

Моделювання процесу розповсюдження лісової пожежі

Валерій Ліщина

Кафедра комп'ютерних технологій, Луцький інститут розвитку людини ВНЗ ВМУРоЛ «Україна», УКРАЇНА,
м.Луцьк, вул.Карбишева, 2, E-mail: lvaleriy@gmail.com

Abstract—In this article shows model of distribution of forest fires. Cases are examined, when the contour of fire has the appearance of circle, ellipse and difficult contour.

Ключові слова – forest fires, contour of fire, model.

Дослідження процесу розповсюдження лісової пожежі ставить за мету визначення контуру лісової пожежі з метою організації боротьби з лісовими пожежами. Контур лісової пожежі можна визначити шляхом розв'язання загальної системи рівнянь теплового балансу у зоні пожежі [1]. Замість цієї складної системи, з якої визначаються тривимірні поля швидкостей, температур та концентрацій, можна використовувати простішу систему, яку отримують осередненням за висотою шару рослинності. Контур пожежі у кожний момент часу можна розглядати як лінію рівня на площині (x, y) або як поверхню у просторі (x, y, t) , яку можна задати у вигляді $\varphi(x, y, t) = 0$ або у явному вигляді $y = f(x, t)$. Якщо визначити кромку пожежі як ізотерму, що відповідає температурі горіння шару лісового займистого матеріалу (ЛЗМ), то для опису лінії контуру досить рівняння теплового балансу на площині x, y :

$$c_{pm}\rho_m\beta_m\left(\frac{\partial T_m}{\partial t} + v_m \text{grad} T_m\right) = \text{div}(\lambda_m(1-\eta)\text{grad} T_m) + Q_m, \quad (1)$$

де Q_m – тепловий потік, що виділяється при горінні ЛЗМ, c_m, ρ_m, λ_m – теплофізичні характеристики ЛЗМ.

Для пожеж, розмір яких у плані набагато ширше за ширину горіння, величиною теплопровідності твердого палива λ_m можна знехтувати. Тоді рівняння (1) набуває вигляду гіперболічного рівняння

$$c_{pm}\rho_m\beta_m\left(\frac{\partial T_m}{\partial t} + v_m \text{grad} T_m\right) = Q_m \quad (2)$$

Початкові умови для цього рівняння мають задаватися у вигляді

$$T_m(x, y, 0) = \begin{cases} T_p & \text{при } x, y \in B_0, \\ T_p & \text{при } x, y \notin B_0. \end{cases}$$

де T_p с – температура горіння шару; B_0 с – задана область на площині (x, y) , межа якої С являє собою кромку пожежі у початковий момент часу.

Якщо $\varphi(x, y, t) = 0$ є рівняння контуру, функція φ має задовольняти умову Гамільтона—Якобі для рівняння (2):

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + v \text{grad} \varphi = 0 \quad (3)$$

Це рівняння із початковою умовою $\varphi(x, y, 0) = \varphi_0(x, y)$ розв'язується за методом характеристик, що і визначає шуканий контур розповсюдження лісової пожежі. У разі явного завдання контуру $y = f(x, t)$, $\varphi(x, y, t) = f(x, t) - y$ рівняння контуру набуває вигляду

$$\frac{\partial y}{\partial t} + v_n \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2} = 0$$

з початковою умовою $y(x, 0) = f(x, 0) = f_0(x)$.

Виконано моделювання цих рівнянь з метою визначення контурів для випадків, коли початкові умови мають вигляд кола і еліпса.

У роботі також розглядається загальніший підхід, коли контур має складний вигляд, тобто φ_0 с – початковий контур осередку пожежі Γ_0 . Цей контур розбивається на елементарні відрізки в околі точок M_{i0} . Для визначення контуру лісової пожежі запишемо систему рівнянь відносно температури середовища перед фронтом і за фронтом пожежі:

$$c_{1j} \frac{\partial T_{1j}}{\partial t} + v_{1j} \frac{\partial T_{1j}}{\partial x_j} = \lambda_{1j} \frac{\partial^2 T_{1j}}{\partial x_j^2} + \frac{\alpha_1}{h} (T_{1j} - T_0), \quad x_j < x_{*j}; \quad (4)$$

$$c_{2j} \frac{\partial T_{2j}}{\partial t} + v_{2j} \frac{\partial T_{2j}}{\partial x_j} = \lambda_{2j} \frac{\partial^2 T_{2j}}{\partial x_j^2} + \frac{\alpha_2}{h} (T_{2j} - T_0), \quad x_j > x_{*j}. \quad (5)$$

У цій системі рівнянь параметри $c_{1j}, c_{2j}, v_{1j}, v_{2j}, \lambda_{1j}, \lambda_{2j}$ вважаються відомими (у загальному випадку вони визначаються як розв'язання рівнянь гідродинаміки).

