مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (31) العدد (4) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (31) No. (4) 2009

دراسة تحليلية لاختيار خوارزمية التوجيه الأفضل في الشبكات الواسعة

الدكتور نبيل دحدوح*

عماد الدين محمد **

(تاريخ الإيداع 16 / 7 / 2009. قُبِل للنشر في 2009/9/7)

□ ملخّص □

تسلك المعطيات في الشبكة من عقدة ما إلى أخرى مساراً ما(مجموعة عقد مرتبطة فيما بينها)ويتم تحديد هذا المسار اعتماداً على نتيجة الخوارزمية المسؤولة عن إجراء حسابات ومقارنة النتائج، والمعروفة بخوارزمية التوجيه، وهي صيغة مخزنة في ذاكرة الموجه تساعد في اتخاذ القرار بتحديد المسار الأمثل لنقل المعطيات . إن اختيار خوارزمية التوجيه مرتبط بصورة وثيقة ومباشرة باختيار بروتوكول التوجيه، حيث أن اختيار هذا البروتوكول يعني اختيار الخوارزمية الموافقة، حيث لا يمكن تغيير الخوارزمية دون تغيير البروتوكول.

يمكن أن يكون التوجيه ضمن مجموعة جزئية محددة (Domain) – وهذا هو موضوع بحثنا – أو بين المجموعات الجزئية. هناك نوعان رئيسيان لخوارزميات التوجيه ضمن المجموعة الجزئية، هما خوارزمية حالة الاتصال (Link state algorithm) وخوارزمية شعاع المسافة (Distance vector algorithm) .

كيف يمكن اختيار الخوارزمية ؟ وما هي العوامل الواجب أخذها بالاعتبار عند اتخاذ قرار الاختيار؟

إن الهدف من البحث الحالي هي الإجابة عن هذه الأسئلة من خلال استعراض خصائص كل من الخوارزميتين، وكذلك خصائص كل من بروتوكولي التوجيه الموافقين لتحديد العوامل الأساسية المؤثرة في قرار الاختيار.

الكلمات المفتاحية: الشبكة، خوارزمية، التوجيه، مسار التوجيه، مجموعة جزئية، مخطط، رزمة.

* أستاذ مساعد–قسم الاتصالات– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة البعث– حمص– سورية.

**طالب دراسات عليا (دكتوراه)–قسم الاتصالات – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة البعث– حمص– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (31) العدد (4) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (31) No. (4) 2009

How to Choose Routing Algorithm?

Dr. Nabil Dahdouh*
Imad Eddeen Mohammed**

(Received 16 / 7 / 2009. Accepted 7 / 9 / 2009)

□ ABSTRACT □

Traveling data through network from source to a destination has a path (connected nodes). This path is defined by an algorithm which is a saved formula in the router's memory. Depending on this formula the optimal is selected (optimal means the most appropriate path to our constraints) .Routing algorithm is related to the routing protocol. I.e. choosing the routing protocol is the choice of routing algorithm so, we can't change the algorithm without changing the protocol.

We have two kinds of routing Intradomain and Interdomain; here we focus on intradomain routing where we have two main routing algorithms Link state algorithm (Dijikstra Algorithm) and Distance Vector algorithm .

How we choose algorithm? What factors should be considered in choosing decision?

The aim of this paper is to answer these questions by studying the properties of the two algorithms and the two routing protocols to show the main factors affecting the choosing decision.

Keywords: Network, Algorithm, Routing, Routing path, Domain, Graph, Packet.

*Associate Professor, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Albaath University, Homs, Syria.
**postgraduate student, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Albaath University, Homs, Syria.

مقدمة:

إن نمو الشبكة الواسعة لدرجة كبيرة يمكن أن يوفر للمعطيات المرسلة من مصدر ما إلى وجهة ما إمكانية سلوك مسارات مختلفة عبر الشبكة بالإضافة على ازدياد حجم المعطيات التي تعبر خطوط الاتصال في الشبكة [1], [2], [3].

