دراسة إستقصائية خوارزمية التطور التفاضلي

Survey study of the differential evolution algorithm

إسراء خالد أحمد

esrony@gmail.com

كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات– جامعة النيلين

الخرطوم ، السودان

المستخلص

خوارزمية التطور التفاضلي هي واحدة من الخوارزميات التطوريه التي إقترحها Kenneth and Rainer بين عامي 1994 و 1996 فهي من الخوارزميات القائمة على عدد الأفراد مثل الخوارزميات الجينية التي تستخدم عوامل تشغيل مماثلة مثل التقاطع والطفرة و الإختيار. على الرغم من أنه تم تطوير العديد من إصدارات الخوارزميات الجينية إلأ أنها تعاني من بعض المشاكل ومن أجل التغلب على هذه المشاكل تم إقتراح خوارزمية التطور التفاضل.

التطور التفاضلي هو خوارزمية تحسين فعالة، وبسيطة، ظهرت هذه الخوارزمية لحل المشاكل التي تتعلق بمشاكل التحسين العالمية (هي المشاكل التي يكون لها أكثر من حل) بالتالي تقوم الخوارزمية بإختيار الحل الأفضل أو الأمثل من هذه الحلول. وهي من الخوارزميات التطورية .

تقدم هذه الورقة الدراسات السابقة التي تحدثت عن خوارزمية التطور التفاضلي ووضحت التطبيقات والتقنيات المستخدمة في هذا المجال، وأيضاً تناولت الورقة الخوارزمية التطورية ومجالاتها حيث تعتبر خوارزمية التطور التفاضلي واحدة من هذه التقنيات او المجالات.

من خلال هذه الدراسة نوضح المفاهيم الأساسية لخوارزمية التطور التفاضلي ، ويمكن عن طريق هذه الورقة أيضاً الإستفادة مما ورد عن الدراسات السابقة في هذا المجال ومساعدة كل باحث مهتم به و إعطائه فكرة عامة عن هذه الخوارزميات وعمل دراسات أكثر حتى يتم العمل بها والإستفادة منها في المستقبل. خوارزمية التطور التفاضي هي فرع من الذكاء الإصطناعي يمكن إستخدامها لإيجاد حلول لجميع أنواع المشاكل التي تتعلق بمشاكل التحسين العالمية وهناك العديد من النجاحات التي تحققت في مجالات متنوعة مثل الهندسة، علم الاحياء الاقتصاد، التسويق،علم الوراثة، عمليات البحوث، علم الإنسان الآلي، العلوم الاجتماعية، الفيزياء ، السياسة ، والكيمياء.

الكلمات المفتاحية: خوارزمية التطور التفاضلي، الخوارزميات التطورية، التقنيات، مجالات الخوارزمية التطورية، الذكاء الإصطناعي.

Abstract:

The differential evolution algorithm is one of the evolutionary algorithm proposed by Kenneth and Rainer between 1994 and 1996. It is an algorithm based of the number of individuals such as genetic algorithms that use similar operators such as intersection , mutation and selection.

Although many versions of genetic algorithms have been developed, they are suffer from some problems and because these problems, The differential evolution algorithm was proposed.

Differential evolution algorithm is an effective and simple optimization algorithm, this algorithm appeared to solve problems related to global optimization problems algorithm and it is one of the evolutionary algorithms.

This paper presents previous studies that talked about differential evolution algorithm and clarified the applications and techniques are used in this filed.

The paper also deal with the evolutionary algorithm and its fields, where the differential evolution algorithm is one of these techniques or fields.

Through this study, we explain the basic concepts of the differential evolution algorithm, and through this paper it is also possible to benefit from what was mentioned about previous studies in this field and to help every researcher interested in it and give him a general idea of these algorithms and make more studies so that they can be used and benefited from in the future.

Keyword: differential evolution algorithm, evolutionary algorithms, Techniques, evolutionary algorithm Domains, Artificial Intelligence.

1. المقدمة:

إن في العصر الحديث تطورت التكنولوجيا وأدى هذا التطور إلى زيادة المشاكل سواء في المؤسسات أو الشركات و أصبحت هذه المشاكل تواجه متخذي القرار فكان لا بد من إيجاد حلول مناسبة في أقل فترة زمنية ممكنة.

