

Uma Abordagem do Problema de Programação de Tripulação usando Heurística de Chvatal na Geração da Solução Inicial para o Método de Geração de Colunas

Carlos Eduardo Cuzik¹, Renan Samuel da Silva², Omir Alves Junior³

¹ Acadêmico do Curso de BCC bolsista PIPES/CNPq

² Acadêmico do Curso de BCC bolsista PIPES/CNPq

³ Orientador, Departamento de BCC – omalves@gmail.com.

Palavras-chave: Heurística de Chvatal, Geração de Colunas, Programação de Tripulação.

Um dos problemas estudados na pesquisa operacional é o problema programação de tripulação (PPT), processo que compõe as diversas etapas realizadas por empresas de transporte público urbano. Esta etapa é responsável por atribuir a uma tripulação, um conjunto de tarefas denominados de jornadas e que devem ser realizadas pela mesma. Cada tarefa que compõe o conjunto de todas as tarefas a serem realizadas devem ser executadas apenas uma única vez, assim como uma à tripulação pode ser atribuída apenas uma única jornada. Ao final das atribuições todas as tarefas devem ser realizadas e o custo total do processo deve ser minimizado. O PPT é um dos problemas da classe NP-Difícil e pode ser modelado e resolvido como um problema de particionamento. Visando diminuir o tempo computacional gasto na resolução do PPT, estudos de técnicas e métodos heurísticos justificam a importância do problema apresentado. O seguinte trabalho teve como objetivo propor uma solução híbrida para o PPT, incluindo uma variante da heurística de Chvatal para a geração de um conjunto inicial de colunas, usado como entrada do método de geração de colunas, para assim acelerar o tempo na obtenção da solução ótima para o PPT.

A heurística de Chvatal consiste em selecionar a coluna que apresenta a maior razão entre a soma do custo de suas variáveis e o número de variáveis associadas a esta coluna, esta razão é denominada de custo relativo, esta coluna é acrescentada a solução e todas as colunas restantes que possuem variáveis associadas a ele que pertençam também à coluna selecionada são retiradas do montante de colunas candidatas a solução, e o processo é repetido até que não reste mais nenhuma coluna candidata. Porém este método acaba se tornando muito custoso em função do tempo computacional por analisar todas as colunas, então foi acrescentado uma probabilidade à heurística, onde apenas parte das colunas são colocadas no conjunto das candidatas para serem analisadas, reduzindo o tempo computacional e tornando o método estocástico.

Para a análise da eficiência do método foram preparados dois casos de testes, um primeiro com o método exato de geração de colunas e um segundo com o método proposto. Ambos os casos executaram no mesmo ambiente controlado e foram alimentados com as mesmas instâncias da OR-Library. Os resultados colhidos nos testes são apresentados na Fig. 1.

| Instâncias | com Chvatal | | sem Chvatal | |
|-------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|
| | tempo (s) | col. geradas pela GC | tempo (s) | col. geradas pela GC |
| CSP_50_27 | 9.100800 | 54.200000 | 13.421700 | 58.600000 |
| CSP_50_28 | 3.352900 | 47.666700 | 10.570500 | 55.000000 |
| CSP_50_29 | 3.744400 | 60.666700 | 10.293500 | 57.000000 |
| CSP_100_42 | 43.418000 | 167.666700 | 73.832500 | 240.000000 |
| CSP_100_43 | 30.602000 | 162.666700 | 34.623300 | 232.000000 |
| CSP_100_44 | 33.196100 | 168.000000 | 36.091100 | 237.000000 |
| CSP_150_67 | 175.164600 | 290.000000 | 190.942900 | 386.000000 |
| CSP_150_68 | 166.987900 | 273.333300 | 189.186300 | 380.000000 |
| CSP_150_69 | 140.458900 | 292.333300 | 178.104800 | 397.000000 |
| CSP_200_86 | 623.704600 | 464.666700 | 829.899100 | 612.000000 |
| CSP_200_87 | 420.650000 | 432.666700 | 590.863500 | 568.000000 |
| CSP_200_88 | 487.355100 | 436.000000 | 593.688100 | 583.000000 |
| CSP_250_111 | 1031.55650 | 555.333300 | 1884.82170 | 747.000000 |
| CSP_250_112 | 980.51910 | 573.666700 | 1872.24400 | 750.000000 |
| CSP_250_113 | 923.263300 | 537.333300 | 1842.42320 | 742.000000 |

Fig. 1 Resultados dos Casos de Testes

A Fig. 1 apresenta em sua primeira linha os nomes e especificações da instância analisada onde o primeiro número é o número da instância e o segundo o número de tripulação do problema, exemplificando no dado 'CSP_50_27' tem-se que é o problema CSP_50 da OR-Library e que o número de tripulações é igual a 27. Na segunda e terceira colunas tem-se os resultados dos testes com o método proposto e a quarta e quinta colunas os resultados com o método exato de geração de colunas. Os resultados obtidos foram satisfatórios mostrando uma diminuição no tempo para a obtenção da solução ótima em consequência da diminuição de colunas geradas pela geração de colunas. Como a heurística foi alterada tornando-a estocástica, o percentual de redução no tempo de obtenção da solução ótima varia de acordo com quais colunas são pré selecionadas para o conjunto de candidatas a solução, porém em todos os casos analisados os resultados apresentados pelo método proposto apresentou uma melhora quanto ao tempo em relação ao método exato.