تحسين خوارزمية التطور التفاضلي

Improved differential evolution algorithm

إسراء خالد أحمد [1]

esrony@gmail.com

فخر الدين عباس محمد [2]

أستاذ مشارك

Fakhry00@gmail.com

كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات– جامعة النيلين[1]

الخرطوم ، السودان[2]

المستخلص

التطور التفاضلي (DE) هو خوارزمية تحسين فعالة، وبسيطة، ظهرت هذه الخوارزمية لحل المشاكل التي تتعلق بمشاكل التحسين العالمية (وهي المشاكل التي يكون لها أكثر من حل) بالتالي تقوم الخوارزمية بإختيار الحل الأفضل أو الأمثل إذن خوارزمية التطور التفاضلي تستخدم للتعامل مع المشكلة التي لها أكثر من حل [10]. في هذه الدراسة لدينا شركة دهانات المهندس التي تحتوي على الف عميل وكل عميل يطلب من الشركة

أن توفر له طلبه بأقل وقت وأقل تكلفة ، تحتوي الشركة على ثلاث مصانع والقدرة الإنتاجية لكل مصنع هي 500 نوع من الدهانات ، يأتي هنا دور خوارزمية التطور التفاضلي أن توفر للعميل طلبه من المصنع القريب له وأيضاً بقدرات إنتاجية لا تفوق قدرة المصنع. وجدت إدارة الشركة صعوبه في إستيفاء طلبات عملائها وبطئها خاصة عندما تكثر الطلبات في اليوم حيث تعاني خوارزمية التطور التفاضلي من مشكلة الزمن حيث أنها تأخذ وقت كبير لإيجاد الحل الأمثل وهذه المشكلة بسبب كثرة الأبعاد أو الميزات التي يقارن بها.المشكلة الثانية التي تعاني منها الخوارزمية هي الدقة فعندما تكون البيانات كبيرة تكون النتائج غير دقيقة. تهدف الدراسة إلى حل مشكلة الدقة والزمن 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 الحلول مع بعضها ثم تختار الحل الأفضل. 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. ولحل مشكلة الدقة تقوم الخوارزمية المقترحة بعمل تصنيف للبيانات وإختيار الميزات التي لها علاقة بالموضوع وحذف الميزات المتكررة او التي ليس لها علاقة لها بالموضوع حيث أن إختيار الميزة يساعد في تقليل حجم البيانات وبالتالي تقليل وقت التشغيل. أكدت نتائج المقارنة بين الخوارزميتين أن الخوارزمية المقترحة DEPSO تفوقت على خوارزمية التطور التفاضلي من حيث الدقة وتقليل وقت التنفيذ. 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 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.

الكلمات المفتاحية:

إختيار الميزات، الذكاء الإصطناعي، الحوسبة التطورية، الدقة .

Abstract:

Differential Evolution (DE) is an efficient and simple optimization algorithm that appeared to solve problems related to global optimization problems. It is one of the evolutionary algorithms [10].

The company's management found it difficult and slow to meet requests of its customers, especially when there are many requests per day, where the differential Evolution (DE) algorithm suffers from the problem of the time as it takes a lot of time to find the optimal solution and this problem is due the large number of dimensions of features with which is compared. The second problem that the algorithm suffers from the accuracy. When the data is large, the results are inaccurate. This study aims to solve the problem of accuracy ant time that the differential evolution algorithm suffers from, which occurs due to the increase in the dimensions or the features with which it is compared. The solutions are divided into serval parts and then you can compare the solutions with each other and then choose the best solution. The differential evolution algorithm uses the particle swarm optimization (PSO) algorithm to find the best solution by dividing the solutions into a number of parts and thus obtaining the best solution in the least possible period of time. In order to solve the problem of accuracy, the proposed algorithm performs a classification of the data and chooses the features that are related to the topic and deletes the repeated or unrelated features as choice of the feature helps to reduce the size of the data and thus reduce the running time.

