ISSN: 2732-3781

الإصدار الثالث – العدد الثامن
2025 – 4 – 27

بحث بعنوان

الذكاء الاصطناعي الجغرافي ودوره في البلديات

إعداد

م. رزان وليد الربيع

رئيس قسم نظم المعلومات الجغرافية

دائرة التنظيم والتخطيط

الملخص

يُعرَف الذكاء الإصطناعي الجغرافي (GEO AI) بأنه تقنية دمج الذكاء الإصطناعي مع البيانات الجغرافية المكانية لتسريع فهم العالم الحقيقي، واستخراج المعلومات من البيانات بسرعة أكبر. إذ تعمل هذه التقنية على تقليل الوقت الذي يتم من خلاله استخراج المعلومات من البيانات وبالتالي المساعدة على إدراك العلاقات بين المظاهر واتخاذ القرار المناسب. فالهدف من الذكاء الإصطناعي الجغرافي هو إنشاء أنظمة ذاتية التعلم قادرة على إنشاء الخرائط واستخلاص المعلومات بناءً على مدخلات البيانات والأوامر والأكواد (Codes) ضمن البيئة البرمجية المناسبة.

و يركز هذا البحث على تسليط الضوء على تأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الجغرافي في إدارة البلديات، حيث أن تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي يظهر كحلًا فعّالًا لتحسين إدارة المدن وجودة الخدمات الحضرية. البحث يكشف عن فعالية هذا التكامل في تحليل البيانات و اتخاذ قرارات فعّالة.

Abstract

Geospatial Artificial Intelligence (GEO AI) is the technology of combining artificial intelligence with geospatial data to accelerate understanding of the real world and to extract information from data more quickly. This technology reduces the time it takes to extract information from the data and thus helps to understand the relationships between features to make the appropriate decision.

The goal of geographic artificial intelligence is to create self-learning systems capable of creating maps and extracting information based on data inputs, commands, and codes within the appropriate software environment.

This research focuses on shedding light on the impact of geospatial artificial intelligence (Geo AI) technology on municipal management, where the integration of (Geo AI) technology emerges as an effective solution to enhance city management and quality of urban services. the research reveals the effectiveness of this integration in data analysis and making informed decisions.

المقدمة

مع تطور التكنولوجيا في السنوات الأخيرة، أصبح الذكاء الاصطناعي الجغرافي GEOAI (Geospatial Artificial Intelligence) من الأدوات الفعالة التي يمكن أن تُحدث تحولًا كبيرًا في كيفية إدارة البلديات للموارد والخدمات الحضرية. حيث يعتمد الذكاء الاصطناعي الجغرافي على دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل البيانات الجغرافية والبيئية، مما يساهم في تحسين اتخاذ القرارات وتطوير البنية التحتية وتقديم الخدمات العامة بكفاءة أكبر.

و كما نعلم بأن البلديات في العصر الحديث تواجه تحديات معقدة في مجالات عدة مثل التخطيط الحضري، إدارة الموارد، وتحسين الخدمات العامة. ومن خلال استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي، يمكن للبلديات تحسين قدرتها على التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، إدارة الأزمات بشكل أكثر فاعلية، ورفع مستوى الخدمات المقدمة للمواطنين. ومع ذلك، تظل هناك تحديات مثل البنية التحتية التقنية، نقص الخبرات البشرية، والقيود المالية التي قد تعيق تطبيق هذه التقنيات.

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تطوير البلديات، من خلال استعراض تطبيقات هذه التقنيات في مجالات مختلفة، والتعرف على الفوائد التي يمكن أن تحققها البلديات، بالإضافة إلى التحديات والعوائق التي قد تواجه تطبيق هذه التقنيات في العمل البلدي.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة هذا البحث في أن الذكاء الاصطناعي الجغرافي رغم إمكانياته الكبيرة في تحسين أداء البلديات، إلا أن هناك تحديات كبيرة في تطبيقه بشكل فعّال.

تتمثل المشكلة الرئيسية في البحث في عدة أبعاد :

- نقص البنية التحتية التقنية :كثير من البلديات تفتقر إلى الأنظمة المتقدمة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أو البنية التحتية السحابية اللازمة لتحليل البيانات الجغرافية بشكل فعال، مما يحد من إمكانية الاستفادة الكاملة من الذكاء الاصطناعي الجغرافي.
- التحديات في جمع وتحليل البيانات :تواجه البلديات صعوبة في جمع البيانات الجغرافية الدقيقة والشاملة، بالإضافة إلى تحديات تحليل كميات ضخمة من البيانات في الوقت الفعلي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.
- محدودية الوعي والتدريب :في العديد من البلديات، لا يوجد الوعي الكافي أو التدريب المناسب للموظفين لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي بفعالية. هذه الفجوة في المهارات والمعرفة تجعل من الصعب تطبيق هذه التقنيات في تحسين الخدمات.
- التكلفة العالية :تكلفة تبني التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي الجغرافي قد تكون عالية بالنسبة للعديد من البلديات، خصوصًا في المدن الصغيرة أو ذات الميزانيات المحدودة، مما يجعل من الصعب تفعيل هذه الأدوات في تحسين أداء البلديات.
- المخاوف المتعلقة بالخصوصية والأمن :استخدام البيانات الجغرافية في الذكاء الاصطناعي يثير أيضًا مخاوف حول خصوصية المواطنين وأمن المعلومات، وهو ما يمكن أن يعوق استخدام هذه التقنيات في بعض البلديات.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تحقيق الأهداف التالية :

1. دراسة دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات و كيف تعمل تطبيقاته على تحسين التخطيط الحضري ، إدارة المرور ، إدارة الأزمات و الكوارث الطبيعية.
2. استكشاف التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات و تحليل الفوائد التي يمكن أن تحققها هذه التطبيقات .
3. دراسة التحديات التي قد تواجه البلديات عند تنفيذ تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي ، مثل التحديات التقنية، المالية، الإدارية و التحديات المتعلقة بالخصوصية و الأمان.
4. تقديم توصيات عملية للبلديات حول كيفية تبني وتطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي بشكل فعّال في تحسين خدماتها وزيادة كفاءتها .

