استخدام المسارين الأساسي والبديل وتأثيره في أداء الشبكة

د. عماد الدين محمد[1]

الملخص

تستخدم خوارزميات التوجيه في الشبكات الحاسوبية لتحديد المسار الأساسي للمعطيات من المصدر باتجاه الهدف وبشكل أساسي خوارزمية ديجكسترا التي تقوم بإيجاد أقصر مسار بين المصدر والوجهة لكن لدينا خوارزميات تقوم بإيجاد المسار البديل للمعطيات، وتقوم بتخزينه في جدول التوجيه لاستخدامه في حال حصول خلل على المسار الأساسي، ومن هذه الخوارزميات خوارزمية العقد المحذوفة .

تعدّ خوارزمية العقد المحذوفة الأحدث بين خوارزميات ايجاد المسار البديل (خوارزمية MIPS ، وخوارزمية K shortest paths، خوارزمية ROSPF وغيرها) التي تعتمد بالأساس على خوارازمية ديجكسترا وتساعد على ايجاد مسارين منفصلين (المسار الأقصر والمسار البديل)

بحثنا في هذه الورقة إمكانية استخدام المسارين الأساسي (حسب ديجكسترا)، والبديل (حسب خوارزمية العقد المحذوفة) لنقل المعطيات بآن واحد وتأثير ذلك في أداء الشبكة.

الكلمات المفتاحية: خوارزمية التوجيه، المسار الأقصر، المسار البديل، الأداء.

[1] كلية الهندسة المعلوماتية، جامعة دمشق.

Shortest and alternate paths usage and its effect on network performance

Dr. Imad Edden Mohamad[(1)]

Abstract

Routing algorithms are used in computer networks to discover shortest path from source to destination. Dijkstra algorithm is mainly used to find shortest path between source and destination ,while there are algorithms that discover alternate paths and store them inside routing tables and are used in case of failure of main path, on of which is the deleted nodes algorithm. Deleted nodes algorithm is one of the recent algorithms (MIPS, K shortest paths, ROSPF and others). Deleted nodes algorithm depends on Dijikstra algorithm to compute the alternate path and the shortest one.

In this paper we discuss the ability of using the two paths (main –shortest- and the alternate) at the same time and its effect on network performance.

Keywords: routing ,routing algorithm, shortest path, alternate path, performance.

[(1)] Faculty of Information Engineering, University of Damascus.

المقدمة

يستخدم بروتوكول OSPF في الشبكات الحاسوبية بصورة واسعة ولاسيّما أنّه يُعدّ أحد البروتوكولات الديناميكية التي تعتمد خوارزمية حالة الاتصال في شبكات TCP/IP.اعتماداً على عمل هذا البروتوكول يحصل كل موجه (Router) على نسخة من قاعدة بيانات حالة الاتصال (قاعدة بيانات توضح اتصالات الموجهات فيما بينها) التي توفر صورة متكاملة للشبكة ومن ثم يقوم كل موجه بتنفيذ خوارزمية ديجكسترا لحساب شجرة أقصر مسار(shortest path tree SPT) مع عدّ نفسه المصدر، ولكن مع تزايد حجم الشبكات ومن ثمّ حجم المعطيات تصبح المسألة أكثر صعوبة وتعقيداً ولاسيّما إذا كانت الشبكة غير مستقرة حيث يمكن للموجهات أو لخطوط الاتصال أن تعاني من عطل ما، ممّا يُسبب استدعاء خوارزمية ديجكسترا بصورة متكررة والدخول في مرحلة التوافق على المسار الأقصر الجديد (convergence) وقد يُسبّب ظهور الحلقات المؤقتة مع هذه العوامل منغردة أو مجتمعة إلى توقف الشبكة بصورة شبه كاملة وذلك طوال المدة الزمنية التي تستغرقها عملية التوافق وبهدف المحافظة على استمرار عمل الشيكة (خاصة في شبكات الزمن الحقيقي) تم الاعتماد على ايجاد مسار بديل وتخزينه في جدول التوجيه والانتقال لاستخدام هذ المسار خلال عملية التوافق ومن ثمّ المحافظة على استمرار عمل الشبكة، ولو بالحد الادنى.

