

بحث بعنوان

استخدام تقنيات الرادار في تحليل التضاريس وتصحيح المسافات في الهندسة المساحية

أنغام جاسر حسني عنانزة

مهندس مساحية

بلدية عجلون الكبرى

المُلخَص

استعمل تقنيات الرادار في تحليل التضاريس وتصحيح المسافات في الهندسة المساحية يُمثّل مجالاً حيويّاً يعزز دقة حصد البيانات المكانية. يساعد الرادار في تحليل التضاريس بدقة، مما يفتح أفقاً جديداً لفهم السطح الأرضي. كما يساعد في تصحيح المسافات، محسناً دقة القياسات وتحسين النتائج المستعملة في التخطيط العمراني والمشاريع الهندسية بشكل عام.

Abstract

The use of radar techniques in terrain analysis and distance correction in cadastral engineering represents a vital field that enhances the accuracy of spatial data collection. Radar helps in analyzing the terrain accurately, which opens a new horizon for understanding the Earth's surface. It also helps in correcting distances, improving the accuracy of measurements and improving the results used in urban planning and engineering projects in general.

المُقدِّمة

تتسارع التقدُّمات التكنولوجية في مجال الهندسة المساحية، وتظهر تقنيات الرادار كوسيلة فعّالة لتحليل التضاريس وتصحيح المسافات بدقة. يعتبر هذا الموضوع محور اهتمام البحث، حيث يتناول استعمال تقنيات الرادار في فحص وتحليل التضاريس بسُبُل دقيقة، مما يُمكن من رصد التضاريس بشكل دقيق وفعّال. كما يُلقي الضوء على دور تلك التقنيات في تصحيح المسافات وتحسين الدقة في قياسات المساحة، مما يعزز دقة البيانات المكانية و يساعد في تحسين النتائج في مجالات مثل الخرائط الرقمية والتخطيط العمراني. تتناول هذه المُقدِّمة صعوبات البحث في هذا السياق و إلقاء الضوء على الإسهامات المتوقعة لتقنيات الرادار في تحسين الهندسة المساحية وتوسيع آفاق التقنيات المستعملة في هذا الميدان المتطوّر.

مشكلة البحث

مشكلة البحث تندرج في إشكاليات التحليل التضاريسي وتصحيح المسافات في مجال الهندسة المساحية، حيث يظهر استعمال تقنيات الرادار كتحوّل تكنولوجي مبتكر. يعاني الباحثون في هذا السياق من صعوبات في فحص التضاريس بدقة عالية وتصحيح المسافات بسُبُل تكنولوجية مُتقدِّمة. يأتي هذا التحدي نتيجة للظروف الجيوغرافية المُتغيّرة والتشويش الذي من الممكن أن يُؤثّر على دقة البيانات. يتوجّب على الباحثين معالجة هذه الصعوبات عن طريق تحسين أساليب تحليل التضاريس باستعمال تقنيات الرادار، وفتح آفاق جديدة لتصحيح المسافات. يُمثّل فهم كيفية تأثير هذه التقنيات على الدقة والاستدامة في المساحة المدروسة

نقطة رئيسية. إذا تمَّ حل هذه المشكلة بنجاح، سيتيح ذلك للمهندسين المساحين تحسين القدرة على رصد وتحليل التضاريس بكفاءة عالية، وتصحيح المسافات بدقة، مما يعزز التقدُّم في مجال الهندسة المساحية ويفتح أفقًا جديدًا للاستفادة من تقنيات الرادار.

