

## Problemas de Otimização Combinatória (2015-1)

### Relatório

Para cada combinação problema vs. metaheurística, apresentar um relatório com aproximadamente 6 páginas contendo no mínimo, as seguintes informações:

- Introdução.
- Descrição clara do problema e formulação matemática do problema.
- Descrição com detalhes do algoritmo proposto:
  - Representação do problema.
  - Principais estruturas de dados
  - Heurística construtiva.
  - Vizinhança e a estratégia de escolha de vizinhos.
  - Parâmetros do método (combinações testadas e valores usados nos experimentos).
  - Critério de parada.
- Tabela de resultados com no mínimo as seguintes colunas para cada instância:
  - Valor da solução inicial heurística.
  - Valor da melhor solução encontrada pelo seu algoritmo ( $S$ ).
  - Tempo de execução (em segundos).
  - Solução ou taxa de sucesso para problemas de satisfabilidade do GLPK (Reportar a melhor solução encontra no tempo disponível para execução do GLPK, mesmo quando não ótima).
  - Tempo do GLPK (com limite de tempo de 1h por instância - ou mais tempo).
  - Desvio percentual ( $100 \frac{MC-S}{MC}$ ) da melhor solução conhecida  $MC$ . No caso dos problemas de SAT definidos abaixo, pode-se usar como  $MC$  o valor correspondente a ter todas as cláusulas soft satisfeitas.
  - Análise dos resultados.
  - Conclusões.
  - Bibliografia pesquisada.

Os resultados das metaheurísticas deve ser uma média de no mínimo 10 rodadas. Além do relatório, os alunos devem entregar (no moodle) um zip contendo os códigos e relatório.

### Implementação

- Todas as implementações devem aceitar uma instância no formato do problema na entrada padrão (stdin) e imprimir a melhor solução encontrada, bem como o tempo utilizado na saída padrão (stdout).
- Os principais parâmetros do método devem ser definíveis pela linha de comando.
- Critérios básicos de engenharia de software: documentação, legibilidade, etc.
- Critérios como qualidade das soluções encontradas e eficiência das implementações serão considerados na avaliação (ex: quando fizer uma modificação na solução, recalculer a diferença com o vizinho e não a solução inteira novamente).
- Comentários no código ajudam na correção.

- Vizinhança: uma boa vizinhança é aquela que permite alcançar qualquer solução.
- Vizinhos com mesmo valor de solução: Utilizar escolhas aleatórias como critério de desempate podem trazer bons resultados.

### Problemas

As instâncias dos problemas apresentados abaixo estão disponíveis em [www.maxsat.udl.cat/14](http://www.maxsat.udl.cat/14). As instâncias que devem ser usadas no trabalho estão listadas abaixo, para cada um dos três problemas:

MaxSAT	PMaxSAT	WPMMaxSAT
--------	---------	-----------

#### 1. Max-SAT

**Instância** Uma fórmula Booleana na forma normal conjuntiva (todas cláusulas soft com pesos unários).

**Objetivo** Determinar uma atribuição de valores às variáveis da fórmula de forma a obter o maior número possível de cláusulas satisfeitas.

#### 2. PMax-SAT (Partial Max-SAT) (cláusulas hard e soft com pesos unários)

**Instância** Uma fórmula Booleana na forma normal conjuntiva e uma indicação para cada cláusula se a mesma é hard ou soft.

**Objetivo** Determinar uma atribuição de valores às variáveis da fórmula de forma a satisfazer todas cláusulas hard, e maximizar o número de cláusulas soft satisfeitas.

#### 3. Weighted PMax-SAT (Weighted Partial Max-SAT) (cláusulas hard e soft com pesos inteiros positivos)

**Instância** Uma fórmula Booleana na forma normal conjuntiva, uma indicação para cada cláusula se a mesma é hard ou soft, e valores positivos atribuídos a cada cláusula.

**Objetivo** Determinar uma atribuição de valores às variáveis da fórmula de forma a satisfazer todas cláusulas hard, e maximizar a soma dos pesos das cláusulas soft satisfeitas.

Dicas de referência às metaheurísticas:

1. VNS: A Tutorial on Variable Neighborhood Search, by Pierre Hansen (GERAD and HEC Montreal) and Nenad Mladenovic (GERAD and Mathematical Institute, SANU, Belgrade), 2003. <http://www.gerad.ca/fichiers/cahiers/G-2003-46.pdf>
2. GRASP: <http://www2.research.att.com/~mgcr/grasp/gannbib/tutorial/index.html>
3. GA: A genetic algorithm tutorial, by D. Whitley, Statistics and computing 4 (2), 65-85.
4. Tabu Search: Tabu Search: A Tutorial, by Fred Glover (1990), Interfaces.
5. SA: Optimization by simulated annealing: An experimental evaluation; part I, graph partitioning, by D.S. Johnson, C.R. Aragon, L.A. McGeoch, C. Schevon, Operations research 37 (6), 865-892, 1989.