الهدف من البحث

ما دمنا بنتيجة تطبيق خوارزمية العقد المحذوفة نحصل على مسارين منفصلين يُطرح سؤال عن إمكانية استخدام هذين المسارين بأن واحد وانعكاس ذلك على أداء الشبكة، ومن الجدير بالذكر أن نتائج البحث الحالي يمكن استخدامها مع خوارزميات المسار البديل (Kshortest paths) التي نحصل بنتجة تطبيقها على K مسار، وكذلك خوارزمية ROSPF التي تعطينا ثلاثة مسارات فضلاً عن المسار الأقصر الأساسي.

1.مسارات المعطيات

تسلك المعطيات في الشبكة مساراً ما من المصدر باتجاه الهدف، والمسار مجموعة من الموجهات المرتبطة فيما بينها، وهناك نوعان أساسيان للمسارات هما:

1.1 المسار الأساسي

هو المسار الذي يتم ايجاده نتيجة تطبيق الخوارزميات الأساسية(خوارزمية ديجكسترا أو خوارزمية شعاع المسافة) وعند الحديث عن بروتوكول التوجيه OSPF فإن الخوارزمية المستخدمة هي خوارزمية ديجكسترا التي تستخدّم لإيجاد المسار الأساسي الأقصر، بحيث يحصل كل موجه في الشبكة على نسخة من قاعدة بيانات تمثل حالة الاتصال بين الموجهات كلّها في الشبكة بمعنى وجود اتصال أو عدم وجوده (بين موجهين) وبذلك يملك الموجه توصيفاً عاماً للشبكة، ويقوم كل موجه بتنفيذ خوارزمية ديجكسترا لحساب شجرة المسارات الأقصر مع عدّ الموجه ذاته مصدر المعطيات.

1.2 خطوات خوارزمية ديجكسترا

يقوم كل موجه حسب هذه الخوارزمية بالخطوات الآتية:

1. بناء المخطط (Graph) الذي يمثل الشبكة ومن ثم مصفوفة التجاور التي تمثل أوزان خطوط الاتصال وفي حال عدم وجود خط اتصال مباشر نضع قيمة غير مقبولة (لا نهائية).
2. نحدد مصدر المعطيات والوجهة.
3. نختار العقدة التالية والمتصلة مباشرة مع المصدر لكنّ ذو الوزن الأقل.
4. ننتقل إلى العقدة التالية فإذا كانت الوجهة نتوقف أما إذا لم تكن هي الوجهة فإنّنا نكرر الخطوة السابقة

حتى الوصول إلى العقدة المطلوبة (الوجهة)، ويكون المسار الأقصر هو المسار ذو الوزن الحاصل نتيجة جمع أوزان خطوط الاتصال من المصدر إلى الوجهة.

1.3 المسار البديل

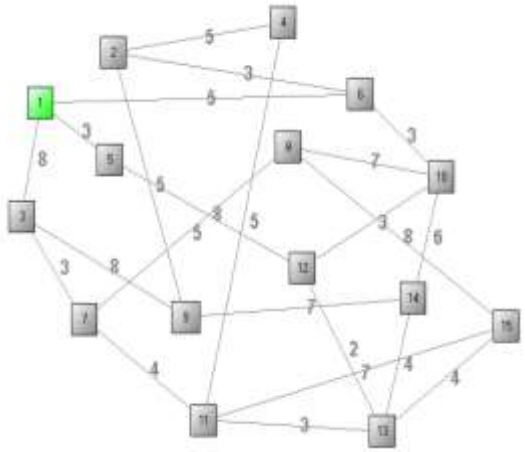
لتجاوز حالة الاستدعاء المتكرر لخوارزمية المسار الأساسي في الشبكات غير المستقرة ظهرت خوارزميات تحديد المسار البديل (الاحتياطي). ويمكن تعريفه بأنّه المسار الذي تستخدمه المعطيات للوصول إلى الهدف في الشبكات في حال حدوث خلل على المسار الأساسي ويخزّن المسار البديل في جدول التوجيه في الموجه بحيث يستخدم في حال حدوث خلل على المسار الأساسي تلقائياً أي بمعنى المحافظة على وثوقية الشبكة واستمرارية عملها حتى في حالات الخلل المختلفة.

