

SISTEMA PARA RECONHECIMENTO DE GEOMETRIAS DE PEÇAS CILÍNDRICAS A PARTIR DE ARQUIVOS STEP AP 203

Vinícius Spanhol Bordignon

Flávio José Lorini

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua Sarmento Leite, 425, Centro Histórico, CEP 90050-170, Porto Alegre-RS.

vinibordi@hotmail.com

lorini@ufrgs.br

Pablo Leonardelli

Faculdade São Francisco de Assis, Avenida Sertório, 253, Navegantes, CEP 91020-001, Porto Alegre-RS.

pabloleonardelli@gmail.com

Resumo. A integração entre o projeto (CAD) e a fabricação (CAM) é um dos principais desafios enfrentados no ambiente de fabricação. No intuito de automatizar o planejamento de processo como atividade de conexão entre o projeto e a efetiva fabricação, o uso de arquivos neutros STEP para a troca de informações é uma boa alternativa. Isto se deve ao fato do reconhecimento automático de características de usinagem ser realizado a partir da interpretação desse arquivo. Com o objetivo de reproduzir esse reconhecimento, elaborou-se um módulo em linguagem Visual Basic, responsável por ler e armazenar informações de um arquivo STEP gerado pelo software CAD Solid Works. Esse sistema permite, a partir da aplicação de regras, identificar geometrias cilíndricas em peças rotacionais. Como principais resultados, o sistema desenvolvido apresenta os dados extraídos do arquivo STEP e as geometrias identificadas. Comparando-se as informações obtidas pelo módulo com as especificações do projeto da peça, verifica-se que o sistema obtém resultados satisfatórios. As informações extraídas podem, posteriormente, ser utilizadas como dados de entrada em sistemas de planejamento de processo, manufatura ou para geração de códigos NC.

Palavras chave: Padrão STEP. Reconhecimento automático de características. Automação da manufatura.

1. INTRODUÇÃO

Na área da manufatura, a concatenação entre CAD e CAM é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável de produtos e a competitividade industrial. Para isso, é necessária a extração de informações geométricas e topológicas do produto projetado por meio do sistema CAD. Essas informações são essenciais para várias etapas da produção, entre elas o planejamento de processo. Para realizar essa extração, a maior parte dos sistemas existentes utilizam os arquivos neutros como o STEP, os quais tem o objetivo de transportar informações do ciclo de vida (projeto, fabricação, serviços, dados de manutenção e descarte) do modelo do produto. Os sistemas CAD comerciais fornecem o STEP AP 203 como o formato mais comum desse arquivo. Por meio de um sistema de reconhecimento automático de informações, é possível identificar todas as características de usinagem, como ranhuras, cavidades e furos, auxiliando a interligação CAD/CAM (Venu *et al.*, 2015).

O STEP é reconhecido como um padrão internacional para tecnologias baseadas em identificação de características, tendo sua descrição oficial na ISO 10303. Esse tipo de arquivo utiliza um método orientado a objetos para modelar o relacionamento dos dados, baseando-se em uma linguagem de especificação formal, chamada EXPRESS, para defini-los (Majstorović *et al.*, 2013). Sreeramulu e Rao (2008) descrevem esse relacionamento de forma sintetizada, afirmando que cada instância de entidade de um arquivo STEP possui um identificador de forma #N (onde N é um número inteiro único), o qual referencia outra instância de entidade dentro do arquivo. Esses identificadores não possuem significado semântico individualmente, no entanto, se interpretados a partir de uma hierarquia, podem representar uma variedade de informações geométricas e topológicas.

Malleswari (2013) elaborou um método de reconhecimento automático de características para peças rotacionais, a partir do arquivo STEP AP 203, baseado em dois módulos. Primeiramente, o sistema realiza a leitura do STEP, organizando as informações obtidas a partir da hierarquia do padrão e armazenando-as em um banco de dados. Para a etapa de processamento, aplicam-se regras para o reconhecimento de características de fabricação de geometria cilíndrica, cônica e toroidal. Como resultado final, esse método fornece alguns atributos das características, como suas dimensões, tipo e natureza do furo. Sivakumar e Dhanalakshmi (2013) e Oussama *et al.* (2014) também desenvolveram métodos semelhantes para o reconhecimento automático de características de peças cilíndricas.

