الجمهورية العربية السورية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة الوطنية الخاصة في حماة

كلية الهندسة – قسم الحاسوب

دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالزلازل

The Role of Artificial Intelligence in Earthquake Prediction

تقديم:

إسماعيل عامر طيارة

إشراف:

د.م طارق الناصوري

العام الدراسي 2023/2024

خلاصة:

يعد التنبؤ بوقت وموقع وحجم الزلزال مهمة صعبة لأن الزلزال لا يُظهر أنماطًا محددة مما يؤدي إلى تنبؤات غير دقيقة .تشتهر التقنيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي (AI) بقدرتها على العثور على الأنماط المخفية في البيانات. وفي حالة التنبؤ بالزلازل

أظهرت الدراسة أن استخدام الذكاء الاصطناعي يمكنه تحسين دقة تنبؤات الزلازل، حيث يُمكن تدريب نماذج على مجموعات بيانات ضخمة لتحديد الأنماط والعوامل المرتبطة بحدوث الزلازل

مما يسمح للمجتمعات بالتحضير واتخاذ التدابير اللازمة قبل وقوع الزلزال.

تتضمن هذه الدراسات مجموعة من تقنيات الذكاء الاصطناعي بما في ذلك الأساليب القائمة على القواعد والتعلم الآلي الضحل وخوارزميات التعلم العميق

الكلمات المفتاحية: [ذكاء صناعي, تنبؤ بالزلازل, خوارزميات التعلم العميق, السلاسل الزمنية, بيانات زلزالية

إنذار مبكر، استخدام البيانات الضخمة]

مقدمة:

إن تنبؤ الزلازل هو تحدي ذو أهمية كبيرة في مجال العلوم الزلزالية، حيث يشكل فهم مبكر لهذه الظواهر الطبيعية خطوة حاسمة نحو حماية المجتمعات والبنى التحتية. في هذا السياق، يسلط هذا البحث الضوء على استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة محورية لتحسين تنبؤات الزلازل وزيادة فعالية نظم الإنذار المبكر.

تعتبر التقنيات المبتكرة المستندة إلى الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الكبيرة أساسية في تطوير نماذج تنبؤ دقيقة. يهدف هذا البحث إلى استكشاف كيفية قدرة الذكاء الاصطناعي على فحص وتحليل كميات ضخمة من البيانات الزلزالية بشكل فعال، وكيف يمكن أن تساهم هذه التقنيات في توفير تنبؤات أكثر دقة وسرعة.

ستشمل الدراسة تحليل الطرق التي يستخدمها الذكاء الاصطناعي لتفسير الأنماط والتغيرات في البيانات الزلزالية، بما في ذلك استخدام خوارزميات تعلم الآلة ونماذج التنبؤ.

حيث في عام 2009، وقع زلزال بقوة 5.9 درجة في مدينة "لاكويلا" الإيطالية، مما أسفر عن وفاة 308 أشخاص وعلى الرغم من ذلك، توقعت لجنة التنبؤ بالزلازل الإيطالية ألا تحدث أضرار ولم تقم بإخلاء المدينة.

يمكن أن يؤدي مثل هذا التنبؤ الخاطئ إلى كارثة كبيرة تؤدي إلى خسائر في الأرواح وتدمير البنية التحتية.

لا يزال علم الزلازل يواجه صعوبات كبيرة في التنبؤ بالزلازل، على الرغم من أهميته الحاسمة للأمن البشري .تشير العديد من الدراسات إلى أن التنبؤ بالزلازل يجب أن يتضمن ما يلي:

١- منطقة أو موقع محدد
٢- فترة دقيقة
٣- نطاق حجم محدد
٤- احتمال حدوثه بالضبط

تقنيات الذكاء الاصطناعي في تنبؤ الزلازل

- دور البيانات الزلزالية واختيار الخوارزميات:

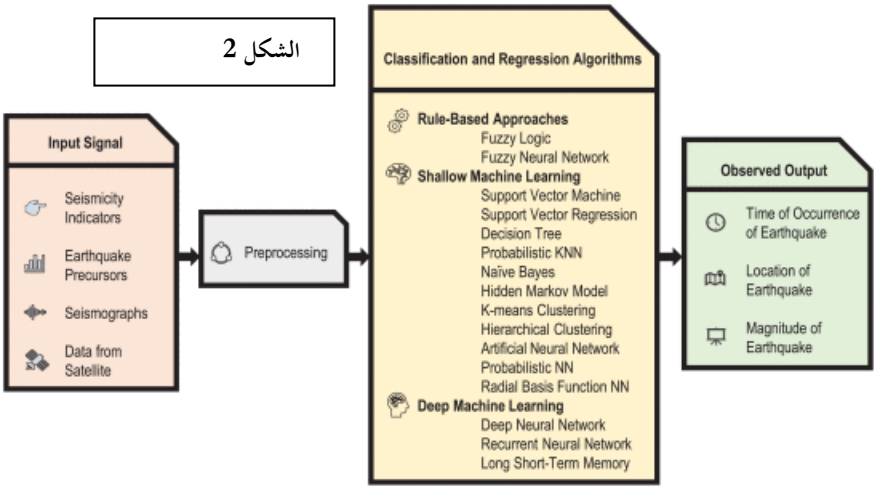
من أجل تقديم تنبؤات دقيقة بالزلازل، تحتاج نماذج الذكاء الاصطناعي إلى التدريب على كميات كبيرة من البيانات الزلزالية .يمكن أن تأتي هذه البيانات من مجموعة متنوعة من المصادر، بما في ذلك أجهزة قياس الزلازل وأنظمة تحديد المواقع وصور الأقمار الصناعية .تتضمن البيانات الأكثر استخدامًا في التنبؤ بالزلازل باستخدام الذكاء الاصطناعي، مخططات الزلازل، التي تقيس حركة الأرض، وبيانات نظام تحديد المواقع العالمي(GPS) ، التي يمكنها اكتشاف التغيرات في تشوه الأرض.

بمجرد جمع البيانات، يمكن تطبيق خوارزميات مختلفة لمعالجتها وتحليلها .إحدى الخوارزميات الأكثر استخدامًا في التنبؤ بالزلازل باستخدام الذكاء الاصطناعي هي التعلم الآلي، والذي يتضمن تدريب نموذج على مجموعة بيانات كبيرة لتحديد الأنماط والعلاقات المتبادلة .تشمل الخوارزميات الأخرى المستخدمة في التنبؤ بالزلازل الشبكات العصبية الاصطناعية وأشجار القرار والغابات العشوائية لإنشاء نماذج يمكنها التنبؤ باحتمالية حدوث زلزال في منطقة معينة وتقدير حجم الحدث وموقعه.

من المهم ملاحظة أن اختيار الخوارزمية المستخدمة يمكن أن يؤثر على دقة تنبؤات الذكاء الاصطناعي بالزلازل .يجب أن يتم اختيار الخوارزمية بعناية وتحسينها لنوع محدد من البيانات التي يتم تحليلها، كما يجب تدريب النموذج واختباره على كميات كبيرة من البيانات عالية الجودة من أجل ضمان التنبؤات الدقيقة.

- يوضح الشكل 2 العملية المطلوبة للتنبؤ بالزلازل باستخدام الأساليب القائمة على الذكاء الاصطناعي. يتم استخدام مصنفات الذكاء الاصطناعي في هذه العملية، جنبًا إلى جنب مع معلمات الإدخال والمعالجة المسبقة.

الشكل 2



دور التعلم الآلي والبيانات الضخمة في التنبؤ بالزلازل

تلعب البيانات الضخمة وتقنيات التعلم الآلي دورًا حيويًا في تحسين دقة تنبؤات الذكاء الاصطناعي للزلازل. بفضل قدرتها على معالجة وتحليل كميات ضخمة من البيانات في الوقت الفعلي، تُعَدّ هذه التقنيات أداة قوية لاكتشاف الأنماط والارتباطات في النشاط الزلزالي التي قد تُشير إلى حدوث زلزال قريب.

يُمكن لاستخدام البيانات الضخمة وتقنيات التعلم الآلي تسريع تحليل البيانات وتقليل الوقت المستغرق في إجراء التنبؤات. وبفضل قدرتها على معالجة كميات كبيرة من البيانات في الوقت الحقيقي، توفر هذه التقنيات أنظمة تحذير مبكر يمكن أن تمنح المجتمعات مزيدًا من الوقت للاستعداد واتخاذ التدابير في حالة وقوع زلزال.

– يمكن أن تسبب الزلازل أضرارًا مدمرة، لذا فإن التنبؤ بموعد حدوثها أمر مهم حقًا .

إحدى الطرق الواعدة للقيام بذلك هي استخدام تقنيات خاصة تنظر إلى أنماط بيانات الزلازل مع مرور الوقت.

دراسة حديثة في بيانات الزلازل استخدموا طريقة تسمى تحليل الوضع التجريبي (EMD) للعثور على دورات مختلفة في البيانات .وقد ساعدهم هذا على رؤية الأنماط المتكررة .على سبيل المثال كانت هناك دورة مدتها 2.9 سنة في الزلازل ودورة مدتها 11 سنة تطابق دورة البقع الشمسية، مما يدل على وجود صلة بالنشاط الشمسي.

