

(рис. 4). При цьому така послідовність вибору пікселів (рис. 4, а) дозволила усунути перераховані вище дефекти прослеживання контура (рис. 4, б).

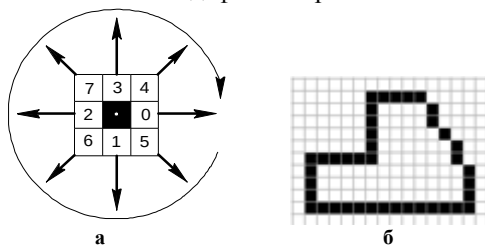


Рис. 4. Применение комбинированного обхода по контуру: последовательность выбора пикселей (а); результат прослеживания контура (б)

позволило получить контурный препарат в условиях помех. Это позволит снизить требования к техническим параметрам ОФУ, ТД и устройствам точной механики и разрешить выявленное противоречие.

Експерименти. Обработано 50 изображений шаблонов в условиях аддитивных и мультипликативных помех. Предложенная методика позволила получить контурный препарат изображений шаблонов в диапазоне отношения сигнал/шум 7..10 (по мощности), что свидетельствует о ее высокой помехоустойчивости.

Выводы. Эксперименты показали, что применение морфологических операций при обработке контуров изображений шаблонов

Литература

1. Крылов В.Н. Позиционирование изображений фотошаблонов в системах автоматизированного оптического контроля / В.Н. Крылов, Г.Ю. Щербакова, Ю.Ю. Козина // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2007. — № 3(69). — С. 61–64.
2. Canny J.E. A computational approach to edge detection / J.E. Canny // IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 1986. — № 8. — Р. 679 – 698.
3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М. : Техносфера, 2005. — 1072 с.

Надійшла 22.9.2011 р.

УДК 004.932; 537.523.9

Й.Й. БІЛИНСЬКИЙ, О.А. ПАВЛЮК, О.М. СУХОЦЬКИЙ
Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СТРИМЕРА, ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РІДИННОФАЗНОГО ОБ'ЄКТА

Запропоновано математичну модель стримера, отриманого методом газорозрядної візуалізації, отримані характеристики довжини стримера, встановлено емпіричну модель опису яскравості стримера.

A mathematical model of streamer, obtained by gas-discharge visualization obtained characteristics of streamer length, established empirical model describing the brightness of streamer.

Ключові слова: газорозрядна візуалізація, стример, математична модель, довжина, переріз яскравості.

Вступ. Аналіз рідиннофазних об'єктів на сьогодні успішно проводиться за допомогою спектрального аналізу, титрометричного, потенціометричного та інших методів. Ці методи є тривалими і ресурсоемними. Тому останнім часом робляться спроби щодо можливості використання для цих цілей методу газорозрядної візуалізації (ГРВ), оскільки відсутній етап підготовки проби, а аналіз триває декілька секунд.

На сьогодні немає єдиних підходів як на дослідження рідиннофазних об'єктів методом ГРВ, так і на обробку отриманих зображень. В дослідженнях Короткова К. Г. та Коломійця Р.О. проводився аналіз всього газового розряду, що не завжди виправдано. Більш доцільно аналізувати окремі елементи розряду – стримери (суперпозиція в часі електронних лавин, що виникають на півперіодах прикладеної напруги). Стримери характеризуються такими параметрами: довжина, кількість, яскравість, ступінь розгалуження. Ці параметри залежать від хімічного складу рідиннофазного об'єкта, тому розробивши їхню математичну модель, можливо чистоту та склад рідиннофазного об'єкта або провести його експрес-діагностику аналізуючи зображення [1, 2].

Метою роботи є розробка математичної моделі стримера, яка дає змогу описати чистоту рідиннофазного об'єкта при ГРВ та проведення експериментальних досліджень, які підтверджують даний математичний опис.

Основна частина. Світіння газового розряду навколо рідиннофазного об'єкта, що знаходиться між електродами, виникає, коли на електроди подана високовольтна, високочастотна напруга (частотою понад 1 кГц та напруженістю близько 20–25 кВ/см). При подачі різниці потенціалів на електроди між ними виникає електричне поле, під дією якого в системі починає протікати електричний струм, який тече через рідиннофазний об'єкт між електродами та вздовж поверхні діелектрика, яким покрито один з електродів. Щільність струму визначається за формулою:

$$j_{p\phi o} = nev, \quad (1)$$

де n – кількість носіїв заряду; e – елементарний заряд; $\bar{v}$ – середня швидкість упорядкованого руху носіїв заряду.

