

الفصل الخامس

خوارزمية طريقة البحث المحظور لتصميم شبكة الجي بي اس

1.5 مقدمة

سيتم في هذا الفصل تقديم طريقة البحث المحظور المعدلة لحل مسألة إيجاد برنامج تنظيم العمل الحقلي الأقل كلفة لرصد وتصميم شبكة الجي بي اس المساحية. ثم عرض أداء هذه الطريقة على مسائل التحسين التجميعي الأخرى المهمة في الحياة العملية، وإعطاء الشرح المفصل للمفاهيم الأساسية لتطبيق العناصر الإنشائية وعناصر التحكم لطريقة البحث المحظور. وأخيراً إجراء الاختبارات العددية على مجموعة من الشبكات صغيرة نسبياً ذات الحلول المثالية المعروفة.

2.5 أداء طريقة البحث المحظور وتطبيقاتها العملية

تتميز طريقة البحث المحظور (TS، Tabu Search) بفعاليتها في الحصول على حلول قريبة من المثالية لمسائل التحسين التجميعي أو التوافقي الصعبة. وجدت هذه الطريقة من قبل الباحث غليفير (Glover 1989, 1990) وبمساهمة أفكار ومفاهيم من بعض المصادر (Taillard, 1991)، (De Werra, 1989) and Hertz. تتشارك هذه الطريقة مع الطرق التقريبية الأخرى كطريقة التلدين التجريبي القدرة على توجيه أساليب البحث لطرق التحسين المتكرر

كطريقة البحث المحلي المتقارب. تسعى طريقة البحث المحظور لتحسين دالة الكلفة تحت تأثير بعض القيود باستخدام أفكار الذكاء الاصطناعي لتوجيه طريقة البحث المحلي المتقارب بتجاوز المثالية المحلية.

تبدأ طريقة البحث المحظور للجبي بي اس، والتي هي عبارة عن إجراء اختبار وإنتاج متكرر، دورات التحسين باستخدام برنامج ممكن (V) من مجموعة البرامج المجاورة ($V \in I(V)$). في كل عملية تكرارية، تقوم هذه الطريقة باستبدال البرنامج (V) ببرنامج أفضل وجديد (V') من هذه المجموعة ($V' \in I(V)$) بحيث لم يتم استخدامه في العملية التكرارية السابقة. يُمكن أن تكون دالة الكلفة للبرنامج الجديد (V') أصغر أو مساوية أو أكبر من دالة الكلفة للبرنامج الحالي (V). من الناحية العملية فإنه من غير المستطاع تخزين كافة المعلومات الخاصة بالبرامج التي تم استخدامها مسبقاً. لذلك، يتم استخدام بعض الخصائص أو السمات (Attributes) التي تساعد على تمييز البرنامج المستخدم، (مثلاً معلومات جزئية عن بنية هذا البرنامج). يتم تخزين هذه السمات في لائحة ذات طول محدد (Finite Length List) وعندها يقال إن البرنامج (V') محظور استخدامه، أي لا يمكن اعتباره أفضل مرشح ممكن استخدامه في العملية التكرارية التالية، إذا كانت سماته في لائحة الحظر. تتوقف دورات البحث بانتهاء الوقت المخصص للطريقة. إن خطوات تنفيذ طريقة البحث المحظور موضحة في الشكل 1.5. إن المستوى المثالي لبدء عمل طريقة البحث المحظور للجبي بي اس يكون بالاستخدام الناجع لمعلومات منظومة «الذاكرة» (Memory) في أثناء دورات البحث عن أفضل برنامج لتنظيم العمل الحقلّي لتصميم شبكة الجبي بي اس. تعتمد هذه الطريقة، كما هو الحال في كل تطبيقات البحث المحظور، على لائحة حظر تتكون من بنيتين لذاكرة قصيرة وطويلة الأمد. تُستخدم بنية الذاكرة القصيرة الأمد (Short Term memory) لاختصار الجهد الحسابي وبشكل مكثف تبحث في منطقة من المجال البحثي للبرنامج الحالي لإيجاد أفضل برنامج ممكن: هذا يُعرف باستراتيجية البحث المكثف شاقولياً (Intensification Strategy). أما بنية الذاكرة الطويلة الأمد (Long Term Memory) فتستخدم لتجاوز المثالية المحلية (Local Optima) وإعادة توجيه دورات البحث إلى مناطق أخرى: هذا يُعرف باستراتيجية البحث المكثف أفقياً (Diversification Strategy).

- انتقاء برنامج أولي (V) للشبكة، مع البدء بتعيين عناصر التحكم لطريقة البحث المحظور.
- اختيار أفضل برنامج (V') من مجموعة البرامج المجاورة ($V' \in I(V)$).
- تحسين البرنامج الحالي بالجديد ($V' = V$) وتحديث عناصر التحكم.
- تكرار الخطوة 2 والخطوة 3 حتى يتم تحقيق شرط الإيقاف.

الشكل 1.5 المفهوم العام لطريقة البحث المحظور.

أداء البحث المحظور على مسائل التحسين التوافقي

يُلاحظ نجاح تطبيق طريقة البحث المحظور على عدد كبير من التطبيقات العملية لمسائل التحسين التوافقي بالحصول على حلول محسّنة لمسائل جدولة وتنظيم العمليات (Scheduling) والتسلسل (Sequencing) بأحجام مختلفة كمسألة جدولة تدفق المتاجر (Flow Shop Scheduling) (Widmer and Hertz, 1989)، (Nawaz et al. 1983)، (Taillard, 1990) و (Osman and Christoffides, 1994)، أو جدولة مهمات الآلة (Scheduling Machine) (Laguna, 1997) و (Hertz and De Werra, 1990). تحديد مواقع الموارد وتخصيصها (Resource Location and Allocation) كما في مسألة التعيين التربيعية (Quadratic Assignment Problem QAP) (Skorin-Kapov, 1990) والتي تمّ تطويرها بشكل موسع (Taillard, 1994). تمّ تطبيق هذه الطريقة على مسألة البائع المتجول (TSP) (Croes, 1958) (Malek et. al., 1989)، وبحجم أكبر (Fiechter, 1990) حيث تم تطوير طريقة البحث المحظور لتعمل على التوازي (Parallel) باستخدام استراتيجية متوسطة وبعيدة المدى.

في نظرية المخططات (Graph Theory)، أظهرت طريقة البحث المحظور نتائج جيدة كما هو في مسألة تلوين المخطط (Graph Colouring Problem) (Laguna et al, 1997). في التطبيقات التجميعية الأخرى، لعبت طريقة البحث المحظور دوراً مهماً كما في قطاع التكنولوجيا (كتصميم الإنشاءات الهندسية) (Engineering Structural Design)، وتوزيع المحطات الكهربائية (Electrical Power Distribution)، وعمليات التنقيب البحرية عن البترول في

المناطق البعيدة عن الشواطئ (Off-Shore Oil Exploration)، الاتصالات (Telecommunications) كتحديد موقع محور المنشأة (Hub Facility Location)، تصميم شبكة الخدمات (Services for Design Network)، واستدعاء المسارات (Routing Call).