The results of the comparison between the two algorithms confirmed that the proposed (DEPSO) algorithm outperformed the differential evolution algorithm in term of accuracy and reduced the execution time. The researcher used descriptive analytical approach, where the information and data that help to solve the problem were collected through books, article, journals, scientific paper, and structural diagrams of algorithms, images, and the web and from other various scientific sources. Differential evolution and to identify the techniques and tools that were

used to solve problems related to the differential evolution algorithm. The Python language was also used to program the differential evolution algorithm and the proposed algorithm.

KEYWORDS:

Features Selection , algorithm, Artificial Intelligence, Evolutionary computing.

1. المقدمة

من الأشياء المهمة جداً من قبل المستخدمين إيجاد أفضل طريقة للحصول على الخدمة أو المنتج بأقل تكلفة و أقل زمن و أعلى دقة مثل استعراض المنتجات من شركة بوهيات المهندس ، حيث يحتوى الطلب على معلومات حيث يمكن استغلالها في العديد من التطبيقات والتي بدورها يمكن ان تستخدم في التسويق وجمع المعلومات التنافسية بين الشركات، كما يمكن ايضا استخدام الآراء التي تتعلق بمشاكل المنتج للإستفادة منها في تحسين المنتج.

ومع ازدياد عدد المستخدمين أو الزبائن فإن عدد االطلبات سيزداد و ستصبح هنالك بيانات ضخمة حول بعض المنتجات مما يجعل من الصعب على المنتجين أو أصحاب الشركات من العثور على المصادر ذات الصلة واستخراج االأحكام ذات الصلة، وتوفير المنتجات، ، وتنظيمها حتى تصبح صالحة ومتوفرة للزبون في أقل وقت وأقل تكلفة.

هذه الدراسة تتناول مشكلة طلبات الزبائن في إحدى شركات دهانات المهندس حيث يطلب الزبائن طلبات متفاوته في أوقات زمنية مناسبة وبالمواصفات المطلوبة من جهتهم ومن جهة الشركة أن توفر لهم الطلبية بأقل تكلفة ودقة مقبولة مع تلبية الطلب لكسب الزبون مرة واحدة ومن ثم تقديم الخدمة بالشكل الملائم للزبون او المستفيد. ساهم الذكاء الإصطناعي في زيادة الإنتاج وتحسين تلبية طلبات الزبائن في الوقت والجودة المناسبة.

2. 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.

تطبيق خوارزمية التطور التفاضلي مع خوارزمية تحسين سرب الجسيمات وذلك للتغلب على مشكلة الزمن والدقة التي تعاني منها خوارزمية التطور التفاضلي بالتطبيق على شركة دهانات المهندس لإيجاد الطلبات في أقل وقت ممكن وبأقل تكلفة .

3. أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في :

أ. الخوارزميات التطورية هي فرع من الذكاء الإصطناعي يمكن إستخدامها لإيجاد حلول لجميع أنواع المشاكل 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.

ب. يمكن تطبيق الخوارزميات التطورية والإستفادة منها في تقنيات أخرى مثل تقنية توزيع الأحمال والإستفادة منها في الموازنة بين الطلبات من المستخدمين وقدرات الخادم وذلك لتحقيق أعلى أداء.

ت. استخدام هذه التقنية سيساعد بصورة كبير في دفع عجلة تقدم المؤسسات بمختلف نشاطاتها لأنها وبالإستفادة من هذه الخدمات نجد ان المؤسسات أو الشركات ستلبي رغبات المستفيدين والزبائن بأسرع وقت وأقل تكلفة.

ث. توضيح مفهوم الخوارزميات التطورية وفهم الدور الذي يلعبه الذكاء الإصطناعي في تنمية المجتمعات والدول على كافة الاصعدة الاقتصادية والسياسة والامنية والمجتمعية وتوضيح مفهوم موزع الأحمال وشرح أهميته في مجالات التعليم والصحة والنقل وغيرها من المجالات.

