

Sistema de alocação de máquinas de tingimento utilizando a técnica CSP

Aluno: Rodrigo Norberto Lermen

Orientador: Dr. Paulo César Rodacki
Gomes

Sumário

- Introdução
- Fundamentação Teórica
 - PCP
 - CSP
 - Otimização de CSP
- Desenvolvimento
 - Requisitos
 - Especificação do problema
 - Modelagem do problema
 - Implementação
 - Resultado
- Conclusões
- Extensões

Introdução

- PCP
 - Entrega dos produtos no tempo previsto
- Tinturaria
 - Fase importante dentro do processo produtivo
 - Restrições para tingimento
- *Inteligência Artificial*
- *Constraint Satisfaction Problem – CSP*

Fundamentação Teórica

- Conceitos de PCP
 - Seqüenciamento de OT

- Conceitos de CSP

Planejamento e Controle da Produção (PCP)

- O que é o PCP?
- Seqüenciamento de OT
- Controle de prioridade
 - Menor Custo de Mudança (MCM)
 - Relação Crítica (RC)
- Controle de capacidade

Constraint Satisfaction Problem (CSP)

- Tupla (V, D, C)
- Número finito de variáveis (V)
- Domínio finito das variáveis (D)
- Restrições (C)
- Atribuir um valor para cada variável que satisfaça todas as restrições

Domínios

- Domínios numéricos (inteiros / racionais / reais)
- Domínios booleanos (verdadeiro / falso)
- Domínios simbólicos (tipo enumerado, exemplo: dias da semana)

Restrição (Constraint)

- Limita os valores das variáveis
- Podem ser representadas por: funções, matrizes, desigualdades, entre outros

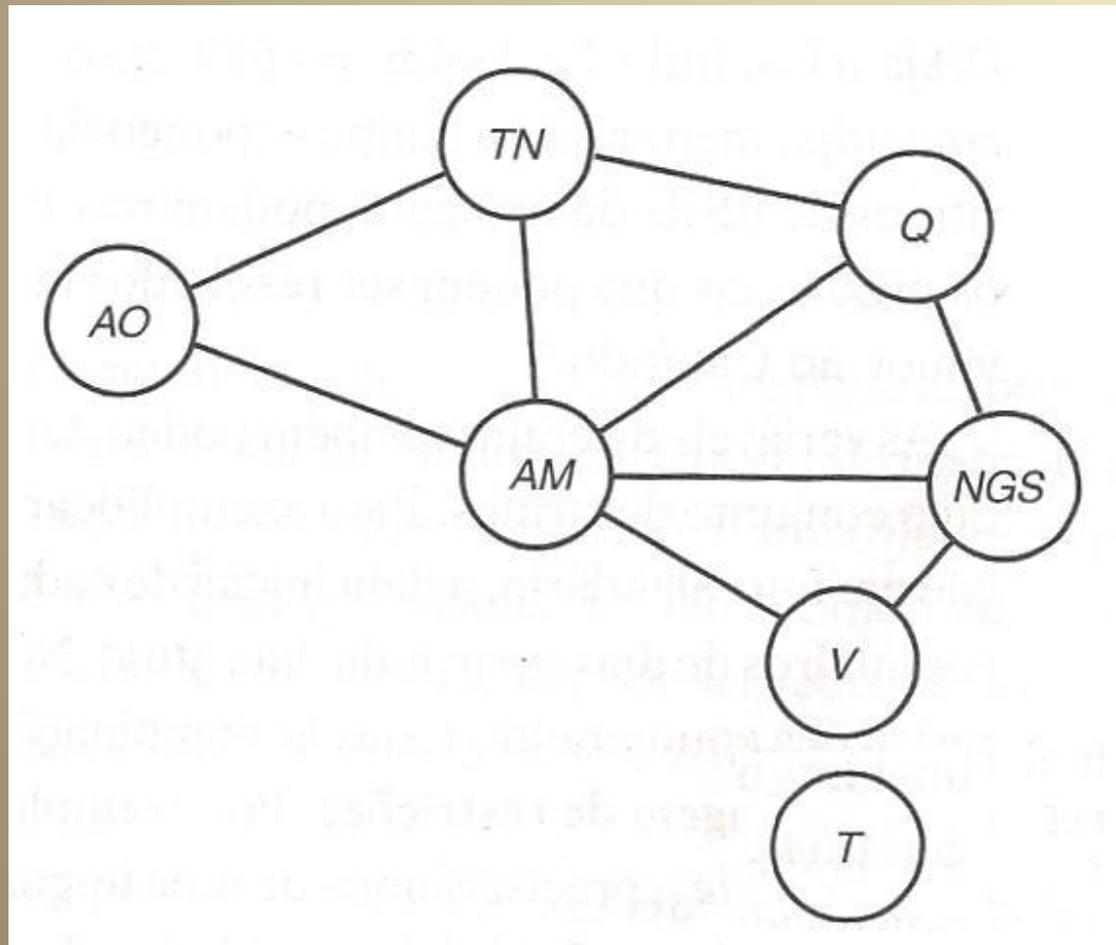
Alocação de recursos utilizando inteligência artificial