3.5 استراتيجية طريقة البحث المحظور في تصميم شبكة الجي بي اس

إن تطبيق طريقة البحث المحظور، والتي تتبع لنوعية المسألة المراد معالجتها، يستلزم تحديد المركبات الخاصة الأساسية: العناصر الإنشائية ومعامل التحكم (Glover and Laguna, 1997). وإن أداء النتائج الحاصلة يعتمد بشكل كبير على الاختيار الصحيح لكل من العناصر الإنشائية ومعامل التحكم.

تتضمن العناصر الإنشائية: البرنامج الأولي، مجموعة البرامج المجاورة، واستراتيجية البحث الخاصة، واستراتيجية اختيار أفضل انتقال، الذاكرة المبنية على تخزين السمات، صيغة استثناء وقبول الانتقالات المحظورة. تتألف معامل التحكم من لائحة الحظر، القائمة المرشحة، مدة الحظر، وعدد العمليات التكرارية. في هذه الدراسة، تم اقتراح طريقة البحث المحظور لتصميم شبكة الجي بي اس. سيتم تعريف العناصر الإنشائية ومعامل التحكم الخاصة بها في الأجزاء التالية، بينما سيتم مناقشة نتائج الاختبارات الحاسوبية في الجزء 5.5.

العناصر البنيوية

تحدد العناصر البنيوية (structural elements) الأسلوب الذي يتم فيه نمذجة شبكة الجي بي اس بحيث تتوافق مع إطار عمل طريقة البحث المحظور. وتتضمن هذه العناصر ما يلي:

الحل الأولي

إن الحل الأولي (Initial Solution) (V) لتنظيم العمل الحقلي لرصد وتصميم شبكة الجي بي اس يمكن إنتاجه بأي إجراء اختياري أو حسابي أو بالحدس.

بنية مجموعة البرامج المجاورة

إن قوة أي طريقة مبنية على مبدأ التحسين بالتكرار (Iterative Technique)

يتم تحديدها بشكل جزئي تبعاً لفعالية الآلية المتبعة لإنتاج (Generation Mechanism) مجموعة البرامج المجاورة (Neighbourhood structure) (I(V)، وبالأسلوب المتبع بالبحث عن أفضل برنامج. في هذا الكتاب، يتم إنشاء مجموعة البرامج المجاورة (V)I بإجراء التبادل الداخلي (Interchanges) بين مواقع الأشعة المتجاورة في البرنامج المعتمد. إن حجم مجموعة البرامج المجاورة يعتمد على عدد الأشعة والذي يمكن أن يكون كبيراً نسبياً. إذا كان حجم مجموعة البرامج المجاورة كبيراً جداً، فإن أفضل وسيلة مرغوبة لفحص هذه المجموعة يكون أوتوماتيكياً. وهذا تمّ إنجازه باستخدام استراتيجية البحث الديناميكية "التذبذب الاستراتيجي" (Strategic Oscillation).

لضمان تحقيق عملية البحث الموسّع وتسريع الزمن الحسابي، تمّ اعتماد استراتيجية بحث مبنية على ثلاثة عناصر رئيسية والتي يجب أخذها بالحسبان حتى يتم تحقيق متطلبات الجي بي اس والطرق التقريبية. أولاً، برنامج تنظيم العمل الحقلي لحركات جهاز الاستقبال. ثانياً، مجموعة من أفضل الانتقالات الممكنة والتي تعتمد على نوعية المسألة ويمكن الحصول عليها من خلال أساليب التحسين المطبقة على الشبكة (CL القائمة المرشحة). ثالثاً، الأبعاد المناسبة لللائحة الحظر والتي يمكن أن تكون ديناميكية و/ أو بأبعاد ثابتة. هذه اللائحة والتي هي بأبعاد ثابتة في هذه الدراسة بسبب الطبيعة الستاتيكية لشبكة الجي بي اس، تحتوي على الانتقالات المحظورة وتستخدم لتحديد فيما إذا كان الانتقال (مسموح الاستخدام).

استراتيجية اختيار أفضل انتقال

في هذه الدراسة، تمّ تعديل واستخدام استراتيجية اختيار أفضل انتقال (The best move selection strategy) في تطبيقات شبكة الجي بي اس المقترحة في المرجع (Glover, et, al., 1993). تختار هذه الاستراتيجية المقترحة الانتقال الذي ينتج التحسين الأعظمي (Greatest Improvement) أو تنقصه أصغر قيمة تحسين في دالة الكلفة (Improvement of Lack Smallest) شريطة أن تكون صيغة استثناء وقبول الانتقالات المحظورة محققة. تفترض استراتيجية اختيار أفضل انتقال بأن الانتقالات ذات القيمة العالية (High Potential Value) تمتلك الاحتمال الأعلى للوصول إلى البرنامج القريب من المثالي، أو الحصول

على البرنامج الجيد. إن مفهوم الذاكرة المعمول به عموماً في البحث المحظور والذي تمّ استخدامه في هذه الدراسة هو الذاكرة المبنية على تخزين السمات. إن هذه السمة تحدد المستوى الذي يتغير فيه البرنامج كنتيجة لحدوث انتقال ما في مجموعة البرامج المجاورة.

الذاكرة المبنية على تخزين السمات

في طريقة البحث المحظور للجوي بي اس إن سمة الانتقال من برنامج (V) إلى برنامج آخر (V') تمثل أي مستوى من التغيرات الحاصلة نتيجة هذا الانتقال. في هذه الدراسة، أكثر من نموذج لسمة الانتقال يمكن أن يُعمل به: سمات عامة (General Attributes) زيادة أو نقصان في قيمة دالة الكلفة، وسمات محددة (Specific Attributes) كالمبادلة بين عنصرين في البرنامج (V) (المبادلة بين الشعاعين (V(U) و (U')). بشكل عام، إن هذا الانتقال الوحيد من الشعاع (U) إلى الشعاع (U') في البرنامج (V) يمتلك على العديد من السمات التي يمكن تمثيلها بمجموعة من السمات من أو إلى (From or to Attributes). إن سمة الانتقال (move attribute) يمكن وصفها بأنها ترتيب ثنائي (Ordered Pair) مكوّن من المجموعة (من-السمة) (From-Attribute)، (إلى السمة) (To-Attribute) حيث إن المجموعة (من-السمة) مرتبطة بالبرنامج (V) في حين إن المجموعة (إلى-السمة) مرتبطة بالبرنامج (V'). كما هو مبين أعلاه، إن انتقال ما يتم تمثيله بشكل فعّال وفقاً لسماته، التي تمّ تنفيذها للتو، بتسجيل هذه السمات مقابل هذا الانتقال والتي يمكن تصنيفها بالمحظورة. أي انتقال يحتوي على هذه السمات المحظورة سوف لن يكون متاحاً في عملية الاختيار التالية كمرشح لمجموعة الجداول المجاورة (ما لم يتم أولاً تحقيق صيغة لقبول الانتقالات المحظورة).

