ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

المجلد التاسع – العدد السابع والتسعون
تاريخ الإصدار: 2 – تشرين الثاني – 2026م
www.ajsp.net

"المدن الجديده والتنبؤ بالروابط في شبكات التوسع البشري: إطار مقترح باستخدام خوارزميات الاسترشادية العليا Meta-heuristic Algorithms"

إعداد الباحثة:

د. رهام شوقي برهم

وزارة الاداره المحليه

عمان، الاردن

Received: 07/10/2026 | Revised: 08/10/2026 | Accepted: 19/10/2026 | Published: 02/11/2026

ملخص الدراسة:

تعتبر المدن الجديدة فرصة للتقدم الاجتماعي والاقتصادي، فمن خلالها يتم السعيى لتوفير خدمات شاملة وعادلة للجميع، من خلال إتاحة الوصول إلى البنية التحتية، والحقوق، والوظائف. حيث تشهد الدول العربيه في الوقت الحاضر تطورا سريعا في بناء واستحداث المدن الجديده. ومع هذا النمو السريع في المدن الجديده، وتحقيقا لرضا المواطن ومتطلباته وفق المتغيرات الديناميكيه المتسارعة في هذه الحياة، تتزايد الحاجة الى معرفة الفرص المحتمله التي توفرها التقنيات التكنولوجيه والذكاء الاصطناعي لفهم طبيعة التوسع البشري والتنبؤ به وألذ يعد من التحديات التي يجب اخذها بعين الاعتبار عند انشاء المدن الجديده لانها تساهم في استدامة المدن من خلال المساهمه في تطوير عملية التخطيط الحضري للمدن الجديده. وعليه، تهدف هذه الدراسه الى ايجاد الحلول الممكنه لمشكلة التنبؤ بالروابط في شبكات التنقل البشري (Human Mobility Networks) باستخدام الخوارزميات الاسترشاديه العليا (Meta-heuristic Algorithms) حيث أثبتت أن المنهجيه المستخدمه في هذه الدراسه لديها درجة أكبر من الدقة في التنبؤ بطوبولوجيا التنقل المستقبلية. ويساعد النظام المقترح متخذي القرار على اتخاذ القرارات المثلى فيما يتعلق بالخدمات العامة الجديدة ومواقعها واتصالاتها مع الأجزاء الأخرى الموجودة في المدينة الجديده الذكيه والتخطيط الحضري. ويمكن تطبيق ذلك على أي مدينة ذكية سواء أكانت قائمه او مقترحه. حيث أظهرت النتائج على سبع مجموعات ان خوارزمية MFO حققت دقة (AUC) أعلى تصل الى 0.9308 واستقرارا أكبر من Genetic Algorithm (GA).

الكلمات المفتاحية: المدن الجديده؛ المدن الذكيه؛ التطور الحضري؛ التنبؤ بالروابط؛ شبكات التنقل.

How to Cite This Article

برهم، ر. ش. (2026). المدن الجديدة والتنبؤ بالروابط في شبكات التوسع البشري: إطار مقترح باستخدام خوارزميات الاسترشادية العليا(Meta-heuristic Algorithms). *المجلة العربية للنشر العلمي*،(97)9، (358-369).

AJSP | Vol. 9 | Issue 97 | DOI: https://doi.org/10.36571/ajsp.97 **AJSP ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8048-2082**

المقدمة:

تشهد الدول العربيه في الوقت الحاضر تطورا سريعا في بناء واستحداث مدنا جديده والتي تمثل نموذجا معماريا يحتذى به في التوسع العمراتي [1]. ومع هذا النمو السريع في المدن الجديده، وتحقيقا لرضا المواطن ومتطلباته وفق المتغيرات الديناميكيه المتسارعة في هذه الحياة، تتزايد الحاجة الى معرفة الفرص المحتمله التي توفرها انشاء المدن الجديده للاستفاده منها وتعزيزها، والتحديات الناجمه عنها قي المدن الجديده والتي تساعد على فهم واقع المدن الجديده وتسهم في تجنب ومواجهة التحديات مستقبلا.

بشكل عام المدن الجديدة هي مفهوم حديث في العالم العربي، وهي تعتبر جزءًا من الجهود الرامية إلى التحديث والتطور. تتميز هذه المدن بالبنية التحتية الحديثة، والتخطيط العمراني المتقدم، والفرص الاقتصادية الجديدة [2, 3]. فالمدن الجديدة تعتبر فرصة للتقدم الاجتماعي والاقتصادي، فهي تسعى لتوفير خدمات شاملة وعادلة للجميع، من خلال إتاحة الوصول إلى البنية التحتية، والحقوق، والوظائف [3].

يمكن تعريف المدن الجديده على انها: "هي ذلك المجتمع المحلي المستحدث، الذي يتم إنشاؤه بناءا على أسس تخطيطية شاملة ومتكاملة بكل جوانبه الاقتصادية والفيزيقية والتنظيمية ويلي ذلك نقل العناصر البشرية المختارة بشروط معينة، وذلك بهدف تحقيق وضع اجتماعي واقتصادي متطور عن الوضع السابق في المدن التقليدية، ويكون الهدف منه تنمية وتطوير الموارد البشرية والاقتصادية ورفع المستوى الإجتماعي" [4].

