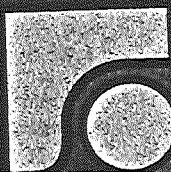


ANAIIS

XXVII



XXVII

**SIMPÓSIO
BRASILEIRO
DE
PESQUISA
OPERACIONAL**



VITÓRIA-ES

1995

PROGRAMAÇÃO DE OPERAÇÕES EM MÁQUINAS AUXILIADA POR SISTEMAS ESPECIALISTAS

Renato Vairo Belhot
Marcos Betioli
João Vitor Moccellini

Escola de Engenharia de São Carlos - USP
SEM-Engenharia de Produção
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465
CEP 13560-250 São Carlos - SP
FAX: (0162) 71-9241
E-MAIL: rvbelhot@bruspsce.bitnet

RESUMO

A aplicação da teoria clássica de 'scheduling' nos problemas de programação da produção, em ambientes industriais, ainda é mínima. A falta de valorização ou de uso, deve-se principalmente ao desconhecimento da própria teoria e de seu potencial de aplicação. Neste sentido, este artigo discute o desenvolvimento de sistemas especialistas como um veículo para a disseminação do conhecimento especializado, referente à teoria de 'scheduling'.

Palavras-chave: programação da produção, sistemas especialistas.

ABSTRACT

In this paper we consider the gap between theory and practice concerning the production scheduling. A significant amount of research effort has been devoted to the theory of scheduling, however its use in many production ambients is minimal. Mostly there is no consciousness regarding the theory contents. Having this in mind, we propose the development of expert systems for production scheduling problems as an attempt to make classical scheduling theory more practical.

Key words: production scheduling, expert systems

I - Introdução

Determinar, em termos gerais, quais as características que determinam quando um problema é adequado para o desenvolvimento de sistemas especialistas é uma tarefa relativamente difícil, pois envolve a consideração de vários fatores subjetivos, ainda não muito bem quantificados. O material técnico sobre o assunto é incipiente e as aplicações realizadas ainda pouco esclarecedoras. A despeito das dificuldades inerentes, algumas propostas já foram feitas para auxiliar na solução dessa questão.

WATERMAN (1986) propõe três dimensões para analisar o desenvolvimento de sistemas especialistas: se é possível, justificável e apropriado. Em termos gerais, esses aspectos referem-se à tarefa (domínio, complexidade, e aspectos cognitivos), ao especialista (como fonte do conhecimento) e ao retorno do sistema (financeiro ou social, teórico ou prático).

Outra proposta é descrever as funções que podem ser desempenhadas por um sistema especialista, isto é, em quais atividades pode ser empregado (consultor, tutor, assistente inteligente, etc.). Outra alternativa é listar as aplicações clássicas e as áreas onde as aplicações tiveram ou têm sucesso, como diagnóstico médico (MYCIN), exploração mineral (PROSPECTOR), inferência molecular (DENDRAL), entre outras.

Uma alternativa que parece significativa para o entendimento dessa questão é estabelecer “classes de problemas” (ou “funções de aplicações”) que podem ser tratados por sistemas especialistas. Várias categorizações são mencionadas na literatura, sendo a de GEVARTER (1989) uma das mais aceitas.

Mesclando a proposta de GEVARTER com aspectos ligados à complexidade e ao grau de estruturação do problema (função), obtém-se indicativos interessantes sobre a questão de quando desenvolver sistemas especialistas.

De acordo com a figura 1, no grupo 1, as soluções são conhecidas e o objetivo é escolher a que melhor se ajusta à situação sob análise. No grupo 2, é preciso construir a solução. Problemas do grupo 1 são recomendados em um estágio inicial, deixando as outras classes de problemas (grupo2) para quando já existir conhecimento e experiência acumulada no assunto.

Recorrendo à estrutura proposta na figura 1, a função Classificação (grupo 1) corresponde à escolha, entre um conjunto fixo de alternativas, de uma única opção, e a função Diagnóstico pode ser entendida como uma subclasse. Por outro lado, no Grupo 2 a função Programação diz respeito à ordenação no tempo de um dado conjunto de atividades, levando-se em consideração os recursos disponíveis.