إن قيود الحظر الأكثر شيوعاً تمّ تصميمها بحيث تمنع حدوث عملية دوران البحث غير المجدي. وإن سمات قيود الحظر يمكن تصنيفها بأنها ذات حظر فعّال (Active-Tabu) إذا حدثت لاعتبارات الذاكرة ذات المدى القصير (الحداثة) (Recency) أو لاعتبارات الذاكرة ذات المدى الطويل (التردد) (Frequency). على سبيل المثال، باعتبار شبكة الجوي بي اس المبنية في الشكل 7.4 ذات برنامج مكوّن من تبادلات اختيارية أو عشوائية (Random Permutation) لستة أشعة. إذا كان الانتقال

السابق مؤلفاً من مبادلة الشعاع (Uab) مع الشعاع (Uac)، فإن القيم المستخدمة في هذا الإجراء التبادلي يمكن استخدامها كسمة لانتقال ممكن (Potential Move Attribute) ويمكن تصنيفها كسمة ذات حظر فعّال في الذاكرة ذات المدى القصير. وهذا يعني أنه في العملية التكرارية التالية لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس لن يسمح لهذين الشعاعين بالتبادل طالما أن السمات المرتبطة بهذا الانتقال على لائحة الحظر. على كل حال، إن حالة الحظر لسمة الانتقال (Attribute Move) يمكن تجاوزها في بعض الحالات. إذا تمّ تحقيق صيغة القبول الاستثنائي فإنه يمكن معاملة هذا الانتقال كما لو أنه لم يكن محظوراً. وهذه العملية هي التي تسمى بعملية الذاكرة المبنية على تخزين السمات (Attribute based memory).

صيغة القبول الاستثنائي (مبدأ العفو أو تخفيف عقوبة الحظر)

في بعض الحالات المعينة للبحث المحظور، يمكن تجاوز قيود الحظر الفعّالة إذا كان بالإمكان تحقيق صيغ القبول الاستثنائي (Aspiration criteria). هذه الصيغ عبارة عن التدابير التي تمّ تصميمها بهدف تجاوز حالة الحظر لانتقال ما إذا كان هذا الانتقال جيداً وفعّالاً في منع حدوث عملية دوران البحث غير المجدي. في هذه الطريقة المطوّرة، تمّ اعتماد تطبيق معياري لمستويات القبول الاستثنائي (Aspiration Criteria levels) التي تسمح بتجاوز قيود الحظر في حال انتج الانتقال الممكن (Potential Move) برنامج أفضل من البرنامج المثالي الذي تمّ الحصول عليه حتى الآن.

هناك مجموعة متنوعة من الصيغ الأخرى، غير التي تمّ استخدامها، يمكن تطبيقها في الخوارزمية المطوّرة. وتمّ تطبيق صيغة القبول الاستثنائي باستخدام التطلع بشكل افتراضي (Default by Aspiration) في الحالة التي تصنف فيها كل مجموعات البرامج المجاورة بأنها محظورة، وعندها تُجبر طريقة البحث المحظور للجبي بي اس على اختيار الانتقال الذي ينتهك قيود الحظر. يوجد نوع آخر من مستوى القبول الاستثنائي يسمى صيغة القبول الاستثنائي باستخدام المنطقة (Region by Aspiration) والذي يتم استخدامه لنقض قيود الحظر عندما ينتج الانتقال الممكن برنامج أفضل من ذلك الذي تمّ إيجاده سابقاً في منطقة معينة. لمزيد من التفاصيل حول مستويات القبول الاستثنائي الأخرى، انظر: (Glover and Laguna, 1997).

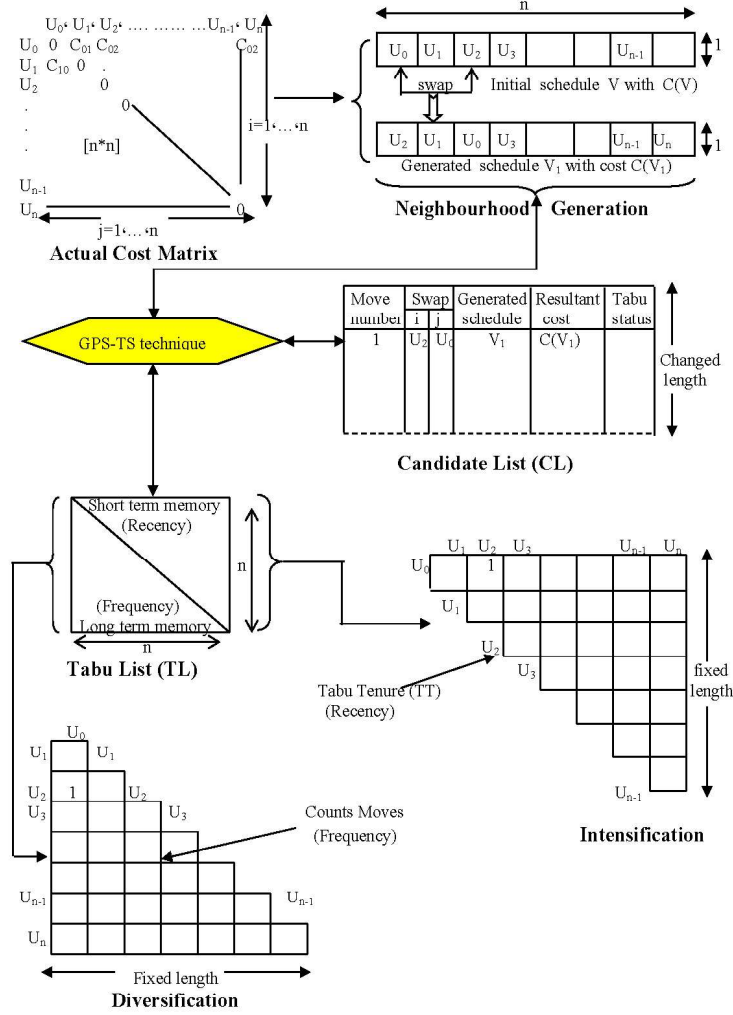
معامل الحظر

هي مجموعة العناصر التي تحكم عمل طريقة البحث المحظور ذاتها، وهي مبنية بشكل رئيسي على حجم الشبكة. إن الاختيار الصحيح لمعامل الحظر (Tabu parameters) هو نوعٌ من التجربة والخطأ والتي يمكن تلخيصها كما يلي:

لائحة الحظر

إن لائحة الحظر (Tabu List TL) عبارة عن بنية الذاكرة التي تمنع الانتقالات التي تمَّ تبادلها حديثاً. يُعرف دوران البحث غير المجدي بالنسبة لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس كما يلي: إن الانتقال الذي تمَّ استخدامه للتو محظور ويتم إدراجه في بنية مصفوفيه ثابتة وقابلة للتحديث (Static Updated Matrix Structure) كما هو مبين في الشكل 2.5. لكي يتم تجنب عملية دوران البحث غير المجدي بشكل فعّال، فإن حجم لائحة الحظر تابع لعدد الأشعة المرصودة. إن هذا الحجم مناسب جداً للطبيعة الستاتيكية (الثابتة) لشبكة الجبي بي اس.