أهداف البحث

1. تحسين دقة تحليل التضاريس: يهدف البحث إلى تحسين دقة عمليات التحليل التضاريسي باستعمال تقنيات الرادار، مما يساعد في فهم أعماق الأرض وتشكيل الأرض بشكل أكثر دقة ووضوح.
2. تطوير أساليب تصحيح المسافات: يستهدف البحث تطوير أساليب مبتكرة لتصحيح المسافات باستعمال تقنيات الرادار، مما يُحسِّن دقة القياسات المساحية ويقلل من الأخطاء الناتجة عن التشويش والعوامل البيئية.
3. استكشاف تأثير التضاريس على الإشارات الرادارية: يتناول البحث دراسة تأثيرات التضاريس المختلفة على الإشارات الرادارية، مما يساهم في تحديد كيفية تكامل هذه التقنيات مع التحليل التضاريسي بشكل فعّال.
4. تحليل تأثير البيئة على دقة القياسات: يهتم البحث بتحليل كيفية تأثير الظروف البيئية المتغيرة، مثل التضاريس والجو، على دقة القياسات المستمدة من تقنيات الرادار في المجال الهندسي المساحي.
5. تحسين فعالية استعمال تقنيات الرادار في المشاريع الهندسية: يهدف البحث إلى تحسين كفاءة وفاعلية استعمال تقنيات الرادار في المشاريع الهندسية، مما يعزز دورها في تطوير المجال وتحسين جودة البيانات المكانية المستعملة في هذا السياق.

أهمية البحث

1. تحسين دقة البيانات المكانية: البحث في هذا الموضوع يساعد في تحسين دقة البيانات المكانية، حيث تقنيات الرادار تساعد في توفير قراءات دقيقة للتضاريس وتصحيح المسافات بشكل أفضل.
2. تطوير تقنيات المسح الجغرافي: يساعد البحث في تطوير تقنيات المسح الجغرافي باستعمال تقنيات الرادار، مما يفتح أفقاً جديداً للابتكار في مجال الهندسة المساحية وتحليل التضاريس.
3. زيادة الكفاءة في المشاريع الهندسية: فهم كيفية استعمال تقنيات الرادار يعزز الكفاءة في المشاريع الهندسية، حيث يُمكن تحسين دقة الخرائط والمساحة بشكل أفضل.
4. تحسين التخطيط العمراني: تقنيات الرادار تؤدي دوراً أساسياً في تحسين التخطيط العمراني، حيث يُمكن توظيف البيانات المكانية المُحسَّنة لتحسين استدامة التطوير الحضري.
5. تحقيق تقدُّم في البحوث العلمية: البحث في هذا المجال يساعد في تحقيق تقدُّم في البحوث العلمية المتعلقة بتكنولوجيا الرادار وتأثيرها في مجال الهندسة المساحية، مما يعزز فهمنا وتطبيقاتنا لهذه التقنيات المبتكرة.

أسئلة البحث

1. كيف يُمكن استعمال تقنيات الرادار في تحليل التضاريس للحصول على معلومات دقيقة حول سطح الأرض؟

2. ما هي الصعوبات التي تواجه عمليات تصحيح المسافات باستعمال تقنيات الرادار، وكيف يُمكن التصدي لها لضمان دقة النتائج؟

3. هل تقنيات الرادار تُؤثّر على جودة البيانات المكانية المتاحة، وكيف يُمكن تحسين هذه الجودة للاستفادة القصوى؟

4. كيف يُمكن تكامل تقنيات الرادار مع أساليب تحليل التضاريس الأخرى لتحقيق نتائج متقدمة وشاملة في مجال الهندسة المساحية؟

5. ما هي التطبيقات العملية التي يُمكن تحقيقها باستعمال تقنيات الرادار في تحليل التضاريس، وكيف يُمكن أن تساعد في تحسين المشاريع الهندسية والتخطيط العمراني؟

الإطار النظري

إطار نظري حول استعمال تقنيات الرادار في تحليل التضاريس وتصحيح المسافات في الهندسة المساحية يتكوّن من العديد من المفاهيم الأساسية :

1. تكنولوجيا الرادار والمسح الجغرافي: يتناول هذا الجزء الفرق بين تقنيات الرادار وكيف يُمكن تكاملها بشكل فعال مع عمليات المسح الجغرافي. يشرح كيف يُمكن للرادار تحديد المعلومات ثلاثية الأبعاد للتضاريس وكيف يُمكن استعماله لقياس المسافات بدقة.

2. تأثير التضاريس على الإشارات الرادارية: يركّز هذا الجزء على كيفية تأثير التضاريس المختلفة على جودة الإشارات الرادارية، مما يعزز فهم كيفية تفاعل البيئة مع هذه التقنيات.

3. تصحيح المسافات والدقة: يقدم هذا القسم مفاهيم حول كيفية تحسين دقة قياسات المسافة باستعمال تقنيات الرادار وكيف يُمكن تصحيح الأخطاء الممكنة لضمان دقة أعلى.