Носіями заряду в водних розчинах є іони. В природних водах це, наприклад, іони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Саме вони і забезпечують електропровідність природних вод. Присутність інших іонів, наприклад: Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^- , H_2PO_4^- , практично не впливає на електропровідність, якщо ці іони не містяться в воді у великій кількості. Кількість іонів залежить від температури. За звичайних умов (при температурі 20°C) кількість іонів розчинної речовини визначається за допомогою ступеня дисоціації [3, 4].

Ступінь дисоціації – величина, що характеризує стан рівноваги в реакції дисоціації в гомогенних (однорідних) системах [5]. Ступінь дисоціації α визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{n_o}{n_o + N_{no}}, \quad (2)$$

де n_o – кількість молекул, що продисоціювали; N_{no} – кількість молекул, що не продисоціювали на іони.

В такому випадку кількість іонів, що міститься в рідиннофазному об'єкті буде визначатись за формулою:

$$n \cong \left(\frac{a_1 m_1}{M_1} + \frac{a_2 m_2}{M_2} + \dots + \frac{a_k m_k}{M_k} \right) N_a = N_a \sum_{i=1}^k \frac{a_i m_i}{M_i}, \quad (3)$$

де α_i – ступінь дисоціації i -ї речовини, що входить до складу рідиннофазного об'єкту; m_i – маса i -ї речовини, що входить до складу рідиннофазного об'єкту; M_i – молярна маса i -ї речовини, що входить до складу рідини; $N_a = 6,022 \cdot 10^{23}$ – число Авогадро.

Використовуючи формули (3) і (1), знаходимо середню швидкість упорядкованого руху носіїв заряду:

$$\bar{v} = \frac{j_{p\phi o}}{ne} = \frac{j_{p\phi o}}{e N_a \sum_{i=1}^k \frac{a_i m_i}{M_i}}, \quad (4)$$

Більшість струму протікає через край краплі і утворює ковзний розряд (рис. 1), тому густину струму можна записати:

$$j_{p\phi o} = \frac{Us}{2prh}, \quad (5)$$

де параметри краплі: r – радіус; s – провідність; h – висота краю, з якого утворюються стримери.

Якщо середня кінетична енергія електронів перевищує роботу виходу їх з речовини, то виникає електронна лавина в газовому міжелектродному проміжку, яка супроводжується іонізацією газу та його світінням. Утворюється розрядний стример [1, 6]. Приблизна траєкторія розряду може бути представлена у вигляді:

$$\bar{l} = \bar{v}t + \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} t^2, \quad (6)$$

де t – середній час життя електронної лавини, згідно він становить приблизно $10^{-8} \dots 10^{-6}$ с; $\bar{l}$ – середня відстань пробігу електронної лавини, яка рівна довжині стримера. В загальному випадку напруга $U = U(t)$ при синусоїдальному законі зміни описується:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = U_{\max} w \cos(wt), \quad (7)$$

де $U_{\max}$ – максимальне значення напруги. Врахувавши, що діюче значення та максимальне значення напруги для синусоїдального сигналу пов'язані формулою $U_{\max} = \sqrt{2}U$ [7], то довжину стримера можна описати:

$$\bar{l} = \frac{Us}{2p r_k h e N_a \sum_{i=1}^k \frac{a_i m_i}{M_i}} t \left(1 + \frac{w \cos(wt) t}{\sqrt{2}} \right). \quad (8)$$

Під час руху легкі електрони стикаються з важкими іонами, яким вони поступово передають свій імпульс і таким чином втрачають швидкість. Це резерфордівське розсіювання електронів на іонах змінює напрямок руху електрона й саме воно відповідальне за викривлення траєкторії розряду [8]. Проте цей процес є цілком імовірнісним, його неможливо врахувати аналітично, тому у виразі (8) траєкторія розряду вважається прямолінійною.

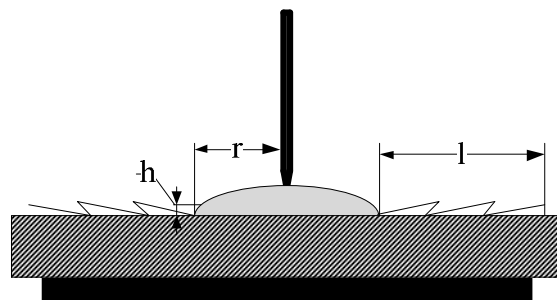


Рис. 1. Схематичне зображення рідиннофазного об'єкта та стримерів, що утворюються внаслідок ГРВ

На рис. 2–4 представлені характеристики моделі довжини стримера від прикладеної величини напруги, її частоти та молярної концентрації домішок.