إنّ استخدام المسارات البديلة في بروتوكولات التوجيه قد يُحسن أداء الشبكة ووثوقيتها. هناك كثير من الخوارزميات المستخدمة لايجاد المسار البديل وركزنا في البحث الحالي على خوارزمية العقد المحذوفة التي تعتمد لايجاد المسار البديل على ديجكسترا وتتضمن الخطوات الآتية:

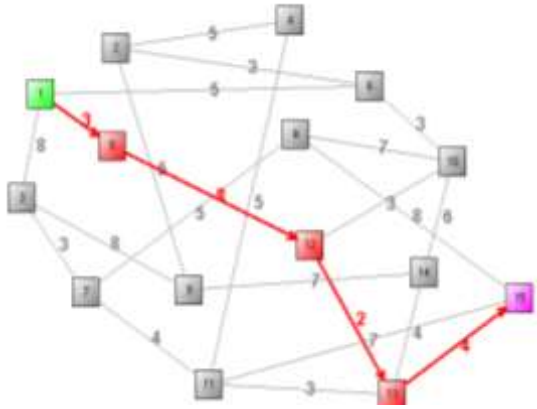
1. تنفيذ خوارزمية أقصر مسار (خوارزمية ديجكسترا) لتحديد المسار الأقصر الأساسي.
2. تحديد العقد المستخدمة من قبل المسار الأساسي
3. حذف العقد المستخدمة باستثناء المصدر والهدف.
4. استدعاء خوارزمية أقصر مسار لتحديد المسار البديل الأقصر (ديجكسترا).
5. المسار الناتج هو المسار البديل مع إمكانية تحديد شروط على المسار البديل الناتج، كعدد العقد، أو طول المسار لربط المسار البديل بعلاقة ما مع المسار الأقصر الأساسي.

نستعرض عمل الخوارزمية الناتجة نظرياً من خلال تطبيقها على الشبكة الواردة في الشكل/1/ التي تحوي 15 موجهاً.

بتطبيق خوارزمية أقصر مسار نجد أنّ المسار الأقصر بين المصدر (1) والهدف (15)، هو كما الشكل (2).

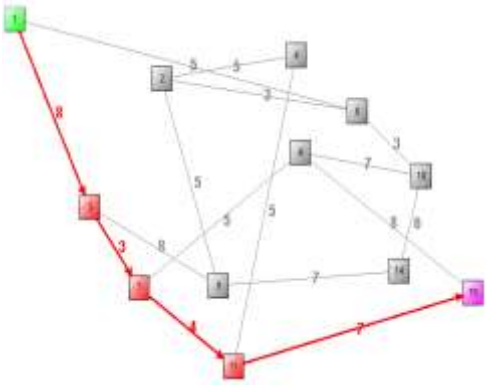


الشكل (1) الشبكة المدروسة نظرياً



الشكل (2) المسار الأقصر حسب خوارزمية ديجكسترا

بتطبيق خوارزمية العقد المحذوفة لايجاد المسار البديل نجد المسار البديل، كما في الشكل (3).



الشكل (3) المسار البديل

بالتدقيق في الشكلين (2) و(3) نجد أن المسارين منفصلان تماماً ولذلك يُطرح السؤال عن إمكانية استخدامهما بآن واحد وانعكاس ذلك على أداء الشبكة للإجابة استخدمنا للمحاكاة packet tracer وأنشأنا الشبكة المطلوبة، وهي عبارة عن area 0، وتضم عدداً من العقد الشبكية من نوع (Cisco Router 2911)، وعنونا الشبكات.

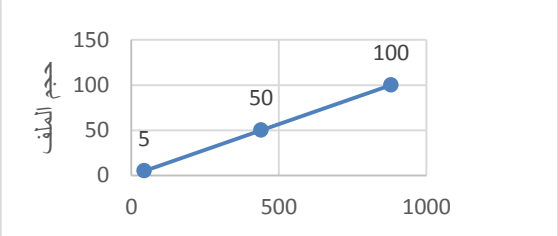
أعطينا أوزاناً لخطوط الاتصال في الشبكة بصورة عشوائية كما يبين الجدول(1) وأعدّدنا الموجهات وإعطاء عناوين للشبكة بصورة كاملة بحيث تعكس شبكة حقيقية ويمكن تغيير الأوزان والعناوين من خلال الامكانيات المتوافرة في برنامج المحاكاة packet tracer خاصة في نسخه الحديثة من الشركة الأم (CISCO).

نجري عملية نقل ملف بحجم 100MB بين العقدة الشبكية الأولى المتمثلة بـR1 وآخر عقدة شبكية المتمثلة بـR8 وقد أضيف مخدم لتبادل الملفات FTP وإجراء النقل مع جهاز PC2.

