الأمثلية في عمليات تشييد الطبقات السطحية للطرق باستخدام التداخل بين المحاكاة و الخوارزميات الوراثية

إعداد

طارق فؤاد حمدي جمعة خلف

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة - جامعة القاهرة

كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة

في الهندسة الإنشائية

كلية الهندسة ، جامعة القاهرة،

الجيزة، جمهورية مصر العربية

٢٠١٤

ملخص الرسالة

تعظيم الإنتاجية هي واحدة من الأهداف الرئيسية لفريق العمل في مشاريع إنشاء الطرق ، ولكنها أيضا واحدة من أكبر التحديات التي يواجهها الفريق. ولتخطيط عمليات إنشاء الطريق يجب فهم مشكلة اختيار المعدات المناسبة .مشكلة اختيار المعدات لا تقتصر على تحديد العدد الأمثل للمعدات، ولكنها أيضا تمتد إلى تحديد أكثر مصادر المواد التي تغذي المشروع تناغما مع تلك المعدات. ولذا، يمكن تصنيف المشكلة إلى مشكلتين أساسيتين: ١) اختيار المعدات المناسبة ، ٢) اختيار مصادر المواد المثلى و المتوافقة مع عدد المعدات والتي تحقق اقل نسبة (تكلفة/وقت) لنقل المواد.

الهدف من هذا البحث هو تقديم منهجية جديدة للوصول إلى الحل الأمثل في عمليات تشييد الطبقات السطحية للطرق و التي تشمل عمليات الأساس و الطبقة السطحية ، و تجمع هذه المنهجية بين المحاكاة و الخوارزميات الجينية كما أنها توفر أداة فعالة للتحليل وتحقيق الاستفادة المثلى من المعدات و مصادر المواد . وهذه المنهجية الجديدة تقوم بحل المشكلة على مرحلتين متتاليتين.

في المرحلة الأولى تم تطوير نظام هجين يدمج بين المحاكاة و الخوارزميات الجينية لحل مشكلة اقصر مسار لناقلات المواد (العربات) بين مصادر المواد و موقع المشروع. يتم اختيار اقصر مسار بين شبكة من المسارات الاحتمالية باستخدام منهجية احد الطريقتين: ١) أقصر مسار متوقع "Expected shortest path" و ٢) أقصر مسار متوقع بنسبة احتمالية سابقة التحديد "α-shortest path". وهذه المرحلة تعد بمثابة مرحلة صنع قرار للعثور على أفضل المسارات لناقلات المواد بين مصادر المواد و المشروع مع الأخذ في الاعتبار السرعة الاحتمالية للناقلات والتي بدورها تعتمد على العديد من المتغيرات كخصائص العربة و خصائص شبكة الطرق.

في المرحلة الثانية من المنهجية المطورة، تم تطوير نظام آخر هجين يجمع بين المحاكاة و الخوارزميات الجينية لتحديد أفضل مزيج بين المعدات المتوافق مع مصادر المواد للوصول إلى أفضل إنتاجية. وفي المنهجية المقترحة، تم استخدام نظام المحاكاة بدعم من برنامج "AutoCAD"، كما تم تطوير الخوارزميات الجينية للوصول إلى اقل وقت و تكلفة للمشروع. وخلال مرحلة التصميم، تم الأخذ في الاعتبار المتغيرات الكمية و النوعية للمعدات.

