بناء مخطط لتوزيع المعطيات في شبكات تراسل المعطيات ذات التبديل الرزمي

د. م. وسيم موسى السمارة[1]

الملخص

شبكة تراسل المعطيات هي واحدة من المكونات الأساسية للشبكة الحاسوبية، فهي تمثل شبكة الاتصالات فيها التي تربط مراكز معالجة المعطيات (العقد) مع بعضها بعضاً عبر وسائط نقل معينة.

تحقق العقد بدورها الوظائف الأساسية لتوزيع المعطيات في الشبكة لتأمين وصولها إلى مشتركي الشبكة خلال مدة زمنية محددة وبأقل ضياع ممكن عن طريق التحكم بتوجيه المعطيات وفق مسارات أكثر ملاءمةً لتحقيق عملية الاتصال المطلوبة بأفضل الشروط والمعطيات، مع الأخذ بالحسبان حالة الشبكة من حمولة وخواص تقنية لمكوناتها.

ركزنا في بحثنا هذا على بناء مخطط لتوزيع المعطيات ضمن الشبكة من خلال خوارزمية تقدم الامكانيات المتاحة للنقل من كل عقدة من عقد الشبكة إلى عقد الشبكة وأولويات هذه المسارات جميعها بحيث يتم اختيار الأنسب حسب بارامترات الشبكة من حيث زمن التأخير، وعدد الخطوات بين المرسل والمستقبل، والمسافة، وذلك لتجنب حالات الاختناق والتحميل الزائد في بعض مواقع الشبكة.

بعد بناء الخوارزمية قدمنا مثالاً لشبكة مكونة من ست عقد اتصال، وبيّنا كيفية بناء المخطط لتوزيع المعطيات ضمنها، ومن ثمّ كيفية تعميم الطريقة على أي شبكة مهما تكن بنيتها، وعدد عقدها، وذلك من خلال برمجة الخوارزمية لتشكيل جداول التوجيه لكل عقد الشبكة.

الكلمات المفتاحية: شبكة تراسل المعطيات، مخطط توزيع المعطيات، بارامترات الشبكة، الاختناق، التحميل الزائد، توجيه المعطيات، معالجة المعطيات، عقد الشبكة.

[1] أستاذ في قسم هندسة الحواسيب والأتمتة، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.

Construction of a data distribution scheme in packet-switched data transmission networks

Dr.Eng.Wassim Alsamara[(1)]

Abstract

A data transmission network is one of the basic components of a computer network. It represents its communications network, which connects data processing centers (nodes) to each other via certain transport modes.

The nodes, in turn, achieves the basic functions of distributing the data in the network to ensure that it reaches the subscribers of the network within a specified period of time and with the least possible loss by controlling the routing of the data according to more convenient paths to achieve the required communication process with the best conditions and requirements into consideration the network status of load and technical characteristics of its components.

In this research, we will focus on building a data distribution scheme within the network through an algorithm that provides all the capabilities available for transfer from each node in the network to all nodes of the network and for the priority of these paths. The most appropriate parameters were chosen according to the network parameters in terms of delay time, the number of steps between the transmitter and the receiver and the distance, in order to avoid congestion and overload situation in some network location.

After constructing the algorithm, we will give an example of a six-node network and describe how to structure the data distribution schema and then how to generalize the method to any network, regardless of its structure and number of nodes

Keywords: Data transmission network, Data distribution plan, Network parameters, overheating, overload, Data routing, Data processing, Network nodes

[(1)] professor, Faculty of Computer and Automation Engineering , Damascus University.

الهدف من البحث:

تحقيق آلية تحكم بتوزيع المعطيات في الشبكات الحاسوبية بالشكل الأمثل وحسب المحددات المختلفة للشبكة تجنباً لوقوع حالات الاختناق والحمولات الزائدة الممكنة، وذلك من خلال اتاحة الاحتمالات الممكنة كلّها لانتقال المعطيات بين عقد الشبكة وعدم الاكتفاء بالمسارات المختصرة، وإنّما الانتقال حسب أولويات الخيارات المتاحة، وذلك من خلال جداول التوجيه في كل عقدة من عقد الشبكة التي تأخذ بالحسبان حالة الشبكة اللحظية، إذ بنيت خوارزمية خاصة لتشكيل جدول التوجيه لكل عقدة على أن تشكل بمجموعها مخططاً لتوزيع المعطيات بين عقد الشبكة كلّها بالشكل الأمثل دون الوقوع بحالات اختناق في منطقة معينة في الشبكة، وذلك بهدف تفعيل الاتصال، وزيادة حيوية الشبكة.