وقد تم تعريف المدن الجديده في [4, 6] ايضا بانها: "تعتبر وسيلة ناجحة لتنظيم العواصم والبلدان وهذا الجانب هو المعروف كثيرا، ويكون دون شك تجمعا سكانيا هائلا مخططا، لأن الهدف الأساسي العام الذي كان من وراء إنشاء مدينة جديدة، هو محاولة ايجاد بنيان عمراني منظم، يحل محل أشكال منافسة، تسود فيها جيوب سكانية (عمرانية)، شكلها مواطنون بطريقة فوضوية غير مدروسة وبدون رقابة تقنية".

وهناك تعريف آخر للمدن جديده في [4, 5] يبين:"أن المدن الجديدة خلال العقود الأخيرة كان انتشارها وإنشاؤها اختيارا أساسيا، ذلك أن المدن الجديدة وإن كانت تعبر عن عملية التطور العمراني وتعتبر في الوقت نفسه وسائل فعالة قادرة على الإسراع بالبنية الاقتصادية والاجتماعية، وذلك أنها تنتج عن قرارات إيديولوجية سائدة في المجتمع الواحد وتعكس الاتجاهات الهامة في ميدان التطور الاقتصادي والاجتماعي".

هناك عدة فرص تقدمها المدن الجديده منها البنية التحتيه الحديثه حيث تتميز المدن الجديدة ببنيتها التحتية الحديثة والمتطورة، التي تشمل الطرق السريعة، والمباني الحديثة، والخدمات العامة المتقدمة. بالاضافة الى توفيرها قرصا اقتصادية مبتكره مي مجالات التجاره والوظائف المستحدثه والاستثمارات الكبيره [1, 2].

وعلى الرغم من هذه الفرص التي توفرها المدن الجديده الا انها لا تخلو من التحديات اللازم اخذها بعين الاعتبار في المدن الجديده والتي يتطلب التعامل معها اعداد تخطيطا استراتيجيا دقيقًا. تكمن هذه التحديات في 1) التكلفه: حيث ان انشاء مدينة جديدة يتطلب حجم استثمار وتكاليف كبيره. 2) والاستدامه: حيث يجب أن تحقق المدن الجديدة استدامة من النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

وبما ان عدد سكان الحضر يتزايد بشكل متضاعف في جميع أنحاء العالم، فانه كان لزاما ظهور عدة تحديات مرافقه لهذا التطور الحضري مثل التحديات الاقتصادية والاجتماعية والتحديات البيئية، مثل التلوث وعدم القدره على الاستمرارية والاستدامة وتشكل الازدحامات [9]. ويجعل هذا التطور الحضري المدن الذكية ضرورة في المستقبل. ولهذا فإن التخطيط والتنبؤ بالتطور الحضري للمدينة أمر حيوي للمدن الذكيه لتلبية العديد من متطلبات الأمن التكنولوجي والاتصال لتحسين تجربة المعيشة للمقيمين في المدينة [9].

علاوة على ذلك، تشارك تكنولوجيا المعلومات في جوانب مختلفة من حياتنا، مما زاد الحاجة الى ان تكون المدن الجديده مدنا ذكيه. حيث أصبح تطبيق المدن الذكية ممكنا بسبب الاستخدام المتزايد لإنترنت الأشياء (IoT) ، والذي يسهل عملية جمع البيانات . [7, 9] تجمع المدن الذكية بين عدة تقنيات حديثة وبشكل خاص تقنية الذكاء الاصطناعي والتي تساعد في تحسين العديد من القضايا في المدن الجديده، مثل تطوير التخطيط الحضري، وإدارة استهلاك الطاقة والسيطرة على مستويات التلوث، وتقدير حركة المرور على الطرق.[8, 9]

يعتبر فهم كيفية تحرك البشر تحديًا طويل الأمد في عملية التخطيط الحضري للمدن الجديده. فإلى أي مدى يمكن التنبؤ بالسلوك البشري؟ حيث تعتبر القدرة على التنبؤ بحركة البشر أمر بالغ الأهمية للمساعده على التنبؤ بانتشار الإنسان وتطوير عمليات التخطيط الحضري [10] .

ومع تطور نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وتقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الاله، أصبح من السهل بكثير مراقبة سلوكيات التنقل البشرية .لقد جذب فهم كيفية تحرك البشر اهتماما خاصا في السنوات الأخيرة، وذلك بسبب توافر البيانات والبيانات الضخمه وأهمية الموضوع في مختلف المجالات. حيث ركزت معظم الأبحاث الحديثة على مدى إمكانية التنبؤ بتنقل السكان وإلى متى سيبقى السكان مقيمين في نفس المكان [10].