Yusof e Latif (2014) elaboraram uma pesquisa detalhada sobre os diferentes métodos de Planejamento de Processo Assistido por Computador (CAPP) desenvolvidos no período de 2002 até 2013, listando as dez principais abordagens.

Nesse trabalho, os autores constataram que os CAPPs compatíveis com o STEP representavam cerca de 18% do total produzido no período, sendo esse o método com maior percentual dentre os analisados. Verificou-se ainda que essa abordagem obteve o maior crescimento entre os anos de 2008-2013, indicando uma nova direção na pesquisa. Esse estudo corrobora a ideia de que o arquivo neutro STEP é uma importante ferramenta para a integração entre CAD e CAM.

O presente trabalho propõe a concepção de um sistema capaz de ler as informações armazenadas em um arquivo no formato STEP AP 203, gerado por um CAD qualquer, e identificar geometrias cilíndricas por meio de uma abordagem baseada em regras. Os dados obtidos podem ser utilizados como entrada em sistemas CAPP/CAM, bem como para a geração de códigos NC. A Fig. 1 apresenta a estrutura hierárquica de informações de um arquivo STEP, as quais são interpretadas no trabalho proposto.

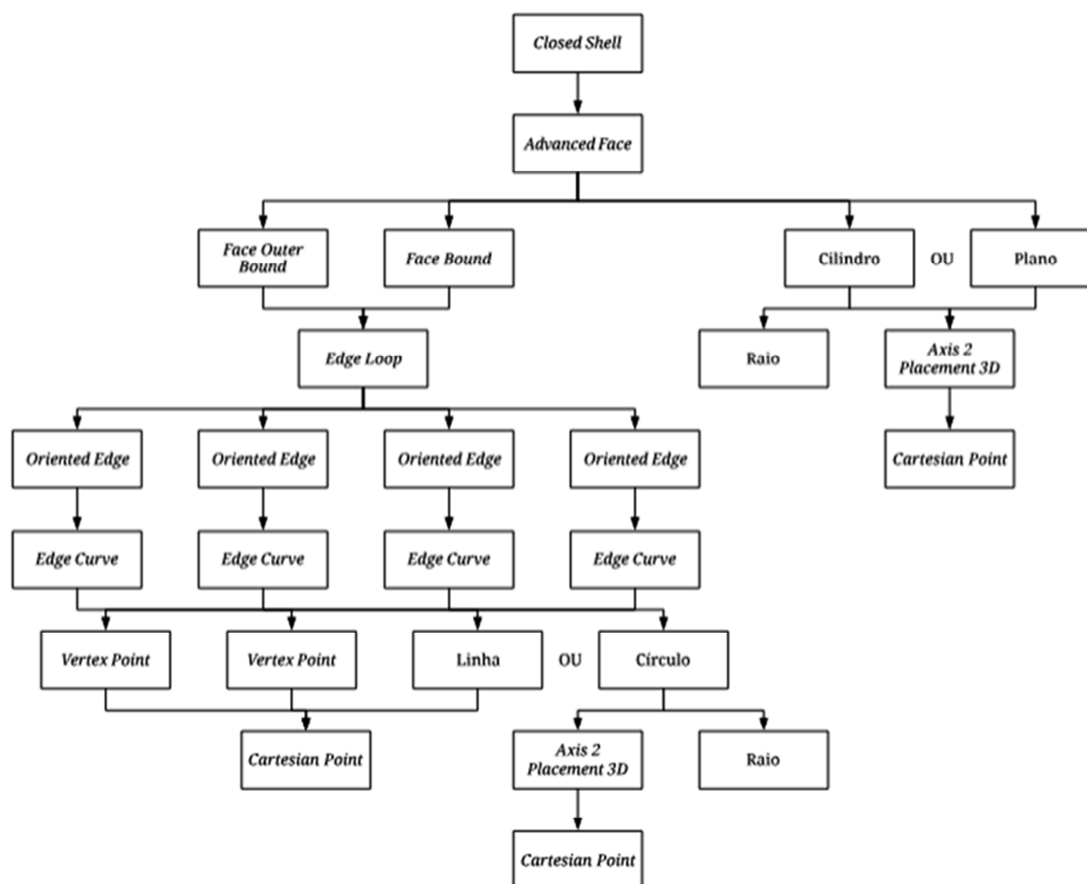


Figura 1. Hierarquia de dados de um arquivo STEP
(Adaptado de Sreeramulu e Rao, 2008).