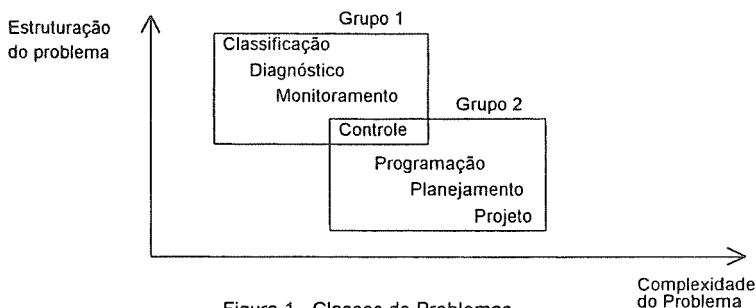


Figura 1 - Classes de Problemas

SYSNO 1077149
PROD 000748

Sob esse entendimento, a programação da produção ('scheduling') pode originar a criação de sistemas especialistas com diferentes objetivos e complexidade de desenvolvimento.

II - O Contexto da Programação de Operações em Máquinas

As decisões associadas à programação da produção envolvem fatores externos e internos. A programação da produção é dependente de fatores externos devido à consideração do prazo, de uma data de término prevista ou compromissada com o cliente. Já a programação da produção orientada para aspectos internos tem como objetivo a utilização eficiente da capacidade, através da coordenação de atividades simultâneas envolvendo a ordenação das tarefas.

Vários sistemas especialistas já foram desenvolvidos para resolver problemas de programação da produção do grupo 2. É o caso de: ISIS (Intelligent Scheduling and Information System); OPIS (Opportunistic Scheduler), FIXER (Fault Identification & Expediting Repair), entre outros (BELHOT, 1993). Esses sistemas têm como objetivo oferecer uma saída, uma alternativa de programação ou de reprogramação de atividades a partir de um conjunto de entradas.

É oportuno mencionar que o melhor resultado em termos de datas de início e de término, e de utilização de capacidade depende da determinação da "melhor seqüência de produção" no sentido restrito da palavra. Entretanto, pouco tem sido feito em termos de sistemas especialistas, nessa direção.

III - Sistemas Especialistas e a teoria sobre 'Scheduling'

De acordo com MACCARTHY & LIU (1993) a teoria classica de 'Scheduling' ainda é pouco utilizada nos ambientes de produção, uma vez que a programação da produção fica a cargo da primeira linha de administração, ou é delegada ao pessoal do chão de fábrica. Em muitos casos não se dá o devido valor à teoria já existente, que se aplica a alguns ou talvez todos os problemas de programação. Essa falta de valorização ou de uso, deve-se em parte ao desconhecimento da própria teoria e de como aplicá-la.

As revistas especializadas, congressos e seminários tratam as questões de 'scheduling' com rigor matemático e os artigos na maioria das vezes representam avanços teóricos obtidos em pesquisas. Poucos artigos oferecem a teoria de um modo mais acessível às pessoas que lidam com problemas de produção em ambientes industriais (CHENG & SIN, 1990; MACCARTHY & LIU, 1993). Por outro lado, poucas pessoas do ambiente industrial dominam e utilizam essas técnicas.

“O bom é inimigo do ótimo”, “apagar incêndios”, “a teoria na prática é outra”, refletem a distância que existe entre o meio onde a teoria é desenvolvida e onde deveria estar sendo aplicada. A aproximação entre teoria e prática, universidade e empresa, depende de muitos fatores. Um deles e talvez o principal, é o conhecimento, mais especificamente como colocar conhecimento especializado ao alcance de um número cada vez maior de pessoas. Os sistemas especialistas constituem-se em um veículo eficiente para a transmissão de conhecimentos especializados.

MACCARTHY & LIU (1993) com a proposta de reduzir a distância entre a teoria sobre ‘scheduling’ e a sua aplicação prática, colocam conhecimento especializado à nossa disposição. A estrutura utilizada para caracterizar os diferentes ambientes de programação, serve de base para orientar o desenvolvimento de sistemas especialistas.