تهدف هذه الدراسه الى ايجاد الحلول الممكنه لمشكلة التنبؤ بالروابط في شبكات التنقل البشري، حيث أثبتت أن المنهجيه المستخدمه في هذه الدراسه لديها درجة أكبر من الدقة في التنبؤ بطوبولوجيا التنقل المستقبلية. ويساعد النظام المقترح متخذي القرار على اتخاذ القرارات المثلى فيما يتعلق بالخدمات العامة الجديدة ومواقعها واتصالاتها مع الأجزاء الأخرى الموجودة في المدينة الجديده الذكيه. ويمكن تطبيق ذلك على أي مدينة ذكية سواء أكانت قائمه او مقترحه.

ما تبقى من هذه الدراسه مقسم على النحو التالي: يعرض القسم رقم 2 الدراسات ذات الصلة. يوضح القسم رقم 3 تقنية التنبؤ بالروابط وخوارزمية Moth–Flame Optimization (MFO). يعرض القسم رقم 4 منهجية الدراسة المقترحه. ويمثل القسم رقم 5 النتائج والمناقشات المقابلة لها. تنتهي الدراسة بعرض الاستنتاجات وذلك في القسم رقم 6.

1. دراسات سابقه ذات صله

وفي حين أن الأدبيات غنية بالدراسات التي تقدم التخطيط الحضري وشبكات التنقل البشري في المدن الجديده او الذكيه، فقد قدم عدد قليل منها ما سبق الحديث عنه. فيما يلي، تقديم تحليل شامل لأهم الأعمال الحديثة التي تبحث في أساليب التخطيط الحضري للمدن الجديده والذكية.

الباحثون في [11] وجدوا أن التشابه بين تنقل شخصين ترتبط بقوة بقربهم في الشبكة الاجتماعية. حيث قاموا بالحث في كيفية التنبؤ واستغلال القوة المخفية في مثل هذه الارتباطات لمعالجة مشكلة صعبة والتي تتلخص: ما هي الروابط الجديدة التي سوف تنشأ في الشبكة الاجتماعيه. بالاضافة الى أن مقاييس التنقل وحدها تسفر عن قوة تنبؤية مذهلة، يمكن مقارنتها بالتدابير التقليدية القائمة على الشبكة. علاوة على ذلك، يمكن تحسين دقة التنبؤ بشكل كبير من خلال التعلم تحت الإشراف (Supervised) Learning classifierالمصنف على أساس الجمع بين مقاييس التنقل والشبكة [11] .

وانج وآخرون في [12] ركزوا على تقديم لمحة عامة عن التنقل البشري في المناطق الحضرية على أساس البيانات غير المتجانسة متعددة المصادر واستكشاف الخصائص الاجتماعية للحركة البشرية في حياتنا اليومية.

هدف المؤلفون في [13] إلى تقديم مسحًا شاملاً لقضايا التنقل البشري في ثلاث مجموعات رئيسية (1) خصائص التنقل، (2) نماذج التنقل وآثار، و (3) تقنيات التنبؤ بالتنقل. أولاً، يتم استكشاف الخصائص المكانية والزمانية والاتصالية للحركة البشرية. ثانيًا، تم تلخيص آثار التنقل الحقيقية التي تم التقاطها باستخدام تقنيات Bluetooth/Wi-Fi أو الشبكات الاجتماعية القائمة على الموقع. علاوة على ذلك، تم تصنيف نماذج التنقل القائمة على المحاكاه.

اقترح الحربي وزانج في [14] نموذج للتنبؤ بالارتباط المختلط والذي يتكون من وحدتين. تستخرج الوحدة الأولى أنماط التنقل، بما في ذلك غرض السفر والوضع من بيانات المسار الخام. وتستخدم الوحدة الثانية الأنماط المستخرجة للتنبؤ بالارتباط.

في [15] تم اقتراح نموذج العودة التفضيلية الذي يكشف عن الخصائص التفضيلية للأشخاص العائدين إلى مجتمعات الانترنت المتعدده. بالاضافة الى انه تم تقديم نموذج استكشاف تفضيلي يميز حركات الاستكشاف من منظور مجموعة المجتمع الجديد عبر الإنترنت.

2. تقنية التنبؤ بالروابط ومنهجية الدراسه:

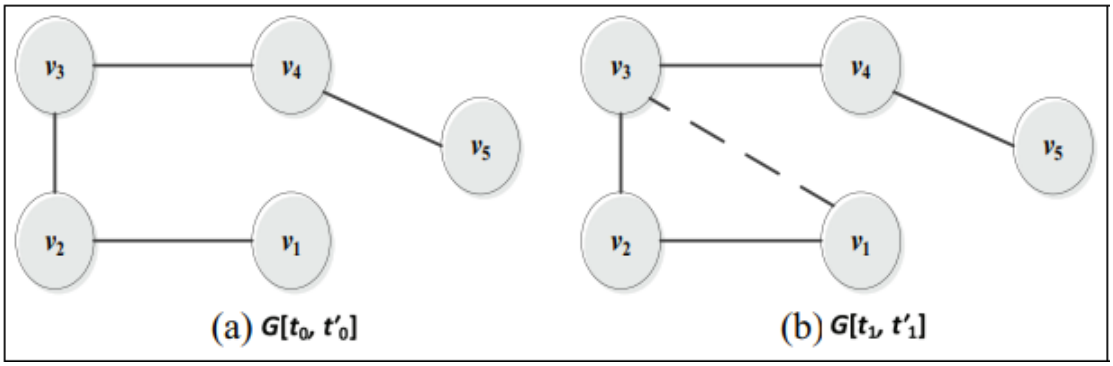
من الدراسات السابقه نخلص الى ان شبكات التوسع البشري هي من احد التحديات المهمه التي تتطلب دقه وعنايه اثناء التخطيط الحضري للمدن الجديده لان الاخطاء الناجمه عنها سواء اونقص في الدراسه ينشا عنه مشاكل في المراحل اللاحقه. والتنبؤ بتشكل الروابط في شبكات التوسع البشري يساهم في تقليل المخاطر الناجمه عنها وتساعد اصحاب القرار على تصميم خطة استراتيجيه سليمه ورؤية واعده للمدن الجديده.

بشكل عام، توفر الرسوم البيانية (graph)تجريدًا طبيعيًا لتمثيل التفاعلات بين الكيانات المختلفة في الشبكة [16, 18]. يمكن تمثيل الشبكة الحقيقية أو الاصطناعية في العالم كرسم بياني للعقد (node)وروابط بينها كما هو الحال في شبكات التوسع البشري، حيث ان الأفراد يتم تمثيلهم كعقد، في حين أن التفاعلات بين هؤلاء الأفراد سواء كانت ارتباطات أو تعاونات أو مؤثرات يتم تقديمها كروابط بين هذه العقد [17, 18]. على سبيل المثال، إذا كانت هناك لقطة لشبكة اجتماعية في الوقت t_0، فإن توقع الارتباط او التنبؤ بالروابط يعمل على التنبؤ بتشكل الروابط التي ستتم إضافتها إلى الشبكة أثناء الفاصل الزمني من الوقت t_0 إلى مستقبل معين t_1 بدقه. لذلك، ترتبط مشكلة التنبؤ بالروابط بمشكلة استنتاج الروابط المفقودة او الغير موجودة بالاصل في الشبكه. يمكن فهم أهمية التنبؤ بالروابط في مجموعة واسعة من التطبيقات. يمكن تطبيق التنبؤ بالروابط على وجه التحديد على شبكات التوسع البشري وحل المشكلات

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

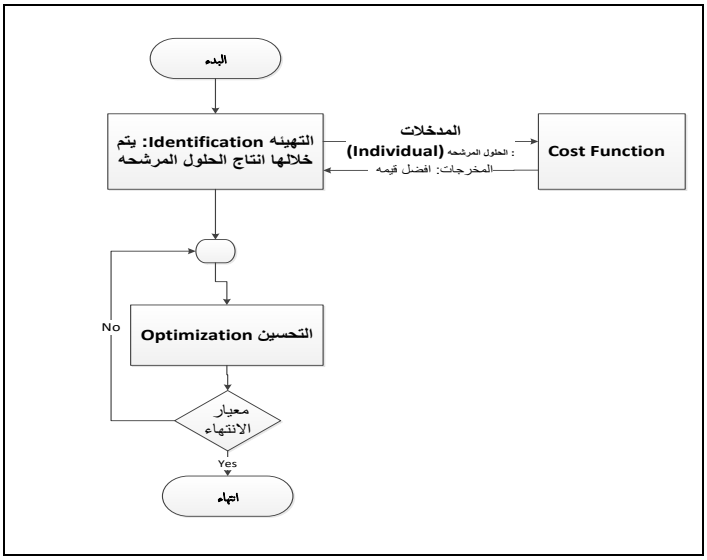
المجلد التاسع – العدد السابع والتسعون
تاريخ الإصدار: 2 – تشرين الثاني – 2026م
www.ajsp.net

المثيرة للاهتمام فيها مثل التنبؤ بتفشي المرض، والتحكم في الخصوصية في الشبكات، والكشف عن رسائل البريد الإلكتروني العشوائية، واقتراح طرقًا بديلة للتنقل المحتمل بناءً على أنماط حركة التوسع الحالية وما إلى ذلك [16, 18] (انظر الشكل رقم 1).



الشكل رقم 1: لقطات مختلفة للشبكة G على فترتين زمنيتين .أ) لقطة للشبكة في الوقت [t_0, t'_0]، ب) لقطة للشبكة عند [t_1, t'_1] مع رابط متوقع حدوثه (الخط المتقطع) [18].