4. تعريف الذكاء الاصطناعي: Artificial Intelligence

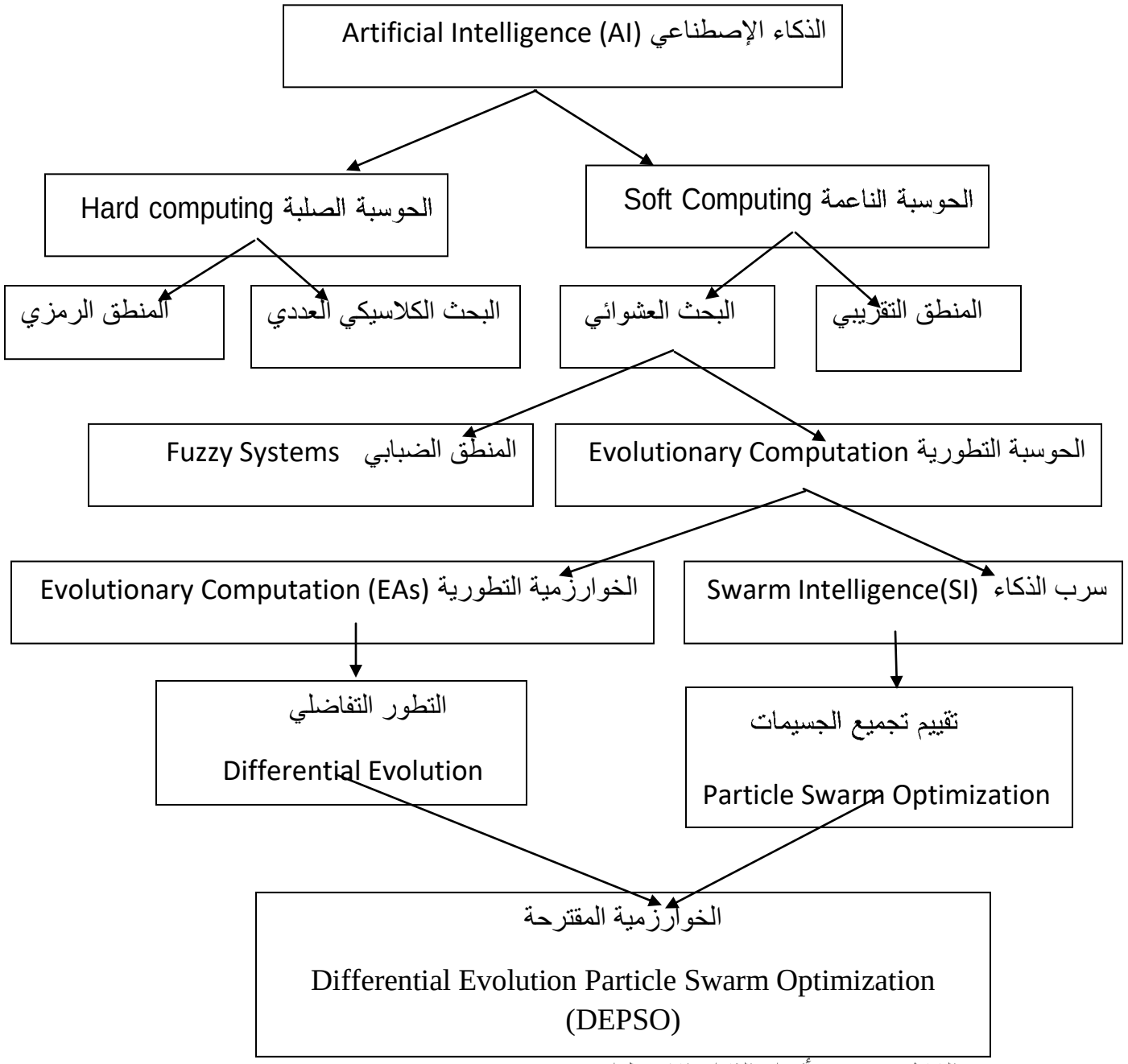
يُعتبر الذكاء الاصطناعي أحد فروع علم الحاسوب وهو ذلك العلم الذي يبحث في كيفية جعل الحاسب يؤدي الأعمال التي يؤديها البشر بطريقة أفضل منهم ، وإحدى الركائز الأساسية التي تقوم عليها صناعة التكنولوجيا في العصر الحالي، ويُمكن تعريف مصطلح الذكاء الاصطناعي –الذي يُشار له بالاختصار (AI)بأنه قدرة الآلات والحواسيب الرقميّة على القيام بمهام مُعينة تُحاكي وتُشابه تلك التي تقوم بها الكائنات

