

تحليل دور الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في بناء المدن الذكية

دراسة تطبيقية في ليبيا

<http://www.doi.org/10.62341/tabs1136>

طارق عبد العزيز بشير الصواني

كلية تقنية الحاسوب الزاوية

tarik.asawani@gmail.com

ملخص

تهدف المدن الذكية إلى إدارة التوسع الحضري المتزايد واستهلاك الطاقة بكفاءة، مع الحفاظ على بيئة خضراء وتحسين مستوى معيشة المواطنين. تساهم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بشكل أساسي في تصميم السياسات، واتخاذ القرارات، وتنفيذها، وتقديم الخدمات الإنتاجية في هذه المدن. يهدف هذا البحث إلى استكشاف دور الذكاء الاصطناعي (AI) وتعلم الآلة (ML) والتعلم التعزيزي العميق (DRL) في تطوير المدن الذكية. يتم استخدام هذه التقنيات لتحسين أنظمة النقل الذكية، وتعزيز الأمن السيبراني، وتحقيق الكفاءة في الشبكات الذكية (SGS) والطاقة المتجددة، وكذلك تحسين خدمات الاتصالات باستخدام المركبات الجوية غير المأهولة (UAVs) وتقنيات الجيل الخامس 5G. كما تم تناول دراسة حالة في السياق الليبي، حيث تم تحليل دور هذه التقنيات في تحسين نظم النقل الذكية وتقليل الازدحام في طرابلس. أخيراً، نعرض التحديات البحثية المستقبلية التي قد تسهم في تحقيق مدينة ذكية في ليبيا من خلال تطوير بنية تحتية ذكية تدعم الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

كلمات مفتاحية: المدينة الذكية، الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، المركبات الجوية غير المأهولة، أنظمة النقل الذكية، الشبكات الذكية، الأمن السيبراني.

The Role of Artificial Intelligence and Machine Learning in Smart City Development An Applied Study in Libya

TARIK A.B BASHIR ASAWANI

College of Computer Technology Zawia, Zawia, Libya
tarik.asawani@gmail.com

Abstract

Smart cities aim to efficiently manage increasing urban expansion and energy consumption, while maintaining a green environment and improving citizens' quality of life. Information and communication technology (ICT) plays a fundamental role in policy design, decision-making, implementation, and the delivery of productive services in these cities. This research aims to explore the role of Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), and Deep Reinforcement Learning (DRL) in the development of smart cities. These technologies are used to enhance intelligent transportation systems (ITS), strengthen cybersecurity, improve efficiency in smart grids (SGs) and renewable energy, as well as optimize communication services using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and 5G technologies. A case study is also discussed in the Libyan context, where the role of these technologies in improving intelligent transportation systems and reducing congestion in Tripoli was analyzed. Finally, we present future research challenges that could contribute to realizing a smart city in Libya through the development of smart infrastructure that supports economic and environmental sustainability.

Keywords: Smart city, Artificial Intelligence, Machine Learning, Unmanned Aerial Vehicles, Intelligent Transportation Systems, Smart Grids, Cybersecurity.

1. مقدمة

مع الزيادة المستمرة في معدلات التحضر عالمياً، من المتوقع أن يشهد عدد السكان في المناطق الحضرية نمواً كبيراً، مما يضع ضغطاً هائلاً على الموارد والبنية التحتية الحضرية، ويجعل الحاجة إلى حلول مبتكرة أكثر إلحاحاً. لقد أثبتت تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، وتعلم الآلة (ML)، والتعلم التعزيزي العميق (DRL) فعاليتها في مواجهة التحديات الحضرية. يعد الذكاء الاصطناعي أداة أساسية لتحليل البيانات الضخمة التي تنتجها أنظمة إنترنت الأشياء (IoT) في المدن الذكية، مثل حركة المرور، واستهلاك الطاقة، والأنشطة البيئية، والسلوكيات الاجتماعية، حيث يتم تحديد الأنماط المخفية في هذه البيانات لتحسين كفاءة العمليات الحضرية. كما يتيح تعلم الآلة للنظم الحضرية التعلم من البيانات التاريخية لتحسين أدائها، مثل التنبؤ بالطلب على خدمات النقل لتحسين تخصيص الموارد وتقليل الازدحام. أما التعلم التعزيزي العميق فيجمع بين قوة التعلم العميق والتعلم من التجارب، ويساهم في اتخاذ قرارات سريعة وفعالة في الوقت الفعلي، مثل إدارة إشارات المرور الذكية والنقل الذاتي. توفر هذه التقنيات إمكانيات كبيرة لتحسين كفاءة المدن الذكية في مجالات مثل النقل، والأمن السيبراني، وإدارة الموارد. في ليبيا، حيث تواجه العديد من المدن تحديات في البنية التحتية والخدمات، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تساهم في تحسين إدارة الطاقة، وتقليل الفاقد، وتعزيز أمن البيانات، ودعم أنظمة النقل الذكية. إن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتعلم الآلة، والتعلم التعزيزي العميق يمثل خطوة محورية نحو تحقيق التنمية المستدامة، حيث تساعد في مواجهة التحديات الحالية وتوفير إطاراً للابتكار المستقبلي الذي يمكن أن يعزز رفاهية المجتمعات ويضمن استدامة الموارد للأجيال القادمة.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، والتعلم الآلي (ML)، والتعلم التعزيزي العميق (DRL) في تعزيز أداء القطاعات الحيوية للمدن الذكية، مع التركيز على تقديم حلول مبتكرة وقابلة للتطبيق لتحسين أداء المدن الذكية في ليبيا. كما تسعى إلى رسم خارطة طريق لتبني هذه التقنيات في السياق المحلي بما يتماشى مع احتياجات وتحديات البيئة الليبية. لتحقيق هذه الأهداف، تعتمد الدراسة على منهجية