- Alocação de recursos compartilhados é um CSP
- Cada variável representa uma requisição de recurso
- O domínio da variável é o conjunto de possíveis valores que esta variável pode ter
- A verificação de capacidade e outras regras são feitas pelas restrições

Coloração de mapas



Grafo da coloração de mapas



Otimização em CSP

- Constraint Satisfaction Optimization Problem (CSOP)
- CSP com função de otimização (Z, D, C, f)
- Encontrar a solução com o melhor (maior ou menor) valor de f
- O problema de agendamento é um CSOP
- Algoritmos importantes:
 - *Branch and Bound (B & B)*
 - *Genetic Algorithms (Gas)*

Especificação do problema

- Início do problema
 - Área comercial determina os produtos que devem ser produzidos
 - Semana de entrega (dificuldade de determinar a data de entrega)
- PCP
 - Analisa e distribui as tarefas através de OPs
- Tinturaria
 - Recebe as OTs e começa a distribuir entre as máquinas

Dificuldades da área de tingimento

Data	30/10/2009		ROVITEX IND. E COM. DE MALHAS LTDA.		Página	1	
Hora	09:14:13		Ordem de Tinturaria			RT136137	
OTN	452423	Grupo	452359/ 22	Usr. Impressão	ADMIN		
Relação	TING FIO/FIXO		Gestão	17313/	17186	Cadastro	21/10/2009
Receita	601611	GELO-CV				Tempo Tingimento	05:45:00
Cor	611	GELO				Máquina	TM17
Finalidade	PROGRAMAÇÃO SEMANA 48						
Tipo de Malha	06	VISCOSE/ELASTANO CONVECCIONAL				Entrega	06/11/2009
Mat. Origem	50599	Descrição		VISCOFLEX (32/28)			
Cor	025	MALHA CRUA					
Material	50503	Descrição		Gramatura	Qtde Bruta	Qtde Liq	Largura
		M/M VISCOSE FLEX ROTATIVA (505)- 1.80		215	198.00Kg	174.23Kg	1.8000
		ESTAMPADO 20985		LISTRAS 198 FUNDO 611			
		Composição:					
		VISCOSE		96 %			
		ELASTANO		4 %			
TEAR	AREA DE PREPARACAO	DATA	TITULO	LOTE	FORNECEDOR		
Roteiro							
Material	50503	M/M VISCOSE FLEX ROTATIVA (505)- 1.80					
452	PROGRAMADO						
001	PESAR MALHA CRUA						
002	PREPARAR MALHA						
539	HIDRO-RELAXADEIRA						
005	TINGIR	Al. 09:03 Al. 09:00 Al. 08:59 Al. 08:58					
006	ABRIR						
498	RAMAR 1						
101	ESTAMPA ROTATIVA						
499	RAMAR						
600	LIBERACAO TINTURARIA						
004	RELAXADEIRA						
Artigo	Cor	Estampa	OTN	Peso	Material	Coleção	Agrupador Cores Agrupador
				Peso Total	0,00		
				Produto		Cor	

Processo de tingimento

- Preparação
 - Remover as impurezas da malha provenientes da malharia e do próprio fio
- Tingimento
 - Fixação do corante
- Lavação
 - Remoção do corante que não reagiu com a fibra

