حل مسألة جدولة إشارات المرور في المناطق الحضرية باستخدام البرمجة الرياضية وخوارزمية الحشرات المضيئة

إعداد

هناء سليمان أبوهشيمة عبداللطيف

رسالة علمية مقدمة الى

مدرسة هندسة التصميم الإبداعي

قسم الهندسة الصناعية والتصنيع

الجامعة المصرية اليابانية للعلوم والتكنولوجيا

كإستيفاء جزئي لمتطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة

فى

الهندسة الصناعية و إدارة النظم

2022

حل مسألة جدولة إشارات المرور في المناطق الحضرية باستخدام البرمجة الرياضية وخوارزمية الحشرات المضيئة

مقدمة من

هناء سليمان أبوهشيمة عبداللطيف

للحصول على درجة دكتوراه الفلسفة

فى

الهندسة الصناعية و إدارة النظم

لجنة الاشراف على الرسالة

الإسم	جهة العمل	التوقيع
أ.د./ عمرو بهجت الطويل	الجامعة المصرية اليابانية للعلوم و التكنولوجيا	.....
د./ محمد سمير غيث	الجامعة المصرية اليابانية للعلوم و التكنولوجيا	.....
أ.د./ جونيشي ايجيما	جامعة طوكيو للعلوم - اليابان	.....

لجنة المناقشة والحكم على الرسالة

الإسم	جهة العمل	التوقيع
أ.د./محمد نشأت فرس	جامعة الاسكندرية	.....
أ.د./ عمرو بهجت الطويل	الجامعة المصرية اليابانية للعلوم و التكنولوجيا	.....
أ.د./ نيرمين حراز	جامعة الاسكندرية	.....

ملخص الرسالة

يعد الازدحام المروري أحد التحديات التي تواجه مخططي المدن الحضرية لما له من تأثير مباشر على البيئة لأنه يزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويؤثر على الأنظمة اللوجستية والذي يجعل المركبات تستغرق وقت اطول من اللازم للوصول الي وجهتها المقصودة، كما أنه يؤثر على الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية اليومية اي أنه يوثر بشكل فعال على الأفراد والمجتمعات في مختلف المناطق والبلدان.

لا توجد استراتيجية واحدة يمكن أن تعالج مشكلة الازدحام المروري، ولكن يجب استخدام مجموعه من الاستراتيجيات المتكاملة لحل المشكلة وفى هذا الصدد يمثل التحكم في الجداول الزمنية لإشارات المرور إحدى الطرق الممكنة لتقليل تأثير الازدحام المروري عند التقاطعات والتي تساهم في تنظيم وزيادة تدفق المركبات التي تمر عبرها، حيث تعد جدولة إشارات المرور إحدى طرق حل الازمة المرورية وخاصة في المدن الحضرية الكبيرة والتي تحتوي علي عدد ضخم من السكان والمركبات والتي تستهدف الحصول على الجدول الزمني الأمثل لكل إشارة مرور والذي بدوره يعطي افضل اداء للمنظومة المرورية والتي من أهم مؤشرات أدائها متوسط وقت الانتظار ومتوسط عدد المركبات المنتظرة وذلك عن طريق تحديد الجداول الزمنية المثلى الذي يشمل تحديد مرحلتي حركة المرور النشطة وغير النشطة خلال كل دورة زمنية وفي كل طريق وتقاطع.

هناك نوعان من أنظمة التحكم في إشارات المرور، نظام التحكم الثابت ونظام التحكم المتكيف مع حركة المرور. في نظام التحكم في الثابت، يتم تحديد معلومات النظام مثل طول الدورة وتقسيم الطور وتسلسل المراحل مسبقًا بناءً على البيانات التي تم تجميعها مسبقا. هذا النوع من أنظمة التحكم مناسب عندما لا يظهر نموذج تدفق المركبات على التقاطع أي تغيرات أو تغيرات منخفضة بمرور الوقت. من ناحية أخرى، في نظام التحكم الممتكيف لحركة المرور، جميع المعلومات والعوامل مثل طول الدورة وتقسيم الطور وتسلسل المراحل غير ثابتة ، بل تتغير باستمرار وفقًا للتغييرات في معدلات وأنماط تدفق المركبات، وبالتالي، يمكن لنظام التحكم المتكيف لحركة المرور التعامل مع التدفق الفوري للمركبات، ومن هذا المنلق فإن نطاق هذا العمل البحثي هو نظام التحكم المتكيف لحركة المرور لأنه شائع الاستخدام في الوقت الحالي لما يشهده العالم من تطور تكنولوجي والتقدم في استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في شتى بقاع العالم.