ومع ذلك، فإن التنبؤ المباشر بالزلازل من خلال البيانات المعقدة أمر صعب .لذا، اقترحت الدراسة نهجا مختلفا .واستخدموا الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) للتنبؤ بأجزاء مختلفة من البيانات بشكل منفصل .أظهر جزء واحد دورة 2.9 سنة، والجزء الآخر يمثل كل شيء آخر .تم تدريب النماذج على البيانات السابقة ومن ثم استخدامها للتنبؤ بالزلازل المستقبلية .وقد تطابقت التوقعات بشكل جيد مع البيانات الفعلية، مما يدل على أن هذه الطريقة يمكن أن تكون ناجحة.

بالإضافة إلى طرق السلاسل الزمنية المذكورة، يستكشف الباحثون إمكانات الشبكات العصبية الكمومية للتنبؤ بالزلازل .يمكن لهذه النماذج المتقدمة فهم العلاقات المعقدة داخل البيانات الزلزالية وتقديم نهج تكيفي لتحديث التوقعات مع ظهور معلومات جديدة .ومن خلال تسخير قوة مبادئ الحوسبة الكمومية، يمكن لهذه الشبكات أن تعزز قدرتنا على التنبؤ بالأحداث الزلزالية وفهم أوجه عدم اليقين والتقلبات في بيانات الزلازل بشكل أفضل.

تحسين قدرة تنبؤات الزلازل باستخدام خوارزميات التعلم العميق:

يمكن لخوارزميات التعلم العميق المتطورة مثل الشبكات القائمة على الاهتمام أن تزيد من تعزيز قدرات التنبؤ

بالسلاسل الزمنية على البيانات الزلزالية .يمكن للنماذج المتقدمة استيعاب معلومات متنوعة من أجهزة قياس الزلازل ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وأجهزة قياس الضغط وأجهزة الاستشعار الأخرى لتحسين التنبؤات.

إلى جانب تقنيات المجموعة التي تجمع بين طرق متعددة، قد يكون من الممكن تحقيق الإنذار المبكر بالزلازل التشغيلية على أساس التنبؤ بالسلاسل الزمنية .يوفر تكامل تحليل السلاسل الزمنية مع النماذج القائمة على الفيزياء وخبرة مجال علوم الأرض وسيلة واعدة لهذا التحدي الكبير للجيوفيزياء .

ومع توفر مجموعات أكبر من البيانات الزلزالية، أصبحت تقنيات السلاسل الزمنية في وضع جيد للاستفادة من البيانات الضخمة للتنبؤ بالزلازل، مما قد يؤدي إلى تحول نموذجي في القدرة على التنبؤ.

الخاتمة:

في الختام ندرك بوضوح الدور المحوري الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في تحسين تنبؤات الزلازل. من خلال استخدام خوارزميات التعلم العميق والسلاسل الزمنية المتقدمة، يتيح لنا الذكاء الاصطناعي استيعاب معلومات غنية من مصادر متعددة، مثل أجهزة قياس الزلازل وأنظمة تحديد المواقع العالمي وأجهزة الاستشعار الأخرى، لتحسين دقة وكفاءة التنبؤ.

فإن الافتقار إلى عملية التنبؤ الدقيقة هو أحد العوامل المساهمة في هذه النتيجة الكارثية للزلزال .لقد خلقت الأساليب المعتمدة على الذكاء الاصطناعي مجالًا جديدًا لتحسين عملية التنبؤ هذه نظرًا لدقتها العالية مقارنةً بالتقنيات الأخرى .يمكن لمثل هذه الأساليب أن تقلل الأضرار بشكل كبير حيث يمكن إخلاء المنطقة المعنية بناءً على التوقعات.

يهدف هذا العمل إلى تسليط الضوء على تأثير التقنيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالزلازل مما سيساعد الباحثين على تطوير طرق أكثر دقة.

المراجع:

[1] Zhou Shengkui, Wang Chengmin et al: The Architecture of Intelligent Decision Support System, 2nd Symposium of Intelligent Interface and Intelligent Application of China, 685~690, 1995.

[2] Zhou Shengkui et al: Knowledge Representation and Calculation of Earthquake Occurrence Probability, Third symposium of Intelligent Interface and Intelligent Application of China, 574~578, 1997

[3] Zhou Shengkui, Shen Yu et al: Overview on the Practical System for Earthquake Prediction, Earthquake Research in China, Vol.9 No.1 33~38, 1993.

[4] Zhang Zhaocheng et al: Earthquake Cases of China, Vol. 1-3, Earthquake Press, 1989.

[5] Adams J B.: A Probability Model of Medical Reasoning and the MYCIN Model. Mathematical Bioscience, Vol.32, 177~186, 1976.

[6] Wu Qanyan et al: Artificial Intelligence and Expert System, Defense Science & Technology University Press, 1997. [7] Zhuang kuengyan et al: Expert System for Earthquake Forecasting, Earthquake Press, 1990