تتم عملية التنبؤ بالروابط من خلال تصنيف البيانات إلى فئتين منفصلتين: الروابط الموجودة أو الروابط الغير موجودة، ويتم تحسينها من خلال استخدام خوارزمية الاسترشاديه العليا. فلبناء إطار عام للتنبؤ بالروابط بناءً على الخوارزميات الاسترشاديه العليا، يجب تقسيم مرحلة التنبؤ بالروابط بشكل رئيسي إلى ثلاث مراحل. هذه المراحل هي 1) التهيئه والتعريف: بناء مجتمع أولي عشوائي 2) التحسين (Optimization) باستخدام خوارمية MFO والتي تحاكي الحركة الحلزونية للفراشه(العثة) للضوء، 3) ودالة التكلفة (Cost Function). ويبين الشكل رقم 2 نطاق العمل لمرحلة التنبؤ بالروابط.



الشكل رقم 2: نطاق العمل لمرحلة التنبؤ بالروابط.

تركز وظيفة التهيئة (Initialization) والتعريف على توليد عدد من الأفراد المحددين لبناء (population)من الافراد المرشحين. يجب أن يتم تصميم هؤلاء الأفراد بطريقة دقيقة ومناسبة لدعم هدف التجميع(Clustering).

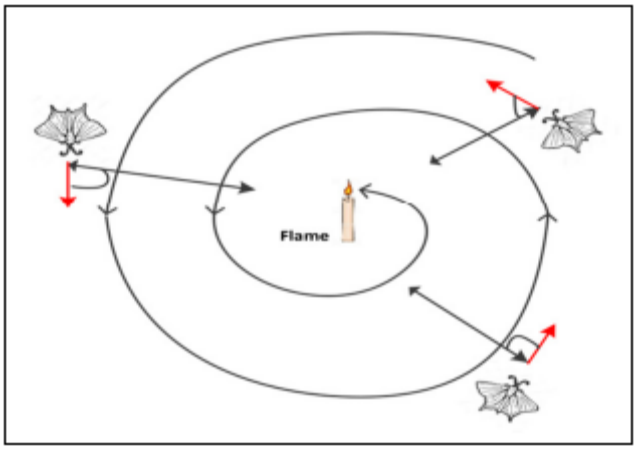
تركز هذه الدراسه في مرحلة التحسين (Optimization) على التقليل من معدل الخطأ في التصنيف وذلك للحصول على نتيجة تنبؤ أكثر دقة. لذلك، نحتاج هنا إلى خوارزمية وصفية لتحسين قيمة التصنيف الخاطئ. بشكل عام، معظم الخوارزميات الإسترشادية العليا لها عدد محدد من التكرارات. إنهاءها يعتمد على البعض المعايير أو على أساس الحد الأقصى لعدد التكرارات. خلال هذه التكرارات، يتم إنشاء كل جيل من (population) بواسطة وظيفة التهيئة، يتم تحديثها من خلال استكشاف واستغلال مساحة البحث (Explore Search Space) .

اقتران التكلفه (Cost Function):ان الهدف الرئيسي من تجميع البيانات هو تصنيف الحالات أو الكائنات الأكثر تشابهًا في نفس المجموعة. يتم تعريف كل مثيل في مجموعة البيانات من خلال مجموعة من المميزات .لتحديد الحالات المماثلة، يتم استخدام مقاييس التشابه. تستخدم هذه الدراسة (Euclidean distance) لحساب التشابه بين الحالات والتصنيف وحسب الصيغه رقم 1.

$$distance\left(o_i, o_j\right) = \left(\sum_{p=1}^{m} \left| o_{ip} - o_{jp} \right|^{1/2} \right)^2 \quad \text{.....(1)}$$

حيث ان o تمثل عدد الحالات (instances)، m عدد الخصائص (features)، o_{ip} قيمة الصفه p للحاله رقم i، o_{jp} قيمة الصفه p للحاله رقم j.

سيتم في هذه الدراسه استخدام خورزمية عثة–اللهب Moth–Flame Optimization Algorithm (MFO)كخوارزمية تحسين استرشادية عليا. كما هو محدد في [19]، MFO هو نموذج مستوحى من أساليب التنقل التي تستخدمها فراشة العثه في الطبيعة حيث يوجد لها اسلوبين من التنقل. الأول يسمى الاتجاه العرضي: في هذا التنقل، تتحرك الفراشة من خلال محاولة الحفاظ على نفس الزاوية بالنسبة لمصدر الضوء (كما هو معروف أن الفراشات تنجذب الى مصدر الضوء). وبما أن مصدر الضوء بعيد عن الفراشة، فإنه يحافظ على نفس الزاوية بالنسبة إلى الضوء بطريقه تضمن أن الفراشة تطير في خط مستقيم. فبالإضافة إلى الاستمرار في التحرك في خط مستقيم، عادة ما تطير الفراشة بشكل حلزوني لولبي حول منطقة الضوء والتي تعتبر النوع الثاني من انواع التنقل لدى فراشة العث. ولذلك، فإن العثة على المدى الطويل سوف تتقارب على ذلك الطريق إلى مصدر الضوء وكماهو معروض في الشكل رقم 3.