بغية إدارة المعطيات المتدفقة عبرها فقد تم تقسيم الشبكة – التي تستخدم بروتوكول التوجيه OSPF(Open Shortest Path First) [3],[4]– إلى مجموعات جزئية (Domains) والمجموعة الجزئية عبارة عن جزء من الشبكة تحت إدارة محددة، وكمثال يمكن القول إن ISP (Internet Service Provider) عبارة عن مجموعة جزئية أو يمكن أن يكون أكثر من مجموعة جزئية .

إن عملية التقسيم هذه تولد إمكانية إدارة المعطيات المتدفقة داخل المجموعة، أو من مجموعة إلى أخرى من خلال خوارزميات لتحديد المسار الأمثل الذي يمكن للمعطيات أن تسلكه من المصدر باتجاه الهدف .[1], [2], [3].

(أجري هذا البحث في جامعة البعث خلال الربع الثاني من عام 2009)

أهمية البحث وأهدافه:

كلما ازداد حجم الشبكة ازداد حجم المعطيات المتدفقة عبرها بين العقد المختلفة وبالتالي فإن عدم التحكم في مسارات هذه المعطيات قد يجعل أداء الشبكة دون المستوى المرغوب، و قد يجعل الوثوقية أقل من المطلوب، ولذلك تم تصميم خوارزميات تسمح بتحديد المسار اعتماداً على مجموعة من المعطيات والشروط التي تختلف تبعاً لنوع الخوارزمية .[1], [2], [5]

في البحث الحالي سوف نستعرض النوعين الأساسين لخوارزميات التوجيه ضمن المجموعة الجزئية، مما يساعد في اتخاذ قرار الاختيار بين هاتين الخوارزميتين، على اعتبار أن الخوارزمية المختارة تلعب الدور الأهم في عمل الشبكة وفق شروط محددة.

طرائق البحث ومواده:

اعتمدنا في البحث الحالي على تحليل الخوارزميتين ونتائج الأبحاث في تطبيق كل من الخوارزميتين على حجوم مختلفة من الشبكات.

استخدمنا في التحليل نتائج التطبيق المتوفرة على مواقع شبكة الانترنت، وكذلك الأبحاث المنشورة في بعض المواقع والمراجع.[1], [2], [4], [5], [7], [8]

التوجيه (Routing):

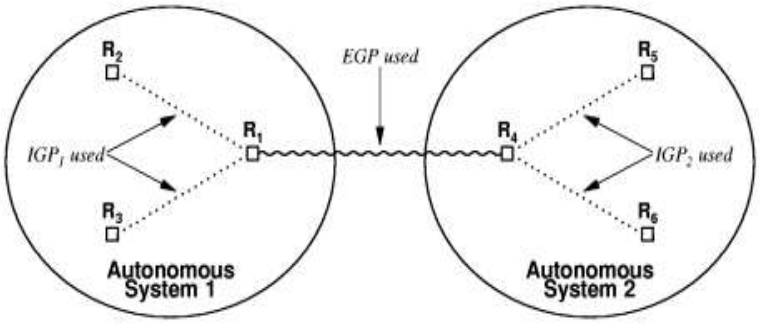
يمكن أن نعَرف التوجيه على أنه عملية التحكم بحركة المعطيات عبر الشبكة من مصدر ما إلى هدف ما، على أن تعبر هذه المعطيات على الأقل عقدة واحدة (موجه) تتم عملية التحكم من خلال الموجهات (Routers) ويمكن أن نعرّف الموجه بصورة بسيطة على أنه جهاز حاسب ذو بطاقتي شبكة على الأقل، بحيث ترتبط كل بطاقة بشبكة .إن وظيفة الموجه الرئيسية هي توجيه الرزم(Packets) حسب مسار ما، يتم تحديده من خلال المعلومات الموجودة في كل رزمة (Packet) . [5], [9]

تمر عملية نقل المعطيات بمرحلتين، بحيث يتم في المرحلة الأولى تحديد المسار من خلال تنفيذ خوارزمية التوجيه والتي تعتمد على المعلومات المخزنة في جداول التوجيه التي توفرها بروتوكولات التوجيه،أما المرحلة الثانية فهي نقل المعطيات عبر المسار الذي تم تحديده في المرحلة الأولى .