2. METODOLOGIA

Para a elaboração do sistema, utilizaram-se os *softwares SolidWorks* (para projeto da peça e geração do arquivo STEP) e *Visual Basic* (linguagem de programação e implementação das regras de reconhecimento de geometrias). O módulo desenvolvido para a extração de informações do arquivo STEP está estruturado conforme mostrado no fluxograma da Fig. 2.

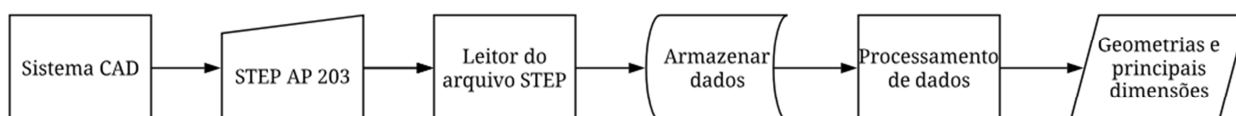


Figura 2. Fluxograma do módulo desenvolvido.

O sistema CAD utilizado fornece os dados de entrada, armazenando o projeto da peça em um arquivo no formato STEP AP 203. Esse arquivo é então carregado no módulo, a partir de sua busca nos arquivos do computador por parte do usuário. Ao ativar a função “Ler linhas”, o programa efetua a leitura dos dados de todas as linhas do STEP, registrando-os conforme a hierarquia mostrada na Fig. 1. As informações para cada nível são armazenadas em vetores, os quais permitem a organização dos dados e sua utilização futura. Uma tabela com todos os dados extraídos do arquivo STEP é gerada através da opção “Dados Gerais”, enquanto que a instrução “Resumo dos dados” apresenta informações selecionadas, as quais são dados de entrada para a etapa de processamento. A Fig. 3 representa a interface do módulo desenvolvido.

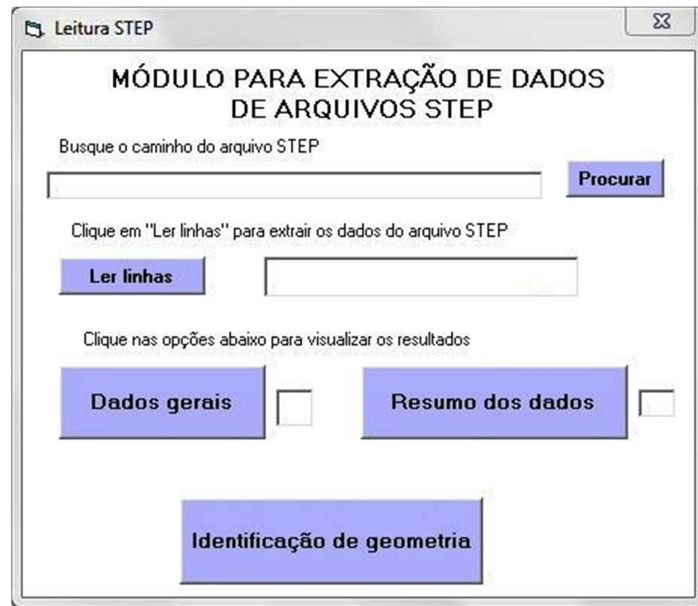


Figura 3. Interface do módulo desenvolvido.

Para o processamento das informações, o sistema projetado utiliza a metodologia proposta por Malleswari (2013), a qual permite a identificação de geometrias cilíndricas e furos. As regras aplicadas são listadas abaixo:

- A construção da *Edge Curve* é “círculo-linha-círculo-linha”/“linha-círculo-linha-círculo”;
- A superfície da *Advanced Face* é cilíndrica;
- Os raios dos círculos na construção da *Edge Curve* são iguais;
- Duas coordenadas (x e y) dos centros dos círculos são iguais;
- Se a coordenada z diminui do primeiro para o segundo círculo na construção da *Edge Curve*, então o cilindro é externo, com comprimento igual à diferença entre as coordenadas;
- Se a coordenada z aumenta do primeiro para o segundo círculo na construção da *Edge Curve*, então o cilindro é interno, com comprimento igual à diferença entre as coordenadas;
- Se a coordenada y do centro do círculo de um cilindro interno for igual à zero, então o cilindro é classificado como simétrico ao eixo principal;
- Se a coordenada y do centro do círculo de um cilindro interno for diferente de zero, então o cilindro é classificado como assimétrico em relação ao eixo principal, com *offset* igual à coordenada y.

