УДК 519.21

О.С. САМОСЬОНОК
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *samosyonok@gmail.com.*

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ НЕВІДОМОГО ПАРАМЕТРА ҐІББСОВСЬКОГО РОЗПОДІЛУ НА ОСНОВІ МЕТОДУ СТОХАСТИЧНИХ КВАЗІГРАДІЄНТІВ[1]

Анотація. Розглянуто практичний алгоритм оцінювання невідомого параметра математичної моделі марковського процесу з локальною взаємодією на основі ґіббсовського розподілу. Запропоновано застосувати метод стохастичних квазіградієнтів до функції максимальної вірогідності, що побудована за спостереженнями реалізацій ґіббсовського поля. Отримано результати, які мають широку прикладну сферу застосування для моделювання стохастичних процесів.

Ключові слова: ґіббсовський розподіл, метод максимальної вірогідності, марковські випадкові поля, стохастичний квазіградієнтний метод, оцінювання параметрів.

Задача синтезу нових текстур на основі певного набору зображень полягає у створенні нових конфігурацій, візуально схожих на вхідну модель. Саме тому в алгоритмах, що застосовують в цій предметній області, поєднуються результати багатьох споріднених досліджень, таких, наприклад, як теорія розпізнавання образів, методи опуклої оптимізації, інструментарій випадкових полів тощо [1]. Одним із поширених підходів для розв’язання таких задач є використання стохастичних моделей, наприклад ґіббсовських полів, де значення параметрів кожного пікселя залежать від значень сусідніх пікселей. У цьому випадку для генерації нових зразків потрібно знайти параметри текстури, які і характеризують силу взаємодії сусідніх пікселей.

Побудова моделей зображення на основі ґіббсовських випадкових полів базується на певній геометричній структурі і кількісних характеристиках взаємодії пікселів. Стохастична текстура таких моделей складається з графу сусідства, де пікселі є вершинами графу V, а ребра E сполучають пари пікселів, що взаємодіють між собою. Носієм взаємодії пікселей є набір інваріантних до зсуву повних підграфів графу сусідства — клік. Кожна кліка має власний потенціал, який залежить від сигналів (станів елементів) у піксельній парі. Взаємодія пікселів означає, що однакові яскравості в кожній окремій кліці не можуть набувати абсолютно випадкових значень.

Інакше кажучи, кожній кліці χ ставиться у відповідність потенціал-функція $H(x_\chi, v)$, яка залежить від параметрів, згенерованих реалізацією поля X у точках кліки, і деякого невідомого параметра $v \in \Theta$ (Θ — опукла множина). Тут x_χ — конфігурація кліки χ, тобто $x_\chi = \{x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots, x_{i_{|\chi|}}\}$, де $i_j \in \chi$. Функції $H(x_\chi, v)$ задовольняють умову $|H(x_\chi, v)| < \infty$. Будемо вважати, що потенціали задані з точністю до деяких параметрів, які складають параметричний вектор, а розподіл імовірностей реалізації певної конфігурації поля можна записати як ґіббсовський розподіл

$$P(X = x) = Z(v)^{-1} \exp\left(-\sum_{\chi \in \aleph} H(x_\chi, v)\right), \tag{1}$$

де $Z(v)$ — нормувальний множник, сумування здійснюється по всій множині

[1] Робота виконана за часткової підтримки Національного фонду досліджень України. Грант № 2020.02/0121.