تطوير خوارزمية ROSPF لإيجاد المسار البديل في الشبكات الحاسوبية

د. عماد الدين محمد[1]

الملخص

تعدّ خوارزمية ROSPF من الخوارزميات الحديثة والمستخدمة لإيجاد المسار البديل للمعطيات في الشبكات الحاسوبية في حال حدوث خلل ما في الشبكة، ودخولها في حال التقارب للتوافق على شجرة المسارات الأقصر الجديدة وفي أثناء عملية التوافق وبهدف استمرارية تدفق المعطيات، أي المحافظة على وثوقية الشبكة (خاصة في شبكات الزمن الحقيقي كالتي تنقل الصوت والصورة) يستخدَم المسار البديل الذي تم ايجاده مسبقاً وتخزينه في جدول التوجيه، لكن تتأثر هذه الخوارزمية بقطر المخطط وارتباطيته الذي يمثل الشبكة، درسنا في البحث الحالي هذا التأثير، وناقشنا النتائج.

الكلمات المفتاحية: التوجيه، المسار الأساسي، المسار البديل . التقارب، خوارزمية التوجيه.

[1] مدرس، كلية الهندسة المعلوماتية ، جامعة دمشق.

Development of ROSPF algorithm to find the alternate routing path

Dr. Imad mohamad[(1)]

Abstract

ROSPF is one of the most recently & used algorithms to find the alternate routing path in computer networks in case of failure in the network at the beginning and during convergence toward on agreement on new shortest paths tree in order to keep data flowing i.e to keep network reliable (for real- time networks where voice & picture are transmitted). The alternate path – found eartier and saved in routing table- is used, but this algorithm didn't consider the effects of diameter & connectivity of the graph represented the network. In this paper we analyze this effect and discuss the results.

Keywords: Routing, Shortest path, Alternate path, Convergence, Routing algorithm Development of ROSPF algorithm to find the alternate routing path

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

المقدمة

يعدّ المسار البديل الحل الأمثل لتجاوز مشكلة التغيرات الحاصلة في الشبكة التي قد تؤدي أحياناً إلى تعطل أي من عناصر المسار الأساسي (خط اتصال) أو/و (موجه) ومن ثمّ يصبح المسار الأساسي خارج الخدمة وتدخل الشبكة في حالة التقارب.

ظهرت خوارزميات مختلفة لمعالجة الموضوع، وذلك باختيار مسار بديل يمكن استخدامه في حال حدوث مشكلة على المسار الأساسي ومن ثمّ نحافظ على استمرارية عمل الشبكة مع وجود العطل المذكور، وتختلف هذه الخوارزميات من حيث مبدأ عملها وتأثيرها في أداء الشبكة. وقد أصبح موضوع المسار البديل أكثر أهميةً مع بدء استخدام الشبكات الواسعة، ولا سيما شبكة الانترنت لنقل معطيات الزمن الحقيقي (صوت وفيديو تحت الطلب) اذ تتطلب هذه التطبيقات الوثوقية والاستمرارية مما يجعل التعامل السريع مع التغيرات الحاصلة في الشبكة أمراً مهماً جداً (عدة مئات ميلي ثانية).

نعرّف المسار بأنّه مجموعة من الموجهات وخطوط الاتصال التي تربط مصدر المعطيات مع الوجهة المحددة، ويمكن تصنيف المسارات إلى نوعين:

المسار الأساسي

هو المسار الذي يتم ايجاده من تطبيق الخوارزميات الأساسية، وبشكل أساسي خوارزمية ديجكسترا أو خوارزمية شعاع المسافة.

المسار البديل:

هو المسار الذي يتم ايجاده من خلال تطبيق الخوارزميات المختلفة، ومنها خوارزمية ROSPF، وخوارزمية MPS. وخوارزمية العقد المحذوفة أو غيرها.

تستخدّم المسارات البديلة في الشبكات غير مستقرة عند حدوث تغير أو عطل ما في موجه ما أو خط اتصال ما يستخدم كجزء من المسار الأساسي ممّا يستدعي تطبيق الخوارزمية الأساسية للتوافق على المسارات الجديدة، وتدخل الشبكة مرحلة التقارب. وللمحافظة على استمرارية عمل الشبكة خلال زمن التقارب الذي يعدّ مهماً جداً في شبكات الزمن الحقيقي التي تتطلب استمرارية العمل ومن ثمّ يجري الانتقال الى استخدام المسار البديل بمجرد حدوث أي خلل على المسار الأساسي ممّا يضمن أداء الشبكة ووثوقيتها حتى في أثناء حدوث أي خلل.