A aplicação dessas regras ocorre de forma automática no módulo desenvolvido, a partir da seleção da opção “Identificação de geometria”. A conclusão de cada etapa de processamento é informada por meio das caixas de texto presentes ao lado de cada comando.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para ilustração do sistema implementado, é tomada uma peça (Fig. 4), de cujo arquivo de desenho, em padrão STEP AP 203, são extraídas as informações (exibidas na Tab. 1) para a aplicação das regras de reconhecimento de *features* de usinagem. Os valores atribuídos à primeira coluna (*Edge Curve*) correspondem aos indicadores de referência (#N) encontrados nas linhas do STEP, enquanto que os dados de raio e coordenadas (x, y e z) referem-se aos círculos de cada *Edge Curve*.

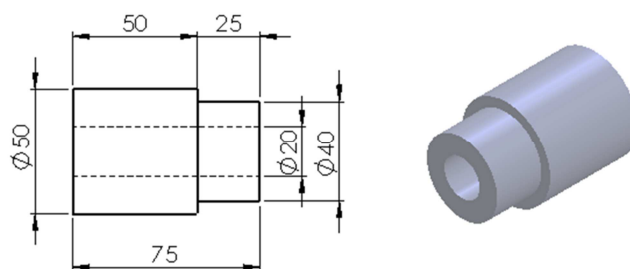


Figura 4. Peça projetada para exemplificar o funcionamento do sistema.

Tabela 1. Informações extraídas do arquivo STEP AP 203

Edge Curve (#N)	Superfície	Construção Edge Curve	Raio (mm)	x (mm)	y (mm)	z (mm)
167;62;109;270	cilindro	círculo-linha-círculo-linha	10;10	0;0	0;0	0;75
236;218;65;204	cilindro	círculo-linha-círculo-linha	20;20	0;0	0;0	75;50
75;189;25;132	cilindro	círculo-linha-círculo-linha	25;25	0;0	0;0	50;0
91;75;254;65	plano	círculo-círculo/círculo-círculo	25;25/20;20	0;0/0;0	0;0/0;0	50;50/50;50
189;91;132;149	cilindro	linha-círculo-linha-círculo	25;25	0;0	0;0	50;0
45;167/149;25	plano	círculo-círculo/círculo-círculo	10;10/25;25	0;0/0;0	0;0/0;0	0;0/0;0
218;306;204;254	cilindro	linha-círculo-linha-círculo	20;20	0;0	0;0	75;50
327;109/306;236	plano	círculo-círculo/círculo-círculo	10;10/20;20	0;0/0;0	0;0/0;0	75;75/75;75
62;45;270;327	cilindro	linha-círculo-linha-círculo	10;10	0;0	0;0	0;75

As regras descritas na metodologia foram aplicadas sob os dados da Tab. 1, a fim de reconhecer as geometrias presentes na peça. A Tab. 2 mostra as geometrias obtidas para a peça exemplo.

Tabela 2. Geometrias identificadas para a peça exemplo

Característica
Cilindro interno de diâmetro 20 mm e comprimento 75 mm sem offset do centro
Cilindro externo de diâmetro 40 mm e comprimento 25 mm
Cilindro externo de diâmetro 50 mm e comprimento 50 mm

Os dados da Tab. 2 mostram que as geometrias encontradas condizem com as características do desenho, visto que o módulo interpreta e reconhece todas as características presentes na peça exemplo (Fig. 2) de maneira correta. Ao testar o sistema para outras peças rotacionais, verificou-se sua capacidade de identificar de maneira satisfatória geometrias cilíndricas com variação de diâmetro, furos passantes ou cegos e ranhuras.

As informações acerca das geometrias obtidas a partir do módulo desenvolvido podem ser utilizadas para várias funções ligadas à fabricação de componentes. Um dos principais usos remete ao planejamento de processos, no qual essas informações, inseridas como dados de entrada, auxiliam na geração de planos de processo de forma generativa ou generativa-interativa, contribuindo para a automatização dessa etapa e, dessa forma, reduzindo tempos e custos, possibilidades de erros e carga de trabalho para o engenheiro processista.