وفي النهاية تم تنفيذ المنهجية ووضعها في إطار ونموذج آلي سهل الاستخدام، و يتكون النموذج من عدة وحدات :- ١) وحدة "Road_CAD" ؛ ٢) وحدة المحاكاة الخاصة بمحاكاة شبكة الطرق "SP_Sim" ؛ ٣) وحدة الخوارزميات الوراثية الخاصة بتحديد اقصر مسار "SP_GA" ؛٤) وحدة المحاكاةالخاصة بالمعداتٍ "SWSIM" ؛ ٥) وحدة الخوارزميات الوراثية الخاصة بتحديد أفضل المعدات"Road_EQ_GA"؛ ٦) وحدة التكلفة "CM" ؛٧) قاعدة بيانات خاصة بالمعدات "EDB" ؛٨) قاعدة بيانات خاصة بشبكة الطرق "RDB" ؛٩) وحدة إعداد التقارير "RM". ويصف هذا البحث مكونات النظام المقترح وكيفية التناغم بين مكوناته المختلفة مع عرض العديد من مميزات و إمكانيات النظام المقترح. وقد تم عمل دراسة حالة للتحقق من النتائج و بيان مميزات النظام المقترح وذلك بمقارنة نتائج النظام المقترح مع نتائج مشروع تم تنفيذه.

محتويات الرسالة:

تم تنظيم هذه الرسالة بحيث تحتوي في مجملها على ثمانية أبواب و أربعة ملاحق بالإضافة إلى المراجع العلمية، وفي نهاية الرسالة موجز باللغة العربية للرسالة، و فيما يلي استعراض لمحتويات الرسالة:-

الباب الأول (المقدمة)

يحتوي على مقدمة عامة لموضوع الرسالة، أهم أهدافها و شرحا موجزا لمحتويات الأبواب المختلفة.

الباب الثاني (الدراسات السابقة)

يحتوي على مراجعة للدراسات السابقة في مجال استخدام المحاكاة في صناعة التشييد و التفاعل بين المحاكاة وطرق تحديد الأمثلية بدعم من برنامج الأوتوكاد وكذلك مراجعة لطرق تحديد اقصر مسار لناقلات المواد خلال

شبكة من المسارات الاحتمالية. كما يبين هذا الباب أوجه القصور المختلفة التي تشوب تلك الدراسات و التي يمكن تداركها بدمج المحاكاة و طرق تحديد الامثلية على مراحل متتالية و التي من شأنها زيادة درجة الثقة و المصداقية لتلك البرامج.

الباب الثالث (طرق و معدات تنفيذ عمليات الطبقات السطحية للطرق)

يصف هذا الباب العمليات و الطرق المختلفة المتبعة لإنشاء الطبقات السطحية للطرق وكذلك يصف المعدات المستخدمة لإتمام هذه العمليات والأساليب و المعادلات الرياضية المختلفة لحساب الإنتاجية للمعدات المختلفة.

الباب الرابع (وصف نظام المحاكاة- الاوتوكاد المقترح)

ينقسم هذا الباب إلى ثلاثة أجزاء، الجزء الأول يقدم لمحة عامة عن المنهجية المقترحة ومكونات النظام المقترح، بينما خصص الجزء الثاني و الثالث لشرح وحدتين من وحدات النظام المقترح. الوحدة الأولى وهي وحدة Road_CAD وهي الوحدة الخاصة بتهيئة برنامج الأوتوكاد لتغذية وحدة المحاكاة بالمعلومات و البيانات اللازمة لإتمام عملية المحاكاة ، والوحدة الثانية هي وحدة محرك المحاكاة SWSIM وهي الوحدة الخاصة بمحاكاة عمليات تنفيذ الطبقات لسطحية للطرق لتحديد وقت تنفيذ المشروع. وقد تم تقديم شرح وافي لكل خطوات التصميم المتبعة لهاتين الوحدتين و مميزات كل وحدة. وفي نهاية الباب تم وضع دراسة حالة و مقارنتها مع نتائج وحدة المحاكاة للتأكد من صحة النتائج المستنتجة بواسطة وحدة المحاكاة.

الباب الخامس (قواعد البيانات ووحدة التكلفة)

يختص هذا الباب بوصف و تحليل خطوات تصميم قواعد البيانات المستخدمة في النظام المقترح وهما: ١) قاعدة بيانات المعدات (EDB) و ٢) قاعدة بيانات الطريق (RDB). كما يعرض وحدة التكلفة (CM)، والتي تستخدم لحساب تكاليف امتلاك و تشغيل المعدات.