4. التحديات والمشكلات المحتملة: يتناول هذا القسم الصعوبات التي قد تواجه عمليات تحليل التضاريس وتصحيح المسافات باستعمال تقنيات الرادار، مثل التشويش والتداخل.

5. تكامل تقنيات الرادار مع التحليل التضاريسي: يبحث هذا الجزء كيف يُمكن تكامل تقنيات الرادار بشكل فعال مع أساليب تحليل التضاريس الأخرى، مثل تقنيات نُظم المعلومات الجغرافية (GIS)، لتحقيق أقصى استفادة.

هذا الإطار النظري يُتيح أساساً لفهم العلاقة بين تقنيات الرادار وتحليل التضاريس وتصحيح المسافات في سياق الهندسة المساحية، وكيفية تحسين دقة القياسات واستفادة أفضل من البيانات المكانية المحصل عليها.

تكنولوجيا الرادار والمسح الجغرافي

تكنولوجيا الرادار والمسح الجغرافي تلعبان دورًا حيويًا في تحسين السلامة وفعالية النظم الطرقية. تقدم تقنيات الرادار إمكانات هائلة للكشف المبكر عن المخاطر على الطرق، حيث يتم تثبيت أنظمة الرادار في المركبات لتحديد مواقع العقبات والمركبات الأخرى في محيط السائق. يتيح ذلك للسائقين اتخاذ إجراءات استباقية لتجنب حوادث الاصطدام وتحسين سلامتهم وسلامة الآخرين على الطريق.

أما التكنولوجيا المتقدمة للمسح الجغرافي، فتساهم في تحسين تصميم الطرق وتخطيط النقل. تستخدم تقنيات المسح الجغرافي في تحليل هيكلية الطرق وتحديد الأماكن التي قد تكون عرضة للحوادث بناءً على معلومات مثل التضاريس والحركة المرورية. يمكن لهذه المعلومات أن تُسهم في اتخاذ قرارات تخطيطية أفضل لتطوير البنية التحتية وتحسين تدفق المرور.

في الختام، تكنولوجيا الرادار والمسح الجغرافي تعدان أدوات حيوية لتعزيز سلامة السائقين وتحسين فعالية النظم الطرقية. من خلال استخدام هذه التقنيات، يمكن تحقيق بيئة طرق آمنة وذكية تعزز تجربة القيادة وتقلل من حوادث الطرق.

تأثير التضاريس على الإشارات الرادارية

التضاريس تلعب دورًا حيويًا في تأثير الإشارات الرادارية وكفاءة الأنظمة الرادارية. في المناطق ذات التضاريس الوعرة أو الجبلية، يواجه الإشارات الرادارية تحديات إضافية نتيجة للتغيرات في الارتفاع

<https://jasps.com>

والانعكاسات الطبيعية. يمكن للأحساء الجغرافية مثل الجبال أو الهضاب أن تحول دون توجيه فعال للإشارات الرادارية، مما يقلل من قدرتها على استشعار الأهداف بدقة.

تأثير التضاريس أيضًا ينعكس في القدرة على استشعار المركبات والعوائق على الطرق. في المناطق الجبلية، قد يكون هناك تحديات للكشف عن المركبات المخفية خلف التضاريس الطبيعية مثل الجبال. هذا يتطلب من تقنيات الرادار تحسينًا في القدرة على التفاعل مع التضاريس المعقدة وتقديم إشارات دقيقة حتى في الظروف الجغرافية الصعبة.

من خلال استخدام تقنيات تكنولوجيا الرادار المتقدمة والمتطورة، يمكن تعزيز قدرة الأنظمة الرادارية على التكامل مع التضاريس المختلفة وتحسين كفاءتها في اكتشاف الأهداف وتتبعها في بيئات جغرافية تتسم بالتعقيد.

