УДК 519.87; 535.345.67

Стецюк П.І., Міца О.В.
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України,
Ужгородський національний університет
e-mail: stetsyuk@d120.icyb.kiev.ua

ДО ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПЕРШОГО ПОРЯДКУ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ БАГАТОШАРОВИХ ОПТИЧНИХ ПЛІВОК

В оптимізаційних задачах, пов'язаних із знаходженням параметрів плоских багатошарових оптичних плівок [1], необхідно мати справу з гладкими і негладкими функціями виду $F(\vec{n},\vec{d}) = f(T(\vec{n},\vec{d},\lambda))$, де $\vec{n} = (n_1,...,n_L)$, $\vec{d} = (d_1,...,d_L)$ – невідомі коефіцієнти заломлення і геометричної товщини однорідних шарів $l = 1,...,L$. Гладка функція $T(\vec{n},\vec{d},\lambda)$ відповідає коефіцієнту проходження енергії електромагнітної хвилі довжини λ через оптичну плівку і має досить складний вигляд. Так, наприклад, для падаючої на оптичну плівку під кутом $\theta = 0$ електромагнітної хвилі функція $T(\vec{n},\vec{d},\lambda)$ обчислюється за допомогою залежних від $\vec{n},\vec{d}$ і λ коефіцієнтів $m_{11}, m_{12}, m_{21}, m_{22}$ наступної (2x2)-матриці:

$$\begin{Vmatrix} m_{11} & i\cdot m_{12} \\ i\cdot m_{21} & m_{22} \end{Vmatrix} = \prod_{l=1}^{L} \begin{Vmatrix} \cos\frac{2\pi n_l d_l}{\lambda} & -\frac{i}{n_l}\sin\frac{2\pi n_l d_l}{\lambda} \\ -in_l \sin\frac{2\pi n_l d_l}{\lambda} & \cos\frac{2\pi n_l d_l}{\lambda} \end{Vmatrix}$$, де i – «уявна» одиниця.

Для знаходження локальних екстремумів вказаних оптимізаційних задач можна використовувати методи першого порядку (градієнтні методи для гладких функцій і субградієнтні методи для негладких функцій). Їх використання передбачає наявність деякої процедури (оракула), яка обчислює значення функції $F(\vec{n},\vec{d})$ і її (суб)градієнта в заданій точці. При реалізації оракула (за допомогою кінцево-різницевого або аналітичного способів) основні обчислювальні затрати пов'язані зі знаходженням градієнта функції $T(\vec{n},\vec{d},\lambda)$. За рахунок використання додаткової пам'яті для запам'ятовування проміжних результатів в процесі обчислень ці затрати можна зменшити і тим самим прискорити роботу оракула. В основу такого прискорення поставлено той факт, що дозволяє уникнути дублюючих перемножень матриць для різних $l = 1,...,L$, які мають місце при прямолінійній реалізації кінцево-різницевого і аналітичного способів обчислення градієнта фунції $T(\vec{n},\vec{d},\lambda)$. По перемноженню матриць прискорені способи виграють у звичайних способів і цей виграш характеризується величиною:

$$q(L) = \frac{2L(2L-3)}{L(L-1)} = \frac{2}{L} + \frac{2(L-2)}{L(L-1)}.$$

Вказане прискорення доцільно використовувати при розробці методів першого порядку для оптимізаційних задач, коли кількість шарів оптичної плівки L=20–40. При цьому на обчисленнях, пов'язаних з перемноженням матриць, можна отримати виграш від п'яти до десяти разів.

Робота виконана в рамках гранту Президента України для обдарованої молоді №19 (розпорядження Президента України від 12.01.2004 р. №6/2004-рп).

Література

1. Furman Sh., Tikhonravov A.V. Basics of optics of multiplayer systems. – Editions Frontiers, Gif-sur Yvette, 1992. – 242 p.