لذلك نشأت الحاجة إلى تقنية حديثة تسمى تعدين البيانات أو مجازاً (Data mining) أو التحجيم ، ويقصد بالتحجيم هنا الدخول والبحث و التنقيب في أعماق الكم الهائل من المعلومات المتراكم ساهم الذكاء الاصطناعي في هذا العمل من حيث تقديم خوارزميات في هذا

المجال مثل خوارزمية التطور التفاضلي التي جاءت فكرتها من الخوارزمية التطورية يهدف الذكاء الاصطناعي بجعل الالآت ذكية و تتصرف كما هو متوقع من الإنسان أن يتصرف[17].

ومن هذا المنطلق فإن هذه الورقة تتناول الدراسات السابقة لخوارزمية التطور التفاضلي التي إستخدمت لحل الكثير من المشكلات عالية التحسين وهي المشاكل التي يكون لها أكثر من حل ودور الخوارزمية التطوريه هنا أن تختار الحل الأفضل أو الأمثل، وسنناقش أهمية هذه الخوارزمية حتى يتسهل لكل باحث مهتم بهذا المجال وإعطاءه فكرة واضحة عن هذه الدراسات.

وقد كانت كل الدراسات السابقة تتحدث عن خوارزمية التطور التفاضلي واالقصور الذي واجه كل دراسة من أجل حل المشكلات المتعلقة بالخوارزمية في عملية التعامل مع البيانات لإستخراج نتائج بأقل وقت وأعلى دقة ، ومن ثم تقديم نتائج للإستفادة منها في المستقبل.

ومن أنسب مجالات الذكاء الإصطناعي لوضع حل مناسب لدراسة الحالة السابقة هي تطبيقات خوارزمية التطور التفاضلي لحل العديد من المشاكل كما وردت في الدراسات السابقة.

2.الخوارزمية التطورية (Evolutionary algorithms):

في الذكاء الاصطناعي، **الخوارزمية التطورية** (Evolutionary algorithms): هي مجموعة فرعية من الحسابات التطورية، تستخدم بعض الآليات المستوحاة من التطور البيولوجي :الاستنساخ، الطفرة، إعادة التركيب، والاختيار. الحلول المرشحة للمشكلة الأمثل تلعب دور الأفراد في قطاع من الأفراد، المهمة الملائمة تحدد البيئة التي تتم فيها "حياة" الحلول تطور الأفراد يأخذ مكانه بعد التطبيق المتكرر للعملية أعلاه.

الخوارزميات التطورية أيضًا (EAs) وهي ليست خوارزمية محددة ، ولكنها "مجموعة خوارزميات". ويعتمد إلهام الخوارزمية التطورية على العمليات التطورية للكائنات الحية في

الطبيعة ، ويتضمن بشكل عام العمليات الأساسية مثل تشفير الجينات ، وتهيئة الأفراد ، ومشغلي الطفرات المتقاطعة ، وآليات الاحتفاظ بالإدارة. تعد الحوسبة التطورية طريقة تحسين عالمية ناضجة ذات قوة عالية وقابلية تطبيق واسعة. ولها خصائص التنظيم الذاتي ، ولا تقتصر على طبيعة المشكلة. تعامل بفعالية مع المشكلات المعقدة التي يصعب حلها عن طريق خوارزميات التحسين التقليدية مثل مشكلات التحسين الصعبة.

بالإضافة إلى ذلك تُستخدم الخوارزميات التطورية في تحسين المشكلات متعددة الأهداف. ويسمي هذا النوع من الخوارزميات التطورية عمومًا كخوارزميات تطورية متعددة الأغراض (MOEAs)في الوقت الحاضر، تم استخدام الخوارزميات ذات الصلة للحوسبة التطورية على نطاق واسع في مجالات مثل تحسين المعلمات ، والجدولة الصناعية ، وتخصيص الموارد ، وتحليل الشبكة المعقدة[18] .

الخوارزميات التطورية غالبا ما تقوم بأداء جيد لإيجاد حلول تقريبية لجميع أنواع المشاكل لأنها من الناحية المثالية ولا تجعل أي افتراض حول المهمة الملائمة الكامنة حيث أثبتت الخوارزميات التطورية نجاحها في مجالات متنوعة مثل الهندسة،الفن،علم الاحياء الاقتصاد، التسويق،علم الوراثة، عمليات البحوث، علم الإنسان الآلي، العلوم الاجتماعية الفيزياء السياسة والكيمياء.