الذكيّة؛ كالقدرة على التفكير أو التعلُم من التجارب السابقة أو غيرها من العمليات الأُخرى التي تتطلب عمليات ذهنية، كما يهدف الذكاء الاصطناعي إلى الوصول إلى أنظمة تتمتع بالذكاء وتتصرف على النحو الذي يتصرف به البشر من حيث التعلُم والفهم، بحيث تُقدم تلك الأنظمة لمُستخدميها خدمات مُختلفة من التعليم والإرشاد والتفاعل وما إلى ذلك[12].

من أنسب مجالات الذكاء الإصطناعي لوضع حل مناسب لدراسة الحالة السابقة هي تطبيق تقنيات الخوارزمية التطورية ومن بين هذه التقنيات ، خوارزمية التطور التفاضلي وخوارزمية تحسين سرب الجسيمات والخوارزمية المقترحة لحل مشكلة الدقة ومشكلة البطء في خوارزمية التطور التفاضلي.

وبإستخدام خوارزمية التطور التفاضلي مع خورازمية تحسين سرب الجسيمات سوف سيتمكن الزبون من الحصول على نتائج خالية من الأخطاء وبأسرع وقت.

الشكل التالي يوضح أقسام الذكاء الإصطناعي والخوارزميات التطورية وخورازمية سرب الجسيمات والخوارزمية المقترحة Differential Evolution & Particle Swarm Optimization (DEPSO)



الشكل يوضح أقسام الذكاء الإصطناعي

5. ذكاء السرب (Swarm Intelligence):

هي تقنيات ذكاء إصطناعي تعتمد على دراسة السلوك الجماعي لمجتمعات الحيوانات مثل النمل ، النحل ، الأسماك والطيور وتشمل PSO، Ant Colony Optimization (ACO) ، Bee Colony Algorithm (BCA) .

وتمتلك معظم الخوارزميات التطوريه نفس الإطار في التنفيذ والخصائص الحسابية التي تحتوي على مايلي:

البداية وحجم المجتمع والتكرار التطوري عادة يتم بعمليتين وهي تقييم اللياقة واختيارها وإعادة تركيب المجتمع

(التقاطع او التكاثر) والتعديل (التغيير أو الطفرة) والآن اصبح إستخدام الحوسبة التطوريه على نطاق واسع اكثر من الطرق التقليدية لأنها تعطي نتائج اكثر دقة[13].

- **تحسين سرب الجسيمات** (PSO):

تحسين سرب الجسيمات هو خوارزمية تطورية جديدة خوارزمية تطورية تم تطويرها في السنوات الأخيرة من قبل (J. Kennedy و RC Eberhart) خوارزمية PSO هي نوع من الخوارزمية التطورية تبدأ من حل عشوائي وتجد الحل الأمثل من خلال التكرار ، كما تقيم جودة الحل من خلال اللياقة. لا تحتوي على عمليات "التقاطع" و "التحور" للخوارزمية الجينية. وهي تتبع القيمة المثلى التي يتم البحث عنها حاليًا للعثور على المستوى الأمثل العالمي. تميزت هذه الخوارزمية بسهولة تنفيذها ودقتها العالية وتقاربها السريع وأظهرت تفوقها في حل المشكلات العالمية[11] .

يتم تهيئة PSO كمجموعة من الجسيمات العشوائية (حل عشوائي). ثم تكرر للعثور على الحل الأمثل. في كل تكرار ، يقوم الجسيم بتحديث نفسه بتتبع "قيمتين متطرفتين". الأول هو الحل الأمثل الذي وجده الجسيم نفسه ، ويسمى هذا الحل الفرد الأقصى $pbest$ الطرف الأقصى الآخر هو الحل الأمثل الذي يتم العثور

عليه حاليًا من قبل جميع الأفراد. هذا التطرف هو أقصى الطرف العالمي $gbest$ بالإضافة إلى ذلك ، بدلاً من استخدام الأفراد بالكامل ، يتم استخدام بعضهم فقط كجيران للجسيمات ، فإن القيمة القصوى في جميع الجيران هي القيمة المتطرفة المحلية.

