الذكاء الاصطناعي لتصميم الشبكات المرصودة بنظام تحديد المواقع العالمية

الدكتور المهندس حسين عزيز صالح

2014-11-26

يتناول هذا الكتاب الجوانب العملية والنظرية لمسألة التنظيم العملي اللوجستي (logistics) للمساحة الفضائية لنظام تحديد المواقع الجي بي اس (Global Positioning System GPS). إن طرق الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) بالنسبة لمسائل التحسين التوافقي أو التجميعي الصعبة (Combinatorial Optimization Problems COPs) تم تطبيقها لتصميم الشبكات المسّاحية المرصودة بنظام الجي بي اس. إن هدف مسألة التحسين التوافقي البحث عن وتحديد الحل الأكثر مناسبة لتحسين (optimizing) (تعظيم أو تصغير) (minimizing or maximizing) دالة الهدف (Objective function) (كلفة، دقة، زمن، مسافة، الخ) من بين مجموعة منفصلة من الحلول الممكنة.

يتكون تصميم شبكة الجي بي اس بوضعها مسألة تحسين تجميعية من مجموعة من البرامج العملية الممكنة (feasible schedules) لتنظيم العمل الحقلي لرصد وتصميم الشبكة والهدف هو تحديد برنامج العمل الأقل كلفةً (cheapest schedule). بالنسبة لنظام الجي بي اس، يمكن تعريف الشبكة بأنها مجموعة من النقاط المساحية (stations) التي يتم تعيين إحداثياتها بوضع أجهزة الاستقبال (receivers) عليها لتحديد الأشعة أو القياسات الزمنية (sessions) بين هذه النقاط. يُعرف الشعاع أو القياس بالفترة الزمنية أو مدة الرصد التي يحتاجها جهازي استقبال أو أكثر لتسجيل أو التقاط الإشارات المبثوثة بآن واحد من الأقمار الصناعية. إن العدد الأصغر اللازم لأجهزة الاستقبال اثنان، وتصبح مسألة تصميم الشبكة أكثر أهمية وتعقيداً مع ازدياد هذا العدد. إن المسألة المدروسة البحث عن أفضل ترتيب لتنظيم الأشعة الزمنية بحيث تُعطي أفضل برنامج عمل ممكن (أقل كلفة) لإتمام رصد كامل هذه الأشعة. عملياً، يعني هذا تحديد كيف سيتم نقل كل جهاز استقبال بين النقاط المراد تحديد احداثياتها بأسلوب فعّال يأخذ بالحسبان بعض العناصر المهمة كالزمن والدقة والكلفة، الخ. تستطيع الطرق الحسابية الدقيقة (Exact methods) حل شبكات صغيرة فقط وهي ليست عملية مع ازدياد أبعاد الشبكة. وبالتالي، إنه من المهم جداً الحصول على طرق عملية مبنية على الذكاء

الاصطناعي يمكنها تزويد برنامج العمل المثالي أو القريب من المثالي لتصميم شبكات كبيرة بزمن حسابي مقبول وبأقل كلفة ممكنة.

في هذا الكتاب، تم بحث وتصميم وتطوير وتطبيق وتحليل نظرياً وعملياً طرق بحث جديدة مبنية على أفكار الذكاء الاصطناعي و مبرمجة بلغة الحاسب الإلكتروني لحل المسالة المذكورة أعلاه بشكل فعّال. تعرف هذه الطرق بأنها أحدث الأساليب المطوَّرة والقوية والقابلة للتطبيق على طيف واسع من المسائل المهمة و التي تحدث مجالات علمية متنوعة كالإحصاء، الهندسة، البرمجة الرياضية، والبحث العملياتي.

تبدأ الطريقة المبنية على أفكار الذكاء الاصطناعي باعتماد حل أولي (initial solution) (في سياق هذه الدراسة، برنامج أولي لتنظيم العمل الحقلي (initial schedule)، وتحاول بشكل تكراري تحسين البرنامج الحالي بتطبيق سلسلة من تغييرات التحسين المحلية (المبادلة بين الأشعة الزمنية) (swapping sessions) يتم انتاجها تبعاً لآلية مناسبة ومحددة حتى تحقيق صيغة ايقاف العمل. إن الطرق المبنية على أفكار الذكاء الاصطناعي المطوَّرة والمطبَّقة في هذا الكتاب: طريقة البحث المتقارب المحلي ((Local Descent Search (LDS)، طريقة التلدين التجريبي Simulated Annealing (SA)، وطريقة البحث المحظور Tabu Search (TS). تقبل طريقة البحث المتقارب المحلي فقط البرنامج الذي ينتج تخفيض في قيمة دالة الهدف. من الناحية الأخرى، كل من طريقتي التلدين التجريبي والبحث المحظور تتضمنان استراتيجيات تنفيذية وتنظيمية متنوعة مبنية على المتانة (robustness) والنماذج الحاسوبية من أجل الحصول على برامج عمل بجودة عالية. تم عرض النتائج الحسابية لعدة حالات دراسية لتطبيق هذه الطرق.

إن المساهمة الرئيسية لهذا الكتاب هي تطوير الطرق المبنية على أفكار الذكاء الاصطناعي المذكورة أعلاه من أجل حل المشكلات اللوجستية لمسألة تصميم شبكة الجي بي اس. تم التحقق من أدائها تقييمها ومقارنتها على شبكات ذات برامج عمل مثالية معروفة فيما يتعلق بجودة الجدول والجهد الحسابي. تم تطوير وتطبيق مفهوم جديد لآلية التبادل الداخلي بين الأشعة. للمساعدة في التقييم، تم إجراء الاختبارات باستخدام نوعين مختلفين لشبكتين ذات أبعاد كبيرة مرصودتين في مالطا وجزر سيشيل. بالنسبة لكلٍ من الشبكتين، أعطت طريقتا التلدين التجريبي والبحث المحظور المطوَّرتان برامج عالية الجودة من تلك التي تم رصدها في الواقع. بالنسبة للمهندس المسَّاحي الذي يستخدم نظام الجي بي اس، قد تبين أن هذه الطرق المطوَّرة تستطيع بشكل كبير تخفيض كلفة تنفيذ عملية للمساحة الفضائية. طالما إن هذه الطرق ذات أهمية نظرية وعملية على حدٍ سواء، فأنه لم يتم فقط تبيان وعرض أفضل النتائج، لكن تم اقتراح بعض النواحي المتنوعة لهذه الطرق. هذا يؤمن دافعاً قوياً وفرصة غنية للابتكار بتكيف وتعديل الطرق المذكورة أعلاه من أجل حل

وتحسين المشكلات العملية المساحية الأخرى التي يكون فيها صعباً جداً الحصول على الجدوى والحلول الجيدة.

- للحصول على الكتاب

البريد الإلكتروني للكاتب: hussainazizsaleh@gmail.com