1. عملية التحكم بشبكات تراسل المعطيات

إن شبكات تراسل المعطيات الحديثة مبنية على أساس الاستخدام الواسع والمتعدد الأغراض للوسائل التقنية. الحواسيب المكونة لهذه الشبكات ليست عبارة عن مشتركين فقط وإنّما تترتب عليها أيضاً وظائف التحكم والقيادة في عمل الشبكة [4، 8].

عملية التحكم هذه تتركز في النقاط الآتية:

- توجيه المعطيات بين عقد الشبكة.
- تبديل المعطيات.
- توزيع المعطيات.

عملية التوزيع لها أهمية خاصة من أجل الشبكات الحاسوبية الواسعة (WAN) التي لها بنية متعددة المسارات بين كل زوج من عقد الشبكة.

في الشبكات ذات البنية الخلوية يزداد الطلب بشكل كبير في عملية التحكم بالمسارات المختارة لتراسل المعطيات لزيادة وثوقية الشبكة المتمثلة بالاستخدام الأعظمي لمصادر الشبكة، وذلك عند تأمين خواص الجودة المطلوبة وميزاتها.

عملية التحكم المطبقة في عمل الشبكة تأخذ بعين الاعتبار زمن الإرسال اللازم، وحجم المصادر المختلفة للشبكة [2].

كما تأخذ بالحسبان العناصر المكونة للشبكة (العقد – وخطوط الاتصال – والأجهزة – ومستوى الضجيج– ومنابع القدرة).

يمكن أن يكون للتحكم بمسارات الشبكة يكون له أحد الأشكال الآتية:

1– التحكم المركزي.

2– التحكم المناطقي (المحلي).

3– التحكم المختلط.

4– التحكم اللامركزي.

- من أجل التحكم المركزي: توضع معدات التحكم بمسارات الشبكة جميعها في عقدة مركزية حيث يتم تلقي الأوامر التحكمية جميعها من هذه العقدة المركزية، هذا النوع من التحكم يستخدم عندما تكون أبعاد الشبكة ليست كبيرة [1، 16].
- التحكم المحلي: وفيه تكون الشبكة– مقسمة إلى مناطق مستقلة في إدارتها، بحيث تعدّ شبكات جزئية لكل منها تحكم خاص فيه، غير أنّها مترابطة فيما بينها ،ومتصلة عبر خطوط اتصال خاصة [5].
- التحكم المختلط: عبارة عن عملية دمج للعمليتين السابقتين [3].

التحكم اللامركزي: وفيه تقع مهمة التحكم والإدارة في كل عقدة من عقد الشبكة دون الرجوع إلى عقدة مركزية [10، 14].

2. خوارزميات التوجيه

خوارزميات التوجيه عبارة عن استراتيجيات خاصة لاختيار المسارات للمعطيات في الشبكة، بحيث تكون هذه المسارات محققة للمتطلبات التصحيحية ((الوصول في الزمن المطلوب– وطول المسار– وعدد الخطوات)).

هناك أشكال عدّة لخوارزميات التوجيه المستخدمة عملياً، إلاّ أنّه يمكن دمجها بمجموعتين أساسيتين هما:

أ– خوارزميات تفرعية: وعندها يتم البحث عن المسار التالي للمعطيات في كل عقدة من عقد الشبكة وفي الاتجاهات الممكنة والمنبثقة من هذه العقدة جميعها بشكل تفرعي [7 ،22].

إنّ البحث والتفتيش بشكل تفرعي لا يحتاج إلى معلومات مسبقة عن حالة الشبكة، إذ انّ عملية البحث والتفتيش تغطي كل عقد الشبكة التي يمكن الوصول إليها لبناء مسارات مختصرة من حيث البارامترات المحددة والمأخوذة بالحسبان[19 ،21].

ب– خوارزميات تسلسلية: وفيه تشكّل مسارات متتالية ناشئة عن أجزاء منفصلة بين عقد الشبكة ابتداءً من عقدة الانطلاق (المصدر) عبر العقد الوسيطة إلى أن تصل إلى العقدة المقصودة (الهدف).