أهمية البحث

تحسين الإدارة المحلية : يمكن للذكاء الاصطناعي الجغرافي أن يساعد البلديات في تحسين عمليات التخطيط العمراني، وإدارة الموارد، وتوزيع الخدمات بشكل أكثر فعالية. من خلال استخدام البيانات الجغرافية والذكاء الاصطناعي، يمكن تحسين اتخاذ القرارات.

تحقيق الكفاءة في الخدمات العامة : باستخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي، يمكن تحسين توزيع الخدمات الأساسية مثل الكهرباء، المياه، والصرف الصحي، والنقل العام. وهذا يساعد البلديات على زيادة الكفاءة وتقليل التكاليف.

الاستجابة للطوارئ والكوارث الطبيعية : يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحسين استجابة البلديات للكوارث الطبيعية أو الطوارئ، مثل الزلازل أو الفيضانات. يساعد في التنبؤ بالمناطق المعرضة للخطر وتوزيع الموارد والإغاثة بشكل أسرع.

تعزيز الابتكار الحكومي : استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي و تفعيله يساهم في دعم الابتكار الحكومي عن طريق دمج التكنولوجيا الحديثة في تحسين إدارة البلديات والارتقاء بمستوى الخدمات المقدمة للمواطنين.

استدامة التنمية : يمكن أن يسهم الذكاء الاصطناعي الجغرافي في بناء مدن ذكية ومستدامة من خلال تحسين استدامة الموارد، ومراقبة نمو المدن، وتطوير استراتيجيات للنمو العمراني المستدام.

تحسين عمليات اتخاذ القرار: يمكن لتحليل البيانات الضخمة و استخدام ادوات الذكاء الاصطناعي الجغرافي ان يوفر رؤى و توجيهات مبنية على البيانات ، و الذي بدوره يساهم في دعم صنع القرارات الحكومية.

أسئلة البحث

1. ما هو الذكاء الاصطناعي الجغرافي و ما هي مكوناته و أدواته و مجالات استخدامه ؟
2. كيف يمكن للذكاء الاصطناعي الجغرافي تحسين التخطيط الحضري وإدارة البنية التحتية في البلديات؟
3. ما دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحسين إدارة المرور و إدارة الأزمات و الكوارث الطبيعية ؟
4. ما هي التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات؟
5. ما هي الفوائد التي يمكن أن تحققها البلديات باستخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي؟

6. ما هي التحديات التي قد تواجه البلديات في تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكيف يمكن التغلب عليها؟

الفصل الأول :

مقدمة في الذكاء الاصطناعي الجغرافي

الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geospatial AI) هو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي الذي يتعامل مع البيانات الجغرافية المكانية ويستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل، معالجة، وفهم هذه البيانات من أجل اتخاذ قرارات أفضل وتحقيق نتائج دقيقة في العديد من التطبيقات.

يعتمد هذا المجال على دمج البيانات المكانية (مثل الخرائط، الصور الفضائية، وبيانات الاستشعار عن بعد) مع تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي (Machine Learning) والتعلم العميق (Deep Learning) لتحليل الأنماط والعلاقات المكانية وتوفير حلول عملية في مجالات متنوعة مثل التخطيط الحضري، إدارة الموارد، التنبؤ بالكوارث، والعديد من المجالات الأخرى.

مكونات الذكاء الاصطناعي الجغرافي :

1. البيانات الجغرافية المكانية :تشمل هذه البيانات المعلومات المرتبطة بموقع معين على سطح الأرض مثل الخرائط الرقمية، الصور الجوية، الأقمار الصناعية، بياناتGPS ، وبيانات الاستشعار عن بعد.
2. التحليل المكاني :يشمل استخدام أدوات وتقنيات لتحليل الأنماط المكانية مثل توزيع السكان، حركة المرور، أو الكوارث الطبيعية في مناطق معينة.

3. الذكاء الاصطناعي :(AI) يشمل استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي، الشبكات العصبية الاصطناعية، وتحليل البيانات الكبيرة لاستخلاص استنتاجات وتقديم حلول تعتمد على البيانات الجغرافية.

ما هي مجالات استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)؟

يستخدم الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GEOAI) في مختلف المجالات والتطبيقات لمجابهة التحديات واقتناص الفرص بشكل استباقي.

(1) التخطيط الحضري وإدارة المدن :

- تحليل التخطيط العمراني والتوسع السكاني.
- تحسين إدارة المرور وتخطيط البنية التحتية.
- مراقبة جودة الهواء والتغيرات البيئية في المدن

(2) الزراعة الذكية :

- تحليل صور الأقمار الصناعية لتقييم صحة المحاصيل.
- التنبؤ بالكوارث الزراعية مثل الجفاف والآفات.
- تحسين إدارة الموارد المائية والأسمدة.

(3) التغيرات المناخية وحماية البيئة :

- مراقبة إزالة الغابات والتصحر.
- تحليل ذوبان الجليد وتغيرات مستوى سطح البحر.

- التنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل الفيضانات والزلازل

(4) الامن والدفاع :

- تحليل صور الأقمار الصناعية لاكتشاف التهديدات الأمنية.
- تحسين المراقبة الحدودية باستخدام الذكاء الاصطناعي.
- تخطيط وتحليل العمليات العسكرية ميدانيًا.

(5) النقل والمواصلات :

- تحسين أنظمة الملاحة وتوجيه المركبات ذاتية القيادة.
- تحليل تدفق حركة المرور لتقليل الازدحام.
- تحسين تخطيط شبكات النقل العام.

(6) ادارة الموارد الطبيعية :

- رصد مصادر المياه العذبة وتحليل استدامتها.
- تحليل توزيع الموارد الطبيعية مثل النفط والغاز.
- تحسين استراتيجيات الحفاظ على البيئة.

