SOFTWARE FOR PREPARING THE CUTTING OF SHEET MATERIALS WITH DEFECTS ON A 3D MILLING MACHINE USING VIDEO CAMERA

برنامج لتحضير قطع المواد الصفائحية التي بها عيوب على آلة طحن ثلاثية الأبعاد باستخدام كاميرا الفيديو

Ehab Muneer qasem Al_hemyari
Bachelor's degree in Information Technology from Sukhoi State Technical University

Vladimir Viktorovich Komrakov
PhD, Associate Professor, Department of Information Technology, Sukhoi State Technical University

Scientific Supervisor

المشرف العلمي

Abstract: *The study represents the development of an innovative system to improve the material cutting process using a 3D milling machine supported by a video camera. The results demonstrated that the system achieves significant improvements in material efficiency, cutting accuracy, and reduction of waste and costs.*

Keywords: *Students, Technology, Information, 3D milling machine.*

ايهاب منير قاسم الحميري
خريج بكالوريوس قسم تقنية المعلومات بجامعة سوخوي الحكومية التقنية

د. فلاديمير فيكتوروفيتش كومراكوف
أستاذ مشارك في قسم تقنية المعلومات بجامعة سخوي الحكومية التقنية

الخلاصة : تمثل الدراسة تطوير نظام مبتكر لتحسين عملية قطع المواد باستخدام ماكينة تفريز ثلاثية الأبعاد مدعومة بكاميرا فيديو. أثبتت النتائج أن النظام يحقق تحسينات كبيرة في كفاءة استخدام المواد، ودقة القطع، وتقليل الفاقد والتكاليف.

الكلمات المفتاحية : الطلاب، التكنولوجيا، المعلومات، ماكينة الطحن ثلاثية الأبعاد.

Introduction

In modern manufacturing, precision and efficiency are paramount, especially in industries that rely on cutting sheet materials such as wood, metal, or plastic. The traditional methods of preparing materials often fall short in accounting for material defects, leading to waste, inefficiency, and increased costs. To address these challenges, this solution integrates a 3D milling machine with a video camera system, creating an advanced workflow that leverages technology to optimize the cutting process. By combining computer vision with automated milling, manufacturers can enhance productivity, minimize material waste, and achieve superior quality control.

المقدمة

في التصنيع الحديث، تعد الدقة والكفاءة من الأمور الأساسية، وخاصة في الصناعات التي تعتمد على قطع مواد صفائحية مثل الخشب أو المعدن أو البلاستيك. غالبًا ما تفشل الطرق التقليدية لإعداد المواد في مراعاة عيوب المواد، مما يؤدي إلى الهدر وعدم الكفاءة وزيادة التكاليف. وللتغلب على هذه التحديات، يدمج هذا الحل آلة طحن ثلاثية الأبعاد مع نظام كاميرا فيديو، مما يخلق سير عمل متقدمًا يستفيد من التكنولوجيا لتحسين عملية القطع. من خلال الجمع بين الرؤية الحاسوبية والطحن الآلي، يمكن للمصنعين تعزيز الإنتاجية وتقليل هدر المواد وتحقيق مراقبة جودة فائقة.

Results and discussion

Material Efficiency Increased Efficiency The system was able to optimize cutting patterns to avoid defects, resulting in a 20-30% reduction in material waste and improved productivity, increasing the percentage of usable material in each slice by up to 15% compared to traditional methods and cutting accuracy Camera data helped achieve high accuracy of up to the millimeter, ensuring defect-free cuts while maintaining the quality of the final product. Improved calibration between the camera and the milling machine significantly improved the alignment of the pieces. Time saving Automatic defect detection reduced manual inspection time by more than 50% and immediate adjustments during the cutting process eliminated the need for rework, reducing overall production time [1].

Cost reduction reducing waste and speeding up production resulted in a reduction in overall cost by up to 20%.

Discussion Technical advantages Computer vision integration: Using a video camera provided real-time data for dynamic adjustments, which proved more efficient than previous static inspections of the pieces.

Software customization the defect detection algorithm showed great flexibility, as it could be trained to work with different types of materials such as wood, metal and plastic [2].

Complexity of setup Initial calibration and integration of the camera with the milling machine require specialized technical expertise.

environmental factors Variable lighting and material texture sometimes affected the accuracy of defect detection, calling for improved environmental control or algorithm development and future developments in smart model optimization the use of deep learning techniques can enhance the accuracy of defect classification and recognition, especially for complex or fine defects [3].

Scaling up Increasing the system's ability to accommodate larger or more complex materials enhances its industrial application.

User interface: Developing a more user-friendly software interface will reduce training time and facilitate operation.