في هذا النوع من التوجيه هناك جداول توجيه تتركز في كل عقدة من عقد الشبكة تتضمن معلومات لازمة لاتخاذ القرار لاختيار المسار التالي للمعطيات إلى أن يتم وصولها إلى الهدف [15].

نسمي مجموعة جداول التوجيه لكل عقد الشبكة بمخطط توزيع المعطيات في الشبكة، هذا المخطط يمكن أن يكون ثابتاً أو متغيّراً.

في المخطط الثابت تبقى المعلومات المكونة له ثابتة مدة زمنية طويلة، أو خلال مدة عمل الشبكة كلّها.

أمّا المخطط المتغير ففيه تتغير المعلومات المكونة له بشكل دائم ومستمر حسب حالة الشبكة [18].

3. جداول التوجيه Routing tables

عبارة عن جداول خاصة بكل عقدة من عقد الشبكة بحيث يتكون كل جدول من (n-1) سطراً اذ n = العدد الكلي لعقد الشبكة، يستثنى من الأسطر السطر المقابل للعقدة المدروسة.

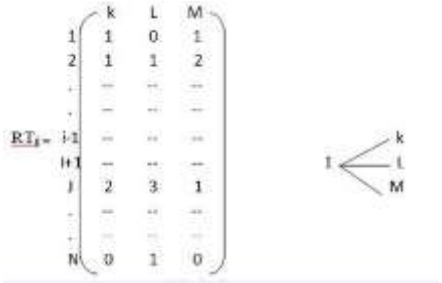
أمّا عدد الأعمدة في كل جدول فهو يساوي عدد الخطوط المنبثقة من العقدة المدروسة (عدد العقد المتصلة بشكل مباشر مع العقدة المعنية).

4. أشكال جداول التوجيه

أ– **النوع البسيط:**

وفيه تكون عناصر الجداول عبارة عن قيم رقمية صحيحة تحدد رقم خيار المسار التالي للمعلومات [6،9 ،12 ،13].

مثال: اذا كان لدينا ضمن شبكة تراسل معطيات العقدة I التي لها ثلاث عقد مجاورة (متصلة بشكل مباشر) K,L,M فإن جدول التوجيه لهذه العقدة يمكن أن يكون له الشكل التالي للمعلومات [17،20] .



الشكل (1) جدول التوجيه البسيط

اذا كانت العقدة المراد الوصول إليها J فإنّه من السطر J في الجدول RT_i يتبيّن بأنّ الخيار الأول للإنتقال التالي هو عبر العقدة المجاورة (M) إذا كان هذا الاتجاه مشغولاً أو خارج الخدمة عندها يتم الانتقال آلياً إلى الخيار الثاني

الـذي يكـون عبـر العقـدة (K) أمّـا العقـدة L فهـي تمثـل الخيـار الثالـث، أمّـا إذا كانـت العقدة المراد الوصـول إليهـا (2) فـإن الاتجـاهين (K,L) يكـون لهمـا الخيـار نفســه، عنـدها يـتم الانتقـال عبـر أي منهمـا عشـوائياً أو بطريقـة الدور.

ب- النوع الاحتمالي:

وفيـه تكـون عناصـر الأسـطر عبـارة عـن قـيم احتماليـة لاختيـار المسـارات التاليـة، بحيـث يكـون مجمـوع عناصـر السـطر الواحـد مسـاوياً إلـى القيمـة واحـد، كمـا فـي الشـكل الآتي:

		k	L	M
$RT_{i=}$	J	0.4	0.1	0.5

الشكل (2) جدول التوجيه الاحتمالي

تـدلّ القـيم المبينـة أعـلاه علـى قـيم احتماليـة للانتقـال التالي وفق تراتبية تبيّن بأنّ الانتقال التالي الأفضل يكون باتجاه العقدة M كخيار أولي، وإلاّ يتم الانتقال إلى العقدة K كخيار ثان وإذا تعذر يتم الانتقال إلى العقدة L.

5. تشكيل جداول التوجيه

من أجل تشكيل الجداول لابدّ من توافر معلومات عن حالـة الشبكة (حمولـة العقد- وخطوط الاتصـال- والتأخير الزمني- ومستوى الضجيج- والاتجاهات الممنوعة).