الباب السادس (الامثلية باستخدام التداخل بين المحاكاة والخوارزميات الوراثية)

يصف هذه الباب آلية المنهجية المقترحة للوصول إلى أفضل عدد من المعدات يحقق اقل وقت أو تكلفة لإنهاء المشروع. في الجزء الأول من الباب تم وصف المرحلة الأولى من الأمثلية المقترحة و التي تم فيها تطوير نظام هجين يدمج بين المحاكاة و الخوارزميات الجينية لحل مشكلة اقصر مسار لناقلات المواد بين مصادر المواد و موقع المشروع، وقد تم حساب اقصر مسار بين شبكة من المسارات الاحتمالية باستخدام منهجية احد الطريقتين: ١) المسار المتوقع و ٢) المسار المتوقع بنسبة احتمالية سابقة التحديد. وهذه المرحلة تعد بمثابة مرحلة صنع قرار للعثور على أفضل المسارات لناقلات المواد بين مصادر المواد و المشروع مع الأخذ في الاعتبار السرعة الاحتمالية للناقلات والتي بدورها تعتمد على العديد من المتغيرات كخصائص العربة و خصائص شبكة الطرق.وقد تم عمل دراسة حالة للتأكد من صحة تحقيق نتائج هذه المرحلة على حدة.

وفي الجزء الثاني من الباب تم وصف المرحلة الثانية من المنهجية المطورة، و التي تم فيها تطوير نظام هجين آخر يجمع بين المحاكاة و الخوارزميات الجينية لتحديد أفضل مزيج بين المعدات المتوافق مع مصادر المواد للوصول إلى أفضل إنتاجية. وقد تم تطوير الخوارزميات الجينية للوصول إلى اقل وقت و تكلفة للمشروع مع الأخذ في الاعتبار المتغيرات الكمية و النوعية للمعدات. وفي نهاية الباب تم عمل دراسة حالة للتحقق من صحة نتائج المرحلة الثانية من الأمثلية.

الباب السابع (تصميم و تنفيذ برنامج الحاسب الآلي ROADSIMCAD)

يشرح هذا الباب تفاصيل تنفيذ المنهجية المقترحة ووضعها في إطار ونموذج آلي سهل الاستخدام. كما تناول هذا الباب بالتفصيل شرح لمدخلات و مخرجات البرنامج و الحصول على النتائج إضافة إلى استعراض إمكانات البرنامج و الشاشات الخاصة بمكوناته المتعددة. وفي نهاية الباب تم وضع دراسة حالة شاملة للتحقق من أداء البرنامج و صحة المنهجية التي وضعت وذلك من خلال مقارنة النتائج المستخلصة من البرنامج بالنتائج المناظرة لدراسة الحالة.

البـــاب الثـــامن (الملخـــص ، الإســـهامات ، التوصيات)

في هذا الباب تمت مناقشة الآتي:

- ملخص البحث
- الإسهامات التي قدمها البحث
- توصيات البحث و البحوث المستقبلية.

ملحق (أ)

يشتمل هذا الملحق على عرض لواجهات النموذج الآلي الخاصة بقاعدة بيانات المعدات.

ملحق (ب)

يشتمل هذا الملحق على عرض لواجهات النموذج الآلي الخاصة بوحدة حساب التكلفة مع عرض للنموذج النمطي المقترح بواسطة شركة كاتربلر لحساب تكلفة امتلاك وتشغيل المعدات.

ملحق (ج)

يشتمل هذا الملحق على عرض لكود البرمجة المستخدم لحساب الدالات الاحتمالية الخاصة بوحدة المحاكاة.

ملحق (د)

يشتمل هذا الملحق على عرض للتقارير المخرجة بواسطة النظام الآلي المطور.

قائمة المراجع العلمية: وتشتمل على عدد (٢٠٦) من المراجع والأبحاث التي تتناول نقطة البحث.