تحسين دقة قياسات المسافة باستعمال تقنيات الرادار

تحسين دقة قياسات المسافة باستخدام تقنيات الرادار الهندسية يُعتبر أمرًا حيويًا للعديد من التطبيقات، من السيارات الذاتية القيادة إلى أنظمة مراقبة المركبات والتصوير الراداري. أحد التقنيات التي تُستخدم لتحسين دقة قياسات المسافة هي تقنية فحص الزاوية المُعزز (Angle-Doppler) تقنية فحص الزاوية المُعزز تتيح للرادار تحديد الاتجاهات الزاوية للأهداف بشكل دقيق، مما يعزز من قدرته على تحديد المسافات بدقة أكبر.

<https://jaspss.com>

تقنيات معالجة الإشارات الرقمية تشكل جزءًا آخر من تحسين دقة قياسات المسافة. من خلال تقنيات المعالجة المتقدمة، يمكن تصحيح التشوهات في الإشارات الرادارية وتحسين دقة تحديد المسافة. الفحص الضوئي للإشارات والتعويض عن الضوضاء يُسهم في توفير قياسات دقيقة حتى في ظروف البيئة الصعبة. وفي الختام، يمكن تحسين دقة قياسات المسافة أيضًا من خلال تكامل التقنيات الليزرية مع تقنيات الرادار، حيث يعزز هذا التكامل من دقة واستقرار القياسات في تطبيقات مثل أنظمة التصوير الليلي والرؤية ثلاثية الأبعاد.

الصعوبات التي قد تواجه عمليات تحليل التضاريس وتصحيح المسافات باستعمال تقنيات الرادار

عمليات تحليل التضاريس وتصحيح المسافات باستخدام تقنيات الرادار قد تواجه تحديات معينة نتيجة لصعوبة التفاعل مع بيانات طبيعية معقدة. أحد التحديات الرئيسية تتمثل في التأثير البيئي على الإشارات الرادارية. العوامل الجغرافية مثل الجبال، والمباني، والأشجار يمكن أن تعوق انتقال الإشارات وتتسبب في تشوهات. تصحيح المسافات يتطلب فهم دقيق لهيكل التضاريس لتحديد كيفية تأثيرها على سلوك الإشارات الرادارية واتخاذ الإجراءات الملائمة للتعامل معها.

تقنيات تحليل التضاريس قد تواجه تحديات أخرى نتيجة لتغيرات الطقس. الأحوال الجوية المتقلبة مثل الأمطار الكثيفة أو الضباب يمكن أن تقلل من قدرة الرادار على رؤية الأهداف بشكل واضح، مما يؤثر على دقة تحليل التضاريس وتصحيح المسافات. تحسين دقة هذه العمليات يتطلب تطوير تقنيات قوية لتعويض تأثيرات التغيرات الجوية.

<https://jasps.com>

علاوة على ذلك، التحديات المتعلقة بالتكلفة والتعقيد التقني يمكن أن تشكل عائقًا. تنفيذ تقنيات التحليل والتصحيح يتطلب معدات متقدمة وبرمجيات معقدة، وبالتالي يتطلب استثمارات مالية كبيرة وخبرة فنية. يجب على المهندسين والعلماء تجاوز هذه التحديات بتكامل الابتكار التقني وتحسين تقنيات التحليل وتصحيح المسافات لتحقيق نتائج أكثر دقة واعتمادًا أوسع.

تكامل تقنيات الرادار مع التحليل التضاريسي

تكامل تقنيات الرادار مع التحليل التضاريسي يمثل تطورًا مهمًا في مجال الرصد والمراقبة. عند دمج معلومات الرادار مع تحليل التضاريس، يتم تعزيز فعالية النظم في تحديد المسافات وتفسير البيئة المحيطة بشكل أفضل. يسمح التحليل التضاريسي بفهم أفضل للتأثيرات المحتملة للعقبات الطبيعية والتغيرات الجغرافية على الإشارات الرادارية، مما يعزز دقة استنتاج المعلومات وتوجيه القرارات.

في هذا السياق، يمكن أيضًا استخدام التحليل التضاريسي لتحسين أماكن توجيه الأنظمة الرادارية. عند تكامل البيانات الجغرافية مع الإشارات الرادارية، يمكن تحديد الطرق الأمثل لاستنتاج الأهداف وتتبعها. يُظهر هذا التكامل كفاءة عالية في تحسين توجيه النظم الرادارية وتكاملها بشكل أفضل مع البيئة المحيطة.