لنفرض أنّ لدينا شبكة تراسل معطيات ما، فمن أجل عقدة الاتصال رقم i من الشبكة لها العقد المجاورة k,l,m يكون لدينا θ_{ik}، θ_{il}، θ_{im} الأوزان بين العقدة i والعقد المجاورة لها، كما يكون معلوماً لدينا الأوزان المختصرة بين العقد (k,l,m) والعقد الأخرى جميعها في الشبكة.

هذه الأوزان المختصرة يعبّر عنها شعاعياً كما يأتي:

$$\overline{r_k} = (r_{k1}, r_{k2}, \ldots, r_{kj} \ldots r_{kn}) \quad (1)$$

$$\overline{r_l} = (r_{l1}, r_{l2}, \ldots, r_{lj} \ldots r_{ln}) \quad (2)$$

$$\overline{r_m} = (r_{m1}, r_{m2}, \ldots, r_{mj} \ldots r_{mn}) \quad (3)$$

إذا أضفنا إلى عناصر الشعاع جميعها r_k القيمة θ_{ik} سوف نحصل على شعاع أقصر مسافة من العقدة i إلى عقد الشبكة جميعها شرط المرور عبر العقدة المجاورة k.

$$q_{i,k} = r_k + \overline{\mu}\,\overline{\theta}_{ik} \quad \textbf{(4)}$$

$$q_{i,l} = r_l + \overline{\mu}\,\overline{\theta}_{il} \quad \textbf{(5)}$$

$$q_{i,m} = r_m + \overline{\mu}\,\overline{\theta}_{im} \quad \textbf{(6)}$$

$$\overline{\mu} = (111\ldots1) \quad \textbf{(7)}$$

من الأشعة الثلاثة السابقة يمكن تشكيل المصفوفة الآتية:

$$Q_i = [q_{i,k}^{(T)}; q_{i,l}^{(T)}; q_{i,m}^{(T)}] \quad (8)$$

يبين الرمز T رقم التكرار الذي نحصل بناءً عليه على الأشعة السابقة.

من المصفوفة Q_i يمكننا معرفة المسافة المختصرة بين العقدة i، وأي عقدة أخرى في الشبكة J=1,2,……..,n.

كما يمكن معرفة عبر أي عقدة من العقد المجاورة يتم العبور.

إذا زاد وزن بعض المسارات على الحجم المسموح به عندها يمنع الاتجاه، وتوضع القيمة صفر في المكان المقابل للاتجاه الممنوع في جدول التوجيه .

6. كيفية حساب شعاع المسافات المختصرة

أي شبكة تراسل معطيات يمكن أن نعبر عنها بواسطة مصفوفة الأوزان الآتية:

$$\theta = \|\theta_{ij}\|_{n,n} \quad \textbf{(9)}$$

اذ θ_{ij} – وزن الخط في الشبكة، بحيث تأخذ قيمة رقمية معينة (زمن التأخير، المسافة الجغرافية، ..) في حالة

وجود اتصال مباشر، وقيمة لانهائية في حالة الاتصال غير المباشر.

بعد تعيين مصفوفة الأوزان يتم إيجاد الأشعة $\overline{r_i^{(k)}}$ ،كما يلي:

$$\left.\begin{aligned}\bar{r}_i^{(k+1)} &= \overline{r_i^{(k)}} \odot \theta^{(T)} \\ \bar{r}_i^{(0)} &= \overline{\theta_i} \quad k=0,1,2\ldots\ldots,m\end{aligned}\right\} (10)$$

ونتبع طريقة التكرار حتى نحصل على $\overline{r_i^{(m+1)}} = \overline{r_i^{(m)}}$ عندها يتم اعتماد $\overline{r_i} = \overline{r_i^{(m)}}$

العملية ⊙ تعني من أجل العنصر $\overline{r_{ij}^{(k+1)}}$ فإن الشعاع $\overline{r_i^{(k)}}$ يجمع مع الشعاع $\overline{\theta_j}$ من المصفوفة θ^T، ومن ثم يتم اختيار القيم الصغرى من الشعاع الناتج.

$$r_{ij}^{(k+1)} = \min (r_i^{(k)} + \theta_j) \qquad (11)$$

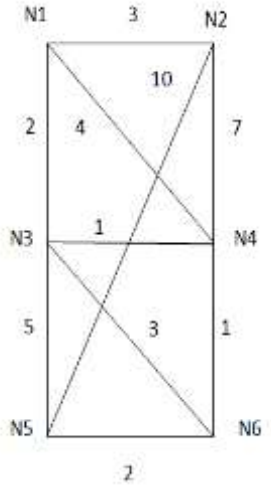
عند تشكيل مصفوفة اختيار المسارات فإنّه من أجل العقدة i وللتقليل من احتمال تشكل العراواي (الدوران في العقدة نفسها) فإنه في المصفوفة θ توضع عناصر السطر والعمود الموافقة للعقدة i بالقيمة ∞.