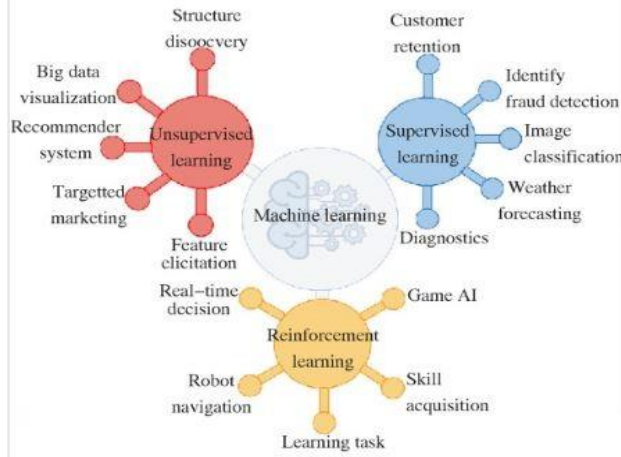
متكاملة تشمل استعراضًا شاملاً للأدبيات العالمية والمحلية المتعلقة بتقنيات AI و ML و DRL، إلى جانب تحليل دقيق للوضع الحالي للبنية التحتية والخدمات في ليبيا. يتم أيضًا استخدام أساليب النمذجة والمحاكاة لتقييم تأثير الحلول المقترحة على القطاعات المستهدفة. ومن المتوقع أن تُسفر الدراسة عن توفير إطار عمل متكامل لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في المدن الذكية الليبية، مما يُسهم في تحسين كفاءة قطاعات النقل والطاقة والأمن، ويعزز من عملية صنع القرار بناءً على البيانات لدعم التنمية المستدامة في البلاد.

تمت مراجعة الأدبيات المتعلقة بتقنيات تعلم الآلة والتعلم التعزيزي العميق في القسم الثاني. يعرض القسم الثالث تحليلًا شاملاً لأنظمة النقل الذكية، بينما يتناول القسم الرابع الابتكارات الحديثة في مجال الأمن السيبراني. يلخص القسم الخامس التطورات في توليد وإدارة الطاقة في المدن الذكية. كما يقدم القسم السادس استعراضًا لأحدث تطبيقات المركبات الجوية غير المأهولة المعتمدة على تقنيات تعلم الآلة والتعلم التعزيزي العميق في اتصالات الجيل الخامس وما بعده. يركز القسم السابع على الابتكارات في الرعاية الصحية الذكية، بينما يناقش القسم الثامن دور الذكاء الاصطناعي في تطوير المدن الذكية في ليبيا. وفي القسم التاسع، يتم استعراض التحديات البحثية المستقبلية والاتجاهات والحلول المقترحة. أخيرًا، يقدم القسم العاشر خاتمة للمراجعة.