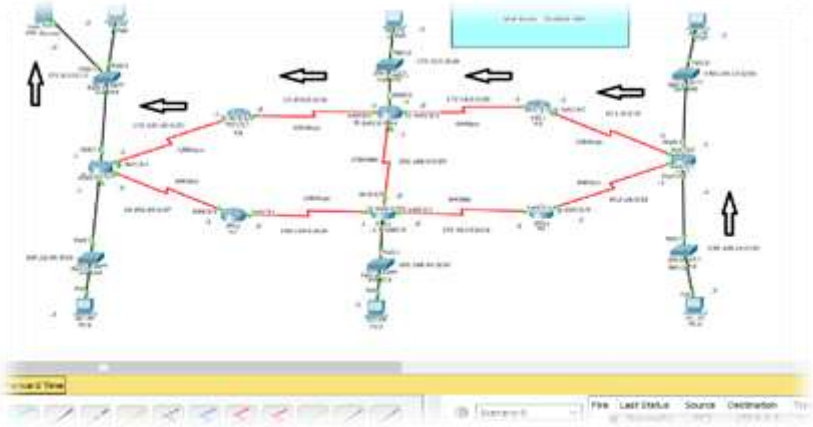
الجدول (1) الأوزان

الوزن	خط الاتصال
128Kbps	R1 ↔ R2
64Kbps	R1 ↔ R3
64Kbps	R2 ↔ R4
64Kbps	R3 ↔ R5
256Kbps	R4 ↔ R5
128Kbps	R4 ↔ R6
128Kbps	R5 ↔ R7
128Kbps	R6 ↔ R8
64Kbps	R7 ↔ R8

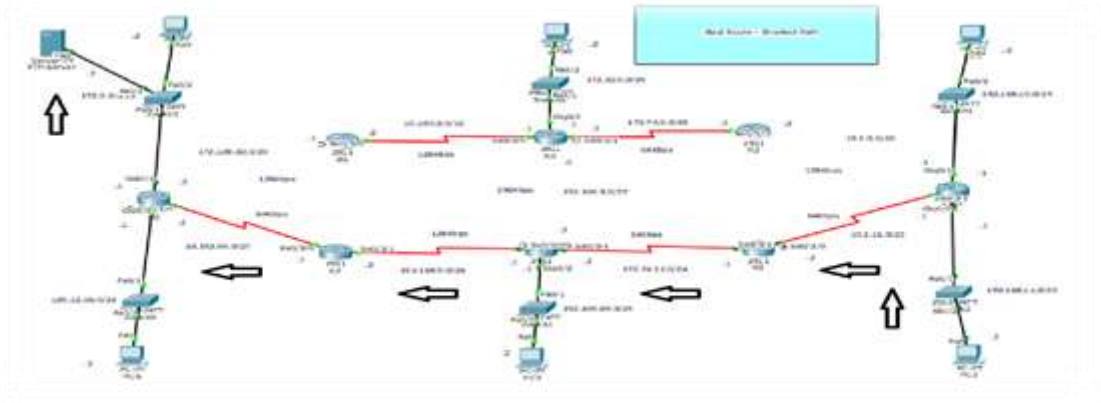
نلاحظ أن اختيار المسار الموضّح ⊢ لشكل (5) تم تلقائياً من خلال تطبيق خوارزمية ديجكسترا لحساب أقصر مسار، وذلك لأنّ البروتوكول OSPF، هو بروتوكول التوجيه المستخدم وأنّ خوارزمية ديجكسترا متلازمة مع هذا البروتوكول. وقد اختبر نقل ملف بحجم 5MB واستغرقت عملية النقل حوالي 44s تقريباً، وكذلك الأمر بالنسبة الى ملف حجمه100MB وجدنا أنه يستغرق نحو 14 دقيقة تقريباً وينتج لدينا المخطط الآتي للحجم والزمن. (الشكل 4).