(7) الاستجابة للكوارث والطوارئ :

- التنبؤ بالكوارث الطبيعية واتخاذ التدابير الوقائية.
- تحسين عمليات البحث والإنقاذ باستخدام البيانات الجغرافية.
- تقييم الأضرار بعد الكوارث لمساعدة جهود الإغاثة.

(8) الأعمال والتجارة :

- تحليل المواقع الجغرافية لاختيار مواقع الفروع الجديدة.
- تحسين سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية.
- تحليل الأسواق بناءً على البيانات الجغرافية والسكانية.

أفضل أدوات الذكاء الاصطناعي لتحليلات الجغرافيا المكانية :

1) ArcGIS Desktop : عبارة عن مجموعة شاملة من برامج GIS (نظام المعلومات الجغرافية) المكتبية التي طورتها شركة .Esri تتيح هذه الأداة للمستخدمين إجراء تحليلات مكانية متقدمة وتصور البيانات وإدارة البيانات الجغرافية. يتضمن ArcGIS Desktop تطبيقات قوية مثل ArcMapو ArcCatalog، والتي تُستخدم على نطاق واسع في تأليف وتحرير GIS التقليدي. بالإضافة إلى ذلك، يوفر ArcGIS Desktop إمكانية الوصول إلى ArcGIS Pro (برنامج GISالمكتبي من الجيل التالي) ، والذي يوفر إمكانيات محسّنة لتصوّر البيانات وتحليلها في بيئات ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد وحتى رباعية الأبعاد.

يتضمن ArcGIS Desktop أيضًا اشتراكًا فيArcGIS Online ، مما يتيح للمستخدمين التعاون ومشاركة أعمالهم عبر المنصات. علاوة على ذلك، يتم دعم الأداة من خلال مجموعة من الامتدادات الاختيارية مثل ArcGIS 3D Analyst و Geostatistical Analystو Spatial Analyst، والتي تضيف قدرات تحليلية متخصصة إلى البرنامج الأساسي.

2) ARCGIS ONLINE :هو نظام معلومات جغرافية قائم على السحابة يمكّن المؤسسات من إنشاء وإدارة ومشاركة البيانات الجغرافية والخرائط والتطبيقات ضمن بيئة تعاونية وآمنة. صُمِّم

ArcGIS Onlineلتبسيط سير العمل، وهو يوفر بنية تحتية قابلة للتطوير تدعم كل شيء من رسم الخرائط البسيطة إلى تحليل البيانات المعقدة، مما يساعد المستخدمين على اتخاذ قرارات مستنيرة بناءً على رؤى مكانية في الوقت الفعلي. تتكامل المنصة بسلاسة مع منتجات ArcGIS الأخرى، مما يضمن اتساق البيانات عبر جميع التطبيقات المتصلة.

3) فلاي بيكس AI (FlyPix AI) :هي منصة جغرافية مكانية مصممة لتحليل سطح الأرض باستخدام الذكاء الاصطناعي المتقدم وهي متخصصة في اكتشاف وتحليل الأشياء داخل الصور الجغرافية المكانية.

4) QGIS : هو برنامج مجاني ومفتوح المصدر لنظام المعلومات الجغرافية (GIS) يتيح للمستخدمين إنشاء معلومات جغرافية مكانية وتحريرها وتصورها وتحليلها ونشرها على منصات مختلفة.

5) GRASS GIS (نظام دعم تحليل الموارد الجغرافية) : هو مجموعة برامج مفتوحة المصدر مصممة لإدارة وتحليل البيانات الجغرافية المكانية ومعالجة الصور والنمذجة المكانية والتصور.

6) GOOGLE EARTH ENGINE : عبارة عن منصة تعتمد على السحابة مصممة لتحليل البيانات البيئية واسعة النطاق. وهي توفر إمكانية الوصول إلى مجموعة ضخمة من صور الأقمار الصناعية ومجموعات البيانات الجغرافية المكانية، مما يسمح للمستخدمين بتحليل وتصور التغيرات على سطح الأرض.

7) LEAFLET :هي مكتبة JavaScript مفتوحة المصدر مصممة لإنشاء خرائط تفاعلية صديقة للهواتف المحمولة.

8) MAPBOX :عبارة عن منصة استخبارات موقعية تقدم مجموعة من الأدوات لإنشاء خرائط قابلة للتخصيص وخدمات الملاحة والمواقع لمختلف الصناعات، بما في ذلك صناعة السيارات والخدمات اللوجستية وتطوير تطبيقات الهاتف المحمول والمزيد.

9) GEOMEDIA :عبارة عن منصة مرنة لإدارة نظم المعلومات الجغرافية مصممة لمساعدة المؤسسات على تجميع وتحليل البيانات الجغرافية المكانية من مصادر متعددة في عرض خريطة موحد واحد.

10) GLOBAL MAPPER :هو برنامج متعدد الاستخدامات لنظم المعلومات الجغرافية مصممًا للمبتدئين والمحترفين في مجال المعلومات الجغرافية المكانية.

11) POSTGIS

12) EAST VIEW GEOSPATIAL

13) SNAP (منصة تطبيق SENTINEL)

14) GEOPANDAS

الفصل الثاني :

دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات

1. دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحسين التخطيط الحضري

ما هو التخطيط الحضري و ما هي الجوانب التي يشملها هذا المجال ؟

التخطيط الحضري هو عملية تنظيم وتنسيق استخدام الأراضي والتصميم العمراني في المدن والمناطق الحضرية بهدف تحسين البيئة المعيشية للسكان وتعزيز الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية فهو يهدف إلى خلق بيئة متوازنة تحسن نوعية الحياة وتلبي احتياجات جميع فئات المجتمع يشمل هذا المجال عدة جوانب مثل:

- توزيع الأراضي : تحديد الأماكن المناسبة للاستخدامات المختلفة مثل السكن، والتجارة، والصناعة، والمرافق العامة.
- التصميم العمراني : تطوير البنية التحتية للمدن من طرق ومواصلات، وشبكات مياه وكهرباء، ومساحات خضراء.
- النقل والمواصلات : تحسين وتوسيع وسائل النقل العامة والخاصة لضمان التنقل السلس.
- الاستدامة البيئية : الحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من التلوث.
- المجتمع والمشاركة العامة : إشراك المجتمع في اتخاذ القرارات المتعلقة بتطوير البيئة الحضرية.