إن أداء طريقة البحث المحظور يتأثر بشكل كبير بالأسلوب الذي يتم فيه استخدام الذاكرة وهذا التأثير ينسحب على كل من إنتاج البرنامج وشكل مجموعة تحديد البرامج المجاورة. بشكل عام، إن تأثير الذاكرة (طويلة وقصيرة الأمد) يتغير مع تقدم سير عمل طريقة البحث المحظور. في بداية العمل، كما هو الحال في معظم الطرق التقريبية، يتم تطبيق استكشاف واسع (Wide Explore) لدورات البحث لتحديد المناطق الجيدة وغير الجيدة: هذا يسمى في البحث المحظور بالبحث المكثف شاقولياً (الحداثة) (Intensification (Recency)). عند الحصول على برنامج جيد، يتم تكثيف دورات البحث لإنتاج البرنامج القريب من المثالي في هذه المنطقة الجيدة: هذا يسمى في البحث المحظور بالبحث الموسع أفقياً (التردد) (Diversification (Frequency)). في الخوارزميات الجينية، إن البحث المكثف والموسع (Exploration and Exploitation) يقابل البحث الشاقولي والأفقي في البحث المحظور (Diversification and Intensification).



الشكل 2.5 مركبات طريقة البحث المحظور للجبي بي اس.

القائمة المرشحة

تعتمد القائمة المرشحة (**Candidate List CL**) على نوعية المسألة المراد معالجتها ويمكن أن تُستنبط من مجال تحسين الشبكة (Network Optimization)، تفكيك الانتقال (Move Decomposition)، البحث العشوائي للعينات (Random Sampling)، التقييم الصافي (Elite Evaluation)، والقوائم ذات السمة المفضلة (Preferred Attribute Candidate Lists) (Glover and

(Laguna, 1997). تحتوي هذه القائمة على أفضل الانتقالات التي تعطي مجموعة البرامج الأقل كلفة والمجاورة للبرنامج الحالي. بالنسبة لكل عملية تكرارية، فإن عدد الانتقالات الممكنة في القائمة المرشحة يتغير تبعاً لطولها.

في هذه الكتاب، تُعدُّ القائمة المرشحة المفضلة ذات الطول الثابت (أي استاتيكية) أكثر مناسبة للحالة الستاتيكية لشبكة الجي بي اس: وهذا قد تمَّ تطبيقه بنجاح. إن الهدف الأساسي لهذه القائمة تخفيض الجهد الحسابي لكامل مجموعة البرامج المجاورة. يمكن إنجاز ذلك فقط عند الأخذ بالحسبان مجموعة مفضلة فرعية (favourable subset) (التي ستؤدي بشكل محتمل إلى البرنامج الأقل كلفةً) من بين كل الانتقالات المتاحة للبرنامج الحالي، والتي تمَّ الحصول على هذه المجموعة بتطبيق آلية إنتاج التبادلات الداخلية للأشعة التي تستخدم بنية البحث المتتالي لمجموعة البرامج المجاورة.

مدة الحظر

يُعدُّ هذا المعامل تطبيقاً لاستراتيجية تُعرف التحديث الديناميكي (Dynamic Updating) لمدة الحظر (Tabu Tenure TT). تُعطى مدة الحظر لانتقال ما بعدد يختاره المهندس المساحي بالاعتماد على أبعاد الشبكة، مثلاً الرقم 4، يعني إن الانتقالات مجمدة في مكانها على الأقل لأربعة تبادلات متتالية. إن مدة الحظر، والتي هي عدد العمليات التكرارية التي يحتفظ البرنامج بحالة الحظر الخاصة به، تُحدد بدايةً بقيمة زمنية معطاة ومن ثم تُعدل وفقاً لتطور سير دورات البحث.

إن الفكرة الرئيسية من ذلك تكثيف دورات البحث عند الاقتراب من المحلية الصغرى (Local Minimum)، وتسريع توسيع دورات البحث أفقياً (Diversification) بالابتعاد عن المحلية الصغرى التي تمَّ للتو المرور عليها. يتم الحصول على هذا التوسيع الأفقي بزيادة قيمة مدة الحظر وذلك لتجنب حذف السمات الخاصة بالبرامج (التي تمَّ الحصول عليها حديثاً) من لائحة الحظر. وبالمقابل، يتم تكثيف دورات البحث شاقولياً (Intensification) بتخفيض هذه المدة ليسمح لعدد كبير من البرامج بأن تؤخذ بعين الاعتبار كمرشحين في العملية التكرارية التالية.

عدد العمليات التكرارية

يمكن أن تستخدم طريقة البحث المحظور مجموعة صيغ لتوقيف العمل. إن أبسط صيغة التي تمّ اعتمادها في هذه الدراسة أن يتم الإيقاف بعد عدد محدد من العمليات التكرارية (**Number of Iterations KK**). تتطلب كل عملية تكرارية لطريقة البحث المحظور تحقيق أربع خطوات: أولاً) يجب خلط وتحريك (Perturbed) دورات البحث لإنتاج القائمة المرشحة للبرنامج الحالي، ثانياً) التحقق من حالة الحظر (Tabu Status) لأفضل برنامج ناتج. ثالثاً) استبدال البرنامج الحالي بأفضل برنامج ناتج إذا كان ذلك ضرورياً. رابعاً) تحديث لائحة الحظر بتخزين سمات أفضل برنامج ناتج في هذه اللائحة. إن عناصر طريقة البحث المحظور المتقدمة والأكثر تطوراً والمفضل استخدامها في حل مسائل التحسين التجميعي تمت مناقشتها في (Glover and Laguna, 1997).

النهج العملي لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس

تمّ في هذا الجزء شرح النهج العملي لطريقة البحث المحظور متبوعاً بالخطوات التفصيلية. يُبين الشكل 3.5 التوصيف الموجز لتنفيذ هذا النهج، بينما يعرض الشكل 4.5 المخطط التوجيهي لهذا النهج. بعد اختيار البرنامج الأولي وتحديد مجموعة البرامج المجاورة له، يتم تعيين الانتقال. إن عمل هذا الانتقال تحويل برنامج ما في برنامج آخر. في البداية، تبدأ طريقة البحث المحظور بلائحة حظر فارغة مع قائمة مرشحة. في كل عملية تكرارية يتم اختبار مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج الحالي لكي يتم الحصول على أفضل برنامج مجاور والأقل كلفة مع تحديث القائمة المرشحة ولائحة الحظر لاستخدامهما في العملية التكرارية التالية وهكذا دواليك. بتطبيق استراتيجية الانتقاء والقبول، يتم انتقاء أفضل انتقال ممكن لإنتاج التحسين ذات القيمة العظمى (Greatest Improvement) أو الذي تنقصه أصغر قيمة تحسين في دالة الكلفة (Smallest Lack of Improvement) للبرنامج الحالي بشرط تحقيق قيود الحظر والقبول الاستثنائي. إن أفضل انتقال ممكن هو الانتقال ذات التطور الأكبر من حيث قيمة الكلفة وقيود الحظر.