فضلاً عن ذلك، يمكن أن يساهم تكامل تقنيات الرادار مع التحليل التضاريسي في تعزيز أمان الملاحة وتشغيل المركبات ذاتية القيادة. يُمكن تحسين القدرة على كشف العقبات وتوجيه المركبات بشكل أكثر فعالية، مما يجعلها تقنية قوية في سياق تطبيقات السيارات الذاتية القيادة والمراقبة الأمنية.

الدراسات السابقة

دراسة (Bors et al., 2003): تقوم هذه الورقة بتطوير الحد الأقصى لإطار تقدير الاحتمالية البعدية (MAP) للشكل من التظليل (SFS) من صور رادار الفتحة الاصطناعية (SAR) الهدف هو استخدام هذه الطريقة لإعادة بناء تضاريس السطح من صورة رادارية واحدة لتضاريس معقدة نسبيًا. يوضح إطار عمل MAP الخاص بنا كيف يعتمد استرداد اتجاه السطح المحلي على مكان وجود ميزات حافة التضاريس ومعلومات انعكاس الرادار المتاحة. لتطبيق العملية الناتجة على بيانات الرادار في العالم الحقيقي، نحتاج إلى نماذج احتمالية لظهور ميزات التضاريس والعلاقة بين اتجاه الأوضاع الطبيعية للسطح وانعكاس الرادار. نوضح أنه يمكن نمذجة بيانات SAR باستخدام توزيع Rayleigh-Bessel واستخدام هذا التوزيع لتطوير خوارزمية احتمالية قصوى لاكتشاف ميزات حافة التضاريس ووضع العلامات عليها. علاوة على ذلك، نوضح كيف يمكن استخدام الإحصائيات القوية لتقدير المعلمات المميزة لهذا التوزيع. نقوم أيضًا بتطوير نموذج تجريبي لوظيفة انعكاس SAR باستخدام نموذج الانعكاس، نقوم بإجراء تصحيح لامبرت بحيث يمكن تطبيق خوارزمية SFS التقليدية على بيانات الرادار. يقتصر الاتجاه الطبيعي الأولي للسطح على الإشارة إلى اتجاه أقرب سلسلة من التلال أو الوادي. ويجب أن يقع كل سطح عادي ضمن غلاف مخروطي الشكل محوره في اتجاه إضاءة الرادار. ويعتمد مدى الغلاف على انعكاس الرادار المصحح وتباين إحصائيات إشارة الرادار. نحن نستكشف طرقًا مختلفة لتيسير مجال المعايير السطحية باستخدام إحصائيات قوية. وأخيرًا، نعرض كيفية إعادة بناء سطح التضاريس من المجال الأملس للمتجهات السطحية العادية. يتم تطبيق الخوارزمية المقترحة على مجموعات بيانات SAR المختلفة التي تحتوي على هياكل تضاريس معقدة نسبيًا.

<https://jaspps.com>

دراسة (Madsen et al., 1993): تم وصف خوارزمية معالجة جديدة لجهاز رسم الخرائط الطبوغرافي التابع لناسا JPL TOPSAR فهو يشتمل على ميزات تعويض الحركة الشاملة بالإضافة إلى خوارزمية دقيقة لموقع الهدف ثلاثي الأبعاد. يطبق المعالج خوارزمية لحل غموض المرحلة المطلقة. يسمح ذلك بإنشاء خرائط الارتفاع المصححة دون أي استخدام للنقاط المرجعية الأرضية. تم اختبار المعالج باستخدام البيانات التي تم الحصول عليها من خلال الحركة الشديدة للطائرة بحيث يمكن تقييم الأداء في ظل الظروف المعاكسة. تمت مقارنة الخرائط الطبوغرافية التي أنشأها الرادار بنماذج الارتفاع الرقمية (DEMs) المشتقة باستخدام تقنيات الاستريو الضوئية التقليدية. وفي إحدى المناطق، كانت انحرافات الارتفاع RMS المقاسة أقل من دقة DEM المحددة، وفي المنطقة التي يغطيها نموذج DEM الأكثر دقة، تراوحت الأخطاء من 2,2 متر RMS في التضاريس المسطحة نسبياً إلى 5,0 متر في المناطق الجبلية. كان فرق RMS بين ارتفاع الرادار وارتفاع DEM على مساحة 6.5 كم × 22 كم يغطيها نموذج DEM الأكثر دقة هو 3.6 متر.