الشكل رقم 3: التنقل بخط مستقيم بالاضافة الى التنقل بحركه لولبيه لحشرة فراشة العث [18, 19].

3. اعداد البيانات Data setup:

وبهدف تنفيذ منهجية هذه الدراسه تم الحرص على اختيار عدد من مجمعات البيانات (Datasets) الخاصه بالتنقل والتوسع البشري (Urban Human Mobility Data Sets) تقع ضمن هذه الفئات: (1) فئة الموقع ذي الصلة مع نقاط الوصول (access points) تحاكي حركة الموظفين، 2) معلومات نظام تحديد المواقع (GPS) بواسطة الأجهزة الفردية والتي تحاكي السيارات الخاصه، 3) نقاط GPS المجمعة المسجلة بواسطة المركبات مثل سيارات الأجرة أو الحافلات [21] والتي تحاكي النقل العام (انظر الجدول رقم 1).

الجدول رقم 1. مجموعات البيانات الخاصه بالتوسع البشري Human Mobility Data Sets [21]

	Relative Location (المواقع النسبية)			**Individual Mobility (التنقل الفردي)**		**Aggregated Mobility (التنقل التجميعي)**	
Experimental data set	INFOCOM06	Reality	UCSD	Geolife	Nokia MDC	T-Drive NYC	Yellow Taxi
Number of samples	24 M	11 M	11 M	21 M	17 M	17 M	868 M

من أجل جعل مجموعات البيانات هذه جاهزة لعملية التنبؤ، فإن مرحلة المعالجة المسبقة تتطلب تقسيم كل مجموعة بيانات إلى مجموعات تدريب (Training)واختبار(Testing)، بنسبة 80% لمجموعة التدريب و20% لمجموعة الاختبار .النسبة 20/80 تم استخدامها بناءً على مبادئ باريتو [20] التي تنص على أنه "بالنسبة للعديد من الأحداث، يأتي ما يقرب من 80٪ من التأثيرات و 20%من الأسباب.

4. النتائج والمناقشه:

في هذا القسم، يتم عرض وتقييم ومناقشة نتائج تنفيذ تقنية التنبؤ بالروابط باستخدام مجموعات البيانات السبعه كما في الجدول رقم 1. تم تنفيذ جميع التجارب والمحاولات باستخدام برنامج MATLAB. تم اختيار الخوارزميات التطورية (MFO) عثة–اللهب والخزارزميه الوراثيه Genetic Algorithm (GA) كخوارزميات محسنة للتنبؤ ولاختبار جودة التنبؤ باستخدامهم واجراء مقارنه بينهم. تركز هذه الدراسه على اختبار جودة التنبؤ باستخدام مقاييس الأداء مثل Area Under Curve (AUC) و misclassification rate ويتم أخذ أفضل القيم Best والمتوسط Average وقيم الانحراف المعياري Standard Deviation للقيم الناتجه من بين هذه العمليات.

فلضمان التحقق من صحة نتيجة التنبؤ وموثوقيتها، ينبغي حساب معدل سوء التصنيف. misclassification rate معدل التصنيف الخاطئ هو مؤشر صلاحية خارجي للحل المقترح ويتم تحديده بالصيغة رقم (2) [22].

$$ER = \frac{\text{Number Of Missclasification Instance}}{\text{Total Number of instances}} * 100\% \text{.....(2)}$$

معدل التصنيف الخاطئ هو دالة التكلفة المستخدمة لتقييم حل الخوارزمية الذي تم الحصول عليه حتى الآن اثناء التنفيذ. أدنى معدل خطأ في التصنيف للخوارزمية يعني أعلى جودة للتنبؤ بين الخوارزميات الأخرى. الجدول الرقم 2 يُظهر معدل التصنيف الخاطئ لكل الخوارزميات MFO و GA المطبقة على مجموعات البيانات السبعه المعالجة. من بين الخوارزميات نجد ان MFO لديها أدنى متوسط من سوء التصنيف. يحتوي GA على انحراف معياري ليس جيدًا وهذا يعني أنهاأقل استقرارًا من خوارزمية MFO.

جدول رقم 2: معدل سوء التصنيف The misclassification rate لكل data set

datasets		MFO	GA
INFOCOM06	Best	**0.0719**	0.1294
	Average	**0.1193**	0.2449
	STDEV	**0.0162**	0.0276
Reality	Best	**0.0573**	0.1832
	Average	**0.1589**	0.2956
	STDEV	0.0513	**0.0503**
UCSD	Best	**0.1874**	0.1938
	Average	**0.1913**	0.2201
	STDEV	**0.0169**	0.0173
Geolife	Best	**0.3444**	0.3448
	Average	**0.3784**	0.3835
	STDEV	0.0137	**0.0082**
Nokia MDC	Best	**0.3513**	0.4158
	Average	**0.3548**	0.4203
	STDEV	**0.1045**	0.1352
Yellow Taxi	Best	**0.1140**	0.1272
	Average	**0.1378**	0.2283
	STDEV	**0.0391**	0.0532
T-Drive NYC	Best	**0.1807**	0.1841
	Average	**0.2107**	0.2896
	STDEV	0.0570	**0.0528**