من أجل منع حصول عملية دوران البحث غير المجدي وتوجيه دورات البحث إلى مناطق جديدة وجيدة، يُحتفظ بسجل تاريخ دورات البحث (Search History) في

لائحة الحظر ليستخدّم في العملية التكرارية التالية. تحتوي لائحة الحظر على ذاكرة قصيرة الأمد لسجل تاريخ دورات البحث الحديثة جداً، وذاكرة طويلة الأمد للسجل القديم. على أي حال، في كل عملية تكرارية يتم إنتاج قائمة مرشحة ولائحة حظر جديدتين مع تحديد صيغة القبول الاستثنائي كما يلي: يتم قبول الانتقال المحظور إذا حقق صيغة القبول الاستثنائي. إن لائحة الحظر لن تسمح لعمليات البحث بالرجوع إلى البرامج التي تمّ المرور عليها في العمليات التكرارية السابقة وذلك من خلال تخزين سماته كمحظورة. على كل حال، يمكن أن يحصل بأن يكون انتقال ما مهماً جداً ولكنه محظوراً. لذلك، يجب تعيين تابع قبول استثنائي من أجل تقدير الربح الناتج من استخدام هذا الانتقال المحظور ثانية. إذا كان هذا التقدير في الربح مقبولاً فإنه يتم إسقاط حالة الحظر (Tabu Status) عن هذا الانتقال المحظور مع إمكانية تنفيذه (Glover, 1997a). بالإضافة إلى هذه العناصر، وبما أن سعة لائحة الحظر صغيرة، فإنه من الضروري تحديد كم من الزمن سيبقى انتقال ما في هذه اللائحة: يُعرف هذا بـمدة الحظر. وهكذا في كل عملية تكرارية لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس، يتم إنتاج كل الانتقالات الممكنة (مجموعة البرامج المجاورة) والتفتيش عن الأفضل (القائمة المرشحة). إذا لم يكن الانتقال محظوراً، يتم قبوله. إذا كان محظوراً (أي موجود في لائحة الحظر) يُرفض بهدف تجنب حدوث عملية دوران البحث غير المجدي، أو يتم قبوله إذا كان يحقق صيغة القبول الاستثنائي. إذا لم يتم قبول الانتقال الأفضل، فإنه يتم استخدام ثاني أفضل انتقال في القائمة المرشحة، وهكذا دواليك. يتم باستمرار تحديث أفضل برنامج تمّ الحصول عليه مع عناصر التحكم المتعلقة بهذا البرنامج. تتوقف طريقة البحث المحظور للجبي بي اس عند تحقيق صيغة إيقاف العمل. تتحقق صيغة الإيقاف لهذه الطريقة عندما يكون عدد العمليات التكرارية التي لا تُعطي أي تحسين إضافي بالنسبة لأفضل برنامج تنظيم تمّ الحصول عليه أكبر من القيمة الثابتة التي تمّ تحديدها مسبقاً (Fixed a Priori).

4.5 اختبار أداء طريقة البحث المحظور في تصميم شبكة الجبي بي اس

تمّ تطبيق طريقة البحث المحظور للجبي بي اس على شبكات ذات حلول مثالية معروفة وذلك لتقييم أدائها بالنسبة لجودة البرنامج والجهد الحسابي (Dare 1995). يُفصّل هذا الجزء الخبرة الحسابية لهذه الطريقة باستخدام الشبكات ذاتها التي تمّ اختبارها في طريقة التلدين التجريبي كما هو موضح في الجزء 4.5.

إن الحلول القريبة من المثالية الناتجة باستخدام طريقة البحث المحظور تملك النتائج ذاتها كما في البرامج المثالية المعروفة المبينة في المرجع (Saleh and Dare 1998c) والتي سيتم عرضها هنا. إن النهج الحسابي موضح بالتفصيل في الأجزاء التالية. في هاتين الحالتين، كل من البرنامج المثالي والبرنامج الناتج بطريقة البحث المحظور لهما القيمة ذاتها وبالتالي فإن مقدار الانحراف المئوي النسبي مساوية للصفر ($RPD = 0$).

كما في الفصل الرابع، إن المثال الأول، عبارة عن شبكة افتراضية، يتكون من برنامج مثالي بكلفة 13 دقيقة. وإن البرنامج الأولي للبداية (V_0) ذات القيمة 17 دقيقة تم اختياره بشكل عشوائي ويتكون من القياسات الزمنية التالية ($Ua-b$) ($Ua-c$ $Ua-d$ $Ub-d$ $Uc-d$ $Uc-b$). وإن الشبكة الافتراضية ومصفوفات الكلفة الأساسية والفعلية يمكن إيجادهم في الشكل 7.4، والجدول 2.4، والجدول 3.4 على التوالي في الجزء 5.4.

لتطبيق طريقة البحث المحظور بنجاح، فإنه يجب الحفاظ على حالة الحظر. إذا تبين بأن انتقال ما محظور سيعطي برنامج أفضل من أي برنامج تم المرور عليه مسبقاً، فإنه يتم تجاوز حالة الحظر الخاصة به. إن صيغة القبول الاستثنائي، التي تم شرحها في الجزء 5.1.4.5، تمثل الشرط الذي يسمح بحدوث مثل هذا التجاوز. بتطبيق طريقة البحث المحظور على البرنامج الأولي، فإن العمليات التكرارية الآتية توضح سلوك استراتيجية البحث المحظور في تطبيق قيود الحظر وصيغة القبول الاستثنائي للحصول السريع على البرنامج الأقل كلفة.

العملية التكرارية البدائية ذات الرقم 0 (البرنامج الأولي للبداية) (Iteration 0):

في البداية تكون لائحة الحظر فارغة (أي مملوءة بالأصفار)، تشير إلى عدم وجود انتقالات محظورة في بداية دورات البحث كما هو مبين في الشكل 5.5A. لتأمين المعلومات المطلوبة حول قيم دالة الكلفة لكل الانتقالات الممكنة في البرنامج الأولي (V_0)، تم تصميم مبدأ تقييم مناسب لمجموعة البرامج المجاورة لتحديد قيم الانتقال لهذه الشبكة كما هو مبين في الشكل 5.5C، بينما يعرض الشكل 5.5B تغيرات منحني دالة الكلفة في مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج

الأولي (V0) (I). بعد إنتاج هذه المجموعة، يتم تشكيل القائمة المرشحة (CL=4) بانتقاء أفضل أربعة انتقالات في هذه المجموعة كما هو مبين في الشكل 5.5D. تم إعطاء القيمة 3 لمدة الحظر (TT=3)، وحجم لائحة الحظر بالبعد المصفوفي (6*6) تبعاً لعدد الأشعة الزمنية في البرنامج الأولي لتنظيم العمل الحقلية لتصميم الشبكة.