بصرف النظر عن فائدتها كمحسن للرياضيات، الاحتساب التطوري والخوارزميات استخدمت أيضا بوصفها إطارا تجريبيا يمكن من خلاله التحقق من صحة النظريات حول التطور البيولوجي والانتقاء الطبيعي، ولا سيما من خلال العمل في ميدان (الحياة الاصطناعية).

3.تقنيات الخوارزميات التطورية:

الخوارزمية التطورية كثيرا ما تستخدم في حل مشاكل الأمثلية ومن هذه الخوارزميات الخوارزمية الجينية البرمجة الجينية، البرمجة التطورية، الإستراتيجية التطورية، خوارزمية مستعمرات النمل، وخوارزمية تحسين سرب الجسيمات وأخيرا خوارزمية التطور التفاضلي.

- **خوارزمية التطور التفاضلي Differential Evolution (DE):**

تعد خوارزمية DE هي واحدة من أقوى المحسنات المستمرة للخوارزميات التطوريه وقد اقترحهاٌ (Rainer Storm و Kenneth Price) بين عامي 1994–1996 و (Jia et al., 2013; Qin and Li [2].

وهي خوارزميه تعتمد على الأفراد مثل الخوارزميات الجينيه بإستخدام عوامل تشغيل مماثله مثل: التقاطع والطفرة والإختيار وتعتبر خوارزمية التقييم التفاضلي من أسرع خوارزميات التحسين ، فهي تتميز بأنها بسيطه وفعاله لحل مشكلات التحسين 2006 al (Abraham et ؛ Das and Suganthan ، 2011) . وذكر Pant في دراسته (2010) أن هذه الخوارزمية قد تم تصنيفها كواحدة من أفضل خوارزميات البحث لحل المشكلة التي لها أكثر من حل [1].

وهي سهلة الإستخدام ولديها القدرة على التعامل مع الوظائف الموضوعية غير القابلة للتفاضل وغير الخطيه والمتعددة الوسائط إذن خوارزمية التطور التفاضلي تعتبر أفضل خوارزمية من الخوارزميات الأخرى وهي أيضاً تعمل على تحسين المشكله من خلال محاولة تحسين حل مرشح فيما يتعلق بمقياس معين للجودة.

ولها عدة خطوات للتنفيذ اولاً الفرد (إستدعاءه ايضاً حل للمشكله) ويتم إنشاؤه عشوائياً الخطوة التالية هي تكرار الطفرة والتقاطع والتكرار حتى يتحصل المستخدم على أفضل حل[3].

تم إقتراح خوارزمية التقييم التفاضلي من أجل التغلب على المشكلات التي واجهت الخوارزميات الجينيه ، على الرغم من تطوير العديد من إصدارات الخوارزميات الجينيه ، إلأ أنها ما زالت تستغرق وقتاً طويلاً الفرق الرئيسي بين الخوارزميات الجينيه وخوارزمية التقييم التفاضلي هو عملية الإختيار والطفرة التي تجعل الخوارزمية ذاتية التكييف[4].

حيث أن خوارزمية التقييم لها خمس إستراتيجيات في خطوة الطفرة ، وتستخدم نوعين من التقاطع ، وهي الأس وذات الحدين. وأيضاً في خوازمية التقييم جميع الحلول تتمع بفرصة إختيار الأباء دون الإعتماد على لياقتهم البدنية . لذلك تجد خوارزمية التقيييم أفضل أداء من الخوارزمية الجينيه ويتم تنفيذ عملية التحسين من خلال عمليات الطفرة والتقاطع والإختيار[5].

في الحساب التطوري تعد خورازمية التطور التفاضلي (DE) طريقة تعمل على تحسين المشكلة من خلال المحاولات المتكررة لتحسين حل مرشح فيما يتعلق بمقياس معين للجودة[6].

تعرف هذه الأساليب عموماً باسم metaheuristics لأنها تقدم إفتراضات قليلة أو معدومة حول المشكلة التي يتم تحسينها و أيضاً يمكنها البحث عن مساحات كبيرة جداً من الحلول المرشحة . ومع ذلك فإن الخصائص الوصفية لخوارزمية التطور التفاضلي لا تضمن العثور على الحل الأمثل أو الأفضل خاصة إذا كانت البيانات كبيرة أو الأبعاد الكثيرة، كما أنها لا تتطلب التفاضل كما هو مطلوب بواسطة طرق التحسين الكلاسيكية مثل أساليب نيوتن[7].