يعد الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geospatial AI) من الأدوات الحديثة التي تعزز القدرة على تحسين التخطيط الحضري بشكل كبير عن طريق :

- **تحليل البيانات الجغرافية الكبيرة(Big Data)**

الذكاء الاصطناعي الجغرافي قادر على تحليل كميات ضخمة من البيانات الجغرافية مثل الصور الفضائية، بيانات الاستشعار عن بُعد، والخرائط الرقمية. من خلال تحليل هذه البيانات، يمكن للمخططين الحضريين تحديد التغيرات في استخدام الأراضي، حالة البنية التحتية، والتغيرات البيئية على مر الزمن. هذا يوفر رؤى دقيقة حول الاتجاهات الحالية والمستقبلية.

- **التنبؤ بالنمو السكاني و التوسع الحضري**

من خلال تحليل بيانات الزيادة السكانية على الخرائط الجغرافية، يساعد الذكاء الاصطناعي في فهم الاتجاهات المستقبلية للنمو السكاني. يتيح هذا للمخططين معرفة أين سيكون التركيز الأكبر في المستقبل من حيث السكن، وبالتالي اتخاذ قرارات بشأن تطوير المناطق السكنية والخدمات العامة بشكل فعال.

- **تخطيط وتوزيع استخدام الأراضي**

الذكاء الاصطناعي الجغرافي يساهم في تحسين توزيع الأراضي في المدن من خلال تحليل الأنماط الجغرافية. يمكن أن يساعد في تحديد الأماكن المثلى لتوزيع المناطق السكنية، التجارية، والصناعية بما يتوافق مع الاستخدامات الحالية والمستقبلية للأراضي. يمكن كذلك تحديد المناطق الأكثر ملاءمة لإنشاء مساحات خضراء أو منشآت عامة.

- **محاكاة وتخطيط المستقبل الحضري**

يمكن للذكاء الاصطناعي الجغرافي إنشاء نماذج محاكاة لمدن المستقبل. من خلال دمج البيانات الجغرافية مع التنبؤات المستقبلية، يمكن إنشاء تصورات حول كيفية تغير المناطق الحضرية مع مرور الوقت. يمكن للمخططين استخدام هذه المحاكاة لتحديد أفضل الطرق لتوسيع المدن أو تحسين استخدام الأراضي لتلبية احتياجات السكان المتزايدة.

- **التفاعل مع المواطنين**

من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، يمكن للمواطنين أن يشاركوا في عمليات التخطيط الحضري من خلال تقديم ملاحظاتهم وأفكارهم حول مشاكل معينة في مدينتهم. يساعد ذلك في تحسين الشفافية والمشاركة المجتمعية في اتخاذ القرارات المتعلقة بتطوير المدينة.

- **تحسين استدامة الموارد الطبيعية**

الذكاء الاصطناعي الجغرافي يساهم في إدارة الموارد الطبيعية بشكل أكثر كفاءة. من خلال تحليل الأنماط الجغرافية المتعلقة بالموارد مثل المياه والطاقة، يمكن تحديد الأماكن التي تحتاج إلى تحسين في استخدام هذه الموارد. يمكن أيضًا تحسين إدارة النفايات في البلديات عن طريق مراقبة الأماكن التي تجمع فيها النفايات أو تتراكم بشكل زائد، وبالتالي اتخاذ قرارات لإعادة التوزيع أو توفير أفضل الخدمات.

- **مراقبة الجودة البيئية**

من خلال دمج بيانات الاستشعار عن بُعد (مثل الأقمار الصناعية) مع الذكاء الاصطناعي، يمكن مراقبة حالة البيئة في المدن بشكل مستمر. يمكن أن تساعد هذه التقنية في تتبع مستويات التلوث، جودة الهواء، وتحليل استخدام الأراضي الزراعية والحدائق. ذلك يساعد البلديات في تحسين الظروف البيئية وضمان أن المشاريع الحضرية تتوافق مع المعايير البيئية.

2. دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي في إدارة المرور :

الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geospatial AI) يلعب دوراً حيوياً في إدارة المرور داخل البلديات من خلال دمج البيانات الجغرافية مع تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل حركة المرور بشكل دقيق وتحسين تدفق السيارات والمشاة في المدينة عن طريق :

- **تحليل حركة المرور وتحسين شبكات النقل**

الذكاء الاصطناعي الجغرافي يمكنه تحليل حركة المرور في المدن من خلال تحليل البيانات التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار والكاميرات حيث يمكنه تقديم حلول لتحسين تدفق حركة المرور وتقليل الازدحام و يمكنه ايضًا أن يُحسن إدارة وسائل النقل العامة، مثل الحافلات والقطارات، من خلال تتبع مواقعها وتوقع

أوقات الوصول بناءً على حركة المرور . فهذا يساعد في تحسين الكفاءة وتقليل التأخير في جداول النقل العام، مما يعزز تجربة الركاب ويقلل من الازدحام في الطرق.

- **تحسين إشارات المرور الذكية**

حيث أنه يمكن تعديل توقيت الإشارات بشكل ديناميكي بناءً على تدفق حركة المرور في الوقت الفعلي. هذه الأنظمة الذكية تعتمد على تحليل البيانات الجغرافية لحركة السيارات والمشاة لتوجيه تدفق المرور بفعالية، مما يقلل من الازدحام ويساعد في تقليل أوقات الانتظار.

- **إدارة حركة المرور أثناء الأحداث الكبرى**

يمكن تحليل حركة المرور بشكل ديناميكي أثناء الأحداث الكبرى مثل المباريات الرياضية أو المهرجانات. و بالتالي يمكن تحديد المسارات البديلة، إدارة توقيت إشارات المرور، وتوجيه المركبات بشكل فوري لضمان سلاسة الحركة أثناء الفعاليات الكبيرة.