A área de ‘scheduling’ é muito rica quanto à diversidade de pesquisas que podem e estão sendo realizadas. Tomando a figura 2 como referência, pode ser observado que cada módulo, individualmente, caracteriza uma linha de pesquisa, na medida em que possibilita desenvolvimentos teóricos, proposição de novos algoritmos e métodos heurísticos para solucionar os problemas inerentes. Tome-se por exemplo, o caso de flowshop permutacional onde as pesquisas têm produzido métodos cada vez mais eficientes para a solução do problema, a partir da utilização de meta-heurísticas como busca tabu ‘simulated annealing’ e algoritmo genético (MOCCELLIN, 1995).

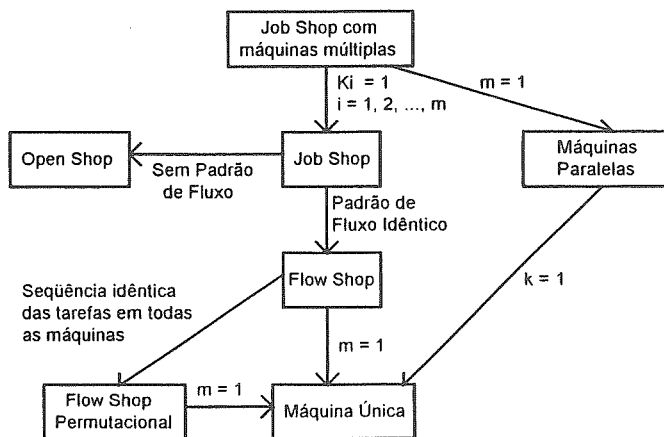


Figura 2 - Módulos de Pesquisa (Fonte: MACCARTHY & LIU, 1993)

Além da evolução própria dessa área de conhecimento, um campo promissor para novas pesquisas consiste no desenvolvimento de sistemas especialistas para auxiliar na escolha da

técnica de solução que melhor se ajusta às condições do problema, para cada módulo representado na figura 2. São sistemas especialistas que lidam com problemas de classificação (grupo 1, figura 1).

Neste sentido, estamos desenvolvendo um projeto de pesquisa que envolve a implementação de um sistema especialista de direcionamento que identifica a classe que o problema pertence, e de sistemas especialistas complementares que recomendam as técnicas de solução que melhor se ajustam às condições do problema para cada um dos módulos representados na figura 2. Referências bibliográficas são fornecidas como elemento de apoio, fortalecendo aspectos conceituais e oferecendo informações técnicas sobre o algoritmo de solução.

IV - Direções Futuras

O sistema especialista ora em desenvolvimento aborda o problema de Máquinas Paralelas. Sua base de conhecimento está sendo formada a partir de informações sobre requisitos e características dos métodos de solução disponíveis.(CHENG & SIN, 1990).

Concluída esta fase, o projeto prevê na sua fase final a incorporação de outros dois estágios: 1) um Sistema Tutor para dar suporte teórico e, assim, dispensar o acesso às referências bibliográficas; 2) Sistemas Computacionais, com a implementação dos diversos algoritmos disponíveis, com a finalidade de gerar uma solução para o problema.

V - Referências Bibliográficas

- BELHOT, R. V. (1993) Conceitos e desenvolvimento de sistemas especialistas. Publicação EESC-USP, Nº. 063.
- CHENG, T.C.E. & SIN, C.C.S. (1990) A state-of-the-art review of parallel-machine scheduling research. European Journal of Operational Research. Vol. 47, p. 271-292.
- GEVARTER, W. B. (1987) The nature and evaluation of commercial expert system building tools. Computer. Vol 20, No. 5, p. 24-41.
- MACCARTHY, B.L. & LIU, J. (1993) Addressing the gap in scheduling research: a review of optimization and heuristic methods in production scheduling. International Journal of Production Research. Vol 31, No. 1, p. 59-79.
- MOCCELLIN, J.V. (1995) A new heuristic method for the permutation flow shop scheduling problem. Journal of the Operational Research Society. Vol. 46 (to appear).
- WATERMAN, D.A. (1986) A guide to expert systems. London, Ed. Addison Wesley.