لذلك يمكن إستخدام خوارزمية التطور التفاضلي في مشكلات التحسين التي ليست مستمرة أو التي تتغير بمرور الوقت، تعمل خوارزمية التطور التفاضلي على حل المشكلة من خلال الإحتفاظ بمجموعة من الحلول المرشحة وإنشاء حلول مرشحة جديدة ثم الجمع بين الحلول الحالية

و الحلول الجديدة وفقاً لصيغة المعادلة البسيطة ثم الحفاظ بأي حل مرشح لديه أفضل درجة أو ملائمة لمشكلة التحسين المطروحة[8].

وبهذه الطريقة يتم التعامل مع مشكلة التحسين على أنها صندوق أسود ، تم تقديم خوارزمية التطور التفاضلي بواسطة storn and price في التسعينات[9].

تعاني الخوارزمية التفاضلية من بعض المشاكل التي ستكون موضوع الحل في هذه الدراسات وهي المشكلة الأولى هي البطء فخوارزمية التطور التفاضلي بطيئة وتأخذ وقت كبير والمشكلة الثانية هي مشكلة الأبعاد ، إستطاعت بعض الدراسات حل هذه المشكلة بتقليل الميزات التي ليست لها علاقة بالموضوع وحزفها ثم عمل تصنيف للبينات مرة أخرى والمشكلة الثالثه هي مشكلة الدقة عندما تكون البيانات كبيرة تصبح النتائج غير دقيقه.

4. أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى حل مشكلة الزمن ومشكلة والدقة التي تعاني منها خوارزمية التطور التفاضلي والتي تحدث بسبب إزدياد الأبعاد او الميزات التي يقارن بها لذلك سيتم تحسين الخوارزمية الحالية (خوارزمية التطور التفاضلي) وذلك بإستخدامها مع خورازمية تحسين سرب الجسيمات Particle Swarm Optimization (PSO) التي تقوم بتقسيم مجموعة الحلول إلى عدة أجزاء ثم تقارن الحل الأفضل من كل مجموعة مع بعضها حتى تتحصل على أفضل حل.

خوارزمية التطور التفاضلي تستخدم خوارزمية تحسين السرب للبحث عن الحل الأفضل وذلك بتقسيم الحلول إلى عدد من الأجزاء وبالتالي يتم الحصول على الحل الأفضل في أقل فترة زمنية ممكنة.

دمج خوارزمية التطور التفاضلي مع خوارزمية تحسين سرب الجسيمات وذلك للتغلب على مشكلة الزمن والدقة التي تعاني منها خوارومية التطور التفاضلي بالتطبيق على شركة دهانات المهندس لإيجاد الطلبات في أقل وقت ممكن وبأقل تكلفة ومن ثم تطبيق نفس الخوارزميات على قاعدة بيانات المدرسة الأهلية الخيرية حتى يتمكن المستخدمين من الحصول على طلباتهم وذلك بتوزيع المهام بين الخوادم الأربعه من حيث الطلب وقدرة الخادم على معالجة ذلك الطلب وتطبيقاً لمفهوم توزيع الحمل أو توزيع الطلبات بإتزان على الخادمات.

5. منهجية الدراسة

سوف يتبع على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك بالوقوف على المحددات التي تهكيلها وتبرزها الدراسة للمنهج المختار تبنى على جزئيين هما:

الجزء النظري: حيث تم جمع المعلومات والبيانات التي تساعد على حل المشكلة عن طريق الكتب والمقالات والمجلات والأوراق العلمية والمخططات الهيكلية للخوارزميات والصور والشبكة العنكبوتية أي من مختلف المصادر العلمية.

الجزء العملي: اعتمدت الدراسة على عمل استطلاعات ومقابلات مع العاملين في شركة دهانات المهندس والعاملين بالمدرسة الأهلية الخيرية لجمع المتطلبات، لقد اعتمدت الدراسة على البحث عن الدراسات السابقة والتطبيقات المشابهة التي نفذت لتحسين خوارزمية التطور التفاضلي و للتعرف على التقنيات والأدوات االتي أستخدمت لحل المشاكل التي تخص خوارزمية التطور التفاضلي. كما تم استخدام لغة البايثون لبرمجة خوارزمية التطور التفاضلي والخوارزمية المقترحة.