بشكل أساسي، ليس ضرورياً للقائمة المرشحة فرز وتحديد كل من أفضل الانتقالات الأربعة، حيث إن الانتقال الأفضل الذي يؤدي إلى البرنامج الأقل كلفةً هو المهم. إن الخيارات الإضافية وضعت في القائمة المرشحة لتوضيح مبدأ استراتيجية البحث المحظور التي ستعرض لاحقاً. إن البرنامج الموجود في أعلى القائمة المرشحة بالمدخلات (M=0 with entry i=0 and j=1) يمثل القيمة العظمى المحلية (Local Maximum) للبرنامج الأولي والنتائج من التبادل بين الشعاعين (i=Ua-b) و (j=Ua-c). وهكذا، فإن القيمة العظمى المحلية للبرنامج الأولي (V0) تمثل البرنامج الحالي الجديد للعملية التكرارية التالية وهو البرنامج الأول (V1).

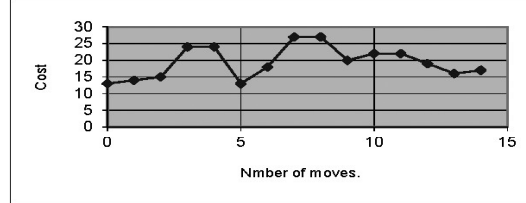
إن إنتاج مجموعة البرامج المجاورة المحلية وتغييرات الكلفة في العمليات التكرارية الثلاثة الأولى (1، 2، 3)، معروضة على التوالي في الأشكال 5.5 (B and C), 6.5 (B and C), و 7.5 (C and B). إن الهدف من هذا التوضيح التخطيطي إظهار أهمية عمل استراتيجية الانتقاء والقبول لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس. تختار القائمة المرشحة في كل عملية تكرارية أفضل أربعة برامج تنظيم وتقوم بترتيبهم بشكل تنازلي (Descending Order). بعدها تنتقي طريقة البحث المحظور للجبي بي اس أفضل برنامج (والذي ليس محظوراً) وتجعله البرنامج الحالي الذي سيتم استخدامه في العملية التكرارية التالية.

المرحلة التكرارية الأولى (Iteration 1)

إن البرنامج الحالي والجديد (V1= [Ua-c Ua-b Ua-d Ub-d Uc-d Uc-b]) يملك الكلفة 13 دقيقة. يظهر الشكل 5.6 A الآن أن التبادل بين مواقع الأشعة (Ua-b) و (Ua-c) ممنوع لثلاث عمليات تكرارية (TT=3) كما هو مبين في الجزء العلوي بالمدخلات (i=0, j=1) للذاكرة المبنية على الحداثة في قائمة الحظر.

=	0	0	0	0	0
0	=	0	0	0	0
0	0	=	0	0	0
0	0	0	=	0	0
0	0	0	0	=	0
0	0	0	0	0	=

(A) لائحة الحظر



(B) التغير الطوبولوجي لقيم الكلفة في مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج V_0

Move number M	Swap U_i U_j	Generated schedule V	Resultant cost $C(V)$
0	i=0 j=1	$U_{a-c} U_{a-b} U_{a-d} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	13
1	i=0 j=2	$U_{a-d} U_{a-c} U_{a-b} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	14
2	i=0 j=3	$U_{b-d} U_{a-c} U_{a-d} U_{a-b} U_{c-d} U_{c-b}$	15
3	i=0 j=4	$U_{c-d} U_{a-c} U_{a-d} U_{b-d} U_{a-b} U_{c-b}$	24
4	i=0 j=5	$U_{c-b} U_{a-c} U_{a-d} U_{b-d} U_{c-d} U_{a-b}$	24
5	i=1 j=2	$U_{a-b} U_{a-d} U_{a-c} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	13
6	i=1 j=3	$U_{a-b} U_{b-d} U_{a-d} U_{a-c} U_{c-d} U_{c-b}$	18
7	i=1 j=4	$U_{a-b} U_{c-d} U_{a-d} U_{b-d} U_{a-c} U_{c-b}$	27
8	i=1 j=5	$U_{a-b} U_{c-b} U_{a-d} U_{b-d} U_{c-d} U_{a-c}$	27
9	i=2 j=3	$U_{a-b} U_{a-c} U_{b-d} U_{a-d} U_{c-d} U_{c-b}$	20
10	i=2 j=4	$U_{a-b} U_{a-c} U_{c-d} U_{b-d} U_{a-d} U_{c-b}$	22
11	i=2 j=5	$U_{a-b} U_{a-c} U_{c-b} U_{b-d} U_{c-d} U_{a-d}$	22
12	i=3 j=4	$U_{a-b} U_{a-c} U_{a-d} U_{c-d} U_{b-d} U_{c-b}$	19
13	i=3 j=5	$U_{a-b} U_{a-c} U_{a-d} U_{c-b} U_{c-d} U_{b-d}$	16
14	i=4 j=5	$U_{a-b} U_{a-c} U_{a-d} U_{b-d} U_{c-b} U_{c-d}$	17

(C) مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج 0

Move number M	Swap U_i U_j	Generated schedule V	Resultant cost $C(V)$	Tabu status
0	i=0 j=1	$U_{a-c} U_{a-b} U_{a-d} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	13	Best
5	i=1 j=2	$U_{a-b} U_{a-d} U_{a-c} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	13	
1	i=0 j=2	$U_{a-d} U_{a-c} U_{a-b} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	14	
2	i=0 j=3	$U_{b-d} U_{a-c} U_{a-d} U_{a-b} U_{c-d} U_{c-b}$	15	

(D) القائمة المرشحة

الشكل 5.5 معامل الحظر في العملية التكرارية البدائية.

يحتوي الجزء السفلي (Lower Diagonal) للائحة الحظر على عداد مرات التردد (Frequency Counts) لكل انتقال في هذه العملية التكرارية. إن الذاكرة المبنية على التردد (Frequency-Based Memory) تقوم بتزويد المعلومات التي تكمل المعلومات المعطاة من الذاكرة المبنية على الحادثة لتكبير وتوسيع مجال

اختيار أفضل الانتقالات. سيتم ملاحظة تأثير دور هذا التكامل بين كل من الذاكرتين خلال العمليات التكرارية التالية. تم إنتاج مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج 1 (V1) وتشكيل القائمة المرشحة كما هو مبين في الأشكال 6.5C و 6.5D على التوالي. إن الانتقال الأكثر مساهمة في التحسين في هذه المرحلة هو الثاني في القائمة المرشحة كما هو مبين في الشكل 6.5D. يُشكل الانتقال بالمدخلات (M=5) كالانتقال الأول بالمدخلات (M=0 with entry i=0, j=1) الذي له الكلفة ذاتها كالانتقال الثاني وإنه ممنوع من الاستخدام لثلاث عمليات تكرارية متتالية (TT=3). وبهذا، فإن عمليات دوران البحث غير المجدي لن تحدث. إن القيمة العظمى المحلية للبرنامج 1 تمثل البرنامج الحالي الجديد للعملية التكرارية التالية والمكوّن من $[V2 = [Ua-b \ Ua-d \ Ua-c \ Ub-d \ Uc-d \ Uc-b]]$.