2. مراجعة الأدبيات

تُعتبر المدن الذكية نموذجًا متقدمًا لتحسين جودة الحياة من خلال استخدام التكنولوجيا في إدارة الموارد بشكل فعال ومستدام. في ظل النمو المتسارع في التحضر على المستوى العالمي، مما يضع ضغوطًا هائلة على الأنظمة الحضرية. ومن هنا، تتبنى العديد من الدول مفهوم المدن الذكية لتلبية هذه التحديات، بما في ذلك ليبيا التي بدأت تستثمر في تحسين بنيتها التحتية الحضرية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي. وفقًا لدراسات [1]، [2]، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (ML) تحسين قدرة المدن على التعامل مع البيانات الضخمة التي يتم جمعها عبر أجهزة إنترنت الأشياء

(IoT) وتحليلها لاتخاذ قرارات أكثر كفاءة. يُعد إنترنت الأشياء (IoT) جزءًا أساسيًا من بنية المدن الذكية، حيث يُستخدم لربط الأجهزة والمستشعرات لجمع البيانات الحية. في ليبيا، يمكن أن تساعد هذه التكنولوجيا في تحسين الخدمات العامة مثل إدارة المياه والطاقة والنقل. تشير دراسات [3] إلى أن تقنيات IoT يمكن أن تُسهم في تحسين الأداء البيئي في المدن الليبية عبر مراقبة استخدام الطاقة وتقليل الهدر، وهو أمر حاسم في البيئة الاقتصادية المحلية. تُستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الضخمة في الوقت الفعلي، مما يعزز قدرة المدن على اتخاذ قرارات ذكية. في ليبيا، يعاني العديد من المدن من مشكلات في إدارة حركة المرور، والطاقة، والخدمات الصحية. تقنيات AI يمكن أن توفر حلولاً لتحسين هذه الجوانب من خلال التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، وتحسين إدارة الحركة، ودعم الاستجابة للكوارث الطبيعية. كما أظهرت دراسة [4] أن AI يُسهم في تحسين كفاءة شبكات الطاقة، حيث يمكن التحكم في استهلاك الطاقة بشكل ديناميكي وفعال. التعلم الآلي يعد أحد أكثر التقنيات فاعلية في المدن الذكية لتحليل البيانات وتحسين كفاءة العمليات. في ليبيا، يمكن استخدام ML لتحسين أنظمة النقل، وتحقيق الاستفادة القصوى من الطاقة المتجددة، وتعزيز الأنظمة الصحية. وفقًا لدراسة [5]، يمكن لتقنيات ML أن تحسن إدارة شبكات النقل في ليبيا، مما يقلل من الازدحام ويعزز السلامة. كما يمكن لتقنيات ML أن تساهم في تطوير الأنظمة الذكية للرعاية الصحية، مما يحسن من فعالية التشخيص والعلاج. تنقسم أساليب تعلم الآلة إلى ثلاثة أنواع: التعلم الخاضع للإشراف، والتعلم غير الخاضع للإشراف، والتعلم التعزيزي. يستخدم التعلم التعزيزي خوارزميات من جميع الفروع في سيناريوهات مختلفة كما هو موضح في (الشكل 1). فيما يلي، نقدم لمحة موجزة عن التعلم الخاضع للإشراف والتعلم غير الخاضع للإشراف مع أمثلة. بعد ذلك، سنستعرض التعلم التعزيزي وخوارزمياته الأساسية.



الشكل 1: تصنيف تقنيات تعلم الآلة [6]

في التعلم الخاضع للإشراف، يتم استخدام مجموعة بيانات تحتوي على القيم المدخلة والقيم المستهدفة لتدريب شبكة الذكاء الاصطناعي للعثور على دالة تعيين تربط البيانات المدخلة بالمرجات. ينقسم التعلم الخاضع للإشراف إلى نوعين: الانحدار والتصنيف. من الأمثلة الشهيرة على التعلم الخاضع للإشراف الانحدار الخطي، وآلة المتجهات الداعمة، وغابة القرارات العشوائية. أما في التعلم غير الخاضع للإشراف، فلا تتوفر توجيهات مسبقة؛ حيث يتم توفير مجموعة بيانات مدخلة غير مصنفة لتدريب شبكة الذكاء الاصطناعي بهدف اكتشاف الأنماط المخفية والإجابات والتوزيعات. تشمل مشاكل التعلم غير الخاضع للإشراف أنواعًا مثل التجميع والارتباط. من الأمثلة على ذلك خوارزمية الـ k-means وخوارزمية التشفير التلقائي. التعلم التعزيزي العميق (DRL) هو تقنية متقدمة تساعد في اتخاذ قرارات معقدة في بيئات ديناميكية. في المدن الذكية اللببية، يمكن استخدام DRL لتحسين إدارة المرور، وتوفير حلول ذكية للطاقة، وتعزيز الأمن. وفقًا لدراسة [7]، يمكن لتقنيات DRL أن تلعب دورًا حيويًا في تحسين أنظمة النقل الذكية من خلال إدارة تدفقات الحركة بفعالية، مما يساهم في تقليل الحوادث والانبعاثات. تُعد تقنية البلوك تشين واحدة من الأدوات الهامة في ضمان الشفافية والأمان في المدن الذكية، حيث تُستخدم لتأمين البيانات المجمعة من مختلف المصادر في المدينة. في

ليبيا، يمكن لتقنية البلوك تشين أن تحسن من مستوى الأمان في تطبيقات المدن الذكية مثل الدفع الإلكتروني، وإدارة الطاقة، وحفظ سجلات البيانات الطبية بشكل آمن وموثوق. أظهرت دراسة [8] أهمية البلوك تشين في تطبيقات المدن الذكية من خلال تحسين مستوى الأمان وكفاءة إدارة البيانات.