دراسة (Singhroy et al., 2003): تمت مناقشة نتائج تفسير التضاريس من تقنيات SAR قدمت صور رادارات مواد إقليمية وظروف الرطوبة ومعلومات الغطاء النباتي مما سهل تفسير وحدات التضاريس وترسيمها. ساعدت تقنيات دمج SAR وتقنيات تعزيز المكونات الرئيسية في تحديد شكل الأرض. معلومات خشونة التضاريس المستمدة من رادارات-1 عند دمجها مع بيانات نماذج الارتفاع الرقمية عالية الدقة (DEM) قدمت خرائط صور مفيدة لتفسير التضاريس.

النتائج والتوصيات

النتائج:

1. تبين أن استعمال تقنيات الرادار في تحليل التضاريس يساعد في تحسين دقة تحديد المعلومات الجغرافية وتوفير صور مُفصّلة للسطح الأرضي.

2. تمّ تحسين دقة قياسات المسافة بفضل تقنيات الرادار، مما ساعد في تصحيح الأخطاء المحتملة وتقليل التشويش في البيانات المكانية.

3. أظهرت الدراسة أن تأثير التضاريس على الإشارات الرادارية يحتاج دراسات عميقة لتحديد كيفية تحسين جودة البيانات في الظروف المحددة.

4. تبنت تقنيات الرادار في تحليل التضاريس دوراً محورياً في تحسين عمليات التخطيط العمراني وفحص المشاريع الهندسية.

التوصيات:

1. يُفضل مزيد من الأبحاث لتحليل تأثير التضاريس المختلفة على جودة الإشارات الرادارية وتطوير تقنيات مُتقدّمة لتصحيح هذه الأثر.

2. يُنصح بتكامل تقنيات الرادار مع تقنيات الاستشعار الأخرى لتحقيق نتائج أكثر شمولاً وتفصيلاً في تحليل التضاريس.

3. ينبغي توجيه الجهود نحو تطوير حلول تكنولوجية مُتقدِّمة تعزز دقة قياسات المسافة باستمرار في سياق

الهندسة المساحية.

4. يُحفِّز على تبني تقنيات الرادار في المشاريع الهندسية الكبيرة لتعزيز الكفاءة وتحسين الدقة في جمع

البيانات المكانية.

5. يُنصح بتطوير دورات تدريبية و ورش عمل للمهندسين المساحين لتحديث مهاراتهم وفهمهم العميق

للتقنيات الرادارية وكيفية تكاملها في مشاريعهم.

المصادر والمراجع

Bors, A. G., Hancock, E. R., & Wilson, R. C. (2003). Terrain analysis using radar shape-from-shading. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(8), 974-992.

Madsen, S. N., Zebker, H. A., & Martin, J. A. N. M. (1993). Topographic mapping using radar interferometry: Processing techniques. *IEEE Transactions on Geoscience and remote sensing*, 31(1), 246-256.

Singhroy, V., Assouad, P., Barnett, P., & Molch, K. (2003, July). Terrain interpretation from SAR Techniques. In *IGARSS 2003. 2003 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Proceedings (IEEE Cat. No. 03CH37477) (Vol. 1, pp. 106-108)*. IEEE.

Sprenke, K. F. (1989). Efficient terrain corrections; a geostatistical analysis. *Geophysics*, 54(12), 1622-1628.

<https://jasps.com>

Nowell, D. A. G. (1999). Gravity terrain corrections—an overview. *Journal of Applied Geophysics*, 42(2), 117–134.

Bychkov, S. G., Dolgal, A. S., Kostitsyn, V. I., & Simanov, A. A. (2015). Gravimetric survey terrain correction using linear analytical approximation. *Geophysical Prospecting*, 63(3), 727–739.

Grzyb, M., Kryński, J., & Mank, M. (2006). The effect of topography and quality of a digital terrain model on the accuracy of terrain corrections for centimetre quasigeoid modelling. *Geodesy and Cartography*, 55(1).