الفكرة الأساسية لتحسين سرب الجسيمات هي إيجاد الحل الأمثل من خلال التعاون وتبادل المعلومات بين الأفراد في المجموعة. مجموعة من الطيور تبحث عن الطعام ، وجميع الطيور لا تعرف مكان الطعام. لكنهم يعرفون مدى موقعهم الحالي من الطعام ، وفي نفس الوقت يعرفون موقف الطير الأقرب للطعام. في نفس الوقت ، تتغير المسافة بين الطيور والطعام عندما يستمر الوضع في التغيير ، لذلك يجب أن يكون كل طائر هو الأقرب إلى الطعام ، وهو أيضًا مرجع لهم.

و كل طائر داخل الخوارزمية يدعى ب العنصر أو Particle ويمتلك كل عنصر قيمة ملائمة أو fitness value وتدل هذه القيمة على مدى ملائمة حل هذا العنصر بالمقارنة مع باقي العناصر، وتجرى هذه العملية بمساعدة تابع يسمى تابع الملائمة fitness function

وهناك أفضل قيمة ملائمة سجلها العنصر يرمز له بالرمز $pbest$ ، بالإضافة الى أفضل قيمة ملائمة مسجلة ضمن السرب $gbest$ واخيراً واخيرا قيمة أفضل موضع محلي للعنصر بالمقارنة مع العناصر المجاورة محلياً $ibest$.

$$vi + 1() = rj\ () + c1 * rand() * (pbest - present() + c2 * rand() * (gbest() - present()) \dots\dots.. (1)$$

$$Present\ i + 1() = Present\ i\ () + v1() \dots\dots\dots.. (2)$$

c تمثل معاملات التسارع، و v تمثل سرعة العنصر و $Present$ يمثل العنصر الحالي

المعادلة الأولى تحسب سرعة العنصر بالإعتماد على عدة عوامل :

السرعة اللحظية من التكرار السابق vi ، مضافاً إليها قيمة الفرق بين أفضل قيمة ملائمة للعنصر $pbest()$ والموقع الحالي present() وقيمة الفرق بين أفضل قيمة ملائمة ضمن السرب $gbest()$ والموقع الحالي مضروباً بمعاملات التسارع $c1$ و $c2$ وعدد عشوائي بين $(0-1)$.

أما المعادلة الثانية تمكننا من حساب موقع العنصر الجديد بالإعتماد على سرعته وموقعه السابقين.

6. الخوارزميات التطورية: Evolutionary algorithms

هي تقنيات بحث عالمية تعتمد على الأفراد وتعد نوعا من التحسين وطريقة عملها أن تحاكي السلوك الجماعي والتطور البيولوجي للكائنات الحية ، وبشكل اكثر تعد الخوارزميات التطوريه مجالاً فرعياً من الحوسبة اللينة والتي تعد مجال من مجالات الذكاء الإصطناعي. وتعتمد تقنيات الخوارزميات التطوريه على مبدأ قوي للتطور.

هي إحدى الطرق المستخدمه للحصول على الحل الأمثل حيث ترجع فعالية العمل ليس مع حل واحد بل مع مجموعة من الحلول المحتمله وتسمى ايضاً الأفراد او الكروموسومات بالإضافة إلى ذلك فإن الخوارزميات التطوريه هي برامج كمبيوتر تحاول حل المشكلات المتنوعه والمعقدة عن طريق محاكاة التطور البيولوجي.

وايضاً هي طرق بحث عالمية وعشوائية ولديها القدرة على إستكشاف المساحات الفائقة بكفاءة للحصول على حلول قيمة (Ahandani and Alavi - Rad) [14]..

– خوارزمية التطور التفاضلي (DE)

تعد خوارزمية DE هي واحدة من أقوى المحسنات المستمرة للخوارزميات التطوريه وقد اقترحها 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 (Abraham et al ؛ Das and Suganthan) . وذكر Pant

في دراسته 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].