تعدّ خوارزمية ROSPF من الخوارزميات المستخدمة في ايجاد المسار البديل (الاحتياطي) التي تعتمد في ايجاد المسار البديل بشكل أساسي على خوارزمية ديجكسترا مع إضافة بعض الخطوات التي أعطت هذه الخوارومية كثيراً من الإيجابيات عند المقارنة بالخوارزميات الأخرى كخوارزمية MPS.

يمكننا بتطبيق هذه الخوارزمية ايجاد ثلاثة مسارات للمعطيات في الشبكة، فضلاً عن المسار الأقصر الأساسي(P0)، وتوفر الخوارزمية امكانية وضع شروط على المسارات البديلة لعدد العقد وطول المسار التي يمكن من خلالهما اختيار مسار أو أكثر، والمفاضلة فيما بينها، وتتمثل الخطوات الأساسية لهذه الخوارزمية على الشكل الآتي:

1. استدعاء خوارزمية ديجكسترا، وتحديد المسار الأقصر P0 وطوله.
2. زيادة أوزان المسار الأقصر بمقدار ΔW والمساوي لحاصل مجموع أوزان خطوط الشبكة كلّها.
3. استدعاء خوارزمية ديجكسترا، وتحديد المسار P1 وطوله.
4. زيادة أوزان المسار الأقصر بمقدار لوغاريتم ΔW.
5. استدعاء خوارزمية ديجكسترا، وتحديد المسار P2 وطوله.

6. زيادة أوزان المسار الأقصر الأساسي والبديل P2 بمقدار ΔW المساوي لحاصل مجموع أوزان خطوط الشبكة كلّها.
7. استدعاء خوارزمية ديجكسترا، وتحديد المسار P3 وطوله.
8. اختيار المسارين اللذين يحققان الشروط المفروضة التي هي بشكل أساسي طول المسار الأعظمي، وعدد العقد الأعظمي في المسار المختار ويتم ربط المسار البديل مع المسار الأساسي من خلال هذين الشرطين. ويمكن لهذه القيود، أو الشروط أن توضع من قبل مدير الشبكة أو بروتوكول التوجيه.

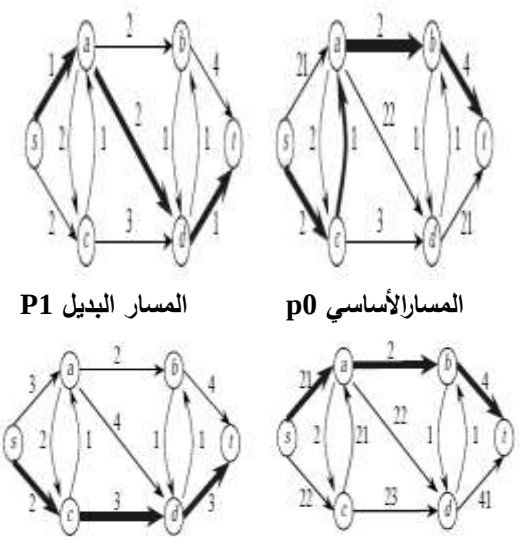
إذاً الهدف الرئيسي من المسار البديل تأمين المعطيات وحمايتها من الضياع، وضمان تدفقها عند عطل ما، ولكن هل يمكن القول: انّ إيجاد مسار بديل، يعني أنّ التغيّر الحاصل في الشبكة قد تمت معالجته، وأنّ المعطيات تستمر في التدفق عبر الشبكة؟

إنّ إيجاد المسار البديل الذي يمكن استخدامه طوال الزمن اللازم للتوافق بين الموجهات على الوضع الجديد للشبكة هو أساس المعالجة الذي قد يسبب عدم وجوده إلى توقف تدفق المعطيات. لكن استخدام المسار البديل مشروط بخلوه من حلقات التوجيه المؤقتة التي يمكن أن تتشكل في أثناء عملية التقارب (Convergence)، وتشكُل هذه الحلقات يمنع المعطيات من الوصول إلى المسار البديل، ومن ثمّ ضياعها على الرغم من توفر المسار البديل.

عند استخدام خوارزمية ROSPF على شبكات ذات حجوم مختلفة تبيّن أنّ هذه الخوارزمية تستغرق زمنا أقل من الخوارزميات الأخرى إلى حد كبير، لكن هذه الخوارزمية لم تأخذ بالحسبان تأثير تغيرات قطر المخطط الذي يمثل الشبكة والذي يعدّ عنصراً أساسياً عند دراسة المخطط (diameter)، وكذلك خاصية الارتباطية (connectivity) في الشبك[23].