المرحلة التكرارية الثانية (Iteration 2)

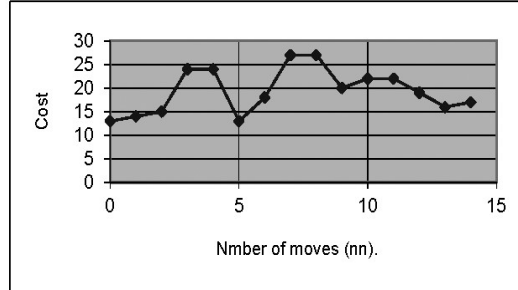
إن البرنامج 2 الحالي والجديد (V2) أصبح أفضل برنامج تم الحصول عليه حتى الآن وبكلفة مقدارها 13 دقيقة. في هذه العملية التكرارية، اثنان من التبادلات الداخلية بين الأشعة (Two Sessions-Interchange) تم تصنيفهما بالحظر كما تدل المدخلات ذات القيم الرقمية غير الصفر (Non-Zero) في الجزء العلوي للذاكرة المبنية على الحداثة للائحة الحظر في الشكل 7.5 A. كما هو ملاحظ فإن مدة الحظر للتبادل ذات المدخلات (M=0 and entry i=0, j=1) بين الأشعة (Ua-b) و (Ua-c) في الشكل 5.5D تم تخفيفها من 3 إلى 2 عمليات تكرارية متبقية (TT=2)، بينما مدة الحظر للتبادل ذات المدخلات (M=5 and entry i=1, j=2) بين الأشعة (Ua-c) و (Ua-d) في الشكل 6.5D ممنوع لثلاث عمليات تكرارية متتالية (TT=3). يحتوي الآن الجزء السفلي للذاكرة المبنية على التكرار لقائمة الحظر على عداد مرات التكرار لكلا الانتقالين السابقين. إن مجموعة الجداول المجاورة للبرنامج 2 تم إنتاجها مع تشكيل القائمة المرشحة الجديدة للعملية التكرارية الثالثة كما هو مبين في الأشكال 7.5C و 7.5D على التوالي. إن البرنامج ذات المدخلات (M=13 with entry i=3, j=5) الموجود في الجزء الأعلى للقائمة المرشحة يمثل القيمة العظمى

المحلية للبرنامج 2 والذي سيستخدم كبرنامج حالي في العملية التكرارية التالية.

المرحلة التكرارية الثالثة (Iteration 3):

إن البرنامج 3 الحالي الجديد ($V_3 = [U_{a-b} \ U_{a-d} \ U_{a-c} \ U_{c-b} \ U_{c-d}]$) والذي له نفس الكلفة كالبرنامج 2 (V_2) أصبح أفضل برنامج تمّ الحصول عليه حتى الآن وله الكلفة 13 دقيقة. في العملية التكرارية الثالثة، ثلاثة من التبادلات الداخلية بين الأشعة (Three Sessions-Interchange) تمّ تصنيفها بالحظر وبمدد حظر متبقية مختلفة كما تدل المدخلات ذات القيم غير الصفر في الجزء العلوي للذاكرة المبنية على الحداثة للائحة الحظر في الشكل 8.5B. كما هو ملاحظ فإن مدة الحظر للتبادل ذات المخلات ($M=0$ and entry $i=0, j=1$) بين الأشعة (U_{a-b}) و (U_{a-c}) في الشكل 5.5D تمّ تخفيفه من 2 إلى 1 عملية تكرارية متبقية ($TT=1$). إن مدة الحظر للتبادل ذات المدخلات ($M=5$ and entry $i=1, j=2$) بين الأشعة (U_{a-d}) و (U_{a-c}) في الشكل 6.5D انخفضت من 3 إلى 2 عمليات تكرارية متبقية ($TT=2$). بينما التبادل ($M=13$ and entry $i=3, j=5$) بين الأشعة (U_{a-c}) و (U_{b-d}) في الشكل 7.5D ممنوع لثلاث عمليات تكرارية متتالية ($TT=3$). يحتوي الآن الجزء السفلي للذاكرة المبنية على الحداثة للائحة الحظر على عداد مرات التكرار للانتقالات الثلاثة السابقة. تمّ إنتاج مجموعة الجداول المجاور للبرنامج (V_3) وتشكيل قائمة مرشحة جديدة للعملية التكرارية الرابعة كما هو مبين في الشكل 8.5A. إن البرنامج ذات المدخلات ($M=1$ with entry $i=3, j=4$) الموجود في الجزء الأعلى للقائمة المرشحة يمثل القيمة العظمى المحلية للبرنامج 3 (V_3) والذي سيستخدم كبرنامج حالي في العملية التكرارية التالية.

= 3 0 0 0 0
 1 = 0 0 0 0
 0 0 = 0 0 0
 0 0 0 = 0 0
 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 =



(A) لائحة الحظر (B) التغيير الطبولوجي لعلم الكلفة في مجموعة البرامج المجاورة للبرنامج 1 (V₁)

Move number M	Swap U _i U _j	Generated schedule V	Resultant cost (V)
0	i=0 j=1	U _{a-c} U _{a-b} U _{a-d} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	13
1	i=0 j=2	U _{a-d} U _{a-c} U _{a-b} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	14
2	i=0 j=3	U _{b-d} U _{a-c} U _{a-d} U _{a-b} U _{c-d} U _{c-b}	15
3	i=0 j=4	U _{c-d} U _{a-c} U _{a-d} U _{b-d} U _{a-b} U _{c-b}	24
4	i=0 j=5	U _{c-b} U _{a-c} U _{a-d} U _{b-d} U _{c-d} U _{a-b}	24
5	i=1 j=2	U _{a-b} U _{a-d} U _{a-c} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	13
6	i=1 j=3	U _{a-b} U _{b-d} U _{a-d} U _{a-c} U _{c-d} U _{c-b}	18
7	i=1 j=4	U _{a-b} U _{c-d} U _{a-d} U _{b-d} U _{a-c} U _{c-b}	27
8	i=1 j=5	U _{a-b} U _{c-b} U _{a-d} U _{b-d} U _{c-d} U _{a-c}	27
9	i=2 j=3	U _{a-b} U _{a-c} U _{b-d} U _{a-d} U _{c-d} U _{c-b}	20
10	i=2 j=4	U _{a-b} U _{a-c} U _{c-d} U _{b-d} U _{a-d} U _{c-b}	22
11	i=2 j=5	U _{a-b} U _{a-c} U _{c-b} U _{b-d} U _{c-d} U _{a-d}	22
12	i=3 j=4	U _{a-b} U _{a-c} U _{a-d} U _{c-d} U _{b-d} U _{c-b}	19
13	i=3 j=5	U _{a-b} U _{a-c} U _{a-d} U _{c-b} U _{c-d} U _{b-d}	16
14	i=4 j=5	U _{a-b} U _{a-c} U _{a-d} U _{b-d} U _{c-b} U _{c-d}	17

(C) مجموعة الجداول المجاورة للبرنامج 1 (V₁).