6. الدراسات السابقة

في السنوات الماضية درس كثير من الباحثين التطبيقات والخوارزميات التي تساعدهم في حل المشكلات والخوارزمية هي مجموعة الخطوات المتسلسة والتي تساعد في حل المشكلات ومن هذه الخوارزميات خوارزمية التطور التفاضلي .

من ثم تم تقديم نهجاً تطورياً لإختيار مجموعة من الميزات ذات الصلة ثم إختيار أفضل مجموعة سكانية متنوعة من المصنفات وذلك بهدف التحسين. وبعض من الدراسات كانت تستخدم إيجاد مفهوم معكوس لخوارزمية التفاضل التطوري وذلك لجعل الخوارزمية أسرع، وبالنتائج التجريبية أن الخوازمية المقترحة (ODE) أسرع من خوارزمية التطور التفاضلي.

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج الدراسات السابقة أن خوارزمية التطور التفاضلي لها أداءً أفضل من الخوارزميات التطورية الأخرى من حيث سرعة التقارب وحل المشكلات العالميه وهي المشكله التي يكون لها أكثر من حل ومن ثم إختيار الحل الأفضل بين هذه الحلول وذلك وفقاً للدراسات التجريبية لخوارزمية التطور التفاضلي.

بالرغم من ما قدمته الدراسات السابقة لكن واجهتهم بعض العوائف أو القصور، حيث كانت الخوارزميات المقترحة لها أداء رائع على مجموعة واسعة ومتنوعة من مشاكل الإختبار وأيضاً حصلت الخوارزميات المقترحة على مجموعة من الوظائف التي لم يتم حلها لأول مرة وتم تأكيد أداءً افضل في مشاكل التحسين العالمية .

وحسب مراجعة الدراسات السابقة فنجد الغالبية يتفق في المشاكل التي واجهت خوارزمية التطور التفاضلي وتطبيقاتها والتقنيات المستخدمة، فنجد الإختلاف فقط في كيفية حل المشكلة فبعضهم دمج خوارزمية التطور التفاضلي مع خوارزمية دعم المتجهات وذلك لتصنيف البيانات وإختيار

مجموعة أفراد متنوعة، والبعض حل مشكلة الزمن عن طريق دمج خوارزمية التطور التفاضلي مع تقنية إختيار الميزات وذلك لتقليل الزمن المستهلك ودراسة أخرى ركزت على التعلم المعمم الذي يقوم على المعارضة لتحسين أداء الخوارزمية التطوريه.

والجدول التالي سيوضح بإختصار الدراسات التي أجريت لدراسة خوارزمية التطور التفاضلي والهدف من كل دراسة والمشكلة التي ناقشتها بإختصار.

الجدول رقم (1) ملخص الدراسات السابقة في خوارزمية التطور التفاضلي

الباحث	العنوان	المشكلة	الهدف
Utpal Kumar Sikdar ، Asif Ekbal and Sriparna Saha (2017)	التطور التفاضلي على أساس إختيار الميزة والمصنف للتعرف على الكيانات	مشكلة إختيار الميزات ومجموعة المصنفات لأنها تؤثر في دقة البيانات	إقتراح طريقة لإختيار الميزات ذات الصلة بالموضوع وحذف الميزات الزائدة أو التي ليس لها علاقه بالموضوع لحل مشكلة البيانات المتكررة
Rami N. Khushaba, Ahmed Al-Ani, and Adel Al-Jumaily (2016)	التطور التفاضلي بالإعتماد على إختيار ميزة لإختيار مجموعة فرعية	مشكلة إختيار الميزات	تقديم خوارزمية جديدة لإختيار الميزات تعتمد على تقنية التطور التفاضلي (DE) بدمجها مع تقنية إختيار الميزات (DEFS) حيث تقوم الخوارزمية بتقليل الزمن المستهلك في تنفيذ البيانات.