بروتوكولات التوجيه(Routing Protocols):

تقسم برتوكولات التوجيه في الشبكات الواسعة (الشكل 1) إلى برتوكولات داخلية (IGP) وإلى بروتوكولات خارجية بين المجموعات الجزئية(EGP) [1]. البروتوكولات الداخلية التي تهتم بحركة المعطيات بين الموجهات الموجودة في مجموعة واحدة(Domain) هي:

- RIP (Routing Information Protocol) ويستخدم خوارزمية شعاع المسافة (Distance Vector) لاتخاذ القرار في اختيار المسار الأمثل. [10] ,[6]
- OSPF (Open Shortest Path First) ويستخدم خوارزمية حالة الاتصال (Link State) في اختيار المسار الأفضل.[4],[3]



الشكل -1 أنواع بروتوكولات التوجيه

العلاقة بين خوارزميات التوجيه وبروتوكولات التوجيه:

تختلف بروتوكولات التوجيه من حيث سرعة عملها وطريقة التعامل مع التغيرات الطارئة، وكذلك المعلومات التي تجمعها لإنجاز عملها. إن العمل الرئيسي لبروتوكولات التوجيه هو جمع المعلومات الضرورية لخوارزمية التوجيه لاتخاذ القرار حول مسار نقل المعطيات، تختلف هذه المعلومات حسب الخوارزمية المطبقة، ويمكن تشبيه هذا التلازم بأسلوب استخدام محركات البحث عبر الانترنت، حيث يمكن أن نكتب كلمة واحدة للوصول إلى موضوع ما ولكن من خلال استعراض كمية كبيرة من المعطيات، أو يمكن كتابة مجموعة كلمات تمكننا من الوصول الأسرع للموضوع المراد البحث عنه .

يجمع برتوكول التوجيه المعلومات الضرورية حول الشبكة والموجهات من الشبكة ويخزنها ضمن جداول في ذاكرة الموجه، ثم يقوم بتطبيق الخوارزمية باستخدام هذه المعلومات واتخاذ القرار في تحديد مسار المعلومات بغية الوصول إلى الهدف.[10] ,[1]

خوارزميات التوجيه:

نعرف خوارزمية التوجيه بأنها الصيغة المخزنة في ذاكرة الموجه، والتي تساعد في اتخاذ القرار بتحديد المسار الأمثل لنقل المعطيات .لدينا نوعان رئيسيان من خوارزميات التوجيه ضمن المجموعة الجزئية :

- خوارزمية حالة الاتصال (Link state) أو خوارزمية ديجكسترا (Dijikstra algorithm).
- خوارزمية شعاع المسافة (Distance vector) .

من الجدير بالذكر أن هذين النوعين من الخوارزميات يتصفان بالديناميكية؛ أي التعامل مع التغيرات التي قد تحدث في الشبكة، والعمل على إيصال المعطيات إلى الوجهة المحددة. [7] ,[5] ,[2]

عند تصميم خوارزمية للتوجيه في الشبكة الواسعة، نقوم بتمثيل الشبكة بمخطط (Graph) تمثل العقد فيه توضع الموجهات في الشبكة، بينما تمثل أضلاعه خطوط الاتصال الفيزيائية بين الموجهات. ولكل خط اتصال وزن أو كلفة، قد تمثل زمن التأخير ، الكلفة المادية ، مستوى الازدحام أو التصادم، وبالتالي عندما نقول: المسار الأمثل، فإننا نعني المسار ذا الكلفة الأقل ، ويمكن جمع أكثر من عامل لاختيار المسار الأمثل كأن نقول مثلاً نريد خوارزمية تحقق أقل زمن تأخير (Delay) ووثوقية عالية .