في هذه الرسالة، تم تقديم نموذج رياضي لحل مشكلة جدولة إشارات المرور ؛ النموذج الرياضي المقترح يأخذ في الاعتبار القيود المادية المكانية للمنطقة المراد تنفيذ جدولة زمنية لإشارات المرور بها . علاوة على ذلك ، تم تقديم نهج تجريبي لحل النموذج الرياضي باستخدام خوارزمية الحشرات المضيئة و القائم على محاكاة طبيعة اتصال الحشرات المضيئة بعضها ببعض والتي من المعروف انها تنجذب نحو الحشرة التي لديها افضل شدة استضاءة . تم استخدام هذا النهج لإيجاد حل تكيفي سريع لجدولة إشارات المرور طبقا للتغير السريع في نموذج تدفق المركبات.. تمت محاكاة أداء كلتى الطريقتين باستخدام محاكي حركة المرور وانظمة النقل برنامج SUMO وذلك للتحقق من كفاءة وفاعلية الحلول. تم قياس أداء الحلول باستخدام متوسط طول طابور الانتظار علي الطرق، ومتوسط وقت الانتظار، ومتوسط والوقت المستغرق لوصول المركبات لوجهتها، أخيرا تم تطبيق الأساليب المقترحة على دراسة حالة حقيقية وكانت النتائج ايجابية.

أيضًا، تم تقديم نموذج لجدولة اشارات المرور من خلال نموذج التعلم المعزز للتحكم في جدولة إشارة المرور بشكل تكيفي سريع علي التقاطع حيث يتم التحكم في اتجاهات تدفق حركة المرور ديناميكيًا وبشكل سريع مع التغيير في ظروف حركة المرور. يتم تنفيذ نموذج التحكم والذي يطبق احدى منهجيات تعلم الاله وهو التعليم المعزز باستخدام لغة بايثون للبرمجة والذي يتم ربطه ببرنامج محاكاة الحركة المرورية وانظمة النقل سومو . خلال نموذج تعلم الآله ، تم اختبار صيغتين لما يسمي بمكافأة النظام والتي هي احدى حيثيات نظام التعليم المعزز والتي صياغاتها لها الدور الاساسي والمهم في جدوى أداء النموذج، وتم إنشاء صيغة مكافأة نظام جديدة والتي تجمع بين وقت الانتظار وطول طابور الانتظار في صياغة جديدة مختلفة لتحسين اداء النموذج . تم استخدام خوارزمية جودة التعلم لمعرفة كيفية اتخاذ الإجراء الصحيح الذي يعطي أفضل قيم للمكافآت وذلك في اطار تنفيذ نموذج التعليم المعزز. تمت مقارنة نتائج اداء المكافآت الثلاث لقياس أدائها ووجد ان وظيفة المكافأة الجديدة تتفوق في الأداء من حيث تقليل وقت الانتظار وطول طابور الانتظار معا.

تم تحليل نتائج الطرق المقترحة على النحو التالي: أولاً، تمت مقارنة نتائج حل النموذج الرياضي مع الحلول مع حلول نموذج الحشرات المضيئة. تفوق أداء نموذج الحشرات المضيئة في نتائج دراسة الحالة الواقعية وهي عبارة عن دراسة الحركة المرورية على تقاطع في الإسكندرية بمصر. مؤشرات الاداء كانت أفضل مع تطبيق نموذج الحشرات المضيئة حيث كان طول طابور الانتظار أقل وهو المؤشر الرئيسي والهدف المنشود في كلا النموذجين. ثم تم تحليل نتائج نموذج التعلم المعزز بالتفصيل، وتقييم نتائج المكافأة المختلفة حيث تفوق اداء المكافأة الجديدة في تقليل وقت الانتظار وطول طابور الانتظار معا، تم تطبيق النماذج الثلاث في دراسة حالة (تقاطع في مدينة الإسكندرية بمصر) وتم تحليل النتائج، وتم تحليل المقارنات إحصائيًا بين النماذج الثلاثة. تم تصميم استراتيجيات التحكم في التقاطع المقترحة ليس فقط لظروف مرور محددة. تم تصميمه ليكون صالحا للتطبيق عالي اي تقاطع واي ظروف مرورية.