تُستخدم الطائرات بدون طيار (UAVs) في المدن الذكية لمراقبة وتحليل الحالة البيئية والبنية التحتية. في ليبيا، حيث تأثرت البنية التحتية بعدة صراعات، يمكن للطائرات بدون طيار أن توفر وسيلة فعالة لمراقبة وإصلاح الأضرار. مع ظهور تقنيات الجيل الخامس 5G، يمكن زيادة فعالية هذه الطائرات من خلال تحسين سرعة البيانات وزمن الاستجابة. وفقاً لدراسات [9]، يُمكن لمزيج من UAVs و 5G تحسين القدرة على مراقبة المدخلات البيئية وتسهيل إدارة الكوارث.

في ليبيا، رغم التحسن في بعض مجالات البنية التحتية، إلا أن هناك العديد من التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات المدن الذكية. من بين هذه التحديات: ضعف البنية التحتية الرقمية، نقص الموارد المالية، والتحديات السياسية. ومع ذلك، تعتبر التقنيات مثل AI و ML و DRL أدوات قوية يمكن أن توفر حلولاً لهذه التحديات. تشير دراسة [10] إلى أن التركيز على تطوير السياسات المناسبة للتعامل مع هذه التحديات سيساهم في تسريع تبني هذه التقنيات.

تظهر الأدبيات أن تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم التعزيزي العميق تلعب دوراً محورياً في تطوير المدن الذكية عالمياً، ويُمكن لتطبيق هذه التقنيات في المدن الليبية أن يساهم في تحسين النقل، والطاقة، والأمن. ومع تزايد الاعتماد على هذه التقنيات في كافة المجالات، يتعين على ليبيا مواجهة التحديات المرتبطة بالبنية التحتية والتطور التكنولوجي لضمان تطبيق فعال ومستدام لتقنيات المدن الذكية.

3. نظام النقل الذكي (ITS)

نظام النقل الذكي (ITS) يمثل تطبيقاً مبتكراً يجمع بين تقنيات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) وأجهزة الاستشعار المتقدمة لتحليل البيانات الضخمة، مما يساهم

في تطوير المدن الذكية [11]. بفضل هذه التقنيات، أصبح من الممكن إدارة تدفق الحركة في الوقت الحقيقي، تحسين استراتيجيات إدارة الأسطول، وتطوير مسارات فعالة للركاب والمركبات في البيئات الحضرية [12]. تقنيات AI و ML، وبالأخص DRL، تلعب دوراً رئيسياً في تحقيق هذه الأهداف. تُستخدم شبكات LSTM (الذاكرة طويلة و قصيرة الأجل) لتحليل بيانات المرور على الطرق السريعة وتوقع الازدحام بدقة [13]، بينما يتم الاعتماد على تقنيات DRL لتطوير استراتيجيات مثل إدارة المهام والموارد في الحوسبة الحافة لتحسين جودة تجربة المستخدمين [14]. تُستخدم هذه النماذج أيضاً لتحسين اتصالات المركبات (V2V) عبر بروتوكولات لا مركزية تهدف إلى تقليل التداخل وضمان الكمون المنخفض [15] فيما يخص الطائرات بدون طيار UAVs، فإن استخدامها في نظم النقل الذكية يتوسع بفضل مرونتها، وسرعة حركتها، وقدرتها على العمل كنقاط حوسبة متنقلة لتحسين جودة الخدمة في بيئات مزدحمة [16]. كما أثبتت دراسات حديثة [17] إمكانية استخدام الطائرات بدون طيار لنقل البيانات بكفاءة بين المركبات وتحسين استهلاك الطاقة عبر نماذج DRL

هذه التطورات تمثل قفزة نوعية في نظم النقل الذكية، حيث تجمع بين التحليل الذكي للبيانات، تقنيات الحوسبة المتقدمة، والذكاء الاصطناعي لتلبية احتياجات المدن الذكية وضمان استدامتها.