- **مراقبة حركة المشاة وركاب الدراجات**

الذكاء الاصطناعي الجغرافي لا يقتصر فقط على المركبات، بل يمكنه أيضًا تحليل حركة المشاة وركاب الدراجات. من خلال رصد التدفق والتوزيع الجغرافي للمشاة والدراجات، يمكن تحسين المسارات المخصصة للمشاة وتوفير مسارات آمنة ومناسبة لهم، مما يعزز سلامتهم ويسهم في تنظيم حركة المرور بشكل عام.

- **توجيه المركبات بشكل ذكي**

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتوجيه المركبات بشكل ذكي إلى طرق أقل ازدحامًا أو أكثر كفاءة. على سبيل المثال، يمكن للأنظمة الذكية التي تستخدم البيانات الجغرافية تحليل حركة المرور في

الوقت الفعلي وتوجيه السائقين عبر تطبيقات التنقل الذكية (مثل خرائط جوجل أو أنظمة GPS أخرى) إلى الطرق التي توفر الوقت وتقلل من الازدحام.

- **تحليل تأثير التغييرات في البنية التحتية**

يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتحليل تأثير التغييرات في بنية الطرق على حركة المرور. عندما يتم إضافة مخرج جديد أو تعديل تقاطع معين، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحاكي كيفية تأثير هذا التغيير على تدفق المرور ويعطي رؤى حول كيفية تحسين الشبكة لتقليل الازدحام.

3. دور الذكاء الإصطناعي الجغرافي في إدارة الأزمات والكوارث الطبيعية :

الذكاء الاصطناعي الجغرافي في إدارة الأزمات والكوارث الطبيعية يُعد من الأدوات الحيوية التي تساهم في تعزيز القدرة على الاستجابة السريعة والفعالة لمختلف الأزمات والكوارث الطبيعية مثل الفيضانات، الزلازل، الحرائق، والأعاصير. يعتمد هذا النوع من الذكاء الاصطناعي على دمج البيانات الجغرافية المكانية مع تقنيات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي لتحليل الوضع الراهن، التنبؤ بالتهديدات، وتنظيم استجابة فرق الإنقاذ. ومن التطبيقات الأساسية للذكاء الاصطناعي الجغرافي في هذا المجال:

- **التنبؤ بالكوارث الطبيعية**

يستفيد الذكاء الاصطناعي الجغرافي من البيانات التاريخية والطوبوغرافية والبيئية للتنبؤ بالكوارث الطبيعية. من خلال تحليل البيانات المكانية باستخدام تقنيات مثل التعلم العميق والشبكات العصبية الاصطناعية، يمكن للنظام التنبؤ بحدوث الكوارث مثل الزلازل أو الفيضانات قبل وقوعها.

- **الاستجابة السريعة للأزمات**

يتيح الذكاء الاصطناعي تحليل الصور الجوية والبيانات المكانية الحية (مثل بيانات الأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار) لتحديد المواقع الأكثر تضررًا وتوجيه فرق الإنقاذ إلى المواقع الأكثر حاجة و يساعد أيضًا في تقييم حجم الأضرار وتحديد الأماكن التي تحتاج إلى مساعدات عاجلة.

- **إدارة الموارد أثناء الكوارث**

إدارة الموارد (مثل فرق الإنقاذ، الإمدادات الطبية، والمواد الغذائية) تعتبر من أكبر التحديات أثناء الكوارث. الذكاء الاصطناعي الجغرافي يساهم في تحسين تخصيص الموارد وتوجيهها حيثما تكون هناك حاجة إليها.

- **التواصل مع الجمهور وتحذيرات الطوارئ**

في أثناء الأزمات، تعتبر سرعة التواصل مع الجمهور أمرًا بالغ الأهمية. يساعد الذكاء الاصطناعي في تقديم تحذيرات للطوارئ بشكل فعال، وتوجيه السكان بعيدًا عن المناطق الخطرة.

- **التنسيق بين المؤسسات الحكومية والخاصة**

في أوقات الأزمات، يصبح التنسيق بين مختلف الهيئات أمرًا بالغ الأهمية. يمكن للذكاء الاصطناعي أن يعزز التعاون بين المنظمات الحكومية، المنظمات غير الحكومية، والقطاع الخاص من خلال توفير منصة موحدة لتحليل البيانات واتخاذ القرارات.

التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات و فوائدها

الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GIS AI) يقدم العديد من التطبيقات العملية ذات فوائد عديدة و التي بدورها يمكن أن تحسن كفاءة العمل داخل البلديات، وتسهم في تطوير بيئة حضرية أكثر استدامة وفعالية. ومن هذه التطبيقات العملية التي تستخدمها البلديات:

1. نظام ذكي لإدارة الطوارئ :

- التطبيق : تطوير نظام ذكاء اصطناعي يستخدم البيانات الجغرافية وتحليلها لتحديد مواقع الحوادث أو الكوارث الطبيعية (مثل الحرائق أو الفيضانات) وتوجيه فرق الطوارئ إلى المواقع الأكثر احتياجًا بسرعة.
- الفائدة : تسريع استجابة الطوارئ وتقليل زمن الوصول إلى المواقع المتأثرة، وبالتالي الحد من الخسائر في الأرواح والأضرار.

2. تحسين تخطيط شبكة النقل العام :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الجغرافية المتعلقة بحركة المرور، الكثافة السكانية، ونقاط النقل العام (مثل محطات المترو والحافلات) لتحديد أفضل المسارات والمواقف.
- الفائدة : تحسين كفاءة النظام العام للنقل، تقليل الازدحام، وتحسين تجربة الركاب.

3. تحليل نمط استهلاك الطاقة في المناطق الحضرية :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات استهلاك الطاقة في كل منطقة داخل المدينة بناءً على المواقع الجغرافية للأبنية والمرافق. يمكن تحديد الأماكن التي تحتاج إلى تحسين في كفاءة الطاقة.
- الفائدة : تحسين استهلاك الطاقة وتقليل النفقات.