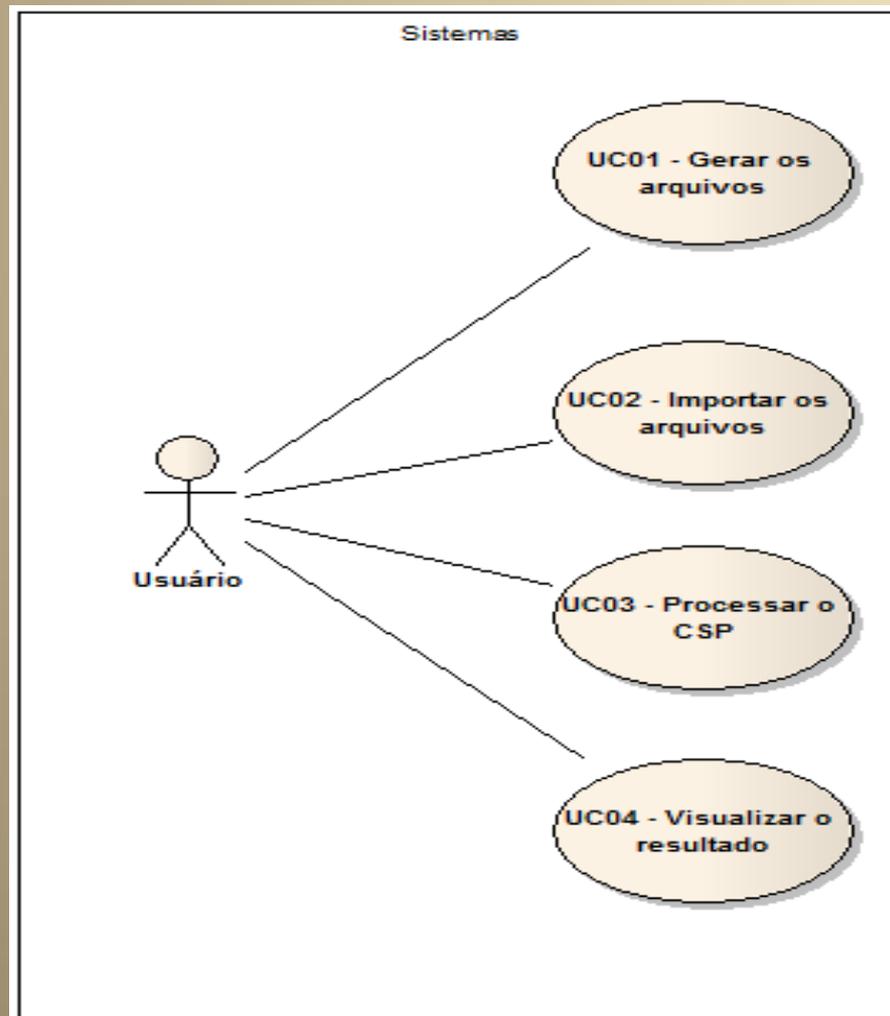
Seqüenciamento das cores

- Controle de prioridade – seqüenciamento das cores
 - Evitar a lavação da máquina
 - Otimizar o tempo de processamento
- Controle de capacidade
 - Capacidade mínima e máxima
 - Evitar trancar a malha ou tamanho da corda muito pequena

Requisitos

- importação das restrições das máquinas (RF)
- importação das restrições das malhas (RF)
- importação das restrições das cores (RF)
- importação das ordens de produção de tingimento (RF)
- interface para poder executar o algoritmo CSP (RF)
- interface baseada em caixas de texto, *frames* e botões para poder visualizar o resultado da alocação das máquinas (RF)
- linguagem Java (RNF)

