

23. März 1993

DISS ETH Nr. 10036

REGEL- UND ALGORITHMENBASIERTE
ZUSCHNITTSFERTIGUNG IN DER
FLEXIBLEN BLECHBEARBEITUNG

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
Alfred Raggenbass
Dipl. Masch. Ing. ETH
geboren am 25. Dezember 1962
von Roggwil (TG)



Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. J. Reissner, Referent
Prof. Dr. P. Schönsleben, Korreferent

1993

Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation ist in drei Teile gegliedert:

Im ersten Teil der Arbeit wird die Bedeutung und der heutige Stand der NC-Programmierung für lasergeschnittene und gestanzte ebene Blechzuschnitte dargestellt (Kapitel 1).

Der Ablauf der NC-Programmierung wird analysiert und es werden acht Module mit genau beschreibbaren Aufgaben definiert (Kapitel 2).

Die Module Geometrieprozessor, Entscheidungsmodul, Werkzeugauswahl, Kollisionsmodul, Technologieprozessor, Schachtelung, Wegoptimierung und Operationsreihenfolge werden im zweiten Teil der Arbeit zunächst einzeln betrachtet (Kapitel 3 bis 10), wobei immer wieder auf Wechselwirkungen zwischen den Modulen hingewiesen wird.

Bei der Darstellung der verschiedenen Module werden Regelstrukturen und Algorithmen entwickelt, die es einem Rechnersystem erlauben NC-Daten automatisch zu generieren. Schwerpunkte stellen dabei die Werkzeugauswahl, der Technologieprozessor und die Wegoptimierung dar. Für die Auswahl optimaler Stanzwerkzeuge werden eine Regelstruktur sowie ein Algorithmus beschrieben, der durch das Regelwerk im Fall von komplizierten Konturen eingesetzt wird. Der Technologieprozessor stellt die Regeln zur Berücksichtigung der Stanz- und Lasertechnologie zur Verfügung. Er bedient sich eines einfachen mechanischen Modells, mit dem zwischen zulässigen und unzulässigen Belastungssituationen von Stanzwerkzeugen unterschieden werden kann. Die Optimierung der Fahrwege, die für Laserschneiden und Stanzen verschieden ist, erfolgt mit Hilfe eines eigenen Algorithmus, der mit wenigen Ausnahmen für beide Fertigungsarten eingesetzt werden kann.

Im letzten Kapitel des zweiten Teils (Kapitel 11) wird schliesslich eingehend auf einige wichtige Beziehungen zwischen den Modulen eingegangen.

Parallel zu dieser Dissertation wurde ein Expertensystem erstellt, das aus den CAD-Daten eines Laserschneid- oder Stanzteils automatisch NC-Daten erzeugt, wobei es keine Rolle spielt, was für ein CAD-System und was für Maschinen eingesetzt werden. Dem System liegt die in Teil zwei beschriebene modulare Struktur zugrunde.

Im dritten Teil der Arbeit wird kurz auf die Hilfsmittel sowie auf die Programmieretechnik eingegangen, die bei der Implementation dieses Systems angewendet wurden (Kapitel 12).

In einem Ausblick (Kapitel 13) wird gezeigt, wie dieser in sich abgeschlossene Baustein, der in der technischen AVOR eingesetzt werden kann und eingesetzt wird, in eine Fertigungsinsel für lasergeschnittene Bieeteile, die am Institut für Umformtechnik realisiert wird, oder auch in eine grössere Betriebsstruktur integriert werden kann.

Summary

This dissertation is subdivided into three parts:

The first part deals with the importance and current status of NC programming for laser cutted and stamped flat sheet blanks (Chapter 1).

The procedure in NC programming is analysed and eight modules are defined with tasks which can be precisely described (Chapter 2).

In the second part of the work the modules geometry processor, decision module, tool selection, collision module, technology processor, layout arrangement, path optimisation and sequence of operations are first considered separately (Chapters 3 to 10), whereby reference is frequently made to the interactions between the modules.

In the representation of the various modules, rule structures and algorithms are developed which permit a computer system to automatically generate NC data. The main points in this work concern the tool selection, the technology processor and the path optimisation. For the selection of optimum stamping tools, a rule structure and an algorithm are described, which are applied by the set of rules in cases with complex contours. The technology processor provides the rules to take account of the stamping and laser technologies. It makes use of a simple mechanical model with which a distinction can be drawn between admissible and inadmissible loading situations for stamping tools. The optimisation of the displacement paths, which are different for laser cutting and stamping, is performed with the help of a specific algorithm, which can be used, with few exeptions, for both types of manufacturing.

In the last chapter of the second part (Chapter 11) attention is finally paid to some important relationships between the modules.

Parallel to this dissertation, an expert system has been generated which automatically produces NC data from the CAD data of a laser cutted or stamped part. The procedure applies for any CAD system and any machines. The system is based on the modular structure described in the second part.

The third part of the work deals briefly with the accessories and the programming technology used in the implementation of this system (Chapter 12).

In a consideration of future developments (Chapter 13), it is shown how this actually finalised component, which can and is used in technical work planning, can be integrated in a manufacturing cell for laser cutted bending parts, such as will be set up at the Institut of Forming Technology or even in a large manufacturing facility.