4. مراقبة وإدارة الجودة البيئية :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لمراقبة مستوى التلوث (الهواء، المياه، التربة) في مناطق مختلفة من المدينة باستخدام البيانات الجغرافية والمستشعرات البيئية.
- الفائدة : تحسين التنبؤات البيئية واتخاذ إجراءات سريعة للحد من التلوث، وتعزيز الحياة الصحية للمواطنين.

5. إدارة النفايات الذكية :

- التطبيق : تطوير نظام ذكي يقوم بتحليل بيانات مواقع الحاويات، وجداول جمع النفايات، وأوقات الذروة. يمكن للنظام التنبؤ بالزيادة أو النقص في النفايات ويوجه فرق جمع النفايات بكفاءة.
- الفائدة : تحسين عمليات جمع النفايات، تقليل التكاليف، وزيادة نظافة المدن.

6. مراقبة النمو العمراني والتوسع :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات الأقمار الصناعية وصور الخرائط لتتبع نمو المدينة ومراقبة التوسع العمراني بشكل دقيق.
- الفائدة : تحسين استراتيجيات التخطيط العمراني، تحديد المناطق التي تتطلب تطويرًا إضافيًا، وتفادي النمو العشوائي.

7. إدارة الحشود والفعاليات الكبرى :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل حركة الحشود أثناء الفعاليات الكبرى * (مهرجانات، مباريات رياضية، مؤتمرات) بناءً على البيانات الجغرافية والمرئية.
- الفائدة : ضمان سلامة الأشخاص، تحسين حركة المرور، والتقليل من الازدحام والمشاكل الأمنية.

8. تحليل بيانات الجريمة وتوزيع قوات الشرطة :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتحليل بيانات الجرائم في المدينة عبر خرائط تفاعلية. يمكن تحديد الأنماط الزمنية والمكانية للجرائم لتوزيع قوات الشرطة بشكل أكثر كفاءة.
- الفائدة : تعزيز الأمن والسلامة في المناطق الأكثر تأثرًا بالجريمة وتحقيق استجابة أسرع.

9. إدارة موارد المياه الذكية :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل استخدام المياه في المناطق المختلفة بناءً على البيانات الجغرافية. يمكن تحديد المناطق التي تشهد إهدارًا للمياه أو التي تحتاج إلى أنظمة ري أو إمدادات محسّنة.
- الفائدة : تحسين كفاءة استخدام المياه، الحفاظ على الموارد المائية، وتوجيه استراتيجيات صيانة الشبكات.

10. إدارة وتوزيع المرافق العامة مثل الحدائق والخدمات الاجتماعية :

- التطبيق : تحليل بيانات المواقع الجغرافية للمرافق العامة مثل الحدائق، والمدارس، والمراكز الثقافية باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين توزيع هذه الخدمات.
- الفائدة : ضمان توفير المرافق العامة بشكل عادل في كافة أنحاء المدينة، وتحسين جودة حياة المواطنين.

11. تطوير خرائط تفاعلية للمناطق التاريخية والثقافية :

- التطبيق : استخدام الذكاء الاصطناعي لإنشاء خرائط تفاعلية للمناطق التاريخية والثقافية، مع إضافة تفاصيل جغرافية حول المواقع السياحية والفعاليات المحلية.
- الفائدة : تعزيز السياحة الثقافية وتوجيه الزوار بشكل أفضل إلى الأماكن التاريخية.

الفصل الثالث :

التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي في البلديات

(1)التحديات التقنية :

- جمع وتحليل البيانات : تحتاج البلديات إلى جمع كميات ضخمة من البيانات الجغرافية (مثل خرائط المدينة، بيانات النقل، استخدام الأراضي، المناخ، إلخ)، وتحليلها بطريقة دقيقة وفعالة. ولكن، البيانات قد تكون غير مكتملة أو غير دقيقة في بعض الأحيان، ما يجعل معالجتها صعبة.
- تكامل الأنظمة : تواجه البلديات صعوبة في دمج البيانات من مصادر متعددة ومتنوعة (مثل بيانات جغرافية، بيئية، اقتصادية، اجتماعية) ضمن أنظمة ذكية تعمل معًا. قد تتفاوت الأنظمة المستخدمة من بلدية إلى أخرى، ما يعقد عملية التكامل.
- البنية التحتية التكنولوجية : تحتاج البلديات إلى بنية تحتية قوية لدعم تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، مثل الخوادم عالية الأداء، وتكنولوجيا التخزين المتقدمة، وتوافر اتصال إنترنت سريع ومستقر. في بعض المناطق، قد تكون هذه البنية التحتية غير كافية.
- التدريب وتطوير المهارات : يتطلب تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي مهارات متخصصة مثل تحليل البيانات الجغرافية، وبرمجة الذكاء الاصطناعي، وفهم الأنماط الحضرية. البلديات قد تواجه صعوبة في تدريب الموظفين أو توظيف الخبرات التقنية اللازمة.

(2)التحديات الادارية :