4. الامن السيبراني

تتطلب المدن الذكية شبكة مترابطة وآمنة من الحساسات والمشغلات والمرسلات لجمع البيانات ومعالجتها ونقلها بكفاءة. هذا الترابط التقني أضاف تحديات الأمن السيبراني التي تستدعي حلولاً مبتكرة. تلعب أجهزة IoT المعتمدة على السحابة دوراً محورياً في مختلف تطبيقات المدن الذكية، حيث يتم توظيفها لضمان خدمات رقمية موثوقة وفعالة [18]. تناولت دراسة [19] تحديات المدن الذكية، مع التركيز على حماية البيانات، أمان الشبكات، تعزيز ثقافة تبادل البيانات، واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم التعزيزي العميق. في [20]، تم استعراض التهديدات الأمنية لإنترنت الأشياء، مع

تقييم بروتوكولات الأمان المعتمدة على التعلم الآلي والتعلم التعزيزي العميق، واقتراح اتجاهات بحثية مستقبلية. هذه الجهود مجتمعة تعزز دور الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في تأمين البنية التحتية للمدن الذكية وضمان استدامتها.

5. الشبكات الذكية

في المدن الذكية، تلعب البيانات الضخمة دورًا محوريًا في تطوير الهيكل التشغيلي SGS وتعزيز كفاءة استخدام الطاقة. تعتمد الشبكات الذكية على أنظمة معلومات واتصالات حديثة، وأجهزة إنترنت الأشياء، وتحليل البيانات الضخمة. تساعد البيانات غير المتجانسة الواردة من مصادر متعددة على تحسين الإدارة واتخاذ القرارات التشغيلية بشكل فعال. كما تُمكن تحليلات البيانات الضخمة من تعزيز أمان شبكات الطاقة، وتحسين قرارات توزيعها، وإدارة أداء الشبكات، وتطبيقات مثل تقييم الحمل، استجابة الطلب، ومواجهة هجمات التلاعب بالبيانات [21].

في [22]، ناقش المؤلفون دور وتطبيقات تقنيات 5G في الشبكات الذكية، مسلطين الضوء على هياكل الاتصالات الحالية والمستقبلية. في [23]، استعرضت دراسة شاملة تطبيقات تقنيات ML أو DRL في الشبكات الذكية، خاصة في الأمن السيبراني. بينما تناولت دراسة [24] تطبيقات DRL في تحليل الأعطال، استقرار الانتقالات، التنبؤ بالحمل، والتحكم بالشبكة. اقترح المؤلفون في [25] نموذجًا تكامليًا يعتمد على تقنيات التعلم الآلي لإدارة الموارد الطاقية المشتركة، مما يضمن توجيه الطاقة إلى الأحمال الحرجة في الظروف الصعبة.

6. التطبيقات المعتمدة على الطائرات بدون طيار باستخدام التعلم المعزز العميق

في الاتصالات الجيل الخامس وما بعد الجيل الخامس

تزايدت متطلبات معدلات البيانات العالية، الموثوقية العالية، وانخفاض زمن الاستجابة، مما دفع شبكات الاتصالات اللاسلكية نحو 5G وما بعده. تُعد تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، لا سيما DRL، أدوات فعّالة لمعالجة تحديات شبكات الاتصال المعقدة ذات البيانات الضخمة [26]. وبينما لعبت هذه التقنيات دورًا كبيرًا في

اتصالات الجيل الخامس، ركزت الدراسات الحديثة على دور الطائرات بدون طيار UAVs في تحسين هذه الشبكات، وهو دور أساسي لاستدامة المدن الذكية. في [27]، طُوّر نموذج مبتكر لتحليل واكتشاف الهجمات الإلكترونية باستخدام تقنيات التعلم المعزز العميق لتحليل تدفقات الشبكة. بينما في [28]، قُدّمت تقنية تعتمد على شبكة عصبية عميقة مشفرة ذاتيًا للكشف الفعال عن التطفل السيبرانية في شبكات الجيل الخامس و IoT رغم الإمكانيات الواعدة للطائرات بدون طيار، تواجه عدة تحديات مثل تغطية الشبكات الخلوية غير الشاملة في السماء، وتصميم الشبكات والهوائيات، فضلاً عن التحديات الاقتصادية. إضافةً إلى ذلك، يتطلب تحسين أدائها معالجة مسائل معقدة مثل فقد الإشارة، وتجنب التصادم، وتحسين استهلاك الطاقة. تقنيات DRL تُعد خيارًا مثاليًا للتعامل مع هذه التحديات، من خلال التعلم الديناميكي للطيران، وتحسين جدولة البيانات، ومعالجة الصور لتحليل التربة والزراعة الدقيقة. في [29]، اقترح شليطة وآخرون إطار عمل يعتمد على شبكة الحالة الصدى (ESN) لتحسين مسارات الطائرات بدون طيار وتخفيف التداخل في المحطات الأساسية الأرضية، مما يعزز الكفاءة الطاقية ويقلل زمن الاستجابة. وفي [30]، طُوّر إطار عمل يستخدم طائرات بدون طيار كأجزاء من الشبكة لتحسين معدلات الإرسال باستخدام تعزيز التعلم Q-learning. أما في [31]، استُخدمت خوارزمية DRL مبنية على ESN لتوجيه الطائرات وتقليل التداخل. أخيرًا، تُعد تقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق أدوات أساسية لتحليل الأنماط وتصنيف الطائرات باستخدام تقنية الرادار، مما يفتح آفاقًا جديدة للبحث.