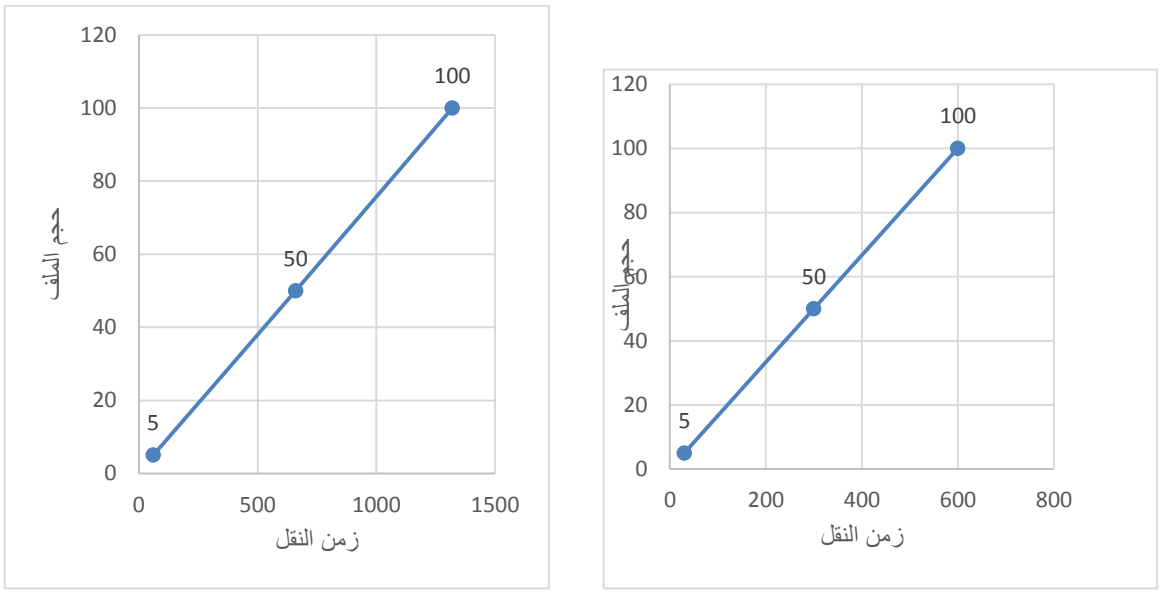
الشكل (4): زمن النقل



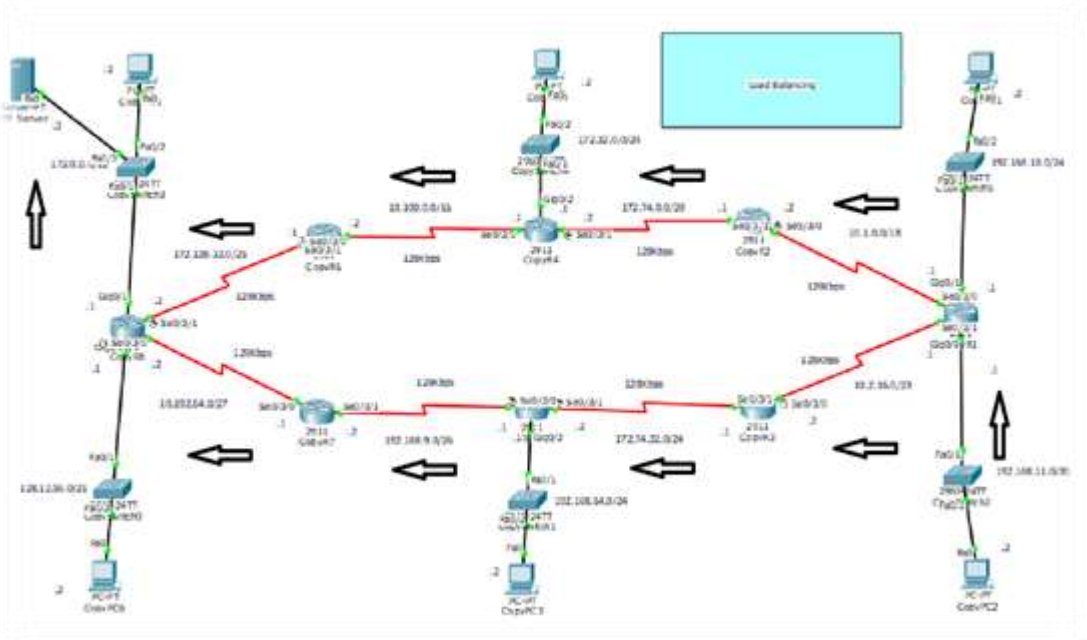
الشكل (5) المسار الأقصر حسب ديجكسترا



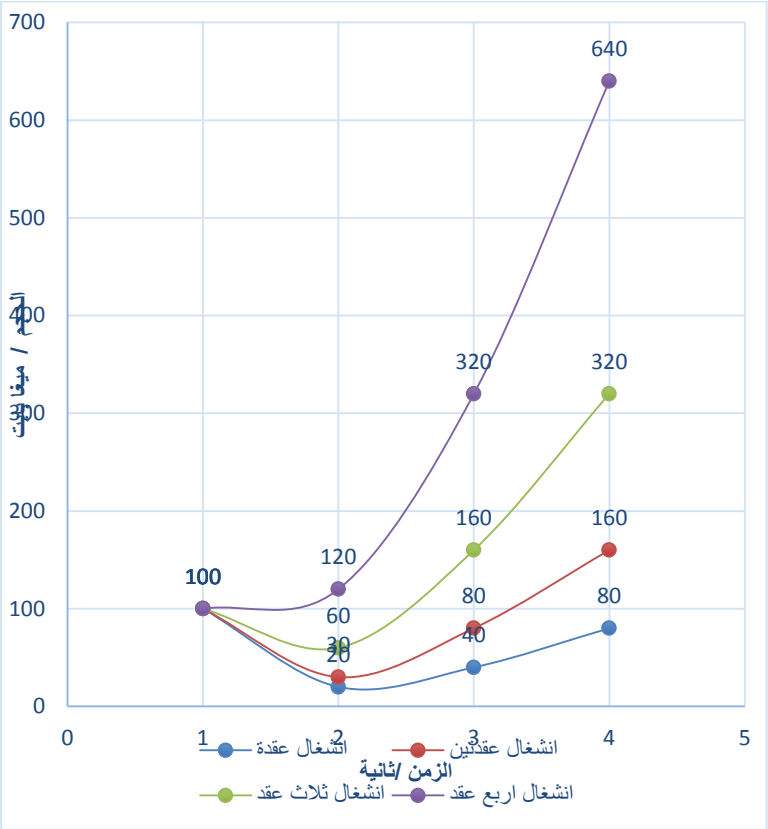
الشكل (6) مسار المعطيات حسب خوارزمية العقد المحذوفة



الشكل (7): العلاقة بين حجم الملف والزمن اللازم لنقله



الشكل (8) استخدام المسارين الأساسي والبديل معاً



الشكل(9): الانشغال مع ثلاث عقد

المناقشة والتحليل

عند تطبيق خوارزمية العقد المحذوفة على الشبكة المذكورة نجد أن المسار البديل الناتج مختلف. وتستغرق عملية نقل ملف حجمه 100MB عبر المسار البديل نحو 16 دقيقة ويُظهر الشكل (6) العلاقة بين الزمن اللازم لنقل الملف وبين حجم هذا الملف عبر المسار البديل (حسب خوارزمية العقد المحذوفة)، ومن الواضح أنّها علاقة خطية. من البديهي أنّ قيمة الزمن عند استخدام المسار البديل أكبر منها عند استخدام المسار الأقصر.