- مقاومة التغيير: قد تواجه البلديات مقاومة من قبل الموظفين أو المسؤولين بسبب الخوف من التغيير أو القلق من تأثير الذكاء الاصطناعي على الوظائف التقليدية. هذا قد يؤدي إلى صعوبة في تنفيذ المبادرات التكنولوجية الجديدة.
- إدارة التغيير التنظيمي : تطبيق الذكاء الاصطناعي يتطلب تغييرات في أساليب العمل والإجراءات الإدارية. البلديات تحتاج إلى تطوير استراتيجيات لإدارة هذه التغييرات بنجاح، وضمان انسجام التكنولوجيا مع السياسات الحالية.
- التنسيق و التعاون بين الإدارات المختلفة : البلديات غالبًا ما تتكون من عدة إدارات تعمل بشكل مستقل. تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي يتطلب التنسيق بين هذه الإدارات لضمان تكامل البيانات وفاعلية الأنظمة. إذا كانت الإدارات لا تعمل بشكل متكامل، فإن استخدام الذكاء الاصطناعي قد يفشل.
- تنسيق مع القطاع الخاص : البلديات غالبًا ما تتعاون مع شركات تكنولوجيا لتنفيذ حلول الذكاء الاصطناعي. إدارة هذه العلاقات والتأكد من أن العقود والاتفاقيات تتماشى مع مصلحة الجمهور قد يكون تحديًا إدارية، خاصة عندما يتعلق الأمر بالشفافية والمساءلة.
- التخطيط الاستراتيجي : البلديات تحتاج إلى وضع خطة استراتيجية طويلة المدى لتطبيق الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك تحديد الأهداف وتقييم الفوائد على المدى الطويل. اتخاذ قرارات استثمارية غير مدروسة قد يؤدي إلى فشل طويل الأمد في التطبيقات التكنولوجية.

(3)التحديات المالية :

- تكلفة التكنولوجيا والبنية التحتية : تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي يتطلب استثمارًا كبيرًا في الأجهزة والخوادم المتطورة، إضافة إلى أنظمة البرمجيات المعقدة. هذه النفقات قد تكون عالية بالنسبة للبلديات التي تواجه قيودًا مالية.
- تكلفة التدريب والتطوير: البلديات تحتاج إلى تدريب موظفيها على استخدام التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الجغرافية. تكلفة هذه الدورات التدريبية قد تكون مرتفعة، خاصة في حالة نقص الخبرات المحلية المتخصصة.
- إدارة الميزانية : في ظل محدودية الميزانية العامة، قد تجد البلديات صعوبة في تخصيص الموارد المالية الضرورية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، مما يتطلب تخطيطًا ماليًا دقيقًا وضمان تخصيص أولويات للإنفاق.
- الاعتماد على التمويل الخارجي : العديد من البلديات قد تضطر للبحث عن تمويلات خارجية، مثل المنح أو التعاون مع شركات خاصة. هذا الاعتماد قد يكون غير مستدام على المدى الطويل، مما يخلق تحديات في الاستمرارية.

(4) التحديات المتعلقة بالخصوصية والأمان :

- حماية البيانات الشخصية : يتم جمع بيانات جغرافية قد تحتوي على معلومات شخصية حساسة، مثل المواقع الجغرافية للمواطنين أو تاريخ زياراتهم لأماكن معينة. إذا لم تتم إدارة هذه البيانات بشكل صحيح، فإن هناك خطر من تعرض الخصوصية للخطر.

- التخزين والحفاظ على الأمان : تحتاج البلديات إلى أنظمة تخزين آمنة لحماية البيانات الحساسة مثل المواقع الجغرافية أو الأنماط السلوكية للمواطنين. في حال لم تكن أنظمة التخزين محمية بشكل جيد، قد تتعرض هذه البيانات للسرقة أو التلاعب.

مع تزايد استخدام الذكاء الاصطناعي ، فإن البلديات تصبح أهدافًا للهجمات الإلكترونية. هذه الهجمات قد تستهدف أنظمة البيانات الجغرافية لتسريب أو تعديل المعلومات الحساسة، مما يهدد الأمان الشخصي للمواطنين.

- **إدارة الوصول إلى البيانات :**

تحديد صلاحية الوصول :تتطلب البلديات تحديد من يمكنه الوصول إلى البيانات الجغرافية وكيفية استخدامها.

مراقبة الاستخدام : من المهم أن تتم مراقبة كيفية استخدام البيانات الجغرافية و إنشاء أنظمة مراقبة فعّالة لضمان أنها تستخدم لأغراض مشروعة فقط.

- التفاعل مع الأطراف الخارجية : البلديات في كثير من الأحيان تعتمد على الشركات الخاصة لتطوير حلول الذكاء الاصطناعي الجغرافي. يجب أن تضمن البلديات أن هذه الشركات تلتزم بمعايير الأمان والخصوصية، خاصة فيما يتعلق بنقل البيانات والتعامل مع المعلومات الحساسة.

النتائج و التوصيات :

النتائج :

1. تحسين كفاءة الخدمات المحلية :

النتيجة: يمكن أن يسهم تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحسين العديد من الخدمات التي تقدمها البلديات، مثل تحسين إدارة المرور، الرصد البيئي، توزيع الموارد، والخدمات العامة مثل الصحة والنقل.

- الأثر : تحسين الكفاءة التشغيلية في البلديات، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف وزيادة فعالية الخدمات المقدمة للمواطنين.

2. دعم اتخاذ القرارات المدعومة بالبيانات :

- النتيجة : باستخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي، يمكن للبلديات اتخاذ قرارات أفضل تستند إلى البيانات الدقيقة والمحدثة بشكل مستمر.
- الأثر : تحسين التخطيط الحضري وإدارة الموارد عبر توفير رؤى وتحليلات تساعد في تحديد الأولويات بشكل أكثر فعالية.

3. تحسين التواصل مع المواطنين :

- النتيجة : استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي يساعد البلديات في تحسين طرق التواصل مع المواطنين عبر منصات تفاعلية تعتمد على البيانات الجغرافية.
- الأثر : تعزيز الشفافية والمشاركة المجتمعية من خلال تقديم معلومات دقيقة ومحدثة حول المشروعات أو القضايا ذات الصلة.

4. تعزيز استدامة المدن:

- النتيجة : تطبيق الذكاء الاصطناعي الجغرافي يسهم في تحسين استدامة المدن من خلال تحسين استخدام الطاقة وإدارة النفايات.
- الأثر : زيادة فعالية استخدام الموارد الطبيعية والحد من التلوث، مما يؤدي إلى بيئة حضرية أكثر استدامة.

التوصيات :

1. إنشاء بنية تحتية قوية للبيانات :

- التوصية : ضمان وجود قاعدة بيانات جغرافية دقيقة وحديثة تتضمن معلومات مكانية متنوعة.
- التنفيذ : ا لاستثمار في أدوات تكنولوجية متقدمة مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وأنظمة الاستشعار عن بعد لتحسين جمع البيانات والمعلومات المكانية. كما يمكن استخدام الطائرات بدون طيار (Drones) للحصول على بيانات دقيقة.