Gupta, S., and D. B. Skillicorn (2018)	التطور التفاضلي المعزز الذي يعتمد على المعكوس لحل مشاكل التحسين المستمر عالية الأبعاد	تخفيض الأبعاد و الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من المعلومات حول البيانات الأصلية	إقتراح خوارزمية جديدة تعتمد على التعلم المعمم الذي يقوم على المعارضة لتحسين أداء التطور التفاضلي لحل مشكلة الأبعاد أو تقليل الابعاد بالتالي تستطيع الخوارزمية تحسين وتفسير نمازج التعلم الآلي.
Hui Wang a,∗ , Shahryar Rahnamayan , Zhijian (2013)	التطور التفاضلي القائم على أساس المعكوس	كيف يتم تسريع خوارزمية التطور التفاضلي و إيجاد المعكوس لها ثم إدخال النقاط مرة أخرى للخوارزمية.	إستخدام مفهوم التحسين القائم على المعكوس opposition-based optimization (OBO) لتسريع أداء التطور التفاضلي، حيث كانت الخوارزمية المقترحة اسرع من الخوارزمية الأصلية
Shahryar Rahnamayan, Hamid R. Tizhoosh, and Magdy M.A. Salama (2010)	التطور التفاضلي المعدل القائم على المعكوس لتحسين الوظيفه	المشاكل المتعلقة بالأفراد ومشكلة البائع	تم إقتراح تطور تفاضلي جديد قائم على المعاكسة بإستخدام المستوى الأمثل لتحسين الوظيفة ، وهذه الطريقة تغلبت على

		المتجول ومعالجة الصور وفهمها وأيضاً المشاكل الهندسية الأخرى.	عيوب (ODE) السابقة ، مقارنة ب (ODE) السابق فإن الخوارزمية المقترحة فعالة وأن هناك علاقة قوية بين معدل إستخدام النقاط المعاكسة وأداء الخوارزمية يعد إستخدام النقاط المعاكسة لتسريع طريقة التحسين فكرة جديدة ويجب أن يتم العمل بها في المستقبل لتسريع الطرق الأخرى مثل GA ، ANN ، ACO و PSO.
Lei WANG1, Baomin HE1, Na WANG2 (2019)	التطور التفاضلي الموازي لمعلمات التحكم ذاتية التكييف والتعلم المعمم القائم على المعارضة لحل مشاكل الأبعاد	تعاني خوارزمية التطور التفاضلي من مشكلة الأبعاد العاليه حيث تستغرق وقتاً طويلاً في حل المشكلة بسبب التعقيد الكبير للمشكلة الواحدة.	تقديم خوارزمية التطور التفاضلي موازية جديدة (GOjDE) تعتمد على وحدة معالجة الرسومات Graphics Processing Units (GPU) لحل مشكلة الأبعاد وتقليلها.

		وتقليلها.	
Weimin Ma *and* Miaomiao Wang (2015).	. Hybrid particle swarm optimization and differential evolution algorithm for bi-level programming problem and its application to pricing and lot-sizing decisions	التغلب على أوجه القصور الأساسي في خوارزمية التطور التفاضلي والتعامل مع مشكلة البرمجة ثنائية المستوى.	تحسين خوارزمية التطور التفاضلي (DE) عن طريق دمجها مع خوارزمية سرب الجسيمات (PSO) فكانت الخوارزمية الهجين (HHPSODE) تعمل هذه الخوارزمية المقترحة على تحسين خوارزمية التطور التفاضلي باستخدام طريقة تعديل السرعة والموضع او الموقع.
Duangjai and Jitkongchuen (2015)	A hybrid differential evolution with grey wolf optimizer for continuous global optimization	حل مشاكل التحسين المعقدة والتحديات التي تواجه خوارزمية التطور التفاضلي	إقترحت هذه الدراسة خوارزمية التطور التفاضلي الهجين مع خوارزمية مُحسِّن الذئب الرمادي لحل مشاكل التحسين الشاملة المستمرة. تقدم الخوارزمية المقترحة مخططات طفرة محسنة جديدة للبحث التطوري.
Kanchana Sethanan and aRapeepan	Differential evolution algorithms for	حل مشكلة التكاليف العالية عن طريق	تركز هذه الدراسة على تحديد طرق