في حال قسّم الملف الى جزءين متساويين وأرسلوا فإنه بروتوكول OSPF لن يغيّر مسار ارسال البيانات، لأنّ هذا البروتوكول لا يقوم بتوزيع الحمل على مسارين مختلفين إلاّ في حالة كان للمسارين الوزن نفسه ،لذلك أجرينا تعديلاً على الأوزان بحيث يقوم البروتوكول بتوزيع الحمل لنقله عبر المسارين بآن واحد كما هو واضح في الشكل (8)، ويبيّن الشكل (7) العلاقة بين حجم الملف والزمن اللازم لنقله عبر المسارين بآن واحد، ومنه نستنتج أن قيمة الزمن اللازم قد انخفضت 50% وهنا لا بدّ من القول بأنّ هذه الحالة هي مثالية، أي بمعنى أنّ عقد المسار البديل منشغلة بنقل هذا الملف فقط دون غيره، وهذا غير واقعي، لأنّ هذه العقد منفردة أو مجتمعة هي عقد لمسارات أقصر أخرى تستخدم في الشبكة، لذلك أخذنا ذلك بالحسبان بفرض أن عقدة واحدة منشغلة بنسب 20%، 30%، 50%، ومن ثم عقدتين وبنسبة الانشغال نفسه، وأخيراً ثلاث عقد بالنسب نفسها، كما يبيّن الشكل (9)، ومنه نستنتج أن كلما كان الانشغال أكبر استغرقت عملية نقل المعطيات وقتاً أطول، ومن المخطط نجد أنّ الوقت اللازم لنقل ملف حجمه100MB باستخدام المسارين معاً يساوي

