



ESTIMATIVA DE PROPRIEDADES RADIATIVAS COM O ALGORITMO DE COLISÕES DE PARTÍCULAS E O MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO POR NUVEM DE PARTÍCULAS

Diego C. Knupp¹, Antônio J. Silva Neto², Wagner F. Sacco³

Instituto Politécnico, IPRJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ,
P.O. Box 97282, 28601-970, Nova Friburgo, RJ, Brasil

¹diegoknupp@gmail.com, ²wfsacco@iprj.uerj.br, ³ajsneto@iprj.uerj.br

RESUMO

A análise inversa da transferência radiativa em meios participantes tem um grande número de aplicações práticas, como a tomografia óptica (Kim and Charette, 2002) e a estimativa de propriedades radiativas (Silva Neto et al., 2007).

Quando formulados implicitamente (Silva Neto et al., 2007), os problemas inversos são normalmente escritos como problemas de otimização e o principal objetivo passa a ser a minimização de uma função custo, como o somatório do erro quadrático calculado entre uma quantidade calculada e uma quantidade medida experimentalmente.

Nos últimos anos foi utilizada uma série de métodos determinísticos, estocásticos e híbridos na solução do problema inverso de transferência radiativa, como Levenberg-Marquardt (LM) e Otimização por Nuvem de Partículas (PSO – Particle Swarm Optimization) (Becceneri et al., 2006). Mais recentemente utilizamos o recém-desenvolvido Algoritmo de Colisões de Partículas (PCA – Particle Collision Algorithm) (Sacco et al., 2006) e hibridizações com o método de Levenberg-Marquardt (Knupp et al., 2007, 2007a). Nesse trabalho propomos a hibridização de dois métodos estocásticos, o PCA e o PSO. É proposta a utilização do PSO no procedimento de exploração do PCA com o objetivo de tornar a busca local mais rápida e eficiente.

Palavras-chave: Transferência Radiativa, Problemas Inversos, Particle Collision Algorithm, Particle Swarm Optimization.

1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Considere um meio participante homogêneo unidimensional. Radiação originada de fontes externas atinge as fronteiras $\tau = 0$ e $\tau = \tau_0$ do meio, dentro do qual sofre espalhamento e absorção. Utilizando a hipótese de meio frio, pode-se considerar que a emissão no interior do meio é desprezível em relação à intensidade da radiação incidente. Antes de deixar o meio, a radiação é refletida na parte interna das superfícies de contorno, cujas reflectividades difusas são ρ_1 e ρ_2 .

Podemos formular o problema direto com a versão linear da equação de Boltzmann. Se a geometria, as condições de contorno e as propriedades radiantes forem conhecidas, a equação pode ser resolvida diretamente. Considere agora que as propriedades radiativas do meio não são conhecidas, mas dispõe-se de medidas da radiação que deixa o meio para diferentes ângulos polares, Y_i , $i=1, 2, \dots, N_e$. Usando estas medidas pode-se determinar as propriedades desconhecidas, e nisso consiste o problema inverso de transferência radiativa. Na Fig. 1 é mostrado o pseudocódigo do PCA-PSO, método utilizado nesse trabalho para a minimização da função custo e conseqüentemente do problema inverso de transferência radiativa.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tab. 1 são mostrados os resultados obtidos em 5 corridas com o PCA-PSO com até 5% de

ruído nos dados experimentais.

O uso do PSO no procedimento de busca local do PCA aumentou a velocidade do processo e possibilitou a obtenção de melhores resultados do que aqueles obtidos com o PCA em sua versão tradicional, sem hibridização.

```

Generate an initial solution Old_Config
For n=0 to # of iterations
  Generate a stochastic perturbation of the solution
  If CostF(New_Config)<CostF(Old_Config)
    Old_Config := New_Config
    Exploitation ( )
  Else
    Scattering ( )
  End If
End For

Exploitation ( )
Particle Swarm Optimization method (PSO)
Return

Scattering ( )

$$P_{scattering} = 1 - \frac{Best\_Fitness}{Fitness(New\_Config)}$$

If  $P_{scattering} > random(0, 1)$ 
  Old_Config := random solution
Else
  Exploration ( )
End If
Return

```

Figura 1. Pseudocódigo do PCA-PSO.

Tabela 1. Resultados obtidos com o PCA-PSO em 5 corridas.

Corrida	$\tau_0 = 1.0$	$\omega = 0.5$	$\rho_1 = 0.1$	$\rho_2 = 0.9$	$\mathcal{Q}(\bar{Z})$
1	0.97	0.51	0.15	0.90	1.1E-4
2	1.02	0.62	0.40	0.92	5.6E-4
3	1.07	0.60	0.22	0.90	4.1E-4
4	0.98	0.52	0.13	0.91	1.2E-4
5	1.02	0.57	0.23	0.92	4.3E-4

3. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro prestado por CNPq, CAPES e FAPERJ.

4. REFERÊNCIAS

- Becceneri, J.C., Stephany, S., Campos Velho, H.F., Silva Neto, A.J., Solution of the Inverse Problem of Radiative Properties Estimation with the Particle Swarm Optimization Technique. In: 14th Inverse Problems In Engineering Seminar, 2006, Ames. Anais do 14th Inverse Problems in Engineering Seminar, 2006.
- Kim, H. K. and Charette, A., A sensitivity function-based conjugate gradient method for optical tomography with the frequency domain equation of radiative transfer. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, **104**, pp. 24-39 (2007).
- Forsyth, D.A. and Ponce J., 2002, "Computer Vision: A Modern Approach", Prentice Hall, USA.
- Knupp, D.C., Sacco, W.F. and Silva Neto, A.J., Estimation of radiative properties with the Particle Collision Algorithm, Inverse Problems, Design and Optimization Symposium, Miami, 2007.
- Knupp, D.C., Sacco, W.F. and Silva Neto, A.J., Radiative Properties Estimation with a Combination of the Particle Collision Algorithm and the Levenberg-Marquardt Method, Inverse Problems Symposium 2007, East Lansing, Michigan, EUA, 2007.
- Sacco, W.F., Oliveira, C. R. E. and Pereira, C.M.N.A., Two stochastic optimization algorithms applied to nuclear reactor core design, *Progress in Nuclear Energy*, **48** (6), pp.525-539 (2006).
- Silva Neto, A. J., Roberty, N. C., Pinheiro, R. P. F. and Alvarez Acevedo, N. I., Inverse problems explicit and implicit formulations with applications in Engineering, Biophysics and Biotechnology, Inverse Problems in Science and Engineering, (2007). In Press.