Move number M	Swap U _i U _j	Generated schedule V	Resultant cost C(V)	Tabu status
0	i=0 j=1	U _{a-c} U _{a-b} U _{a-d} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	13	Tabu Best
5	i=1 j=2	U _{a-b} U _{a-d} U _{a-c} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	13	
1	i=0 j=2	U _{a-d} U _{a-c} U _{a-b} U _{b-d} U _{c-d} U _{c-b}	14	
2	i=0 j=3	U _{b-d} U _{a-c} U _{a-d} U _{a-b} U _{c-d} U _{c-b}	15	

(D) القائمة المرشحة.

الشكل 6.5 معامل الحظر في العملية التكرارية الأولى.

Move number M	Swap $U_i - U_j$	Generated schedule V	Resultant cost C(V)	Tabu status
1	i=3 j=4	$U_{a-b} U_{a-d} U_{a-c} U_{c-d} U_{c-b} U_{b-d}$	13	Best
12	i=0 j=2	$U_{a-c} U_{a-d} U_{a-b} U_{c-b} U_{c-d} U_{b-d}$	13	
13	i=3 j=5	$U_{a-b} U_{a-d} U_{a-c} U_{b-d} U_{c-d} U_{c-b}$	13	
0	i=0 j=1	$U_{a-d} U_{a-b} U_{a-c} U_{c-d} U_{c-b} U_{b-d}$	14	

(A) القائمة المرشحة.

= 1 0 0 0 0
1 = 2 0 0 0
0 1 = 0 0 0
0 0 0 = 0 3
0 0 0 0 = 0
0 0 0 1 0 =

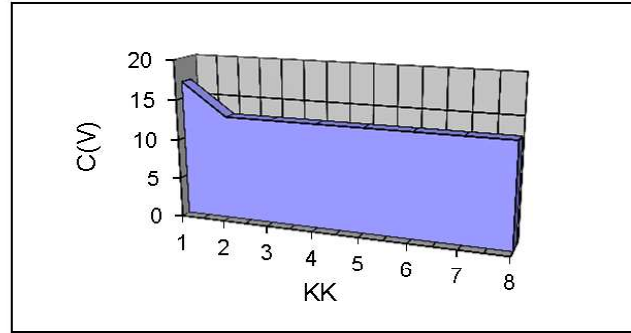
لائحة المحظر (B)

الشكل 8.5 معامل المحظر في العملية التكرارية الثالثة.

المرحلة التكرارية الثامنة (Iteration 8)

في هذه العملية التكرارية، تمّ الحصول على البرنامج 8 (V8) الأقل كلفة بقيمة مقدارها 13 دقيقة. إن الذاكرة المبنية على الحادثة في الشكل A 105 تشير بأن التبادلات الثنائية للأشعة الثلاثية الأخيرة قد حصلت بين الشعاعين (Ua-b) و (Ua-d) ذات المدخلات (i=0, j=2)، والشعاعين (Ua-c) و (Ua-d) ذات المدخلات (i=1, j=2)، والشعاعين (Ub-d) و (Uc-d) ذات المدخلات (i=3, j=4). تُظهر القراءات الرقمية (العداد) في الذاكرة المبنية على التكرار توزيع الانتقالات خلال العمليات التكرارية السبع الأولى. إن دور هذه القراءات لتوسيع دورات البحث أفقياً وتوجيهها إلى مناطق جديدة. إن عدداً تكرار الإقامة يشير بأن انتقال ما مرغوب جداً وسيستجج برنامج ذات جودة عالية، أو، ربما يدل عكس ذلك! إن المهندس المساحي يستطيع أن يستنتج من القراءات الرقمية (2) في الجزء السفلي للشكل A 10.5 بأن التبادل بين الشعاعين (Ua-c) و (Ua-d) مرغوب بشكل كبير جداً وسيعطي تخفيضاً جيداً في كلفة البرنامج. بالمقابل، إن القراءات الرقمية (0) على سبيل المثال، تشير إن التبادل بين الشعاعين (Ub-d) و (Ua-d) غير مجدٍ وسيعطي برنامجاً بجودة متدنية. يتوقف عمل طريقة البحث المحظور للجبي بي اس عندما تتحقق صيغة الإيقاف. إن صيغة الإيقاف المعتمدة في هذا المثال هي أن تتوقف الطريقة بعد عدد معين من العمليات

التكرارية، ثمان عمليات ($KK=8$). إن البرنامج القريب من المثالي الناتج عن تطبيق طريقة البحث المحظور للجوي بي اس يملك القيمة 13 دقيقة ويتألف من الأشعة المتتالية ((Ua-c) (Ua-b) (Ua-d) (Uc-b) (Uc-d) (Ub-d))



الشكل 11.5 الشكل التخطيطي لأفضل برنامج عمل تمّ الحصول عليه بالنسبة لعدد العمليات التكرارية لطريقة البحث المحظور المطبقة على الشبكة في الشكل 7.4.

Recency based memory
 = 3 2 0
2 = 0
1 0 = 0
1 0 0 = 0
 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 = 1 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 1 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 = 0
 0 0 0 0 2 0 =

Frequency based memory

الجدول 1.5 الشكل المصفوفي للاتحة الحظر ($TL=[20*20]$)

5.5 الاستنتاج

تمّ في هذا الفصل تطوير طريقة البحث المحظور للجبي بي اس المعدلة بحيث تسمح بالحصول السريع على برنامج تنظيم العمل الحقلي على أساس التحسين لرصد وتصميم شبكات الجبي بي اس المساحية. فقد تمّ عرض تطبيق طريقة البحث المحظور الجديدة على الشبكات المساحية المرصودة بالجبي بي اس، وتمّ تحديد أفضل تصميم لطريقة البحث المحظور للجبي بي اس. إن هذه الطريقة والتي هي عبارة عن تحسين تكراري شامل (Global Iterative Optimisation) تنتقل من برنامج إلى آخر لكي تُخفّض كلفة البرامج التي تمّ المرور عليها. عندما تمر هذه الطريقة على مطب المثالية المحلية (Local Optimum) فإنها لا تتوقف عندها، بل تتجاوزها باختيار أفضل برنامج مجاور ممكن. لكي يتم تجنب عمليات دوران البحث غير المجدي، إن الانتقال الذي يُرجع أساليب التحسين باتجاه البرنامج ذات الكلفة الباهظة والذي تمّ المرور عليه للتو فهو محظور (ممنوع من الاستخدام). يتم القيام بعمل مهمة الحظر هذه عن طريق حفظ هذا الانتقال المحظور في بنية مصفوفية تسمى لائحة الحظر. في هذه الطريقة المطوّرة، إن استخدام استراتيجيات القائمة المرشحة في دورات البحث التجميعي يقدم أفضل الطرق لتوفير الجهد الحسابي دون إن يؤثر ذلك على جودة برنامج تنظيم العمل الحقلي.



منظمة المجتمع العلمي العربي
Arab Scientific Community Organization