مثال عملي:

شبكة تراسل معطيات مكونة من ست عقد اتصال مرتبطة مع بعضها بعضاً كما في الشكل (3):

تمثل القيم الرقمية الموجودة على مخطط الشبكة زمن التأخير الكلي بين كل عقدتين متصلتين بشكل مباشر من عقد الشبكة [11].

مع العلم أنه يمكن التعبير عن بارامترات أخرى مثل المسافة – ومستوى الضجيج– وعدد العقد.



الشكل (3)

من أجل التبسيط نأخذ المخطط غير الموجه، أي انّ زمن التأخير بين أي عقدتين متجاورتين وفي الاتجاهين متساو، علماً أنّه قد يكون غالباً غير متساو، وهذا الأمر يمكن التعامل معه وفق الآلية المستخدمة للحساب.

تكون مصفوفة الأوزان:

$$\theta = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 3 & 2 & 4 & \infty & \infty \\ 3 & 0 & \infty & 7 & 10 & \infty \\ 2 & \infty & 0 & 1 & 5 & 3 \\ 4 & 7 & 1 & 0 & \infty & 1 \\ \infty & 10 & 5 & \infty & 0 & 2 \\ \infty & \infty & 3 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

تشكيل جدول المسارات للعقدة الثالثة:

$$\theta_{(3)} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 3 & \infty & 4 & \infty & \infty \\ 3 & 0 & \infty & 7 & 10 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty \\ 4 & 7 & \infty & 0 & \infty & 1 \\ \infty & 10 & \infty & \infty & 0 & 2 \\ \infty & \infty & \infty & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

نوجد الآن أشعة المسافات المختصرة من العقد 1،4، 5، 6 المجاورة للعقد الثالثة إلى بقية عقد الشبكة.

$\overline{r_1}$=(03 ∞ 4 7 5)
$\overline{r_4}$=(47 ∞ 0 3 1)
$\overline{r_5}$=(7 10∞ 3 0 2)
$\overline{r_6}$=(5∞ ∞ 1 2 0)

بعد أن حصلنا على أشعة المسافات المختصرة للعقد المجاورة للعقدة الثالثة المدروسة جميعها نقوم بتشكيل مصفوفة المسافات المختصرة من العقدة الثالثة إلى عقد الشبكة عبر جميع العقد المجاورة لها، نضيف إلى جميع عناصر الشعاع جميعها r_1 القيمة 2 (وزن خط الاتصال الذي يربط العقدة الثالثة بالعقدة الأولى) فنحصل على:

$\overline{q_{3,1}} = r_1 + \theta_{13}\ \overline{\mu}$
= (0 3 ∞ 4 7 5) + (2 2 2 2 2 2)
$\overline{q_{3,1}}$ = (2 5 ∞ 6 9 7).

كذلك نضيف إلى عناصر الأشعة r_4، r_5 ، r_6 القيم العددية الممثلة لأوزان خطوط الاتصال بين العقدة الثالثة، وكلّ من الرابعة والخامسة والسادسة.

$\overline{q_{34}}$=(5 8 ∞ 1 4 2)
$\overline{q_{35}}$=(12 15 ∞ 8 5 7)
$\overline{q_{36}}$=(8 11∞ 4 5 3)

بعد الحصول على $q_{3,1}$ ، q_{34} ، q_{35} ، q_{36} نشكل $Q_{(3)}$، وبعد أن حصلنا على المصفوفة $Q_{(3)}$ نستنتج المصفوفة RT_3 كما يأتي:

$$Q_{(3)} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \overline{q_1} & \overline{q_4} & \overline{q_5} & \overline{q_6} \end{array} \\ \begin{pmatrix} 2 & 5 & 12 & 8 \\ 5 & 8 & 15 & 11 \\ 6 & 1 & 8 & 4 \\ 9 & 4 & 5 & 5 \\ 7 & 2 & 7 & 3 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_3 = \begin{array}{c} \\ N_1 \\ N_2 \\ N_4 \\ N_5 \\ N_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} N_1 & N_4 & N_5 & N_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$$