Pitakaso (2016).	scheduling raw milk transportation	إختيار الطريق الأقرب للوصول إلى المصنع بأقل تكلفة.	جمع الحليب الخام من مراكز التجميع إلى مصانع الألبان بهدف تقليل التكاليف الإجمالية وإختيار أقرب الطرق للوصول إلى المصنع فتم اقتراح خمس معدلة خوارزميات لخوارزمية التطور التفاضلي مع خطوتين إضافيتين من أجل تحسين جودة الحل وإختيار الحل الأفضل.
Mohamed E. Abd Elaziz, Ahmed A. Ewees (2017).	A Hybrid Method of Sine Cosine Algorithm and Differential Evolution for Feature Selection	مشكلة إختيار الميزة لتحديد مجموعة فرعية مناسبة من الميزات.	دمج خوارومية جيب التمام وخوارزمية التطور التفاضلي لاختيار الميزات و لتحسين أداء المصنف من خلال تقليل أبعاد مجموعة البيانات ، وبالتالي يتم تقليل تعقيد الوقت وتعقيد المساحة أظهرت نتائج التجارب أن الطريقة المقترحة أعطت نتائج من حيث قياس الأداء.
Bin Wang, Wellington New Zealand and	A Hybrid Differential Evolution Approach to	مشكلة التحسين المستمر ومشاكلة التحسين المعقدة	اقتراح خوارزمية جديدة للتطور التفاضلي الهجين

Yanan Sun (2021)	Designing Deep Convolutional Neural Networks for Image Classification		(DE) مع الشبكات العصبية لتطوير بنيات CNN بأي أطوال ، والتي تسمى DECNN أثبتت الطريقة المقترحة نجاحها في تصنيف الصور.
Marco Baioletti, Alfredo Milani and Valentino Santucci (2020)	Global optimum-based search differential evolution	خوارزمية التطور التفاضلي (DE) في حالة ركود وبطء، خاصة في المشكلات المعقدة.	هدفت الدراسة الى تقديم إستراتيجية بحث عالمية ،` تهدف الإستراتيجية إلى إعادة بناء التوازن بين الاستكشاف والاستغلال ، وتحسين كفاءة البحث وجودة الحلول في التطور التفاضلي
Dilbag Singh, Vijay Kumar, Vaishali & Manjit Kaur (2020)	Classification of COVID-19 patients from chest CT images using multi-objective differential evolution–based convolutional neural networks	كيف يتم إكتشاف الحواف ليست ذاتية التكيف و مشكلة تصنيف نقاط الحافة والنقاط غير الحافة للصورة الطبية.	طريقة الكشف عن حافة الصورة الطبية بناءً على خوارزمية التطور التفاضلي المحسّن ومعامل Prewitt. وهو معامل يستخدم لمعالجة الصور تم إستخدام خوارزمية التطور التفاضلي للبحث عن الحل

			الأفضل. حيث يعد اكتشاف الحواف خطوة أساسية في معالجة الصور بالموجات فوق الصوتية الطبية وستؤثر نتيجة الكشف بشكل مباشر على تشخيص الأطباء للأمراض

7. الخاتمة

توضح هذه الورقة شرح وتوضيح لمفهوم الخوارزميات التطورية وتحديد المجالات والتقنيات والتطبيقات ومن بين هذه التقنيات خوارزمية التطور التفاضلي من خلال مراجعة الدراست السابقة في هذا المجال ، حيث أظهرت خوارزمية التطور التفاضلي هي خوارزمية بسيطة وفعالة لحل المشكلات التحسين العالمية عالية الأبعاد وأيضاً للمشكلة التي لديها أكثر من حل ومن بين هذه الحلول بوجد هناك أفضل حل .

فنجد أن هذه الورقة تمكن الباحثين من أخذ وفهم صورة واضحة عن خوارزمية التطور التفاضلي التي قد تساعدهم في بحوثهم الخاصة بهذا المجال وبهذا تكون الدراسة حققت الهدف الذي أعدت من أجله.

8. المراجع

[1]. Rocca, P.; Oliveri, G.; Massa, A. (2011). "Differential Evolution as Applied to Electromagnetics". IEEE Antennas and Propagation Magazine.

[2]. Storn, R.; Price, K. (1997). "Differential evolution - a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces". Journal of Global Optimization. 11 (4): 341–359.

[3]. *Jump up to:a b c* Storn, R. (1996). "On the usage of differential evolution for Functions optimization". Biennial Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS). pp. 519–523.

[4]. Jump up to:a b Price, K.; Storn, R.M.; Lampinen, J.A. (2005). Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization. Springer. ISBN 978-3-540-20950-8.

[5]. Feoktistov, V. *Differential Evolution: In Search of Solutions*. Springer. *ISBN 978-0-387-36895-5* (2006).

[6]. G. C. Onwubolu and B V Babu, "New Optimization Techniques in Engineering". Retrieved 17 September (2016).