7. الرعاية الصحية في المدن الذكية والتعلم الآلي

مع التطورات في أجهزة الاستشعار، وإنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية، وزيادة معدلات البيانات، أصبح AI، ML و DRL أدوات رئيسية في الرعاية الصحية الذكية. تسهم هذه التقنيات في تحسين التشخيص، وتوقع العلاجات، وتحليل وسائل التواصل الاجتماعي، والتصوير الطبي. ركزت الدراسات الحديثة على عدة مجالات:

- ❖ دور اتصالات الجيل الخامس في تحسين الرعاية الصحية، مثل ما قدمه [32] الذي ناقش البنية التحتية للرعاية الصحية المعتمدة على 5G.
- ❖ تطبيقات البيانات الضخمة في تحليل وتصنيف وتشخيص الأمراض كما في [33]، مع التحديات المتعلقة بفهم الأطباء للتقنيات والاعتبارات الأخلاقية.
- ❖ التأكيد على دعم الذكاء الاصطناعي للأطباء بدلاً من استبدالهم بالكامل كما أوضح [34]، الذي حدد أربعة مجالات يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحدث تأثيراً فيها.
- ❖ استخدام الذكاء الاصطناعي لاكتشاف الأدوية الجديدة كما ناقشه [35]، وتعزيز أنظمة الرعاية الصحية المعتمدة على إنترنت الأشياء عبر بروتوكولات AI و ML و DRL كما ورد في [36].

8. دور الذكاء الاصطناعي في تطوير المدن الذكية في ليبيا

في ليبيا، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)، والتعلم الآلي (ML)، والتعلم التعزيزي العميق (DRL) أن تلعب دوراً حيوياً في تطوير المدن الذكية رغم التحديات التي تواجهها البلاد. يمكن لهذه التقنيات تحسين إدارة النقل من خلال تحليل حركة المرور وتنظيم تدفق المركبات باستخدام البيانات الضخمة والطائرات بدون طيار (UAVs) كما يمكن تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في الشبكات الكهربائية الذكية، مما يساعد في تقليل الهدر وتحسين التوزيع خاصة في ظل الانقطاعات المتكررة للكهرباء. في مجال الأمن السيبراني، تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في حماية الأنظمة الرقمية ضد الهجمات السيبرانية وتحليل البيانات الضخمة لاكتشاف التهديدات. علاوة على ذلك، يمكن للطائرات بدون طيار أن تدعم خدمات الطوارئ من خلال مراقبة المناطق المتضررة وتوجيه فرق الإنقاذ بشكل أكثر فاعلية. ورغم وجود تحديات مثل ضعف البنية التحتية الرقمية ونقص المهارات المحلية، يمكن لليبيا استثمار هذه التقنيات لتحسين نوعية الحياة وتعزيز التنمية المستدامة في المدن الذكية.

9. التحديات واتجاهات البحث المستقبلية

تُظهر التطبيقات المستندة إلى تقنيات AI، ML، وDRL إمكانات واعدة لتحسين المدن الذكية عالمياً، مع إمكانية تكيفها لدعم تطوير المدن الذكية في ليبيا رغم التحديات الخاصة بها. فيما يلي أهم القضايا البحثية المفتوحة التي يمكن أن تُعزز استخدام هذه التقنيات:

- ❖ مجموعات البيانات: جمع البيانات المحلية لتحسين إدارة النقل والطاقة.
- ❖ الطائرات بدون طيار: تحسين قدرات الطائرات بدون طيار لتعزيز أنظمة النقل واللوجستيات، خاصة في المناطق النائية.
- ❖ البنية التحتية للاتصالات: تحديث البنية التحتية لتتكامل بشكل فعال مع تقنيات 5G وضمان التشغيل السلس.
- ❖ الكفاءة في استهلاك الطاقة: استخدام تقنيات ML لتطوير شبكات كهربائية ذكية وتقليل هدر الطاقة.
- ❖ الأمن السيبراني: تعزيز الأمان السيبراني لتطبيقات المدن الذكية لحمايتها من الهجمات المحتملة.