خوارزمية ديجكسترا (Dijikstra Algorithm):

يحصل كل موجه في الشبكة على نسخة من قاعدة بيانات تمثل حالة الاتصال بين كافة عناصر الشبكة؛ بمعنى وجود أو عدم وجود اتصال؛ أي يملك الموجه توصيف عام للشبكة، ومن ثم يقوم كل موجه بتنفيذ خوارزمية ديجكسترا لحساب شجرة المسارات الأقصر، مع اعتبار الموجه ذاته مصدر المعطيات. ولتنفيذ ذلك يقوم الموجه بالخطوات التالية :[4] ,[3], [2],

1. بناء المخطط (Graph) الذي يمثل الشبكة، ومن ثم مصفوفة التجاور والتي تمثل أوزان خطوط الاتصال. وفي حال عدم وجود خط اتصال مباشر نضع قيمة غير مقبولة (لا نهائية[1]).
2. نحدد مصدر المعطيات والوجهة.
3. نختار العقدة التالية والمتصلة مباشرة مع المصدر ذي الوزن الأقل .
4. ننتقل إلى العقدة التالية. فإذا كانت هي وجهة المعطيات المطلوبة، فإننا نتوقف. أما إذا لم تكن هي الوجهة، فإننا 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 .

تقوم هذه الخوارزمية بإرسال المعلومات عن حالة الاتصال مع العقد المجاورة لها إلى كافة العقد في الشبكة، وفي حال حدوث تبدل ما، يتم إرسال المعلومات المتضمنة للتغيرات الحاصلة.

تعتمد خوارزمية ديجكسترا على بروتوكول التوجيه (OSPF) في الحصول على المعطيات الضرورية لاتخاذ قرار التوجيه المناسب، ويتمتع برتوكول التوجيه المذكور بمجموعة خصائص جعلت هذه الخوارزمية الأكثر انتشاراً، فهو يوفر إمكانية التعامل مع شبكة حتى 255 عقدة، بالإضافة إلى أنه يستطيع التعامل مع قناع متغير للشبكات الجزئية، والذي يوفر في عناوين IP والذي يُعد ضرورياً مع نمو حجم الشبكة، كما يسمح بتقسيم الشبكة إلى مناطق منطقية للتحكم بتدفق المعطيات، ويدعم البنية الهرمية التي تحاكي هيكلية المؤسسات، كما يوفر إمكانية اختيار مسارات مختلفة

[1] قيمة ما نفترضها 5000 مثلاً تكافئ لانهائية

تبعاً لنوع الخدمة المطلوبة، أما في حال حدوث تغير ما في الشبكة فإن التوافق على المسار البديل يتم بسرعة بين موجهات الشبكة. أما عملية التحديث لحالة الشبكة فإنها تحصل فقط عند حدوث تغير، وليس بشكل دوري، وهذا ما يجعل تدفق المعطيات في الشبكة أقل ، بالنسبة لبروتوكول النقل المستخدم مع بروتوكول التوجيه(OSPF) فهو TCP ويوضح (الجدول 1) خصائص البروتوكول OSPF .[9] ,[4] ,[3]

الجدول 1 خصائص OSPF

الخاصية	OSPF
عدد العقد الأعظمي	255
عامل التوجيه	عرض قناة الاتصال
VLSM	ممكنة
التعريف المنطقي للشبكات	التقسيم لمناطق
مسارات مختلفة ذات وزن متماثل	ممكن
نوع الخدمة	ممكن عدة مسارات حسب نوع الخدمة
بروتوكول النقل	TCP
الهرمية	في المجموعات الكبيرة
التحديث	عند حدوث تغيير ما في الشبكة
TOS	تحديد مسارات مختلفة تبعاً لنوع الخدمة
التوافق على مسار جديد أمثل	سرعة في التوافق

خوارزمية شعاع المسافة (Distance vector algorithm):