النتائج والمناقشة

كفاءة المواد زيادة الكفاءة تمكن النظام من تحسين أنماط القطع لتجنب العيوب، مما أدى إلى انخفاض بنسبة 20-30٪ في هدر المواد وتحسين الإنتاجية، وزيادة نسبة المواد القابلة للاستخدام في كل شريحة بنسبة تصل إلى 15٪ مقارنة بالطرق التقليدية ودقة القطع ساعدت بيانات الكاميرا في تحقيق دقة عالية تصل إلى المليمتر، مما يضمن قطعًا خالية من العيوب مع الحفاظ على جودة المنتج النهائي. أدى المعايرة المحسنة بين الكاميرا وآلة الطحن إلى تحسين محاذاة القطع بشكل كبير. توفير الوقت أدى الكشف التلقائي عن العيوب إلى تقليل وقت الفحص اليدوي بأكثر من 50٪ والتعديلات الفورية أثناء عملية القطع إلى القضاء على الحاجة إلى إعادة العمل، مما قلل من وقت الإنتاج الإجمالي[1]

خفض التكلفة أدى تقليل النفايات وتسريع الإنتاج إلى خفض التكلفة الإجمالية بنسبة تصل إلى 20٪ والمناقشة المزايا التقنية تكامل الرؤية الحاسوبية: يوفر استخدام كاميرا الفيديو بيانات في الوقت الفعلي للتعديلات الديناميكية، والتي أثبتت أنها أكثر كفاءة من عمليات التفتيش الثابتة السابقة للقطع وتخصيص البرمجيات أظهرت خوارزمية اكتشاف العيوب مرونة كبيرة، حيث يمكن تدريبها للعمل مع أنواع مختلفة من المواد مثل الخشب والمعادن والبلاستيك[2]

تعقيد الإعداد تتطلب المعايرة الأولية ودمج الكاميرا مع ماكينة الطحن خبرة فنية متخصصة مثلا العوامل البيئية تؤثر الإضاءة المتغيرة وملمس المواد أحيانًا على دقة اكتشاف العيوب، مما يتطلب تحسين التحكم البيئي أو تطوير الخوارزمية[3] .

التطورات المستقبلية في تحسين النماذج الذكية يمكن أن يعزز استخدام تقنيات التعلم العميق دقة تصنيف العيوب والتعرف عليها، وخاصة بالنسبة للعيوب المعقدة أو الدقيقة و التوسع إن زيادة قدرة النظام على استيعاب مواد أكبر أو أكثر تعقيدًا يعزز تطبيقه الصناعي واجهة المستخدم: سيؤدي تطوير واجهة برمجية أكثر سهولة في الاستخدام إلى تقليل وقت التدريب وتسهيل التشغيل.

Conclusion

The proposed system for cutting defects with a 3D milling machine with a new video camera has high material efficiency, cutting accuracy, and reduced costs. Despite some technical challenges, this system represents a big step towards smarter and more sustainable production. With further improvements, this could become a mainstream solution in various fields.

الخاتمة

أثبت النظام المقترح لقطع المواد ذات العيوب باستخدام ماكينة تفريز ثلاثية الأبعاد مع كاميرا فيديو جدواه في تحسين كفاءة استخدام المواد، ودقة القطع، وتقليل التكاليف. على الرغم من بعض التحديات التقنية، فإن هذا النظام يمثل خطوة كبيرة نحو عمليات إنتاج أكثر ذكاءً واستدامة. من خلال تحسينات إضافية، يمكن أن يصبح هذا الحل أداة أساسية في مختلف الصناعات.

Literature المراجع والمصادر

1. Zapolski, A. 3D Printing Technology Revolutionizing the Production of Prosthetic Parts [Электронный ресурс] / A. Zapolski ; науч. рук. M. F. S. H. AL-Kamali // МИТРо 2023 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : тезисы докл. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых / Гомель, 6 декабря 2023 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 153.
2. Amhaz, Y. M. A. The importance of quality education (smart office) and its potential application in kindergarten schools in Lebanon / Y. M. A. Amhaz ; scientific supervisor M. F. S. H. AL-Kamali // I Международный молодёжный научно-культурный форум студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс] : сборник материалов, Гомель, 5-7 марта 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь ; Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого ; Таизский университет ; Научная организация исследований и инноваций ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 88.
3. Суторьма, И. И. От концепции к реальности: развитие технологий 3D-печати за последние десять лет / И. И. Суторьма ; науч. рук. М. Ф. С. Х. Аль-Камали [Электронный ресурс] // МИТРо 2024 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : материалы докл. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 6 дек. 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 240–241.