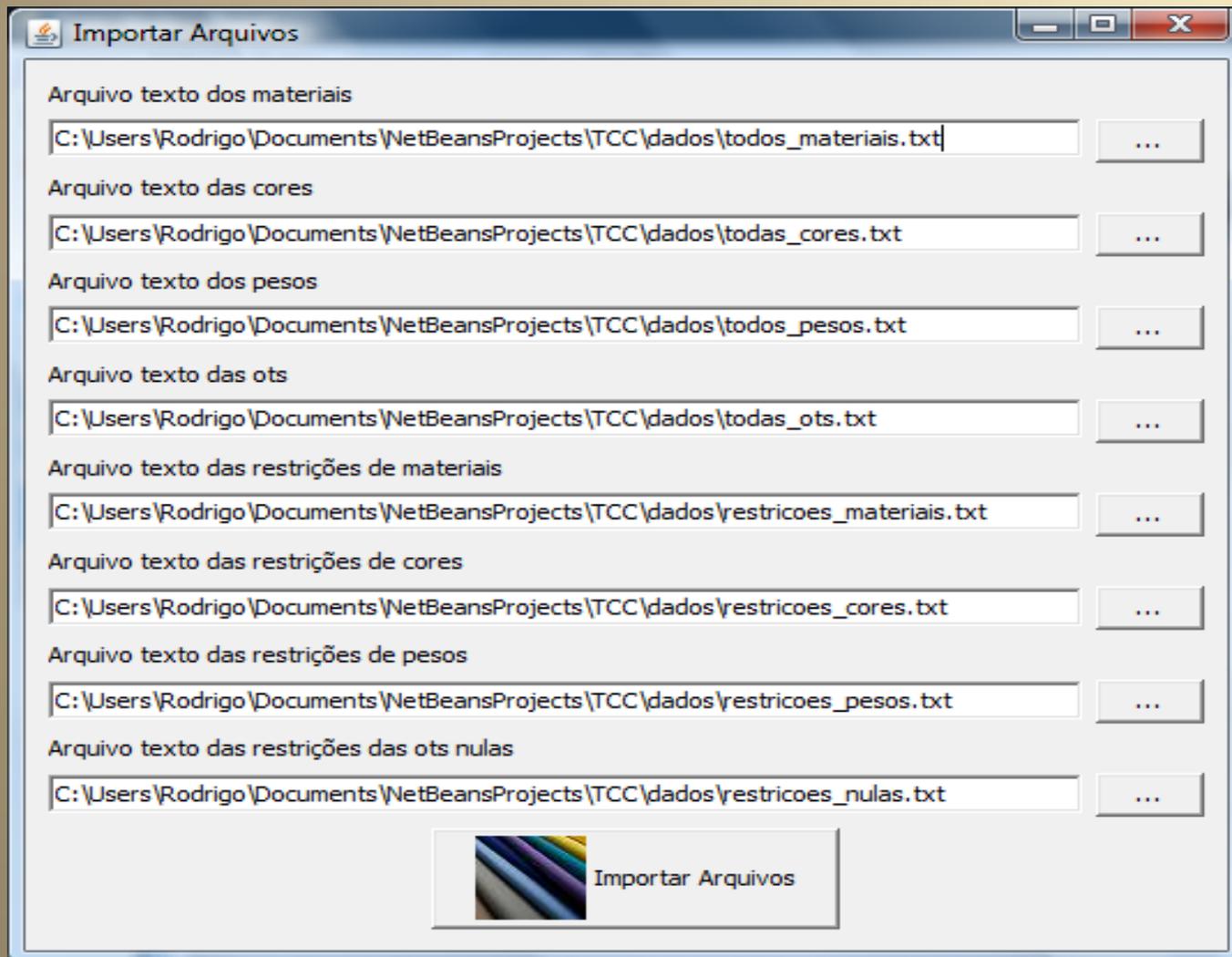
Diagrama de casos de uso



Modelagem do problema

- Identificação da Tupla (V, D, C)
- Variáveis
 - Material
 - Cores
 - Pesos
 - OT
- Restrições
 - Material por máquina
 - Cor por máquina
 - Peso por máquina (mínimo e máximo)
 - Material, cor e peso por OT
 - Mesma OT não pode estar em mais de uma máquina

Implementação



Implementação

Processa Alocação

Importar Arquivos

Carregar Dados

Processar CSP

Melhor Solução

Tempo de processamento: 14 segundos

Materiais | Cores | Pesos | OTs | Restrição Material | Restrição Cor | Restrição Pesos | Restrição OT | Resultado | Resultado Final

id	OT	idMaterial	idCor	idPeso	nmCusto
1	011715	1	1	1	1
2	011717	1	1	2	2
3	011718	2	2	2	3
4	011719	3	1	1	4
5	011720	4	1	1	5
6	999901	5	3	3	9999
7	999902	5	3	3	9999
8	999903	5	3	3	9999

Implementação

- Restrição para Aceitar(OU) ou Rejeitar (E).
- OTs nulas
- Restrição da OT (IFTHEN)
- Encontrar a melhor solução.

Resultado

Processa Alocação

Importar Arquivos

Carregar Dados

Processar CSP

Melhor Solução

Tempo de processamento: 14 segundos

Materiais	Cores	Pesos	OTs	Restrição Material	Restrição Cor	Restrição Pesos	Restrição OT	Resultado	Resultado Final
				Maquina 1	Maquina 2				Maquina 3
				3	2				1
				6	5				4

Resultado

Máquinas	Ots	Soluções	Tempo
3	5	115	14
3	6	198	16
3	7	272	19
4	5	428	996
4	6	909	1090

Discussão

- Uso da biblioteca CHOCO
 - Falta de documentação
 - Alterações no código fonte
- Tempo de processamento
- Trabalhos correlatos
 - Alexandro Pires – algoritmo de backtracking integrado ao CSP && COP
 - Fernando dos Santos – utilizou o framework dynDCSP para implementação de COP em ambiente distribuído
 - Mauricio Bruns – utilizou DCSP para malha viária
 - Rodrigo Kammer – utilizou a biblioteca CHOCO para distribuição logística de notas fiscais

Conclusões

- IA pouco utilizada para alocação de recursos
- CSP na indústria têxtil pode ser aplicada em várias áreas
- Facilidade da implementação utilizando CHOCO
- Limitação: não utilização do algoritmo CSOP
- Tempo para execução: muito elevado

Extensões

- Utilização de CSOP
- Melhoria na interface de apresentação dos resultados
- Execução do algoritmo em tempo real, prevenindo quebra de máquinas