تُمثل الشبكة بمخطط رؤوسه الموجهات وأضلاعه خطوط الاتصال مع أوزانها، ويحصل كل موجه على المعلومات الخاصة بالموجهات المتصلة به مباشرة فقط، وليس بالموجهات الأخرى في الشبكة. ويتضمن جدول التوجيه في الموجه المسار الأمثل إلى كافة الموجهات الأخرى. ولتنفيذ هذه الخوارزمية يقوم كل موجه بالخطوات التالية : ,[1] [5], [6]

1. حساب وزن كل خط اتصال مباشر مع الموجه، وحفظ هذه المعلومات في جدول التوجيه.
2. إرسال جدول التوجيه الناتج إلى الموجهات المجاورة، وبصورة دورية خلال فترة زمنية محددة (180 ثانية) واستلام جداول التوجيه الخاصة بالموجهات المجاورة والمرسلة له.
3. تعديل جدول التوجيه الخاص بالموجه اعتماداً على المعلومات المحتواة في جداول توجيه الموجهات المجاورة والمرسلة إليه.

لهذه الخوارزمية مشكلة جدية، تدعى مشكلة العد إلى اللانهاية (دخول موجهين في حلقة تبادل معلومات) وهي نتيجة للبطء في التوافق على المسار البديل في حال حدوث خلل ما في الشبكة، وتتجسد هذه المشكلة في دخول موجهين في حلقة تبادل تستغرق فترة زمنية لحين التوافق على المسار البديل.[2] ,[1]

تعتمد هذه الخوارزمية على بروتوكول التوجيه (RIP) بإصداراته المختلفة (RIP v1 , RIPv2) والتي طورت في أداء الخوارزمية لكنها تبقى دون الإمكانيات التي توفرها خوارزمية ديجكسترا، حيث أن هذا البرتوكول يسمح بالتعامل مع شبكة تحوي عقداً أقل بكثير منه في (OSPF) ومع أن (RIP v2) يوفر إمكانية التعامل مع طول متغير لقناع الشبكة الجزئية، إلا أنه لا يسمح بتقسيم الشبكة إلى مناطق، كذلك لا يوفر إمكانية اختيار عدة مسارات، لها وزن متماثل، أو تبعاً لنوع الخدمة المطلوبة، كما أنه لا يدعم البنية الهرمية للشبكة بالإضافة إلى عملية التحديث الدورية (تبادل جداول التوجيه) حتى دون حدوث أي تغير في الشبكة، مع أن التوافق على المسار البديل، في حال حدوث الخلل، يتم ببطء شديد، وهذا مصدر مشكلة " العد للانهاية" والمذكورة أعلاه. ويستخدم بروتوكول التوجيه (RIP) بروتوكول النقل (UDP) بالإضافة إلى أن عامل التوجيه في (RIP) هو عدد العقد بين المصدر والوجهة . يوضح (الجدول 2)خصائص RIP.[7] ,[6] ,[2]

الجدول 2 خصائص RIP

الخاصية	RIP
عدد العقد الأعظمي	15
عامل التوجيه	عدد العقد
VLSM	فقط في RIP2
التعريف المنطقي للشبكات	غير ممكن
مسارات مختلفة ذات وزن متماثل	غير ممكن
نوع الخدمة	غير ممكن
بروتوكول	UDP
الهرمية	غير ممكنة
التحديث	بصورة دورية
TOS	لا يوفر
التوافق على مسار جديد أمثل	بطء ملحوظ

مما سبق، نجد في خوارزمية ديجكسترا أن الموجه يرسل كمية قليلة من المعطيات – حول الموجهات المجاورة – إلى بقية موجهات الشبكة، بينما في خوارزمية شعاع المسافة، يرسل الموجه إلى الموجهات المجاورة قاعدة بيانات كاملة وبصورة دورية، وتعاني هذه الخوارزمية من مشكلة العد للانهاية، ومشكلة الحلقات. وفي حال قام الموجه بإرسال معلومات خاطئة عن اتصال ما، فإن هذه المعلومات سترسل إلى كافة موجهات الشبكة؛ أي بمعنى انتشار الخطأ عبر الشبكة، بالإضافة إلى عملية التحديث الدورية، حتى في حال عدم حصول أي تغيرات في الشبكة. لكن خوارزمية ديجكسترا تتجاوز سلبيات سابقتها من حيث مشاكل الحلقات والعد للانهاية. والتحديث الدوري يحصل فقط في حال

