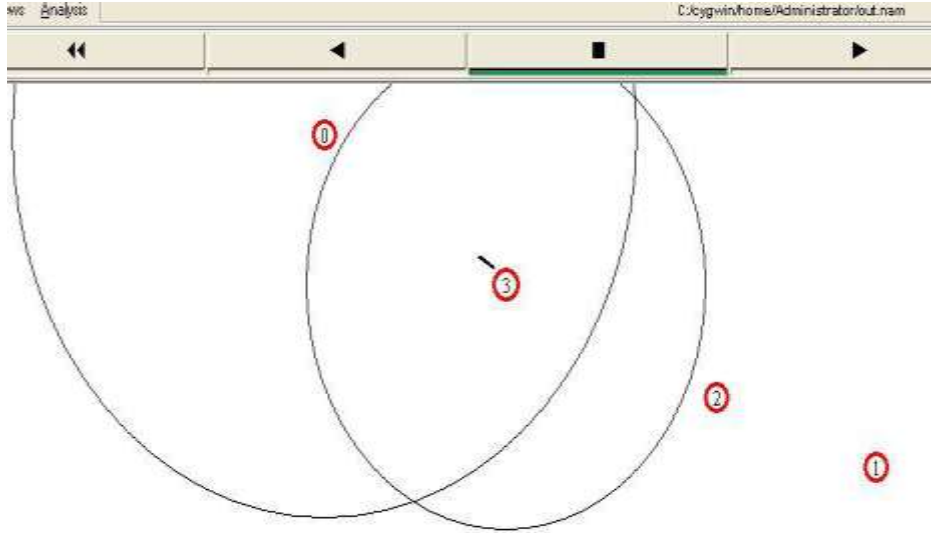
بعد تنفيذ هذا التطبيق باستخدام ns2 :

يكون لدينا عقد تملك طاقة كافية وهي الشكل الأول لهذه العقد كما هو موضح في الشكل (6)



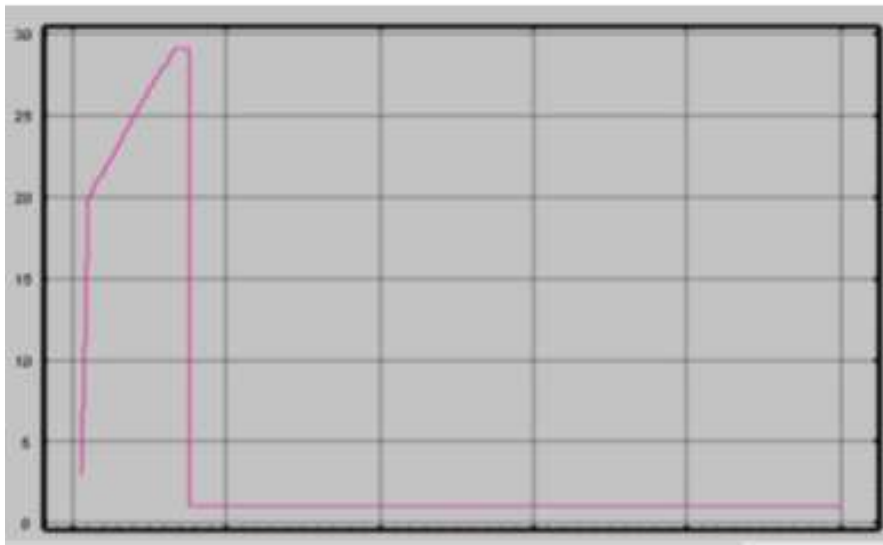
الشكل (6) شكل العقد وهي تملك طاقة كافية

ويبين الشكل (7) عقد بعد نفاذ طاقتها



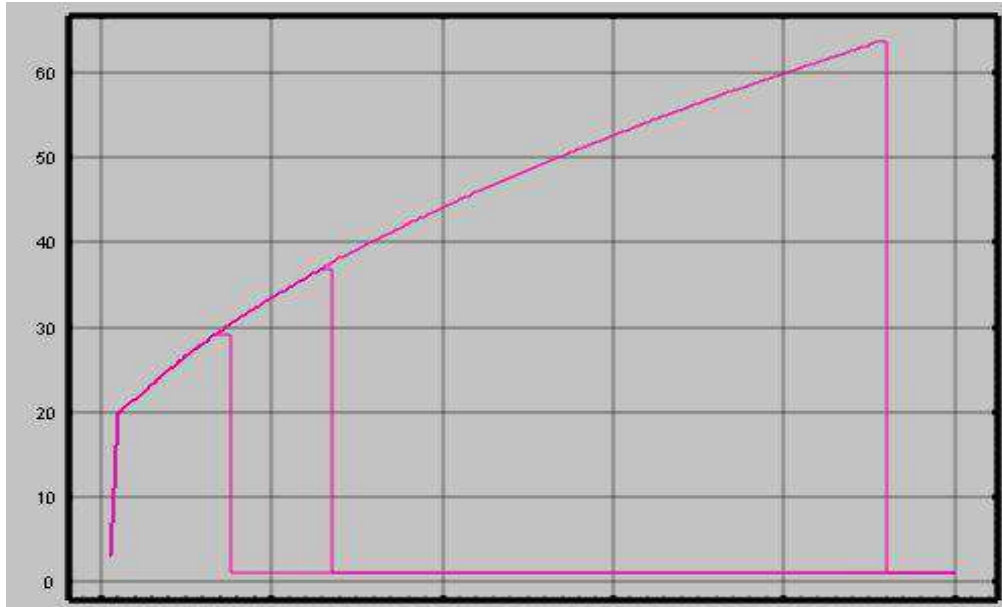
الشكل (7) العقد بعد نفاذ طاقتها

يبين الشكل (8) الخرج على نافذة الازدحام:



(أ)

الشكل (8) الخرج على نافذة الازدحام (طاقة 10)



(ب)

الشكل (8) الخرج على نافذة الازدحام (طاقة 20)

نلاحظ أنه مع طاقة داخلية 10 تحتفظ العقد بطاقتها لمدة 24 ثانية تقريباً، حيث تستهلك الطاقة بعملية الإرسال والاستقبال، فيزداد حجم نافذة الازدحام تدريجاً، كما لاحظنا في المخطط حتى نفاذ الطاقة وتموت العقد، أي تصبح بدون طاقة وغير قادر على الإرسال والاستقبال. مع زيادة الطاقة إلى 20 نلاحظ أن العقد تعمل لزمان أكبر حوالي 46 ثانية. عند تصبح الطاقة الداخلية للعقد 100، تعمل العقد حتى اللحظة 90 تقريباً، وبعدها تنفذ طاقة العقد فينخفض حجم CW إلى الصفر.

الاستنتاجات و التوصيات:

حققت فكرة البحث خلق بيئة لمحاكاة الشبكات المطلوب تصميمها، حيث تستطيع من خلاله بمجرد اختيار العقد، وخطوط الربط، والبروتوكولات، وتحديد المرسل والمستلم، والزمن من خلال البيئة الرسومية فيقوم البرنامج بمحاكاة تلك الشبكة، ومحاكاة عملها، وإنشاء ملف تتبع للبيانات المنقولة وبالتالي يمكن متابعة عمل الشبكة بشكل ديناميكي بما يساعد في استنتاج وتأمين كفاءة الشبكة المطلوبة وفقاً للمحاكاة وكذلك إيجاد نقاط الخلل في الشبكة، ونقاط التصادم، ونسب فقدان البيانات المنقولة بالاعتماد على نموذج الشبكة والبروتوكولات المستخدمة. بما يساهم في التحكم بالازدحام والتقليل منه في الشبكة. ويمكن العمل وفق معطيات البحث على زيادة عدد العقد وتوسيع الشبكة وتغيير بارامترات العمل لها لتحديد أداء الشبكة المناسب حسب حالات العمل المطلوبة

المراجع:

- [1] V.D. PARK AND M.S. CORSON. "A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks". Proceedings of IEEE INFOCOM '97 : April 2004, 1405 – 1413,.
- [2] S. SINGH AND C.S. RAGHAVENDRA. "PAMAS – power aware multi-access protocol with signaling for ad hoc networks". ACM Computer Communication Review (ACM CCR'98), July 2007.
- [3] S. SINGH, M.WOO, AND C.S. RAGHAVENDRA. "Power-aware routing in mobile ad-hoc networks". ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, October 2009, 181-190.
- [4] C.K. TOH, "Maximum battery life routing to support ubiquitous mobile computing in wireless ad hoc networks", IEEE Communication Magazine, June 2011, 2-11.
- [5] R. SIVAKUMAR, P. SINHA AND V. BHARGHAVAN, CEDAR : a core extraction distributed ad hoc routing algorithm," IEEE Journal on selected Area in Communication, August 2010, 1454-1466.
- [6] C. LIN AND J. LIU, "QoS routing in ad hoc wireless networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communication, August 2011, 1426-1438.
- [7] I GERASIMOV AND R. SIMON. "A bandwidth reservation mechanism for on demand ad hoc path finding". IEEE/SCS 35th Annual Simulation Symposium, San Diego, CA, April 2012, 27-33.
- [8] R. ASOKAN, M. PUSHPAVALLI AND A.M. NATARAJAN "Delay and throughput aware proactive QoS routing in mobile adhoc networks". Proceedings of the International Conference on Advanced Communication System (ICACS-2007) January 2011, 1-6.
- [9] D. DHARMARAJU, A. ROY-CHOWDHURY, P. HOVARESHTI, AND J.S. BARAS. "INORA-a unified signaling and routing mechanism for QoS support in mobile ad hoc networks". Parallel Processing Workshops, 2012 Proceedings. August 2012, 86-93.
- [10] PRASANT MOHAPATRA, JIAN L, AND CHAO GUI, "QoS routing for wireless ad hoc networks : problems, algorithms, and protocols" IEEE Wireless Communications Magazine, March 2013, 44-52.
- [11] BAOXIAN ZHANG AND HUSSEIN T. MOUFTAH, "QoS routing for wireless ad hoc networks : problems, algorithms and protocols" IEEE Communications Magazine, October 2015, 110-117.
- [12] S.T. SHEN AND J.H. CHEN, "A novel delay oriented shortest path routing protocol for mobile ad hoc networks," proceedings of IEEE ICC 2011)
- [13] H. SUN AND H. HUGHES, "Adaptive QoS routing based on prediction of local performance in ad hoc networks". Proceedings of IEEE WNCN 2013.
- [14] CHRISTIAN WALCK, "Hand-book os Statistical Distribution", University of Stockholm, 2007.
- [15] MR.C.RANGARAJAN, MRS.S.SRIDEVIKARUMARI, MS.V.SUJITHA, "Recent Routing Protocols in Mobile Adhoc Network (MANET)", International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2017