# 1 Instâncias

As instâncias podem ser obtidas diretamente de [www.maxsat.udl.cat/14](http://www.maxsat.udl.cat/14). Os resultados computacionais devem ser apresentados pelo menos para as instâncias da Tabela 1, sendo que resultados para outras instâncias podem ser apresentados, caso enriquecerem a análise de resultados em algum aspecto importante. Um arquivo *.tar* composto pelas instâncias abaixo listadas de cada problema, respectivamente, nos links a seguir: [www.inf.ufrgs.br/~buriol/MaxSAT-instances.tar](http://www.inf.ufrgs.br/~buriol/MaxSAT-instances.tar), [www.inf.ufrgs.br/~buriol/PMaxSAT-instances.tar](http://www.inf.ufrgs.br/~buriol/PMaxSAT-instances.tar) e [www.inf.ufrgs.br/~buriol/WPMaxSAT-instances.tar](http://www.inf.ufrgs.br/~buriol/WPMaxSAT-instances.tar).

O formato das instâncias para cada problema é:

1. MaxSAT: O arquivo (com terminação “.cnf”) inicia com comentários indicados por ‘c’ no início da linha. A seguir, a linha iniciada com ‘p’ informa na terceira e quarta colunas da linha o número de variáveis (nvar) e número de cláusulas (nbclauses) da instância. Finalmente, as cláusulas são listadas uma por linha. Cada cláusula é uma sequência de números distintos não nulos entre -nbvar e nbvar, sendo nbvar o número de variáveis. O valor 0 indica o final da cláusula. Números positivos indicam a variável respectiva, e negativos a sua negação.
2. PMaxSAT: O arquivo (com terminação “.wcnf”) inicia com comentários indicados por ‘c’ no início da linha. A seguir, a linha iniciada com ‘p’ informa na terceira e quarta colunas da linha o número de variáveis (nvar) e número de cláusulas (nbclauses) da instância. A quinta coluna da linha iniciada com ‘p’ indica o valor de *top*, o qual é um valor maior ou igual à soma dos pesos das cláusulas soft. Finalmente, as cláusulas são listadas uma por linha. Cada linha contém o valor correspondente ao peso da cláusula, e uma sequência de números distintos não nulos entre -nbvar e nbvar. O valor 0 indica o final da cláusula. Números positivos indicam a variável respectiva, e negativos a sua negação. As cláusulas hard possuem valor (peso) *top*, enquanto que as cláusulas soft possuem um valor menor que *top*.
3. WPMaxSAT: O arquivo (com terminação “.wcnf”) inicia com comentários indicados por ‘c’ no início da linha. A seguir, a linha iniciada com ‘p’ informa na terceira e quarta colunas da linha o número de variáveis (nvar) e número de cláusulas (nbclauses) da instância. A quinta coluna da linha iniciada com ‘p’ indica o valor de *top*, o qual é um valor maior ou igual à soma dos pesos das cláusulas soft. Finalmente, as cláusulas são listadas uma por linha. Cada linha contém o valor correspondente ao peso da cláusula, e uma sequência de números distintos não nulos entre -nbvar e nbvar. O valor 0 indica o final da cláusula. Números positivos indicam a variável respectiva, e negativos a sua negação. As cláusulas hard possuem valor (peso) *top*, enquanto que as cláusulas soft possuem um valor menor que *top*.

Mais detalhes sobre os formatos das instâncias pode ser obtido em : [www.maxsat.udl.cat/14/rules/index.html](http://www.maxsat.udl.cat/14/rules/index.html). As instâncias da tabela foram selecionadas entre as instâncias dos diretórios *ms\_crafted/maxcut* e *ms\_crafted/set-covering/scpcyc* para MaxSAT, *pms\_crafted/maxclique/structured* e *wpms\_crafted/auctions/auc-scheduling* para o WMaxSAT e *wpms\_crafted/wmaxcut/dimacs\_mod* para o WPMaxSAT.

Tabela 1: Instâncias de cada problema a serem consideradas nos testes computacionais.

MaxSAT	#clauses	PMaxSAT	#clauses	WPMaxSAT	#clauses
c-fat200-2.clq	228	hamming6-2.clq	256	p_hat1000-1.clq	352
c-fat500-10.clq	840	hamming8-2.clq	1280	hamming10-2.clq	1718
johnson32-2-4.clq	1528	hamming8-4.clq	12032	johnson8-4-4.clq	3710
johnson8-4-4.clq	3710	c-fat200-1.clq	18566	cat_sched_60_200_0001.txt	47929
scpcyc09_maxsat	6912	brock400_3.clq	20519	cat_sched_60_170_0002.txt	66900
scpcyc10_maxsat	16640	san400_0.5_1.clq	40300	cat_sched_60_160_0001.txt	73789
scpcyc11_maxsat	39424	hamming10-4.clq	90624	cat_sched_60_190_0003.txt	90108