في خوازمية التطور التفاضلي جميع الحلول تتمع بفرصة إختيار الأباء دون الإعتماد على لياقتهم البدنية . لذلك تجد خوارزمية التقييم 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].

إن 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].

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 الورقة وهي مشكلة البطء فخوارزمية التطور التفاضلي بطيئة وتأخذ وقت كبير عند تنفيذها. والمشكلة الثانية هي أن الخوارزمية أحياناً قد لا تعطي الحل الأمثل أو الأقرب من وذلك عندما يكون عدد البيانات كبير.

في هذه االورقة سوف نستخدم خوارزميتي التطور التفاضلي والخوارزمية المقترحة عن قاعدة بيانات طلب الزبون لمنتجات دهانات المهندس وتوفير الطلبية للزبون بأقل تكلفه وبكل سهولة ويسر بحيث لا يتعدى طلب الزبون القدرة الإنتاجية للمصنع . فهناك ثلاث مصانع، القدرة الإنتاجية لكل مصنع حوالي 500 نوع من دهانات المهندس ويوجد أيضاً تكلفة إنتاج كل عميل حسب المنطقة التي تنتج الطلبية. وبقاعدة بيانات مكونه من الف زبون سأوضح طريقة عمل خوارزمية التطور التفاضلي والخوارزمية المقترحة (PSODE) وسوف نناقش مشاكل الخوارزمية الحالية التي واجهت خوارزمية التطور التفاضلي وكيف تم حل هذه المشاكل بواسطة الخوارزمية المقترحة.

تستخدم خوارزمية التطور التفاضلي المعادلة الآتية وثابت mut حيث تكون قيمة الثابت بين $(0.8 - 2)$ ، ويتم إستخدام هذه المعادلة لتوليد الأرقام، بعد ذلك تبدأ عملية المقارنة، ثم تخزن الناتج في متغير و تقارنة مع طلب الزبون.

$$mutant = np.clip\ (\ a + mut * (b - c), 0,1)$$

إذن خوارزمية التطور التفاضلي تستخدم للمشكلة التي لديها أكثر من حل حيث تقارن جميع الحلول وتختار الحل الأمثل ، في هذا المثال أخذت خوارزمية التطور التفاضلي وقت طويل أو كانت بطئية في إسترجاع النتائج و المشكلة الثانية التي واجهت الخوارزمية الحالية هي مشكلة الدقة فعندما يكون عدد البيانات كبير وأبعاد كبيرة قد لاتتمكن الخوارزمية من إيجاد الحل الأفضل أو الأمثل.

6. النتائج والمناقشة:

عند تطبيق الخوارزمية المقترحة PSODE على نفس قاعدة البيانات، والتي هي عبارة عن دمج بين خوارزميتين PSO و De أي خوارزمية تحسين سرب الجسيمات مع خوارزمية التطور التفاضلي ، تقوم خوارمية تحسين سرب الجسيمات بتقسيم الحلول إلى أجزاء ومن ثم تقوم كل مجموعة سرب بالبحث في جزء عن الحل الأفضل ، بعد ذلك يأتي دور خوارزمية التطور التفاضلي في فلترة الحلول واختيار الحل الأفضل. بالتالي تغلبت الخوارزمية المقترحة على مشكلة البطء في الزمن.

عند تطبيق الخورازمية المقترحة تستخدم إختيار الميزة وذلك من أجل الحصول على أعلى دقة للمصنف، وتعزيز الدقة عن طريق تقليل الميزات ليست ذات الصلة والمكررة وتقليل التعقيد الحسابي وقت التنفيذ.

إذن إختيار الميزة يلعب دوراً مهماً في تصنيف البيانات وكذلك تعزيز الكفاءة والدقة بالإضافة إلى ذلك يمكن إستخدام إختيار الميزات في كل مجموعة من البيانات الخاضعة للإشراف وغير الخاضعة للإشراف

ومع ذلك ، فإن سبب إجراء إختيار الميزة في خوارزمية PSODE ذو هدفين:

الأول: هو أن أداء إختيار الميزة يساعد في تقليل حجم البيانات وبالتالي تقليل وقت التشغيل.