10. خاتمة

قمنا بإجراء مراجعة شاملة للاتجاهات البحثية والتطورات الحديثة في مجال المدن الذكية، مع التركيز على التحديات والتطبيقات التي تناولتها الدراسات الأكاديمية والصناعية. تضمنت المراجعة دراسة مفاهيم تقنيات AI، ML، وDRL، ودورها الفعال في تصميم استراتيجيات شبه مثالية لتحسين كفاءة المدن الذكية. تم تحليل أحدث التطبيقات لهذه التقنيات في مجالات متنوعة، بما في ذلك الحوكمة الذكية، الشبكات الذكية، الأمن السيبراني، والاتصالات المدعومة بالطائرات المسيرة. كما تمت الإشارة إلى التطبيقات المتزايدة لهذه التقنيات في تحسين خدمات الرعاية الصحية الذكية، مثل التشخيص الدقيق، وأمن أجهزة إنترنت الأشياء الصحية، واستكشاف الأدوية الملائمة. في نهاية المراجعة، قمنا بتسليط الضوء على السياق الليبي، حيث تم مناقشة الإمكانيات والتحديات الفريدة

لتطبيق هذه التقنيات في ليبيا. تواجه البلاد قضايا مثل نقص البيانات، وتحديات البنية التحتية، وضعف التكامل التكنولوجي، مما يجعلها حالة دراسية مميزة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة المدن الذكية. يُعد التركيز على تطوير أنظمة النقل الذكية في مدن كطرابلس وبنغازي، وتعزيز الشبكات الذكية لتقليل الهدر في الطاقة، وضمان الأمن السيبراني، خطوات أساسية نحو بناء مدن ذكية متكاملة ومستدامة في ليبيا.

المراجع

- [1] Liu, Y., Yang, C., Jiang, L., Xie, S., & Zhang, Y. (2019). Intelligent edge computing for IoT-based energy management in smart cities. *IEEE network*, 33(2), 111-117.
- [2] O'Dwyer, E., Pan, I., Acha, S., & Shah, N. (2019). Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions. *Appliedenergy*, 237, 581-597.
- [3] Al-Turjman, F., & Baali, I. (2022). Machine learning for wearable IoT-based applications: A survey. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 33(8), e3635
- [4] Al-Turjman, F. (2017). Information-Centric Sensor Networks for Cognitive IoT: An Overview 1. *Cognitive Sensors and IoT*, 5-40.
- [5] Qurbonova, B., Sulaymanova, S., Akhmedova, N., & Yunusaliyev, M. (2023). Big Data, Artificial Intelligence and Smart Cities. In *E3S Web of Conferences (Vol. 402, p. 03013)*. EDP Sciences.
- [6] Pugliese, R., Regondi, S., & Marini, R. (2021). Machine learning-based approach: Global trends, research directions, and regulatory standpoints. *Data Science and Management*, 4, 19-29.
- [7] De Prado, M., Pazos, N., & Benini, L. (2019, March). Learning to infer: RL-based search for DNN primitive selection on Heterogeneous Embedded Systems. In *2019 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE)* (pp. 1409-1414). IEEE.

- [8] Khan, M. A., Saleh, A. M., Waseem, M., & Sajjad, I. A. (2022). Artificial intelligence enabled demand response: Prospects and challenges in smart grid environment. *Ieee Access*, 11, 1477-1505.
- [9] Khalifa, Z., & Rahal, I. Integration of Blockchain Technology in the Sustainable Supply Chain Management. www.doi.org/10.62341/zkir2928
- [10] Rao, K. S., Lean, C. P., Ng, P. K., Kong, F. Y., Khan, M. R. B., Ismail, D., & Li, C. (2024). AI and ML in IR4. 0: A Short Review of Applications and Challenges. *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, 141-148.
- [11] Zhu, L., Yu, F. R., Wang, Y., Ning, B., & Tang, T. (2018). Big data analytics in intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(1), 383-398.
- [12] Zhang, J., Zheng, Y., & Qi, D. (2017, February). Deep spatio-temporal residual networks for citywide crowd flows prediction. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 31, No. 1).
- [13] Liu, G., Xu, Y. A. N., He, Z., Rao, Y., Xia, J., & Fan, L. (2019). Deep learning-based channel prediction for edge computing networks toward intelligent connected vehicles. *IEEE Access*, 7, 114487-114495.
- [14] Ning, Z., Dong, P., Wang, X., Rodrigues, J. J., & Xia, F. (2019). Deep reinforcement learning for vehicular edge computing: An intelligent offloading system. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 10(6), 1-24.
- [15] Ye, H., Li, G. Y., & Juang, B. H. F. (2019). Deep reinforcement learning based resource allocation for V2V communications. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 68(4), 3163-3173.
- [16] Liu, C. H., Ma, X., Gao, X., & Tang, J. (2019). Distributed energy-efficient multi-UAV navigation for long-term communication coverage by deep reinforcement learning. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 19(6), 1274-1285.