حدوث تغير ما في الشبكة، كما أن إرسال معلومة خاطئة عن خط اتصال ما، يبقى محصوراً وتأثيره محدود وذلك لأن كل موجه يقوم بحساب المسارات الخاصة به بصورة مستقلة، لكن ذلك يتطلب موارد أكبر؛ أي تكلفة أكثر. ويُعد بروتوكول النقل المستخدم مع خوارزمية ديجكسترا (TCP) أفضل من البروتوكول المستخدم مع خوارزمية شعاع المسافة (UDP) لكن الموارد المطلوبة مع خوارزمية شعاع المسافة أقل، وبالتالي الكلفة أقل.

النتائج والمناقشة:

يعتبر حجم الشبكة –عدد الموجهات – عاملاً حاسماً في اختيار الخوارزمية، ففي حال كان عدد الموجهات في الشبكة يتجاوز 15 موجهاً توجب استخدام خوارزمية ديجكسترا، لأن بروتوكول التوجيه RIP المستخدم مع خوارزمية شعاع المسافة يستطيع التعامل مع مسار حتى 15 موجهاً فقط، بينما بروتوكول OSPF المستخدم مع خوارزمية ديجكسترا فإمكانه التعامل مع مسار حتى 255 موجهاً .

إذا كان عامل التوجيه(الخاصية التي على أساسها يتم اختيار العقدة التالية) هو عدد العقد وحجم الشبكة حتى 15 موجهاً، فإنه يمكن استخدام خوارزمية شعاع المسافة، لكن إذا كان عامل التوجيه هو عرض قناة الاتصال، وبغض النظر عن حجم الشبكة، فإن خوارزمية ديجكسترا هي المطلوبة . (جدول رقم 1) [2],[1]

مع توسع الشبكات ظهرت الحاجة إلى محاكاة الشبكة لبنية المؤسسة، بحيث يتم التحكم بتدفق المعطيات بين عناصر المؤسسة وفق قيود يمكن أن يضعها مدير الشبكة، وبالتالي حصر المعطيات في الأقسام التي تهتم بها، والسماح بالتدفق فقط للمعطيات اللازمة للأقسام الأخرى.

توفر خوارزمية ديجكسترا عملية التقسيم والمحاكاة هذه، في حين تتعامل خوارزمية شعاع المسافة مع كافة الموجهات كأنها في مستو واحد، وهذا ما يغمر الشبكة بالمعطيات التي تلزم والتي لا تلزم أقساماً مختلفةً من الشبكة. (جدول رقم1 وجدول رقم2).[6], [2]

تلعب الوثوقية دوراً متنامياً في الشبكات، ونقصد بالوثوقية هنا استمرار العمل في ظروف طارئة كتعطل مسار ما. وفي كلتا الخوارزميتين يتم التوافق على مسار بديل لاستمرار عمل الشبكة وتبادل المعطيات لكن عملية التوافق في خوارزمية شعاع المسافة تستغرق وقتاً طويلاً بالمقارنة مع خوارزمية ديجكسترا، وهذا الوقت ينعكس على أداء الشبكة وبالتالي إذا كنا نبغي شبكة ذات أداء عالٍ، فإن خوارزمية ديجكسترا هي الخوارزمية المناسبة بالإضافة إلى أن بروتوكول النقل المستخدم مع خوارزمية ديجكسترا هو TCP بينما UDP هو المستخدم مع خوارزمية شعاع المسافة، وهذا ما يجعل خوارزمية شعاع المسافة أقل وثوقية من خوارزمية ديجكسترا، مع الأخذ بالاعتبار أن مشكلة العد للانهاية التي تظهر أثناء التوافق على المسار البديل في خوارزمية شعاع المسافة قد تجعل الشبكة خارج الخدمة لفترة زمنية تختلف حسب حجم الشبكة، لكن هذه المشكلة قائمة .(جدول رقم 1 وجدول رقم 2)