القيم الرقمية في المصفوفة RT_3 هي قيم تمثل تراتبية الانتقال التالي للمعطيات من العقدة الثالثة إلى أي عقدة من عقد الشبكة الأخرى، وعبر العقد المجاورة بحيث يمثل الخيار الأول أصغر وزن للمسار، والخيار الثاني الوزن الثاني، وهكذا....

أي نبيّن الخيارات الممكنة كلّها للمسارات وليس المسار الأقصر فقط.

بالطريقة السابقة نفسها يمكن حساب RT_1 ، RT_2 ، ..... RT_6.

$$RT_1 = \begin{array}{c} \\ N_2 \\ N_3 \\ N_4 \\ N_5 \\ N_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_2 & N_3 & N_4 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 2 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_2 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_1 & N_4 & N_5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_3 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} N_1 & N_4 & N_5 & N_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 3 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_4 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} N_1 & N_2 & N_3 & N_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_5 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_2 & N_3 & N_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$RT_6 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_3 & N_4 & N_5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

7. الشكل الاحتمالي لعناصر جداول التوجيه

من أجل تشكيل جداول التوجيه ذات محددات تأخذ قيماً احتمالية نستخدم المصفوفة Q وفقاً للمعادلة الآتية:

$$P_{if} = (q_{if} \sum q_{if}^{-1})^{-1}$$

اذ f: رقم العقدة المجاورة للعقدة i

على سبيل المثال لحساب عناصر السطر الرابع من جدول التوجيه للعقدة السادسة (RT6) نأخذ عناصر السطر الرابع للمصفوفة Q6.

$$P_{43} = [\ 4\ (1/4+1+1/8)]^{-1} = 2/11$$

$$P_{44} = [\ 1\ (1/4+1+1/8)]^{-1} = 8/11$$

$$P_{45} = [\ 8\ (1/4+1+1/8)]^{-1} = 1/11$$

بهذا الشكل يصبح السطر الرابع من الجدول RT_6 على الشكل الآتي:

$$RT_6 = N_4 \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_3 & N_4 & N_5 \end{array} \\ [2/11 \quad 8/11 \quad 1/11] \end{array}$$

من الشكل السابق نلاحظ أن مجموع عناصر السطر مساوية إلى الواحد.

تفسر القيم الاحتمالية على النحو الآتي: للانتقال من العقدة السادسة إلى العقدة الرابعة يكون الانتقال الأفضل عبر العقدة الرابعة صاحبة الاحتمال 8/11 أمّا الخيار الثاني فهو عبر العقدة الأولى 2/11، وإلاّ عبر العقدة الخامسة 1/11.

تعبّر القيم الاحتمالية السابقة عن الاختلاف في أوزان المسارات، إذ إنّ وزن المسار إذا تم الانتقال عبر العقدة الثالثة يكون أكبر بأربع مرات من وزن المسار فيما اذا تم الانتقال عبر العقدة الرابعة (المسار الأقصر).

8. حسابات الشكل المختلط لجدول التوجيه

في مثل هذه الجداول يمكن الدمج بين القيم البسيطة (أرقام الخيارات) والقيم الاحتمالية.

مثال:

$$RT_6 = N_4 \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} N_3 & N_4 & N_5 \end{array} \\ [\ 2/11 \quad 1 \quad 1/11\ ] \end{array}$$

عند البحث عن العقدة الرابعة من العقدة السادسة فإنّ المسار عبر العقدة الرابعة يمثل الخيار الأول، وفي حال انشغاله يتم الانتقال إلى المسار الآخر عبر العقدة الثالثة

باحتمال 2/11 وإلاَّ عبر العقدة الخامسة كخيار ثالث وباحتمال 1/11.

بالنتيجة بعد أن تمكنا من تشكيل جداول التوجيه لعقد الشبكة جميعها RT_6 ،RT_5 ،RT_4 ،RT_3 ،RT_2 ،RT_1 ، نكون قد حصلنا على مخطط توزيع المعطيات للشبكة الذي هو عبارة عن مجموع الجداول السابقة كلها.