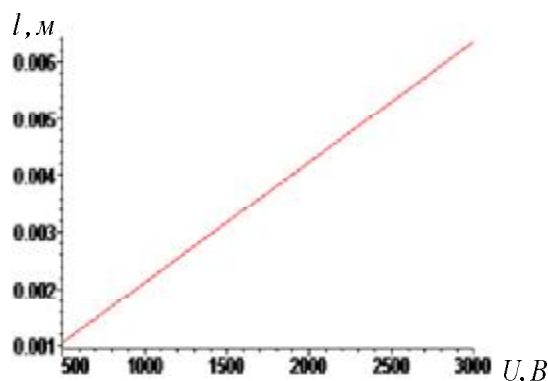


Рис. 2. Залежність довжини стримера краплі дистильованої води від напруги

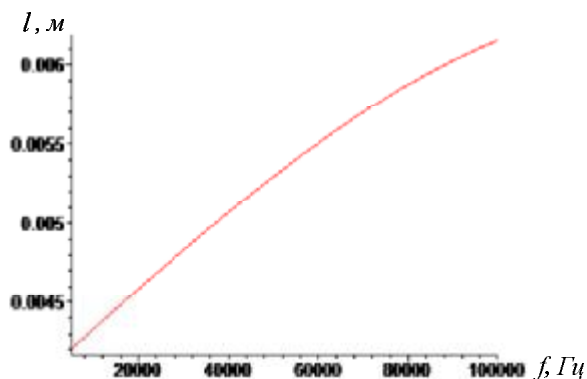


Рис. 3. Залежність довжини стримера краплі дистильованої води від частоти

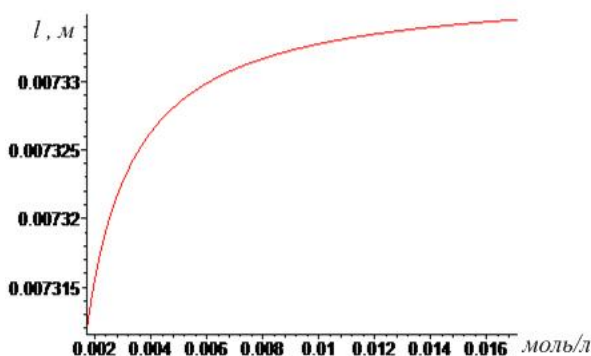


Рис. 4. Залежність довжини стримера краплі дистильованої води від молярної концентрації домішок

З графіків видно, що залежність довжини стримера напруги та частоти є лінійною, а залежність від молярної концентрації домішок лінійна при малих концентраціях. Тому метод ГРВ доцільно використовувати для визначення малих концентрацій домішок у рідиннофазних об'єктах.

На основі проведених експериментальних досліджень запропоновано емпіричну модель опису яскравості стримера

$$I = \frac{166455 \cdot B}{x^3 \left(\exp\left(\frac{1439}{xA}\right) - 1 \right)}, \quad (9)$$

де I – яскравість пікселя; x – номер пікселя від краю стримера; A, B – коефіцієнти яскравості стримера, які визначаються в результаті його апроксимації. Всі параметри визначаються в перерізі, проведеному через вісь симетрії з пікселем максимальної яскравості.

На рис. 5 наведені характеристики яскравості в перерізі декількох стримерів і їх апроксимовані криві, отримані при дослідженні води «Моршинської» та «Еко».

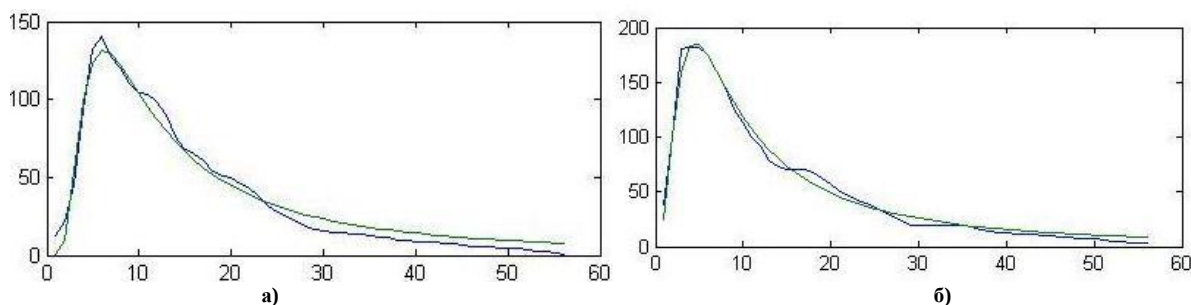


Рис. 5. Переріз за яскравістю стримерів і їх апроксимована характеристика: а – вода «Моршинська»; б – «Еко»

Висновки. Розроблено математичну модель стримера, отриманого методом газорозрядної візуалізації рідиннофазних об'єктів. Проведено дослідження залежності довжини стримера від прикладеної величини напруги, її частоти, та молярної концентрації домішок. Визначені характеристики запропонованої моделі збігаються з експериментальними дослідженнями. Запропоновано емпіричну модель опису

яскравості стримера, що відображає залежність яскравості стримера від його координат.