والثاني: هو أن إختيار الميزة التي لا تقل أهمية بالتالي يمكننا القضاء على عدد كبير من الميزات التي ليست لها علاقة بالموضوع وبالتالي يؤدي ذلك إلى تحسين دقة التصنيف.

الجدول التالي يوضح نتائج المقارنة بين الخوارزميتين خوارزمية التطور التفاضلي والخوارزمية المقترحة

الخوارزمية	DE	PSODE
1. وقت التنفيذ	الزمن الذي إستغرقته الخوارزمية 1500 ثانية.	الزمن الذي إستغرقته الخوارزمية 1200 ثانية.
2. الدقة	كانت نتائج الخوارزمية ليست أفضل أو قريبة من الحل الأمثل	النتائج قريبة من الحل المثالي أداء الخوارزمية أفضل
3. نقاط القوة	تكون الخوارزمية جيدة عندما تكون قاعدة البيانات قليلة أو ليست بها ميزات	تعمل الخوارزمية أفضل حتى إذا كانت

	أو أبعاد كثيرة.	قاعدة البيانات كبيرة أو الميزات متعددة
4. نقاط الضعف	أحيانا لا تجد الخوارزمية الحل الأمثل أو الأقرب من الأمثل إذا كانت البيانات كثيرة أو في حالة الأبعاد العالية بالإضافة إلى أنها تأخذ وقت أكبر في التنفيذ.	أحيانا لا تعطي نفس المخرج وهذا لا يعتبر من العيوب بل لأن الخوارزمية من الخوارزميات الحتمية.

7. التوصيات:

1. تحسين خوارزمية التطور التفاضلي بإستخدام خوارزميات أخرى مثل الخوارزميات الجينية، خوارزمية مستعمرات النمل Ant Colony Optimization (ACO) ، و النحل Bee Colony Algorithm (BCA)
2. التركيز على تحسين أداء الخوارزمية المقترحة بشكل أفضل.
3. تعميم هذا الحل لتطبيقات أخرى مشابهة مع مراعاة التغيرات مثل عدد الأبعاد.
4. محاولة دمج خوارزمية Opposition Based Learning (OBL) و wheeling و Jumping مع بعض ومعرفة هل كان الأداء مفيد أم لا.

8. الخاتمة:

في هذه الورقة تم إستخدام خوارزمية التطور التفاضلي مع خوارزمية تحسين سرب الجسيمات ، تفوقت الخوارزمية المقترحة على خوارزمية التطور التفاضلي وأكدت النتائج أداء رائع للخوارزمية المقترحة من حيث التغلب على مشكلة البطء ومشكلة الدقة التي واجهت خوارزمية التطور التفاضلي وبذلك تكون هذه الورقة حلت مشاكل خوارزمية التطور التفاضلي وهي الدقة والزمن.

9. المراجع:

أولاً: المصادر الإنجليزية:

[1]. Rocca, P.; Oliveri, G.; Massa, A. (2015). "Differential Evolution as Applied to Electromagnetics". IEEE Antennas and Propagation Magazine.

[2]. Storn, R.; Price, K. (2018). "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. (2021). "On the usage of differential evolution for function 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. (2019). 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 (2017).

[7]. Chakraborty, U.K., ed. Advances in Differential Evolution, Springer, ISBN 978-3-540-68827-3 (2020).

[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.2019.2059031. Feb. 2019.

[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, 2021.

[10]. Liu, J.; Lampinen, J. (2020). "On setting the control parameter of the differential evolution method". Proceedings of the 8th International.

[11]. https://towardsdatascience.com/particle-swarm-optimization-visually-explained-46289eeb2e14.

ثانياً: المصادر العربية

[12]. المهندس عبدالحميد بسيوني، الذكاء الإصطناعي للكمبيوتر ومقدمة برلوج، دار النشر للجامعات المصرية، الطبعة الأولى 1994م.

[13]. تطبيقات ذكاء السرب https://ar.wikipedia.org/wiki .

[14]. خوارزميات الذكاء الإصطناعي https://schwartiger. wordpress.com