ومن ثمّ يمكن معرفة المسارات الممكنة جميعها بين أي عقدتين من عقد الشبكة من خلال المخطط السابق.

مثال: لتحقيق الانتقال من N_1 إلى N_6.

نرجع أولاً إلى RT_1 وننظر إلى السطر المقابل للعقدة N_6

فنجد أن الانتقال يجب أن يتم إلى N_3 كخيار أول، إلى N_4 كخيار ثاني، وإلى N_2 كخيار ثالث.

فاذا أردنا الانتقال في المسارات الجزئية جميعها المكونة للمسار الكلي $N_1 \rightarrow N_6$ عبر الخيار الأول يكون الانتقال التالي $N_1 \rightarrow N_3$، بعدها ننتقل إلى RT_3، وننظر إلى السطر المقابل للعقدة N_6 ،فيكون الانتقال التالي وحسب الخيار الأول إلى العقدة N_4.

$N_1 \rightarrow N_3 \rightarrow N_4$

إذاً لتحقيق الانتقال من N_1 إلى N_6 يكون أقصر مسار وبوزن (4) كما هو مبيّن أعلاه.

$N_1 \rightarrow N_3 \rightarrow N_4 \rightarrow N_6$

9. نتائج البحث

- ليس بالضرورة أن تكون المسارات الجزئية جميعها المكونة للمسار الكامل الواصل بين أي عقدتين في الشبكة ذات خيار أول، وذلك بحسب الحالة العامة للشبكة.
- كل جدول من جداول التوجيه هو عبارة عن مرآة ترى عقد الشبكة جميعها، ومهما كان عددها، وتبيّن كيفية الانتقال إليها.
- يمكن تعميم الحالة السابقة على شبكات ذات طبائع مختلفة، فيمكن تطبيقها أيضاً على شبكات الطرق مثلاً.
- يمكن تصميم مخطط توزيع المعطيات لشبكات كبيرة جداً وبالأسلوب المتبع نفسه في المثال المدروس.
- تعدّ فعالية الخوارزمية المشكلة ناتجة عن حساب الامكانيات المتاحة كلّها للانتقال من أي عقدة إلى عقدة مجاورة خلافا للخوارزميات المعتمدة التي تحسب فقط المسارات المختصرة ومن ثمّ ينعكس الأمر على حيوية الشبكة، وتجنب حالات الحمولة الزائدة الممكنة.

References

[1] Xiangming Li, Jihua Lu, Jie Yang, and Jianping, "Novel Routing and Data Transmission Methods for stub Network of Internet of Things based on percolation ", An school of information and electronics , 2011.

[2] Hiroaki Harai, Masayuki Murata , Hideo Miyahara , " Performance of Alternate Routing Methods in All–Optical Switching Networks", Department of Informatics and Mathematical Science Graduate School of Engineering Science.

[3] Allan Huynh , "Study of wired and wireless data transmission " ,Department of Science and Technology Linköpings University , 2010.

[4] C. Chen , T. Chu , "Accuracy Criterion for SMatrix Reconstruction Transformson Multiport Networks," Microwave Theory Tecnique , IEEE Transactions on, no.9, pp. 2331-2339, September. 2011.

[5] H. Dropkin, "Comments on 'A rigorous technique for measuring the scattering matrix of a multiport device with a 2-port network analyzer," Microwave Theory Tecnique , IEEE Transactions on, vol. 31, no. 1, pp. 79–81, Jan. 1983.

[6] J. Tippet , R. Speciale , "A rigorous technique for measuring the scattering matrix of a multiport device with a 2-port network analyzer," Microwave Theory Tecnique , IEEE Transactions on, vol. 30, no. 5, pp. 661–667, May 1982.

[7] Punit Kumar Singh1 , Dr. Rakesh , "Kumar PATH ,"OPTIMIZATION ALGORITHM FOR NETWORK PROBLEMS USING JOB SEQUENCING TECHNIQUE , International Journal of Distributed and Parallel Systems (IJDPS) Vol.3, No.3, May 2012.

[8] Ju-Seog Jang , S- Young Lee , Sang-Yung Shin, " AN OPTIMIZATIONNETWORK FOR MATRIX INVERSION " , Korea Advanced Institute of Science and Technology.