ركزت هذه الدراسة ايضا على مقياس الاداء AUC للنموذج الخاص بالتنبؤ بالروابط. حيث انه كلما ارتفعت قيمة AUC لخوازميه معينه، زادت الدقه الخاصه بالتنبؤ بالنسبة لغيرها من الخوارزميات. يتم حساب AUC باستخدام الصيغه رقم 3.

$$AUC = \frac{1}{2}(1 + Recall)(1 - FPR).....(3)$$

حيث ان FPR يتم احتسابها وفق الصيغه رقم 4، أما recall يتم احتسابها حسب الصيغه رقم 5.

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} ..... (4)$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} .....(5)$$

Where:

TP: (true positive), FN: (false negative), FP: (false positive), TN: (true negative).

الجدول رقم 3 يُظهر قيمة AUC لكل الخوارزميات MFO و GA المطبقة على مجموعات البيانات السبعه المعالجة. من بين الخوارزميات نجد ان MFO لديها أعلى قيم من AUC. يحتوي GA على انحراف معياري ليس جيدًا وهذا يعني أنهاأقل استقرارًا من خوارزمية MFO. وهذا يعني ان درجة الدقه الناتجه عن استخدام MFO في التنبؤ بالروابط اعطت دقه اعلى من نظيرتها GA في مجموعات البيانات كما هو مبين في الجدول رقم 3.

جدول رقم 3: Area Under Curve (AUC) لكل data set

datasets		MFO	GA
INFOCOM06	Best	**0.9184**	0.8352
	Average	**0.8395**	0.7367
	STDEV	**0.0202**	0.0261
Reality	Best	**0.9308**	0.7989
	Average	**0.8139**	0.6953
	STDEV	**0.0385**	0.0462
UCSD	Best	**0.7919**	0.7881
	Average	**0.7583**	0.7488
	STDEV	**0.0082**	0.0165
Geolife	Best	**0.7830**	0.7023
	Average	**0.6865**	0.6180
	STDEV	**0.0569**	0.0531
Nokia MDC	Best	**0.6773**	0.6185

	Average	**0.6116**	0.5970
	STDEV	**0.0071**	**0.0077**
Yellow Taxi	**Best**	**0.8255**	0.7218
	Average	**0.7986**	0.6876
	STDEV	**0.0311**	0.0433
T–Drive NYC	**Best**	**0.7634**	0.6924
	Average	**0.7087**	0.5810
	STDEV	**0.0436**	0.0527

5. الخاتمة والعمل المستقبلي:

توصلت هذه الدراسة إلى أهمية تطبيق الخوارزميات الاسترشاديه لتحسين عملية التنبؤ بالروابط في شبكات التنقل البشري لزيادة القدره على التنبؤ بصوره اكثر دقه في عمليات التخطيط الحضري للمدن الجديده. قامت هذه الدراسه باستخدام خوارزمية عثة اللهب والخوارزميه الوراثيه وتطبيق التنبؤ بالروابط باستخدامها واحتساب مقاييس الاداء الذي يتمثل بمعدل سوء التصنيف وتمت عمل مقارنه بين هاتين الخوارزميتين.

استخدمت هذه الدراسه عدد من مجموعات البيانات التي تمثل شبكات التنقل البشري حيث تمت معالجتها وتقسيمها الى فئتين فئه للتدريب وفئه الاخرى لعمل الاختبار عليها وتحقيق تعليم الاله. وبهدف تنفيذ منهجية هذه الدراسه تم الحرص على اختيار عدد من مجمعات البيانات (Datasets) الخاصه بالتنقل والتوسع البشري (Urban Human Mobility Data Sets) تقع ضمن هذه الفئات: (1) فئة الموقع ذي الصلة مع نقاط الوصول (access points)، 2) معلومات نظام تحديد المواقع (GPS) بواسطة الأجهزة الفردية، 3) نقاط GPS المجمعة المسجلة بواسطة المركبات مثل سيارات الأجرة أو الحافلات. فمن أجل جعل مجموعات البيانات جاهزة لعملية التنبؤ، فإن مرحلة المعالجة المسبقة تتطلب تقسيم كل مجموعة بيانات إلى مجموعات تدريب (Training) واختبار(Testing)، بنسبة 80% لمجموعة التدريب و20% لمجموعة الاختبار. ومن النتائج الدراسه تبين انه من بين الخوارزميات نجد ان MFO لديها أدنى متوسط من سوء التصنيف. ويحتوي GA على انحراف معياري ليس جيدًا وهذا يعني أنها أقل استقرارًا من خوارزمية MFO. ايضا نجد ان MFO لديها أعلى قيم من AUC. وهذا يعني ان درجة الدقه الناتجه عن استخدام MFO في التنبؤ بالروابط اعطت دقه اعلى من نظيرتها GA في مجموعات البيانات.

