

الخلاصة:

يهدف البحث إلى بناء و تطوير خوارزمية لتصميم و تصنيع السطوح الحرة (Free Form Surfaces) و توليد بيانات مسار العدة و تحويلها إلى برامج تصنيعية لماكينة التفريز المبرمجة (CNC Machine) .

تعتمد خوارزمية تشغيل السطوح الحرة باستخدام المكانن المبرمجة على تحويل كل منحنى من منحنيات السطح إلى مجموعة من المستقيمات الصغيرة، يعتمد عددها على مقدار الدقة المطلوبة للسطح، فكلما زاد عدد هذه المستقيمات زادت دقة السطح المشغل و بالعكس عندما تكون اعداد هذه المستقيمات قليلة.

تم تمثيل السطوح الحرة بالاعتماد على مفهوم منحنى بيزر (Bezier curves) لتطبيق الخوارزميات المقترحة و ذلك لدقة و سهولة التمثيل الرياضي لهذه الطريقة مقارنة بطرق التمثيل الأخرى.

تضمن البحث اعداد خوارزمية لتصميم و تصنيع السطوح الأكثر تعقيدا (more complex surfaces) باستخدام مبدأ الاستمرارية البارامترية (Parametric Continuity) و لقيم مختلفة من الاستمرارية و ذلك لزيادة دقة تمثيل السطوح ذات الدرجات العليا مقارنة مع السطوح المطلوب تشغيلها، و تمت مقارنة نتائج التصميم للطريقة المقترحة للوقوف على دقة الطرق المستحصلة. كما تم في هذا البحث اعداد مجموعة من الخوارزميات لتغطية متطلباته، حيث تم اعداد الخوارزميات التالية :

- إيجاد أفضل مسافة انتقال تجاه (u) مع الأخذ بنظر الاعتبار قيمة أكبر تفاوت (Tolerance) مطلوب للسطح المصمم.
- إيجاد أفضل انتقال للعدة باتجاه التغذية (w) مع الأخذ بنظر الاعتبار قيمة أكبر ارتفاع للنتوات الناشئة (height scallop) في السطح المشغل.
- إيجاد أفضل دالة استكمال (Interpolation Function) يمكن استخدامها لتحريك العدة بين نقاط تماس العدة مع السطح المشغل.
- إيجاد نقاط مواقع العدة (Cutter Location Points) باستخدام مبدأ الترحيل (Offsetting) لنقاط تماس العدة مع السطح (Cutter Contact Points).
- إيجاد أفضل نصف قطر عدة كروية و الذي يضمن عدم حدوث التغلل (Gouging) بين عدة القطع و السطح المشغل.
- توليد بيانات توليد مسار العدة و توليد الشفرات التصنيعية اللازمة لتصنيع السطوح

تم توليد البيانات التصميمية لعدد من السطوح المعقدة باستخدام الخوارزميات المقترحة حيث تم استثمار نتائج هذه السطوح و تشغيل ستة سطوح ثلاثية الأبعاد بشكل مؤتمت باستخدام ماكينة تفريز عمودية مبرمجة نوع (Bridge Port machine) و ذلك لغرض إثبات فاعلية الخوارزميات المقترحة. تم نقل البيانات التصميمية للسطح بشكل مؤتمت الى ماكينة القطع ذات التحكم العددي من خلال واجهة ربط (RS232).

أثبتت الخوارزمية المقترحة نجاحها وكفاءتها في جميع مراحل التصميم والنقل واشتقاق مسار العدة والتشغيل لجميع السطوح المصممة.

وتبين من خلال المقارنة بين نماذج السطوح المصممة باستخدام درجات مختلفة من الاستمرارية، أن الاستمرارية من الدرجة الصفرية (C_0) تعطي اقل انحراف مقارنة مع السطح المطلوب و لكن بدقة استمرارية قليلة جدا مما يؤدي الى حدوث التغلغل أثناء توليد مسارات القطع . أما الاستمرارية من الدرجة الأولى (C_1) فتعطي قيم انحراف أعلى بقليل من قيم انحراف (C_0) و لكن باستمرارية لمسار القطع أكثر وضوحا مع إمكانية استخدام عدة قطع كروية ذو نصف قطر اكبر من العدة المستخدمة في حالة الاستمرارية (C_0) و تحت نفس شروط التشغيل، مما يؤدي الى تقليل زمن تشغيل السطح المطلوب و زيادة قيمة الإنهاء السطحي من خلال تقليل قيمة ارتفاع الزوائد (scallop height). أما الاستمرارية من الدرجة الثانية (C_2) فتعطي قيم انحراف كبيرة و بدرجة استمرارية عالية (very smooth surface) مع إمكانية استخدام عدة قطع ذو نصف قطر اكبر من الطريقتين السابقتين

Abstract:

The aim of this research is to build and develop an algorithm to design and implement free-form surfaces. The interior data of the designed surfaces will be invested to generate tool path for machining these surfaces.

The developed algorithm proposes to divide the curved surface to multi linear segments, and the number of these segments depends on the desired surface accuracy.

In the core of the developed algorithm Bezier technique have been used to generate the interior data of the designed surfaces.

The proposed algorithm have been extended to design complex surfaces by joining several surface patches with different parametric continuity and this make the proposed algorithm suitable to design high order surfaces.

The developed algorithm contains the following subroutine.

- Forward step determination with respect to desired tolerance of the surface.
- Side step determination with respect to allowable scallop height.
- Determination of proper interpolation function for machining procedure.
- Cutter location points calculation using offset cutter contact.
- Determination of optimum cutter radius to prevent gouging between cutting tool and machined surface.
- Tool path generation and part program preparation.

The proposed algorithm have been used to design several complex surfaces then the designed data have been invested for machining six 3D surfaces using CNC vertical milling machine (Bridgeport). The interior data have been transmitted to the CNC controller via the serial port (RS 232), the proposed algorithm proved a good success through all the steps.