[9] Amin Tootoonchian , Monia Ghobadi, Yashar Ganjali, " OpenTM: Traffic Matrix Estimator for OpenFlow Networks", Department of Computer Science University of Toronto.

[10] Zhao Q , Ge Z , Wang J, Xu J : Robust traffic matrix estimation with imperfect information: Making use of multiple data sources. SIGMETRICS Performance Evaluation Review 34(1) ,133–144 ,2006.

[11] Nucci, A, Diot, C, Design of IGP link weight changes for estimation of traffic matrices , In Proceedings of the 2004 Conference on Computer Communications. (2004).

[12] Zhe Wang , Kai Hua, Ke Xu , Baolin Yin , Xiaowen Dong , "Structural analysis of network traffic matrix via relaxed principal component pursuit ", SciVerse ScienceDirect , 2012.

[13] Ke Wu , Philip Watters , Malik Magdon-Ismail ," Network Classification Using Adjacency Matrix Embeddings and Deep Learning " , International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM) , 2016.

[14] LILIANA BORCEA , VLADIMIR DRUSKIN , FERNANDO VASQUEZ , ALEXANDER V. MAMONOV ," Resistor network approaches to electrical impedance tomography " , Vol.6 , 2012 .

[15] Shawn Mankad , George Michailidis , " ANALYSIS OF MULTIVIEW LEGISLATIVE NETWORKS WITH STRUCTURED MATRIX FACTORIZATION:DOES TWITTER TWITTER INFLUENCE TRANSLATE TO THE REAL WORLD? "Institute of Mathematical Statistics , Vol.9, No. 4, 2015.

[16] Enas Rawashdeh , Mohammad Qatawneh , Hussein A. Al Ofeishat , " A NEW PARALLEL MATRIX MULTIPLICATION ALGORITHM ON HEX-CELL NETWORK (PMMHC) USING IMAN1 SUPERCOMPUTER", International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol. 9, No. 5, October 2017.

[17] Zhidong Zhang , " Assessment of Matrix Multiplication Learning with a Rule-Based Analytical Model–A Bayesian Network Representation" , International Education Studies , Vol. 9, No. 12 , 2016.

[18] Keijo Ruohonen , "GRAPH Theory " , Translation by Janne Tamminen, Kung-Chung Lee and Robert Piché , 2013.

[19] C. Kotsakis , "Reference frame stability and nonlinear distortion in minimum-constrained

network adjustment" , J Geod , 15 March 2012.

[20] Riccardo Bassoli, Hugo Marques, Jonathan Rodriguez, Kenneth W. Shum and Rahim Tafazolli , " Network Coding Theory : A Survey", IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, ACCEPTED FOR PUBLICATION , 2013.

[21] Amin Tootoonchian, Monia Ghobadi, Yashar Ganjali ," OpenTM: Traffic Matrix Estimator for OpenFlow Networks " , Department of Computer Science University of Toronto , pp. 201–210, 2010.

[22] Orieb AbuAlghanam , Hussein A. al Ofeishat , Omar Adwan , Ammar Huneiti , "A New Parallel Matrix Multiplication Algorithm on Tree-Hypercube Network using IMAN1 Supercomputer " , International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 8, No. 12 , 2017.

مسرد المصطلحات

المصلح العربي	المعنى الإنكليزى
شبكة تراسل المعطيات	Data transmission network
مخطط لتوزيع المعطيات	Data distribution scheme
بارامترات الشبكة	Network parameters
الاختناق والتحميل الزائد	overheating and overload
توجيه المعطيات	Data routing
معالجة المعطيات	Data processing
خوارزميات التوجيه	Routing algorithms
جداول التوجيه	Routing tables
خوارزميات تسلسلية	Serial algorithms
خوارزميات تفرعية	Parallel-algorithms
أشعة المسافات المختصرة	Shortest-path vectors
عقد الشبكة	Network nodes
مصفوفة المسافات المختصرة	Short-distance Matrix
مصفوفة الأوزان	weights Matrix
التحكم المركزي	Central control
التحكم المناطقي (المحلي)	Regional (local) control
التحكم المختلط	mixed control
التحكم اللامركزي	Decentralized control

إيداع البحث	2018/05/09	Received
قبول البحث للنشر	2018/11/19	Accepted for Publ.