وكعمل مستقبلي، يمكن استخدام انواع اخرى من الخوارزميات الاسترشاديه مثل مثل تحسين التفاعل الكيميائي (CRO) وتحسين مستعمرة النمل (ACO). يمكن تنفيذ تقنية التنبؤ بالروابط باستخدام موارد حوسبة أخرى عالية الأداء مثل الحوسبة السحابية على أمل الحصول على دقه أعلى بتكلفة أقل مع زيادة حجم المعالجات.

المراجع:

بوعبد الله, حرز الله & ,كريم. (2023). المدن الجديدة بين إستراتيجية التخطيط الحضري ومبدأ التنمية المستدامة. مجلة دائرة البحوث و الدراسات القانونية و السياسية.37-17 ,(1)7

المدن الجديدة: فرص واعدة ومخاطر محتملة – المركز المصري للفكر والدراسات الاستراتيجية، https://ecss.com.eg/author/seif-sror/، تم الوصول في 5 من كانون الاول 2023

ما هي أبرز التحديات التي تواجه مدن المستقبل؟ سكاي نيوز عربية، https://www.skynewsarabia.com، تم الوصول في 5 من كانون الاول 2023

مفهوم المدن الجديده، https://www.b-sociology.com/2020/06/blog-post_27.html ، تم الوصول في 5 من كانون الاول 2023

الطاهر أجغيم: تطور المدن وعلاقتها بالبيئة المحيطة، الباحث الإجتماعي، ع 07، مارس 2005 ص179-180.

عبد العزيز العايش، شهيناز قب، مستقبل المدن الجديدة بالجزائر في ظل سياسية التوسع الحضري، مجلة مفاهيم للدراسات الفلسفيه والانسانيه، ص208.

Mnasri S, Nasri N, Van Den Bossche A, Val T (2018) 3D indoor redeployment in IoT collection networks: a real prototyping using a hybrid PI-NSGA-III-VF. In: 14th international wireless communications & mobile computing conference (IWCMC), pp. 780–785

Calzada I (2021) Smart city citizenship, Elsevier Ed, ISBN 978-0-12- 815300-0. https://doi.org/10.1016/C2017-0-02973-7

Alghamdi, M. (2024). Smart city urban planning using an evolutionary deep learning model. Soft Computing, 28(1), 447-459.

Yang, Y., Chawla, N. V., Basu, P., Prabhala, B., & La Porta, T. (2013, August). Link prediction in human mobility networks. In Proceedings of the 2013 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (pp. 380-387).

Wang, D., Pedreschi, D., Song, C., Giannotti, F., & Barabasi, A. L. (2011, August). Human mobility, social ties, and link prediction. In Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 1100-1108).

Wang, J., Kong, X., Xia, F., & Sun, L. (2019). Urban human mobility: Data-driven modeling and prediction. ACM SIGKDD explorations newsletter, 21(1), 1-19

Pirozmand, P., Wu, G., Jedari, B., & Xia, F. (2014). Human mobility in opportunistic networks: Characteristics, models and prediction methods. Journal of Network and Computer Applications, 42, 45-58.

Alharbi, B., & Zhang, X. (2014, March). Exploring the significance of human mobility patterns in social link prediction. In Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing (pp. 604-609).

Hu, T., Xia, Y., & Luo, J. (2019, May). To return or to explore: Modelling human mobility and dynamics in cyberspace. In The World Wide Web Conference (pp. 705-716).

Srinivas V and Mitra P. Link prediction in social networks: role of power law distribution. 1st ed. Springer, 2016, p. 57.

Liben-Nowell D and Kleinberg J. The link prediction problem for social networks. In: Proceedings of the ACM CIKM 2003 international conference on information and knowledge management (CIKM'03), New York, 3–8 November 2003, pp. 556– 559. New York: ACM.

Barham, R. S., Sharieh, A., & Sleit, A. (2019). A meta-heuristic framework based on clustering and preprocessed datasets for solving the link prediction problem. Journal of Information Science, 45(6), 794-817.

Mirjalili S. Moth-flame optimization algorithm: a novel nature-inspired heuristic paradigm. Knowl-Based Syst 2015; 89: 228–249.

Pareto principle, https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_principle (accessed 20 September 2023)

Zhao, K., Tarkoma, S., Liu, S., & Vo, H. (2016, December). Urban human mobility data mining: An overview. In 2016 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (pp. 1911-1920). IEEE.

Saida IB, Nadjet K and Omar B. A new algorithm for data clustering based on cuckoo search optimization. In: Pan JS, Kro¨mer P and Sna´s˘el V (eds) Genetic and evolutionary computing: advances in intelligent systems and computing, Vol. 238. Berlin: Springer, 2014, pp. 55–64

حقوق الطبع والنشر © 2026 محفوظة لـ: المجلة العربية للنشر العلمي(AJSP)