حاولنا في البحث الحالي اظهار تأثير تغيّر القطر والارتباطية في عمل هذه الخوارزمية، وبشكل أساسي على زمن التنفيذ.

عند تطبيق خوارزمية ROSPF على الشبكة في الشكل (1) نجد أن المسارات الثلاثة الناتجة



المسارالأساسي p0 **المسار البديل P1**

المسار البديل P2 **المسار البديل P3**

الشكل (1) المسارات الناتجة عند استخدام خوارزميةROSPF

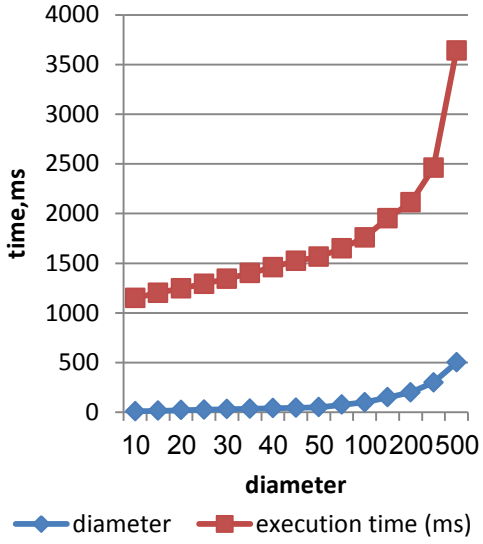
اعتمادا على نتائج المحاكاة لخوارزمية ROSPF [22],[23] ومقارنتها بخوارزميةMPS(Martins' algorithm) تبيّن أنّ خوارزمية ROSPF أسرع بمرتين من MPS، لكن كيف يؤثر تغيّر طول قطر المخطط وخاصية الارتباط في هذا الزمن الذي يعدّ من أهم عناصر اختيار الخوارزمية.[8]

لدراسة تأثير قطر المخطط (diameter) اخترنا شبكة مكونة من 10 موجهات – بغرض السهولة، وكون القطر هو العنصر المتغير أعطيناه قيماً مختلفة – وأجرينا المحاكاة من خلال برنامج خاص بلغة الجافا، وحصلنا على النتائج الواردة في الجدول (1) ويبيّن الشكل (2)

العلاقة بين القطر وزمن التنفيذ.

الجدول (1) نتائج المحاكاة لتغيّر طول القطر

تسلسل	قطر المخطط	زمن التنفيذ (ms)	تسلسل	قطر المخطط	زمن التنفيذ (ms)
1	10	1139	8	45	1513
2	15	1186	9	50	1574
3	20	1227	10	75	1659
4	25	1266	11	100	1802
5	30	1313	12	150	1911
6	35	1419	13	200	2159
7	40	1478	14	300	3140

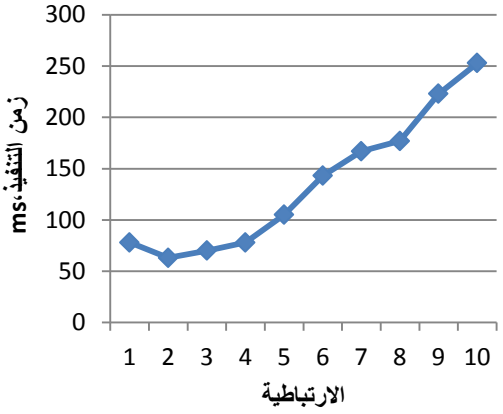


الشكل (2) العلاقة بين قطر المخطط وزمن التنفيذ

أمّا لدراسة خاصية الارتباطية (connectivity)– عدد العقد التي يؤدي حذفها إلى تقسيم الشبكة– وتأثير تغيرها في زمن تنفيذ خوارزمية ROSPF فقد اخترنا شبكات ذات ارتباطية مختلفة، وعدد عقد مختلفة وبنتيجة المحاكاة حصلنا على النتائج المبينة في الجدول (2)، والعلاقة كما في الشكل (3).