- [17] Zhu, M., Liu, X. Y., & Walid, A. (2019). Deep reinforcement learning for unmanned aerial vehicle-assisted vehicular networks. arXiv preprint arXiv:1906.05015.
- [18] Sengupta, N. (2018). Designing cyber security system for smart cities.
- [19] Braun, T., Fung, B. C., Iqbal, F., & Shah, B. (2018). Security and privacy challenges in smart cities. *Sustainable cities and society*, 39, 499-507.
- [20] Rajadurai, P. (2023). Machine Learning-Based Secure Cloud-IoT Monitoring System for Wireless Communications. *DS Journal of Artificial Intelligence and Robotics*, 1(1), 34-40.
- [21] Alonso, A. M., Nogales, F. J., & Ruiz, C. (2020). Hierarchical clustering for smart meter electricity loads based on quantile autocovariances. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(5), 4522-4530.
- [22] Smith, E., Robinson, D., & Agalgaonkar, A. (2021). Cooperative Control of Microgrids: A Review of Theoretical Frameworks, Applications and Recent Developments. *Energies* 2021, 14, 8026.
- [23] Ponnusamy, V. K., Kasinathan, P., Madurai Elavarasan, R., Ramanathan, V., Anandan, R. K., Subramaniam, U., ... & Hossain, E. (2021). A comprehensive review on sustainable aspects of big data analytics for the smart grid. *Sustainability*, 13(23), 13322.
- [24] Wang, Z., Zhou, Y., Li, Y., Gao, F., Meng, S., & Xu, X. (2023, March). New Energy Access Potential Evaluation in Station Areas Based on Deep Neural Network. In *2023 5th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES)* (pp. 1614-1620). IEEE.
- [25] Hatcher, W. G., Qian, C., Gao, W., Liang, F., Hua, K., & Yu, W. (2021). Towards efficient and intelligent internet of things search engine. *IEEE Access*, 9, 15778-15795.
- [26] Al-Turjman, F. (2020). Intelligence and security in big 5G-oriented IoNT: An overview. *Future generation computer systems*, 102, 357-368.

- [27] Maimó, L. F., Gómez, Á. L. P., Clemente, F. J. G., Pérez, M. G., & Pérez, G. M. (2018). A self-adaptive deep learning-based system for anomaly detection in 5G networks. *Ieee Access*, 6, 7700-7712.
- [28] Rezvy, S., Luo, Y., Petridis, M., Lasebae, A., & Zebin, T. (2019, March). An efficient deep learning model for intrusion classification and prediction in 5G and IoT networks. In 2019 53rd Annual Conference on information sciences and systems (CISS) (pp. 1-6). IEEE.
- [29] Challita, U., Saad, W., & Bettstetter, C. (2018, May). Deep reinforcement learning for interference-aware path planning of cellular-connected UAVs. In 2018 IEEE international conference on communications (ICC) (pp. 1-7). IEEE.
- [30] Bayerlein, H., De Kerret, P., & Gesbert, D. (2018, June). Trajectory optimization for autonomous flying base station via reinforcement learning. In 2018 IEEE 19th International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC) (pp. 1-5). IEEE.
- [31] Challita, U., Saad, W., & Bettstetter, C. (2018). Cellular-connected UAVs over 5G: Deep reinforcement learning for interference management. *arXiv preprint arXiv:1801.05500*.
- [32] Ahad, A., Tahir, M., & Yau, K. L. A. (2019). 5G-based smart healthcare network: architecture, taxonomy, challenges and future research directions. *Ieee access*, 7, 100747-100762.
- [33] Ngiam, K. Y., & Khor, W. (2019). Big data and machine learning algorithms for health-care delivery. *The Lancet Oncology*, 20(5), e262-e273.
- [34] Reddy, S., Fox, J., & Purohit, M. P. (2019). Artificial intelligence-enabled healthcare delivery. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 112(1), 22-28.
- [35] Mak, K. K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug discovery today*, 24(3), 773-780.
- [36] Durga, S., Nag, R., & Daniel, E. (2019, March). Survey on machine learning and deep learning algorithms used in internet of things (IoT) healthcare. In 2019 3rd international conference

on computing methodologies and communication
(ICCMC) (pp. 1018-1022). IEEE.