Початкова умова: $T_j(x_j, 0) = T_{jn}$. Межові умови задаються у вигляді

$$\lambda_{2j} \frac{\partial T_{1j}}{\partial x_j} \Big|_{x=x_{*j}} + q \frac{dx_{*j}}{dt} = \lambda_{2j} \frac{\partial T_{2j}}{\partial x_j} \Big|_{x=x_{*j}}; \quad T_j \Big|_{x=x_{*j}} = T^*. \quad (6)$$

У рівняннях (4)—(6) $T_{jn} = T^*$ на контурі Γ_0 ; x_{*j} – координати фронту лісової пожежі, що вираховуються від точок M_{j0} по нормалі до контуру Γ_0 .

Задача (4)—(6) – задача із рухомими межами, відома як задача типу Стефана. Розв'язання цієї задачі дозволяє визначити $x_{*j}(t)$ у будь-який момент часу і, отже, визначити контур Γ шляхом інтерполяції. Оскільки $v_j = dx_{*j} / dt$, контур Γ можна визначити із сумісного розв'язання задачі (4)—(6) і рівняння (3).

У розглядаються два підходи до розв'язання задачі (4)–(6). Перший підхід – виконується заміна змінних $z_j = x_j - x_{*j}$, що призводить до системи рівнянь у рухомій системі координат із фіксованими межами в умові Стефана (6). Алгоритм розв'язання отриманої задачі ґрунтується на застосуванні методу інтегральних перетворень у скінченних межах [2,3].

Другий підхід полягає у використанні заміни $u_j = x_j / 2\sqrt{t}$, що призводить до системи звичайних диференціальних рівнянь відносно T_{1j}, T_{2j} . Розв'язання відповідної крайової задачі дає вирази для T_{1j}, T_{2j} . Після підстановки отриманих виразів в умову (6) отримуємо вирази для x_{*j} . Порівняння цих

методів показало, що переважні ший з них є перший як універсальніший, оскільки використання заміни $u_j = x_j / 2\sqrt{t}$ надає можливість вирішувати крайові задачі із рухомими межами тільки у одновимірному випадку.

Література

- [1] Дорпер Г.А. Математические модели динамики лесных пожаров.—М.: Лесн. пром-сть, 1979.—161 с.
- [2] Зеленський К.Х., Ігнатенко В.М., Коц О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики.—К.: Академперіодика, 2002.—480 с.
- [3] Зеленський К.Х., Ліщина В.О., Ваврук Є. Математичне моделювання низинних лісових пожеж

Neural Nets in the Tasks of Analysis and Synthesis of the Graphic Objects

Lyashenko Yuri, Vlasyuk Rayisa

Computer Intelligence department, Vinnitsa National Technical University, Khmelnutske shosse, 95, 21021, UKRAINE,
E-mail Yuri.Lyashenko@gmail.com, vlasyuk.raya@gmail.com

Abstract – Some of the most interesting existing practical applications of the neural nets in the tasks of analysis of graphic images are described in the conducted research. Neuronet technology is considered to be versatile for various purposes in the image processing. Short overview of the neural net implementation for graphic objects restoration and synthesis is given.

Key words – neural nets, image processing, graphic objects synthesis.

I. Introduction

Neuronet technology has found an application for in image analysis and preparation. These tasks often perform as main and auxiliary tasks in many areas of human activity. The paper deals with use of neural nets (NN) as tools for synthesis and analysis of the graphic objects in the context of different application tasks.

II. Appliance of the Neural Nets in Analysis

In 2006 Dmytriev A. V. (St. Petersburg) has finished his work on automated system for hereditary diseases indication with the use of dermatoglyphics based on NN. Proposed method is based on texture segmentation of the eohram images, which allows more flexible solutions to diagnosis problems when combined with classification.

Fingerprinting, iris scanning and face photographing issue the challenge of matching the set of images obtained with reference images. Therefore, NN are successfully used in criminalistics: in polygraphs, in biometric identification systems and firewalls, in which features of voice, handwriting and keyboard writing, fingerprints serve as recognition parameters.

Most promising scientific researches and developments are almost instantly put into practice by military defense establishments. Neurocomputers are used for cloud identification in different video bands with the probability of more than 96%, winds mapping; recognition of ruled surfaces as roads, pipelines, power lines etc. NN advantages in image target extraction even in optical range are obvious. Also NN approach is the most efficient method of moving target allocation from the background. Application in NN leads to full automation of military operations using conventional weapons. Design of systems compatible with human vision will cause an increase of operation productivity in dozens of times. Application of NN systems for maneuvering in air battles is promising, because maneuvering includes such situations, which are corresponding to more then one rule under the influence of disturbance. Linear computing units can not handle described tasks[3].

Many organizations are putting their efforts to the development of Internet-content control and classification tools.

As well as in conventional in intelligent systems an effective and rigorous image recognition and analysis is aimed to solve such problems: the absence of invariance to scale changes; image rotation angle changes in 2D space, that leads to jumble with axis in the recognition space; recognition object allocation changes; 2D object deformations connected with its 3D nature (angle changes, direction of lightning changes etc); brightness changes, which can carry the whole image to the different point in recognition space.