الوقت اللازم لنقل ملف حجمه 640MB في حال عدم الانشغال ومن ثمّ فإنّ استخدام المسارين بآن واحد مرتبط بانشغال العقد الأخرى ومن ثمّ مرتبط ارتباط خطي مع حجم المعطيات التي تعبّر الشبكة في فترة زمنية ما(خاصة الذروة)، ومنه نجد أنّ مع ازدياد حجم المعطيات تزداد انشغالية العقد الأخرى، ومن ثمّ يزداد الزمن اللازم لنقل المعطيات عبر المسارين بآن واحد.

الآفاق المستقبلية في البحث

من المعروف أنّ بروتوكول التوجيه المستخدم لا يسمح بارسال الملف على مسارين بأن واحد إلاّ اذا كان لهما الوزن نفسه، ومن هنا نطرق باباً جديداً للبحث، وهو العمل على تطوير بروتول OSPF بحيث يعطي لمدير الشبكة إمكانية اختيار مسارات المعطيات بالاعتماد على البروتوكول فضلاً عن خيارات مدير الشبكة التي يحددها حسب الانشغالية. .

المصطلحات

Routing	التوجيه	Graph	مخطط
convergence	التوافق	Router	موجه
Reliability	الوثوقية	Distance-vector	شعاع المسافة
Link -state	حالة الاتصال	performance	الاداء

REFERENCES المراجع

1. عماد الدين محمد، بحث دكتوراه، جامعة البعث، تطوير خوارزميات التوجيه في الشبكات الواسعة حمص.2010
2. عماد الدين محمد" خوارزمية العقد المحذوفة لتحديد المسار البديل في الشبكات الواسعة "مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية المجلد /31/ 2009.
3. **Different routing algorithms for computer networks, DR.Anuj Kumar, KAAR International Journal of science engineering & technology ,vol.1-2014.**
4. **http://informatics.mccme.ru/moodle/mod/statements/ view.php?id=260#1.2012**
5. **Tanenbaum A.S, Computer Networks, 4th edition, Prentice-Hall. 2008.**
6. **DOUGLAS Comer, Computer Networks AND Internets, 5th Edition, Prentice Hall, 2008.**
7. **DEEPANKAR MEDHI, K. RAMASAMY, Network Routing, algorithms, protocols and Architectures , Morgan Kaufmann, 2007.**
8. **LARRY L. Peterson, Computer Networks : A system approach , Morgan Kaufmann, 2007.**
9. **DEEPANKAR MEDHI, K. RAMASAMY, Network Routing, algorithms, protocols and Architectures , Morgan Kaufmann, 2007.**
10. **PRISCILLA O. Top – down network design, CISCO Press, 2004.**
11. **WILLIAM R. PARKHURST, Routing first-step, CISCO Press, 2004.**
12. **BEHROUZ A. FOROUZAN, TCP/IP protocol suite, McGraw-Hill professional, 2003.**
13. **PETER LOSBIN, TCP/IP clearly explained, Morgan Kaufmann, 2003.**
14. **MARCO CONTE, Dynamic routing in broadband networks, Springer, 2003.**
15. **TONY Kenyon, High – performance data network design : design techniques and tools ,Digital Press, 2002.**
16. **HEATHER OSTERLOB, IP Routing Primer plus, Sams Publishing, 2001.**
17. **UGLESS D. BLACK, IP routing protocols: RIP, OSPF, BEP, PNNI and CISCO routing protocols, CISCO Press, 2000.**
18. **http://www.TCPIPGuide.com**
19. **http://www.cisco.com**
20. **RAMESH BHANDARI, Survivable Networks: algorithms for diverse routing, Springer, 1999.**
21. **MARK SPORTACK, IP routing fundamentals, CISCO Press, 1999.**
22. **JOHN T. MOY, OSPF: anatomy of an internet routing protocol, Addison- Wesley, 1998.**
23. **SCOTT M. BALLEN, Managing IP Network with CISCO routers, O'Reilly, 1997.**

Received	**2017/01/19**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2017/11/02**	**قبول البحث للنشر**