[7]. Chakraborty, U.K., ed. *Advances in Differential Evolution*, Springer, *ISBN 978-3-540-68827-3* (2008).

[8]. S. Das and P. N. Suganthan, "Differential Evolution: A Survey of the State-of-the-art", IEEE Trans. on Evolutionary Computation, Vol. 15, No. 1, pp. 4-31, DOI: 10.1109/TEVC.2010.2059031. Feb. 201.

[9]. S. Das, S. S. Mullick, P. N. Suganthan, "Recent Advances in Differential Evolution - An Updated Survey," Swarm and Evolutionary Computation, doi:10.1016/j.swevo.2016.01.004, 2016.

[10]. Liu, J.; Lampinen, J. (2002). "On setting the control parameter of the differential evolution method". Proceedings of the 8th International Conference on Soft Computing (MENDEL). Brno, Czech Republic. pp. 11–18.

[11]. Utpal Kumar Sikdar Asif Ekbal Sriparna Saha , 2012, Department of Computer Science and Engineering ,Indian Institute of Technology Patna, Patna, India .

[12]. *Rami N. Khushaba, Ahmed Al-Ani, and Adel Al-Jumaily Faculty of Engineering and Information Technology University of Technology, Sydney , P. O. Box: 123, Broadway 2016, Sydney – Australia.*

[13]. Gupta, S., and D. B. Skillicorn. (2018). Improving a Textual Deception Detection Model. Proceedings of the Conference of the Center for Advanced Studies on Collaborative Research, Toronto, Ontario.

[14]. Hui Wang a,∗ , Shahryar Rahnamayan , Zhijian, 2013 Wu c a School Information Engineering, Nanchang Institute of Technology, , PR China ,Faculty of Engineering and Applied Science, University of Ontario Institute of Technology (UOIT),University, Wuhan 430072, PR China

[15]. Shahryar Rahnamayan, Hamid R. Tizhoosh, and Magdy M.A. Salama, 2010, Faculty of Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada.

[16]. Lei WANG1, Baomin HE1, Na WANG2 , 2019, Qingzheng XU1,2,†, School of Computer Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China , Xi'an Communication Institute, Xi'an 710106, China.

[17]. Weimin Ma, Miaomiao Wang, Hybrid particle swarmb optimization and differential evolution algorithm for bi-level programming problem and its application to pricing and lot-sizing decisions. Journal of Intelligent Manufacturing , *pages471–483 (2015).*

[18]. Duangjai,Jitkongchuen, A hybrid differential evolution with grey wolf optimizer for continuous global optimization, International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (2015).

[19]. Kanchana Sethanan , aRapeepan Pitakaso, Differential evolution algorithms for scheduling raw milk transportation , Computers and Electronics in Agriculture, Pages 245-259 (2016).

[20]. Mohamed E. Abd Elaziz, Ahmed A. Ewees, A Hybrid Method of Sine Cosine Algorithm and Differential Evolution for Feature Selection, International Conference on Neural Information Processing, pages 145-155 (2017).

[21]. Bin Wang, Wellington New Zealand, Yanan Sun, A Hybrid Differential Evolution Approach to Designing Deep Convolutional Neural Networks for Image Classification, Australasian Joint Conference on Artificial Intelligence, pages 237-250 (2021).

[22]. Marco Baioletti, Alfredo Milani, Valentino Santucci, Learning Bayesian Networks with Algebraic Differential Evolution, International Conference on Parallel Problem Solving from Nature, pages 436-448 (2020).

[23]. Yang Yu; Shangce Gao; Yirui Wang; Yuki Todo, Global optimum-based search differential evolution, IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, March (2020).

[24]. Yan Song; Baoying Ma; Wei Gao; Shuping Fan, Medical Image Edge Detection Based on Improved Differential Evolution Algorithm and Prewitt Operator, Acta Microscopica, Vol. 28 Issue 1, p30-39. 10p (2019).

[25]. Dilbag Singh, Vijay Kumar, Vaishali & Manjit Kaur , Classification of COVID-19 patients from chest CT images using multi-objective differential evolution–based convolutional neural networks, European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases , pages1379–1389 (2020).

[26]. panel Shangce, GaoKaiyuWang, HongweiDai[c]JiujunCheng, A state-of-the-art differential evolution algorithm for parameter estimation of solar photovoltaic models, Energy Conversion and Management (2021).