2. توفير التدريب وبناء القدرات :

- التوصية : تدريب الموظفين في البلديات على فهم واستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الجغرافي.
- التنفيذ : تنظيم ورش عمل ودورات تدريبية مستمرة للموظفين في مجالات الذكاء الاصطناعي، البيانات الجغرافية، وتحليل البيانات.

3. وضع خطة استراتيجية للتحول الرقمي :

- التوصية : وضع خطة استراتيجية شاملة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في جميع مجالات العمل البلدي.

- التنفيذ : تحديد مراحل تطبيق الذكاء الاصطناعي بشكل تدريجي، مع التركيز على المشاريع الأكثر تأثيرًا على المواطنين.

4. تطوير الشراكات والتعاون مع القطاع الخاص:

- التوصية : التعاون مع الشركات التقنية ومؤسسات البحث الأكاديمي لتوفير الحلول التكنولوجية المناسبة.
- التنفيذ : توقيع شراكات مع شركات الذكاء الاصطناعي أو المؤسسات الأكاديمية لتطوير أدوات وتقنيات خاصة بالذكاء الاصطناعي الجغرافي حسب احتياجات البلديات.

5. مواكبة التطورات التكنولوجية:

- التوصية : متابعة أحدث التقنيات في مجال الذكاء الاصطناعي الجغرافي وتحديث الأنظمة بشكل دوري.
- التنفيذ : إنشاء وحدة خاصة داخل البلدية تتابع أحدث الأبحاث والتطورات في الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا المعلومات.

6. إشراك المواطنين وتعزيز الشفافية:

- التوصية : تحسين التواصل مع المواطنين بشأن كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي في تحسين الخدمات.
- التنفيذ : إنشاء منصات تفاعلية تسمح للمواطنين بالتفاعل مع الأنظمة الذكية ومتابعة تقدم المشاريع. يمكن أيضا فتح قنوات للتعليقات والملاحظات لتحسين التطبيق.

7. التوجه نحو مدن ذكية :

- التوصية : العمل على تطبيق مفهوم "المدينة الذكية" باستخدام الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتحسين الخدمات العامة.
- التنفيذ : توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لربط البنية التحتية بشكل ذكي، مثل الإضاءة العامة الذكية، واستخدام البيانات المكانية لتطوير حلول للتنقل والنقل العام.

8. إدارة المخاطر الأمنية:

- التوصية : تطوير خطط لتأمين الأنظمة من الهجمات الإلكترونية وحماية البيانات الهامة.
- التنفيذ : تطبيق حلول أمنية قوية مثل التشفير واستخدام تقنيات الأمن السيبراني لمنع الوصول غير المصرح به إلى الأنظمة.

9. دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنيات الواقع المعزز (AR) والواقع الافتراضي(VR) :

- التوصية : استخدام تقنيات الواقع المعزز والافتراضي جنبًا إلى جنب مع الذكاء الاصطناعي الجغرافي لتحسين تجربة المواطنين والتخطيط الحضري.
- التنفيذ : تطبيق تقنيات AR و VR لمساعدة المواطنين والمسؤولين في تصور البيانات الجغرافية والمشاريع الحضرية في بيئة تفاعلية، مثل محاكاة حركة المرور أو مشاريع البناء.

المصادر والمراجع

المراجع الأجنبية :

Gao, S., Hu, Y., & Li, W. (Eds.). (2024). *Handbook of geospatial artificial intelligence (GeoAI)*. CRC Press (Taylor & Francis Group).

Couclelis, H. (1986). Artificial intelligence in geography: Conjectures on the shape of things to come. *The Professional Geographer*, 38(1), 1–11.

As, I., Basu, P., & Talwar, P. (Eds.). (2024). *Artificial intelligence in urban planning and design: Technologies, implementation, and impacts*. Joseph P. Hayton.

Scientific Research Publishing. (2022, May). GeoAI technologies and their application areas in urban planning and development: Concepts, opportunities and challenges in smart city (Kuwait, study case). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 10(2), 45–60.

FlyPix AI. (2024). *Geospatial AI platform*. Retrieved April 25, 2024, from https://flypix.ai/

Spysoft. (2024). GIS and artificial intelligence by Thomas Smolarsik. Retrieved April 25, 2024, from https://www.spysoft.com/

Infosys BPM. (2024). Geospatial data services: Exploring geospatial artificial intelligence. Retrieved April 25, 2024, from https://www.infosysbpm.com/

Esri. (2024). *Esri official website*. Retrieved April 25, 2024, from https://www.esri.com/

GeoAI. (2024). Artificial intelligence + location intelligence. Retrieved April 25, 2024, from https://www.geoaiinnovations.com/

المراجع العربية:

أدوات الذكاء الاصطناعي لتحليلات الجغرافيا المكانية. (2024، 20 أغسطس) .*المجلة العربية للجغرافيا الرقمية* .تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024، من https://www.geospatialarab.com/

سمولارسيك، توماس. (2024). نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي .*موقع Spysoft*. تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024.

شركة إنفوسيس .BPM (2024). خدمات البيانات الجغرافية المكانية: استكشاف الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني. تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024، من https://www.infosysbpm.com/

العتيبي، نواف. (2024). نظم المعلومات الجغرافية والبحث العلمي: الذكاء الاصطناعي الجيو-مكاني . *مدونة الدكتور نواف العتيبي* .تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024، من https://www.nawafalotaibi.com/

الذكاء الاصطناعي الجيو-مكاني. (2024، 4 مايو) .*منشور بواسطة SiteAdmin*. تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024، من https://www.geospatialinsights.com/

الذكاء الاصطناعي + ذكاء الموقع. (2024) .*منصة GeoAI*. تم الاسترجاع في 25 أبريل 2024.