Література

1. Коломієць Р.О. Виділення фрактального спектра кірліан-зображень/ Р.О. Коломієць // ВІСНИК ЖДТУ. – 2010. – № 1. – 109–114 С.
2. Коротков К. Основы ГРВ-биоэлектрографии / Коротков К. – СПб. : СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.
3. Измерение электропроводимости и солёности воды кондуктометрическим методом [Електронний ресурс] / Мосин О.В. – Режим доступа : http://www.o8ode.ru/article/answer/method/izmerenie_elektroprovodimosti_i_colenosti_vody_konduktometri4eckim_metodom.htm.
4. Пономарев О.А. Свойства жидкой воды в электрических и магнитных полях / О.А. Пономарев, Е.Е. Фесенко // Биофизика, 2000. – Т. 45. – № 3. – С. 389–398.
5. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия / Третьяков Ю.Д. М. : Академия, 2005. – 380 с.
6. Грановский В.Л. Электрический ток в газах / Грановский В.Л. – М. : Наука, 1971. – 560 с.
7. Буссонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л. А. Буссонов. М: Высшая школа, 1998. – 640 с.
8. Арцимович Л.А. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях / Л. А. Арцимович, С. Ю. Лукьянов. М. : Наука, 1978. – 224 с.

Надійшла 22.9.2011 р.

УДК 004.414.3

О.С. САВЕНКО, Ю.П. КЛЮЦ, В.С. ШЕВЦОВ

Хмельницький національний університет

МЕТОДИ ЛЕКСИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В статті проведено порівняння методів лексичного аналізу тексту технічного завдання на розробку програмного забезпечення або програмно-технічного комплексу. Показані основні недоліки відомих методів лексичного аналізу, і шляхи їх вирішення.

The article compared the methods of lexical analysis of text specification for software development or software-technical complex. Showing the major shortcomings of existing methods of lexical analysis, and solutions.

Ключові слова: лексичний аналіз, методи лексичного аналізу, технічне завдання на розробку ПЗ, програмне забезпечення, граматики Хомського, link граматика.

Вступ. Щороку кількість програмних продуктів стрімко зростає. Це зумовлено великим попитом на комп'ютерну техніку та інші пристрої, де використовуються спеціалізовані програми та утиліти, також зростає складність самих програм та програмно-технічних пристроїв (комплексів). Чим складніше програмне забезпечення (ПЗ), тим важче перевірити повноту та несуперечливість вимог технічного завдання на його розробку. Процес розробки технічного завдання детально описано в практичних рекомендаціях зі специфікації програмного забезпечення [1]. В процесі розробки технічного завдання часто допускаються помилки при формуванні функційних та нефункційних вимог.

Функційні вимоги – це вимоги, що описують дії, які мають виконувати компоненти системи або система в цілому [2, 4]. Нефункційні вимоги – це всі інші вимоги, що не мають відношення до функційних вимог [3, 4].

Невчасне виявлення помилок технічного завдання на етапі проектування ПЗ може призвести до збоїв ПЗ і як наслідок – до можливого виходу з ладу обладнання та техногенних аварій. Для розв'язання задачі виявлення помилок на етапі складання технічного завдання на розробку ПЗ необхідно перевіряти коректність функційних та нефункційних вимог до розроблюваного ПЗ та відповідність їх стандартам технічної області застосування [5–7]. Перевірку технічного завдання на розробку програмного забезпечення можна проводити групі експертів або лексичним аналізатором.

Аналіз технічного завдання за допомогою групи експертів, під час якого кожен експерт аналізує свою частину технічного завдання і робить висновок. Аналіз малих за об'ємом технічних завдань на повноту та несуперечливість виконується швидко та з малими фінансовими затратами, проте для великих за обсягом технічних завдань характерні різке сповільнення праці експертів та великі фінансові витрати на оплату праці. При великих об'ємах тексту людині властиво з часом пропускати (ігнорувати) деякі слова або речення, які можуть бути важливими.

Аналіз технічного завдання за допомогою лексичного аналізатора дозволяє усунути недоліки першого методу, для нього не є критичним обсяг технічного завдання, але критичною є складність мовних конструкцій технічного завдання. Також лексичні аналізатори проводять лексичний аналіз набагато швидше, ніж експерти.

Постановка задачі. Для розв'язання задачі перевірки технічного завдання на розробку програмного