

## RAPID PROTOTYPING USING ROBOT WELDING

Fernando Ribeiro

The reason for making a prototype, should not only be to visualise but also usable to test and assess it in its final function. Therefore, it is important to make the prototype with the same material used in the real and final component. Also, to overcome the actual Rapid Prototyping processes disadvantages, a technique for rapid prototyping components using Robotic Arc Welding has been created. For making the component, a robot holding a welding torch is used to 'draw' the desired shape and this has to be moved around in a very precise and sometimes repetitive way. It is important to note that low price was a target to achieve in this project.

Similarly to other Rapid Prototyping techniques, this one also uses a CAD package to draw the component as a 3D solid (AutoCAD, Autodesk, USA). After drawn, the solid is sliced by a routine specially devised for the purpose and this was made using AutoLisp (to be compatible with the CAD system used). Then, a robot program is automatically generated, as well as the welding parameters, according to the desired material/thickness of the component. A simulation program (WorkSpace from Robot Simulations Ltd, Newcastle, UK) can be used to check the feasibility of the robot program generated against collisions and other problems (the simulation is not compulsory and only allows optimisation of the program). By serial link RS-232-C, the robot program is then downloaded to the robot (in this work an ABB Irb2000 was used) and the start button is pressed. This process works unmanned and proved to be good enough for the purpose. The welding technique used is MIG (Metal Inert Gas) but others could be used.

1. This technique can be used to make not only the prototype but also the final component with the desired metal. Therefore, this represents also a new production technique more suitable for low volume production.
2. Another advantage with this new technique is that different metals can be used during the build up of the component to achieve different structural characteristics in different parts of the same component. This would not be possible with casting. The welding can be stopped at any time, the filler material changed, and the welding started again. The time to change the wire is not very long.
3. After slicing the 3D shape, useful reports containing information relative to the welding parameters, quantity of consumables and welding tasks, were automatically generated in order to improve the performance of the system, to control the process and to help the user to follow the progress of the whole process.
4. The robot program is automatically generated for most of the shapes. For extremely complex shapes the operator can use the robot simulation package in order to generate the final robot program. Both options are available for the user to decide.
5. Several case studies were carried out to prove the feasibility of the whole process and also the reliability of the slicing routines. Components with different levels of complexity were created with satisfactory success.

# **LE PROTOTYPAGE RAPIDE PAR SAUDAGE ROBOTISÉ AU PORTUGAL**

Un article d'Antonio Fernando Ribeiro, de l'Université de Minho

La raison d'être d'un prototype ne devrait pas être seulement la visualisation, mais aussi la possibilité de réaliser des tests et d'évaluer la pièce dans ses fonctions finales. Ainsi, il est important de réaliser le prototype dans le même matériau que celui de la pièce finale. De plus, afin de contourner les inconvénients des procédés actuels de prototypage rapide, une technique de prototypage rapide basé sur le soudage à l'arc robotisée (Robotic Arc Welding) a été mise au point. Un robot maintenant une torch de soudage est utilisé pour "dessiner" la forme désirée et doit être déplacé de manière répétitive et très précise. Il est important de noter qu'un prix faible était un des objectifs de ce projet.

De manière analogue aux autres techniques de prototypage rapide, celle-ci exploite des données CAO pour dessiner la pièce en tant que solide 3D (logiciel AutoCAD d'Autodesk). Après avoir été dessiné, le solide est découpé en tranches par un programme spécial. Ceci a été réalisé à l'aide d'AutoLisp (afin d'être compatible avec le système de CAO utilisé). Ensuite, le programme robot est généré automatiquement, ainsi que les paramètres de soudage, selon les épaisseurs et le matériau souhaités.

Un logiciel de simulation (WorkSpace de Robot Simulation, Newcastle, GB) peut être utilisé pour vérifier la faisabilité du programme robot en ce qui concerne les collisions et autres problèmes (la simulation n'est pas obligatoire, elle permet seulement d'optimiser les données générées par le logiciel). Par liaison série RS-232-C, le programme du robot est alors téléchargé vers le robot (ici, un ABB Irb2000) et la mise en route est effectuée. Ce procédé opère sans surveillance humaine, ce qui s'avère intéressant dans cet usage. La technique de soudage utilisée est la technique MIG (Metal Inert Gas), mais d'autres peuvent être mises en oeuvre.

Cette technique peut être employée non seulement pour fabriquer le prototype, mais aussi pour produire la pièce finale dans le matériau souhaité. C'est pourquoi c'est une technique adaptée à la production de faibles volumes.

Un autre avantage de ce procédé est que différents métaux peuvent être mis en oeuvre en cours de fabrication afin d'obtenir des caractéristiques structurales distinctes en différents endroits de la même pièce. Ceci n'est par exemple pas possible en fonderie. Le soudage peut également être arrêté à tout moment, le matériau changé et les opérations relancées. Le temps de changement du fil n'est pas très long.



*Fabrication d'une forme rectangulaire par soudage robotisé*

Après le tranchage de la forme 3D, des rapports utiles contenant des informations sur les paramètres de soudage, la quantité de consommables et des tâches de soudage sont générés automatiquement afin d'améliorer la performance du système, de contrôler le procédé et d'aider l'utilisateur à suivre la progression de l'ensemble du procédé.

Le programme du robot est généré automatiquement pour la plupart des formes. Pour des formes extrêmement complexes, l'opérateur peut utiliser un package de simulation afin de générer le programme final du robot. Les deux options sont offertes à l'utilisateur.



*Pièce issue directement de la fabrication, sans post-traitement*

Plusieurs études de cas ont été menées en vue de prouver la faisabilité de l'ensemble du procédé ainsi que la fiabilité des procédures de tranchage. Des pièces de différents niveaux de complexité ont été réalisées avec un succès satisfaisant.

*Contact: A. Fernando Ribeiro, Universidade do Minho, Campus de Azurem, 4800 Guimarães, Portugal. Tél.: +351 / 53 510190, Fax.: +351 / 53 510189. Email: fernando@dei.uminho.pt*