

ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУР ПСЕВДОГРАДИЕНТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ

* Кочкадаев А. В., Левчуков Д. А., Ташлинский А. Г.

Ульяновский государственный технический университет

Ульяновск, Россия

* tag@ulstu.ru

При оценивании параметров изображений весьма привлекательным является использование псевдоградиентных процедур, которые сочетают хорошие точностные характеристики с высоким быстродействием, не требуют предварительной оценки параметров исследуемых изображений и применимы к обработке изображений с плавно меняющейся неоднородностью. Кроме того, обработка кадров изображений может вестись в произвольном порядке, например, в порядке развертки изображений, что позволяет разрешить противоречие между скоростью поступления информации и быстродействием вычислительных средств.

Под псевдоградиентным оцениванием вектора α неизвестных параметров изображений будем понимать использование для получения оценки $\hat{\alpha}$ рекуррентной процедуры вида [1]

$$\hat{\alpha}_{t+1} = \hat{\alpha}_t - \Lambda_{t+1} \beta_{t+1}(Q(\mathfrak{X}, \hat{\alpha}_t)),$$

где $\beta_{t+1}(Q(\mathfrak{X}, \hat{\alpha}_t))$ - псевдоградиент целевой функции $Q(\mathfrak{X}, \hat{\alpha}_t)$ оценивания -случайное направление в пространстве параметров, зависящее от $\hat{\alpha}_t$, номера итерации t и составляющее в среднем острый угол с градиентом $Q(\mathfrak{X}, \hat{\alpha}_t)$; \mathfrak{X} -совокупность наблюдаемых изображений, по которым требуется оценить α ; Λ_t - положительно определенная матрица, определяющая закон приращения параметров.

Асимптотические вероятностные свойства оценок, сформированных псевдоградиентными процедурами, хорошо изучены. Проблема же анализа вероятностных свойств оценок $\hat{\alpha}_t$ при конечном числе итераций исследована недостаточно. Объясняется это тем, что такой анализ осложнен влиянием большого числа факторов: характер плотностей распределения вероятностей и ковариационных функций изображений и мешающих шумов, вид целевой функции $Q(\mathfrak{X}, \hat{\alpha}_t)$, псевдоградиента β_t и матрицы Λ_t , начальное приближение $\hat{\alpha}_0$ вектора α .

При решении поставленной задачи в качестве величин, комплексно характеризующих влияние указанных выше факторов, использованы вероятности улучшения оценок параметров при переходе вектора $\hat{\alpha}_t$ из t -го состояния в $(t+1)$ -е состояние (вероятности сноса ρ) [2]. Использование вероятностей ρ позволило получить выражения для плотностей распределения вероятностей $\hat{\alpha}_t$. Показано, в частности, что для этого удастся использовать свойство нормализуемости компонент псевдоградиента.

При псевдоградиентном оценивании элементы матрицы вероятностей марковских переходов оценок из состояния $\hat{\alpha}_t$ в состояние $\hat{\alpha}_k$ легко выражаются через вероятности сноса ρ . Однако при большой размерности вектора α размер матриц обуславливает очень высокие требования к вычислительным ресурсам. При этом, основными факторами, определяющими вычислительные затраты, является число возможных состояний оценки каждого параметра и размерность вектора α .

Для уменьшения объема вычислений сделан переход от непрерывной области определения параметров к дискретной. Это позволяет априорно выбрать размеры матрицы одношаговых переходов, обеспечивающие реализуемость вычислений при заданном классе вычислительных средств. Для исключения влияния размерности вектора α предложена модифицированная матрица одношаговых переходов, размер которой не зависит от

размерности α . Это свойство достигнуто ценой потери информации о вероятности нахождения оценки $\hat{\mathbf{a}}$ в каждой из подобластей дискретизированной области определения параметров.

На основе предложенной методики вероятностного моделирования псевдоградиентного оценивания параметров изображений разработана библиотека прикладных программ, предназначенная для анализа вероятностных характеристик оценок параметров межкадровых пространственных деформаций изображений и оптимизации процедур измерения.

Таким образом, использование вероятностного математического моделирования позволяет решить задачу оценивания вероятностных свойств погрешностей псевдоградиентного измерения параметров изображений при конечном числе итераций.

[1]. Tashlinskii A.G. *Pseudogradient estimation of image sequence spatial deformations / Automation, Control and Information Technology // A Publication of The International Association of Science and Technology for Development – IASTED. – Anaheim-Calgary-Zurich: ACTA Press, 2002. - Pp. 382-385.*

[2]. Tashlinskii Alexandr. *Computational Expenditure Reduction in Pseudo-Gradient Image Parameter Estimation / Computational Science – ICCS 2003. Vol. 2658. Proceeding, Part II. - Berlin: Springer, 2003. – Pp. 456-462.*