إن الحديث عن اختيار خوارزمية لا يكتمل دون الأخذ بالاعتبار الكلفة المطلوبة، فخوارزمية ديجكسترا تتطلب حواسب وموجهات ذات إمكانيات عالية، لكن خوارزمية شعاع المسافة وكونها تتعامل مع حجوم شبكة صغيرة فإن متطلباتها بسيطة، لكن مع التطور السريع في التجهيزات وهبوط أسعارها يجهل هذا العامل ثانوياً في اختيار الخوارزمية .

الاستنتاجات والتوصيات:

من المناقشة أعلاه ومن المقارنة بين بروتوكولات التوجيه والخوارزميات المطبقة في إيجاد المسار الأمثل للمعطيات في الشبكة، نجد أن هناك العديد من العوامل المؤثرة في تحديد هذا المسار ولذلك نجد أن كل خوارزمية تعالج مسألة تحديد المسار بطريقة مختلفة. ولكن لاختيار خوارزمية في شبكة ما لابد من تحديد بعض العوامل الأساسية التي تساعد في قرار الاختيار. لكن هناك بعض العوامل الأخرى أقل أهمية، وتعتبر ثانوية في تأثيرها على قرار الاختيار، مع ضرورة الأخذ بالاعتبار أن اختيار الخوارزمية يعني اختيار بروتوكول التوجيه الموافق، والعكس صحيح، أي لا يمكن تغيير أحدهما دون الآخر. وبشكل عام لاختيار خوارزمية التوجيه المناسبة لا بد من الإجابة على الأسئلة الأساسية التالية :

1. ما هو حجم الشبكة، أي بمعنى عدد الموجهات ؟
2. ما هو عامل التوجيه المراد اعتماده ؟
3. هل من ضرورة لتقسيم الشبكة أو لاعتماد البنية الهرمية ؟
4. ما درجة الوثوقية وحدود الكلفة ؟

إن الإجابة الدقيقة عن هذه الأسئلة تجعل قرار اختيار الخوارزمية مدروساً ومبنياً على معطيات ومعلومات من الواقع، حيث تستخدم الشبكة المراد اختيار خوارزمية التوجيه المناسبة لها على الرغم من أن الإجابات على بعض الأسئلة يتطلب الدقة، كأن نقول مثلاً نريد وثوقية عالية وتكلفة بسيطة، وهذا ما يصعب تحقيقه في الواقع، ولذلك لا بد من تحديد الأولوية عند الإجابة.

المراجع:

1. DOUGLAS, C. *Computer Networks AND Internets*, 4th Edition, Prentice Hall, 2004, 719.
2. RICHARD, J. *Algorithms*, Pearson Prentice Hall, 2004, 752p.
3. SHAIKH, A.; ISETT, C.; GREENBERG, A.; ROUGHAN, M.; GOTTLIEB, J. *A case study of OSPF behavior in a large enterprise network*. In Proceedings of the 2nd Workshop on Internet Measurement, 2002.
4. MOY, J. "*OSPF Version 2*," RFC 2328, April 1998
5. CHRISTIAN, H. *Routing in the Internet*, Prentice Hall PTR, 1995.
6. HEDRICK, C. "*Routing Information Protocol*,"RFC-1058, June 1988.
7. http://www.cisco.com/gsr/, 1/7/2009
8. http://www.ascend.com/ , 1/7/2009
9. http://web.mit.edu/afs/net.mit.edu/contrib/maps/networks, 2/7/2009
10. http://www.TCPIPGuide.com ,2/72007