الجدول (2) ارتباطية المخطط وزمن التنفيذ

تسلسل	عدد العقد	الارتباطية	زمن التنفيذ(ms)
1	8	1	78
2	8	2	63
3	9	3	70
4	11	4	78
5	13	5	105
6	20	6	143
7	25	7	167
8	50	8	177
9	75	9	223
10	100	10	253



الشكل (3) الارتباطية وزمن تنفيذ الخوارزمية

بدراسة النتائج يمكن أن نورد الملاحظات الآتية:

1. في الشبكات التي يكون القطر ذو قيمة صغيرة نجد أنّ القيم الزمنية للتنفيذ متقاربة. لكن عندما يزداد طول القطر نجد أنّ الزمن يزداد زيادة ملحوظة لذلك لابدّ عند تطبيق هذه الخوارزمية على الشبكات ذات القطر الكبير من الأخذ بالحسبان الزمن الذي قد يؤثر في أداء الشبكة.
2. تأثير تغير ارتباطية الشبكة في زمن تنفيذ الخوارزمية محدود ومن ثمّ نجد أنّ ازدياد قيمة الارتباطية يؤدي إلى زيادة بسيطة في زمن التنفيذ، وهذا عنصر ايجابي يدفعنا لاستخدام هذه الخوارزمية في الشبكات التي لها قيمة ارتباطية عالية.
3. نتيجة البحث نجد أنّ هذه الخوارزمية أكثر من جيدة في الشبكات ذات القطر المحدود، ولها قيم ارتباطية متغير (طبعاً المقصود قطر المخطط الذي يمثل الشبكة).
4. عند التطبيق العملي على الشبكات الحقيقية، خاصة شبكات الزمن الحقيقي قد تكون النتائج مختلفة بنسب متفاوتة، وذلك حسب التجهيزات الشبكية المستخدمة، ممّا يدعو إلى أخذ نتائج ذلك بالحسبان.
5. قد يكون من المفيد دراسة تأثير حجم النظام المستقل (autonomous system) في عمل هذه الخوارزمية.

المصطلحات

Router	موجه	Graph	مخطط
convergence	التوافق/التقارب	Autonomous system	نظام مستقل
Reliability	الوثوقية	Connectivity	الارتباطية
Alternate path	المسار البديل	Performance	الأداء
Routing	التوجيه	Algorithm	خوارزمية

REFERENCES المراجع

1. **Different routing algorithms for computer networks, DR. Anuj Kumar, KAAR International Journal of science engineering & technology, vol.1-2014.**
2. **http://informatics.mccme.ru/moodle/mod/statements/ view.php?id=260#1.2012**
3. **Tanenbaum A.S, Computer Networks, 4th edition, Prentice-Hall. 2008.**
4. **Douglas Comer, Computer Networks AND Internets, 5th Edition, Prentice Hall, 2008.**
5. **Deepankar Medhi, K. Ramasamy, Network Routing, algorithms, protocols and Architectures , Morgan Kaufmann, 2007.**
6. **Larry L. Peterson, Computer Networks: A system approach, Morgan Kaufmann, 2007.**
7. **Deepankar Medhi, K. Ramasamy, Network Routing, algorithms, protocols and Architectures , Morgan Kaufmann, 2007.**
8. **E.Q.V. Martins, M.M.B. Pascoal, and J.L.E. Santos, Deviation Algorithms for Ranking Shortest Paths, International Journal of Foundations of Computer Science, Vol. 10, No. 3 (1999).**
9. **Priscilla O. Top – down network design, CISCO Press, 2004.**
10. **William R. Parkhurst, Routing first- step, CISCO Press, 2004.**
11. **Behrouz A. Forouzan, TCP/IP protocol suite, McGraw-Hill professional, 2003.**
12. **Peter Losbin, TCP/IP clearly explained, Morgan Kaufmann, 2003.**
13. **Marco Conte, Dynamic routing in broadband networks, Springer, 2003.**
14. **Tony Kenyon, High – performance data network design: design techniques and tools, Digital Press, 2002.**
15. **HEATHER OSTERLOB, IP Routing Primer plus, Sams Publishing, 2001.**
16. **Ugless D. Black, IP routing protocols: RIP, OSPF, BEP, PNNI and CISCO routing protocols, CISCO Press, 2000.**
17. **http://www.TCPIPGuide.com**
18. **http://www.cisco.com**
19. **Ramesh Bhandari, Survivable Networks: algorithms for diverse routing, Springer, 1999.**
20. **Mark sportack, IP routing fundamentals, CISCO Press, 1999.**
21. **John T. Moy, Ospf: anatomy of an internet routing protocol, Addison- Wesley, 1998.**
22. عمـاد الـدين محمـد، بحـث دكتـوراه، جامعـة البعـث، تطـوير خوارزميات التوجيه في الشبكات الواسعة حمص. **2010**
23. **A new algorithm to compute alternate paths in reliable OSPF(ROSPF), PANDA Group, computer science department , University of Victoria, Victoria, BC, Canada.**

Received	2017/07/24	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2018/05/14	قبول البحث للنشر