4. CONCLUSÕES

Constata-se, por meio dos testes realizados, a validade do módulo proposto para a identificação de características de usinagem a partir de um arquivo STEP AP 203 gerado por um CAD. Os resultados obtidos são considerados satisfatórios, uma vez que todas as geometrias identificadas para a peça exemplo, bem como suas principais dimensões e características, estão de acordo com as especificadas no projeto. O módulo desenvolvido pode ser utilizado para peças rotacionais com características de variações de diâmetro, presença de furos cegos ou passantes e ranhuras.

Ressalta-se que, no estágio de desenvolvimento atingido, o sistema não reconhece automaticamente algumas características presentes em peças rotacionais, como rasgos de chaveta. Esse fato deve-se à complexidade existente para

extrair informações geométricas e topológicas sobre essas características através do arquivo STEP, o que ainda necessita ser implementado.

Salienta-se que os dados obtidos pelo *software* desenvolvido podem ser utilizados como dado de entrada em sistemas computacionais de planejamento de processo (CAPP) e de manufatura (CAM), como também para a geração de códigos de comando numérico (NC), possibilitando, dessa forma, uma ferramenta importante para a integração e automatização do processo de fabricação.

5. REFERÊNCIAS

- Majstorović, V. D.; Šibalića, T., Erčević, B. e Erčević, M., 2013. "Capp Model for Prismatic Parts in Digital Manufacturing". *IFIP Advances in Information and Communication Technology, Digital Product and Process Development Systems*, Vol. 411, p. 190-204.
- Malleswari, V. N., 2013. *Automatic feature recognition for rotational components from STEP files*. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Mecânica, Andhra University, Visakhapatnam.
- Oussama, J.; Abdelilah, E. e Ahmed, R., 2014. "Manufacturing Computer Aided Process Planning For Rotational Parts. Part 1: Automatic Feature Recognition From STEP AP203 Ed2". *International Journal Of Engineering Research And Applications*, Vol. 4, n. 5, p. 14-25.
- Sivakumar, S. e Dhanalakshmi, V., 2013. "An approach towards the integration of CAD/CAM/CAI through STEP file using feature extraction for cylindrical parts". *International Journal Of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 26, n. 6, p. 561-570.
- Sreeramulu, D. e Rao, C.S.P., 2008. "A New Methodology for Recognition of Milling Features from STEP File". *The International Journal Of Applied Management And Technology*, Vol. 6, n. 3, p. 172-190.
- Venu, B.; Komma, V. R. e Srivastava, D. A., 2015. "A Methodology to Recognize Manufacturing Features of Prismatic Parts from STEP AP 203 File". *Materials Today: Proceedings*, Vol. 2, n. 4-5, p. 3170-3177.
- Yusof, Y. e Latif, K., 2014. "Survey on computer-aided process planning". *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 75, n. 1-4, p. 77-89.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

System for Recognition of Geometries of Cylindrical Parts from STEP AP 203 files

Vinícius Spanhol Bordignon

Flávio José Lorini

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua Sarmento Leite, 425, Centro Histórico, CEP 90050-170, Porto Alegre-RS.
vinibordi@hotmail.com
lorini@ufrgs.br

Pablo Leonardelli

Faculdade São Francisco de Assis, Avenida Sertório, 253, Navegantes, CEP 91020-001, Porto Alegre-RS.
pabloleonardelli@gmail.com

Abstract. *The integration between design (CAD) and manufacture (CAM) is one of the main challenges faced in the manufacturing environment. In order to automate process planning as a connecting activity between design and effective manufacturing, the use of STEP neutral files for exchange information is a good alternative. This is due to the fact that the automatic recognition of machining features is performed from interpretation of this file. In order to reproduce this recognition, a module in Visual Basic language was developed, responsible for reading and storing information from a STEP file generated by CAD software Solid Works. This system allows the recognition of cylindrical geometries in rotational parts from rules applications. As main results, the developed system presents the data extracted from the STEP file and the identified geometries. Comparing the information obtained by the module with the specifications of the part design, it is verified that the system obtains satisfactory results. The extracted information can subsequently be used as input data in process planning, manufacturing or NC code generation systems.*

Keywords: *STEP Standard. Automatic feature recognition. Manufacturing automation.*

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.